O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
SUV XO‘JALIGI VAZIRLIGI

IRRIGATSIYA VA SUV MUAMMOLARI
ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI

IRRIGATSIYA VA SUV MUAMMOLARI
ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI 100 YOSHDA

INTERNATIONAL CONFERENCE, 100 th ANNIVERSARY of the SRIIWP

“MARKAZIY OSIYONING GLOBAL EKOLOGIK VA SUV MUAMMOLARINI HAL QILISHDA ILMIY YONDASHUVLAR”

mavzusidagi

XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA

MATERIALLAR TO'PLAMI

20-iyun 2025-yil

Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti tashkil etilganligining 100 yilligiga bag‘ishlangan “MARKAZIY OSIYONING GLOBAL EKOLOGIK VA SUV MUAMMOLARINI HAL QILISHDA ILMIY YONDASHUVLAR” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallar to‘plami.

Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyaning asosiy yo‘nalish (sho‘ba)lari:

1-sho‘ba: “Transchegaraviy hamkorlik, energiya va suv resurslaridan samarali foydalanishning ilmiy-amaliy yechimlari”.

2-sho‘ba: “Suv tejovchi sug‘orish texnologiyalarida samaradorlik va ilmiy yondashuvlar”.

3-sho‘ba: “Suv xo‘jaligida islohotlar, innovatsiya va raqamli texnologiyalarning ahamiyati”.

4-sho‘ba: “Gidrotexnik inshootlarning xavfsizligida ilg‘or texnologiyalar”.

5-sho‘ba: “Iqlim o‘zgarishi sharoitida sug‘oriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilashning ilmiy asoslari”.

Tahrir hay’ati a’zolari:

Sh.R.Xamrayev, Yu.G.Bezborodov, R.J.Qarshiyev, I.E.Maxmudov, A.B.Urazkeldiyev, R.K.Ikramov, O.Y.Glovatskiy, E.J.Maxmudov, M.R.Ikramova, M.A.Yakubov, S.I.Xudoyqulov, B.K.Soliyev, Sh.A.Usmonov, I.A.Axmedxadjayeva, Yo.Shermatov, Yu.I.Shirokova, S.Ye.Kurbanbayev, U.A.Sadiev, J.J.Narziev, S.M.Gapparov, Z.T.Djumayev, A.A.Utayev, A.A.Petrov, A.I.Ernazarov, X.Sh.G‘afforov, N.Q.Murodov, A.I.Dolidudko, G.K.Paluashova, U.A.Sadikova, M.T.Saidov, U.T.Jovliev, F.F.Sadiyev, B.B.Ulugbekov.

M U N D A R I J A

Ш.Р.Хамраев. Сув ресурсларини бошқаришда илмий салоҳият ва инновацион ёндашувлар **11**

1-SHO‘BA
TRANSCHEGARAVIY HAMKORLIK, ENERGIYA VA SUV RESURSLARIDAN SAMARALI FOYDALANISHNING ILMIY-AMALIY YECHIMLARI

Ш.Р.Хамраев, Ш.Ш.Эргашев. Гидроморф тупроқлар шароитида ер ости сизот сувларининг ғўзани суғориш тартибига ва ривожланиш босқичларида сувга бўлган талабига таъсири **14**

Л.В.Сычугова, А.Г.Сорокин, А.М.Назарий, И.Ф.Беглов. Использование ГИС - технологий для построения карт качества воды вдоль русла реки Амударьи **21**

Н.Б.Хасанов. Водная безопасность в Центральной Азии: Вызовы и решения **31**

2-SHO‘BA
SUV TEJOVCHI SUG‘ORISH TEXNOLOGIYALARIDA SAMARADORLIK VA ILMIY YONDASHUVLAR

Ш.Р.Хамраев, Ю.Г.Безбородов. Технология полива кукурузы на зерно **40**

Ю.Г.Безбородов, А.О.Дорожкина. Мониторинг мелиорированных земель в условиях осушения **46**

С.П.Оллониёзов, С.М.Гаппаров, З.Т.Джумаев, А.А.Утаев, А.Б.Уразкелдиев. Турли суғориш усулларида ғўзанинг сув истеъмолини асослаш **58**

Х.Л.Гаппоров, Р.А.Қулматов. Иқлим ўзгаришлари шароитида дарёлар сув ресурсларидан самарали фойдаланишга таъсир қилувчи омиллар **73**

M.Burkhonova, B.Matyakubov. Enhancing water use efficiency and crop productivity through sprinkler irrigation in vegetable cultivation **89**

Б.С.Камилов, М.П.Зиятов, О.Н.Мухаммадиева, М.С.Шарипова, Г.Ж.Олимова. Ғўзани томчилатиб суғоришда тупроқнинг агрокимиёвий ва агрофизикавий хусусиятлари **104**

Н.Н.Хожанов., М.С.Мирдадаев., Т.Кабыл. Методика определения предполивной влажности почвы с учетом энергетического состояния агроландшафта **112**

Д.Т.Джарасова, Ж.К.Мауленова, К.Е.Калиева, К.Жанымхан, Ж.З.Жакупова, К.К.Ануарбеков, С.Б.Зулпибекова, У.К.Онласын. Использование пастбищных земель Республики Казахстан и текущее состояние их водообеспечения **119**

Н.А.Равшанова, Ф.М.Юсупова. Совмещённые посевы в системе устойчивого земледелия и инструменты оценки **129**

М.А.Авлиякулов, Ж.У.Абдуллаев. Ингичка толали ғўзани парваришлашда сувдан самарали фойдаланиш агроомиллари **139**

О.Ш.Эгамбердиев, С.П.Оллониёзов, Ш.М.Тоғаев, А.Ш.Тоиржонов, Ф.М.Муртазаева. Тупроқ намлигини замонавий нам ўлчаш ускуналари ёрдамида тадқиқ қилиш масалалари **149**

N.H.Durdiyev. Siderat ekinlaridan keyin yetishtirilgan g‘o‘zani tomchilatib sug‘orish natijalari **158**

Б.Т.Аманов. Жиззах вилояти шароитида ғўза етиштиришнинг сув тежамкор суғориш технологияларини илмий асослаш **164**

Р.Курвантаев, Н.А.Солиева. Водный режим при минимальной обработке и мулчирования почвы **177**

Z.S.Shokhojayeva, F.Nazarova, Z.A.Seytimbetova, U.R.Sangirova, Kh.U.Yakubova, N.S.Rasulova, R.A.Nurbekova, N.J.Mamanazarova, H.N.Mirjamilova. Improvement of digitalization platform and online monitoring system in the field of water management **186**

М.А.Авлиякулов, Н.Н.Яхёева, Ж.А.Бахромов. Глобал исиш омилларининг таҳлили ва ғўзани томчилатиб суғоришда сувда эрувчан ўғитларни қўллаш самарадорлиги **197**

Ф.Б.Намозов, А.А.Турсунов. Қўш экинларнинг кўчат қалинлигини ҳосилдорликка таъсири **207**

Ш.А.Эргашев, Ш.Ш.Эргашев, Ш.Д,Эргашев. Анализ определения потребности в воде: традиционные, научные и современные методы **212**

Z.S.Shokhojayeva, U.R.Sangirova, Z.A.Seytimbetova, Kh.U.Yakubova, R.A.Nurbekova. The mechanism for the establishment of an “educational-labor-professional development center” in the development of human resources in the water management system **222**

Г.А.Хожамбергенов., Д.У.Утамбетов. Разработка технологии посева риса рассадным способом в Каракалпакстане **236**

X.Sh.Xoshimov, G.K.Paluashova. Arab anori (momordika) o’simligini yetishtirishda tuproq iqlim sharoiti va sug’orish me’yorlari **244**

Ж.К.Мауленова, Т.С.Ишангалиев, С.Б.Зулпибекова, Д.Т.Джарасова, Қ.Жанымхан, Е.К.Ауэлбек, У.К.Онласын, Г.К.Исмаилова. Научные основы развития Акдалинской оросительной системы Алматинской области **251**

A.T.Butayarov. Tuproq ichidan sug‘orish orqali ingichka tolali g‘o‘zani yetishtirishda CHDNSning o‘suv fazalariga ta’sirini ilmiy asoslash **260**

Т.Р.Худайқулов. Ғўза ҳосилдорлиги ва чигит мойдорлигига ҳосилдор стимуляторини таъсири **270**

3-SHO‘BA
SUV XO‘JALIGIDA ISLOHOTLAR, INNOVATSIYA VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNING AHAMIYATI

М.Р.Икрамова., А.Қ.Ходжиев., Б.Б.Жўраев., О.Э.Икромов. Обшир сел-сув омбори сиғимининг ўзгариши **279**

С.И.Худайкулов, Б.Х.Абдуллаев, Х.А.Жураев. Определение длины пути перемешивания сточных и речных вод **287**

М.Р.Икрамова, И.А.Ахмедходжаева, А.Қ.Ходжиев, Д.С.Аллаёрова, Н.Д.Икрамов. Сув омбори сиғимининг ўзгариши ва сув баланси **295**

S.J.Razzakov, O.G‘.Cho‘lponov. Chekli elementlar usulini yordamida suv omborini suv chiqarish quvurining kuchlanganlik deformatsiya holatni aniqlash **304**

М.Р.Икрамова, Қ.Э.Эшқуватов. Чимқўрғон сув омбори лойқа босишида қирғоқлар эрозиясининг улушини баҳолаш..... **313**

A.R.Seytmuratov., S.E.Kurbanbaev. Temir-beton va betonli gidrotexnik inshootlarda paydo bo‘lgan shikastlanishlarni ta’mirlash ishlari **324**

Б.М.Шакиров, У.У.Ботиров, Б.Р.Тешабоев. Амударё дарёси сув оқими таркибини тўлдирувчи лойқа-оқизиқларнинг кўрсатгичларини аниқлаш ва баҳолаш **329**

Б.Х.Карабаева, Т.А.Ахмедова, О.Т.Иргашева. Чирчиқ дарёси-Ғазалкент шаҳри ва Чирчиқ дарёси-Чиноз шаҳри гидропостларида сув сатҳи режими ўзгаришини таҳлил қилиш **339**

У.Р.Кдирбаев, Ф.Ф.Омондуллохонов, Г.Б.Бабаёрова, Ж.Сирожидинов. Сув омборилари чашасидаги сув ресурсларини оптимал бошқаришни ташкил этиш **346**

О.Қ.Курязов. Магистрал каналларнинг фойдали иш коэффицентини ошириш (Тошсақа канали мисолида) **353**

О.Я.Мухамедов. Водозабор из р.Амударьи в Каршинский магистральный канал и мероприятия по борьбес наносами **361**

А.А.Юлдашов. Гидравлический удар в трубах круглого сечения **370**

4-SHO‘BA
GIDROTEXNIK INSHOOTLARNING XAVFSIZLIGIDA ILG‘OR TEXNOLOGIYALAR

С.И.Худайкулов, И.Ю.Ибрагимов, М.Р.Шербаев, Р.С.Хайруллаев. Изменение концентрации в разноплотностном потоке засоленных земель. **381**

Д.Т.Палуанов, Д.К.Оспанова, Ф.Р.Айтбаева, А.М.Аблатова. Гидротехника иншоотларидан фойдаланиш муддатини узайтириш усуллари. **388**

Ж.Ж.Нарзиев. Сув омборлари грунт тўғонлари мустаҳкамлиги ва барқарорлигида бўладиган ўзгаришларни баҳолаш **393**

Д.Т.Палуанов, Б.М.Таженов, Ш.С.Нурекешов, Г.М.Тлегенова. Установление критериев безопасности длительно эксплуатируемого канала и его гидротехнических сооружний **399**

O.Glovatsky, R.Xujakulov, N.Nasyrova, I.Islomov, G.Samandarova, N.Raimova. Improving the efficiency of pumping stations **407**

U.T.Berdiyev, X.A.Mamajonov. Nasos agregatlaridagi elektr yuritmalarni ishonchliligini ta'minlashda monitoring va diagnostika usullari **417**

Б.К.Салиев, Ш.И.Клычев, Э.К.Матжанов, М.М.Мухаммадиев, К.Джураев, С.А.Бахрамов. Определение расчетной предельной эффективности гидравлических таранных установок **423**

D.M.Axmedov. Sanoat nasos agregatlarining energiya samaradorligini oshirishda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining o‘rni **433**

Б.М.Шакиров, И.Х.Сафаров, О.А.Абдухалилов, И.Ш.Ўринов. Ирригация насос станцияларининг ишлаш режимини баҳолаш **441**

Н.К.Муродов, Б.Б.Улугбеков, Ж.Р.Муродуллаев, У.М.Абдурахманов. Амударёдан насос станцияларига сув олишда лойқалик ҳажмини баҳолаш **450**

У.А.Садиев., Ш.Т.Рустамов., Ш.А.Шониёзов. Металл қувурларнинг ички юзасини чўкинди, коррозия ва кимёвий моддалардан хандақсиз тозалаш технологияси **456**

А.Б.Уразкелдиев, О.Я.Гловацкий, Р.Дусматов. Внедрение технологий искусственного интеллекта по управлению энергоресурсами и использования возобновляемых источников энергии на насосных станциях **467**

Р.Эргашев, Ф.Бекчанов, Н.Насырова, Г.Азизова, Н.Саидова. Совершенствование технологии эксплуатации напорных трубопроводов насосных станций **476**

J.O‘.Komiljonov, M.T.Nurmatova. Nasoslarni suv sathi, harorati va vibratsiyasi orqali elektr energiyasini tejash **488**

Sh.A.Tillayev, M.N.Musayev, B.K.Sodiqov, E.Sh.Xusanov. Gidrotexnika inshootidagi xabar berish tizimi va ularni takomillashtirish. **496**

J.D.Kamalov, M.R.Bakiev, L.Mavlanov. Hisorak suv omborlarida suv resurslari hisobi va hisobotini yuritish tizimini yaxshilash tadbirlari **501**

Б.Б.Улугбеков, Ш.К.Турсинов, Ж.Я.Кадиров, О.А.Сайдуллаев. Собирсой сув омбори лойқа-чўкиндилар миқдорини натура-ўлчов тадқиқотлари ёрдамида аниқлаш **504**

Ш.М.Мусаев, И.Х.Хушвактов. Композит материални суғориш лотокларидаги беқарор сув ҳаракатининг ҳисоблаш усуллари **513**

N.Q.Murodov, S.Raxmankulov, S.Raxmonkulova. Numerical modeling of multiphase flow in a horizontal pipelines **520**

N.Q.Murodov, S.Raxmankulov, S.Raxmonkulova. Numerical study of laminar flow in l shaped channel **529**

Б.М.Шакиров, И.Х.Сафаров, О.А.Абдухалилов, Ш.Ғ.Ирисбоев. Суғориш насос агрегатларини автоматлаштирилган бошқарув тизимини матлаб/симулинкда математик моделлаштириш ва таҳлил қилиш **537**

Б.М.Шакиров, Д.А.Саидходжаева, О.А.Абдухалилов, И.Ш.Ўринов. Марказдан қочма насосларда содир бўлаётган кавитация жараёнларини лаборатория тадқиқотида ўрганиш **547**

R.R.Ergashev, A.Q.Ernazarov. Nasos stansiyalarida muqobil energiyadan foydalanish **561**

Р.Эргашев, Н.Саидова. Насос станциясини техник сув таъминоти **566**

Ж.Д.Камалов, М.Р.Бакиев, Л.Мавланов. Ҳисорак сув омборида фильтрация сувлари мониторингини юритишда юпқа деворли новлардан фойдаланиш **572**

O.G‘.G‘ulomov., A.A.Nazarov. Tomchilatib sug‘orish tizimlarining gidravlik o‘lchamlari va sug‘orish samaradorligi tahlillari **576**

O.G‘.G‘ulomov, A.A.Nazarov, Y.A.Hazratqulov, R.A.Qambarov. Sug‘orish tizimlari gidravlik parametrlarini gidravlik simulyatsiya vositalari orqali tahlil qilish va o‘rganish **582**

J.E.Saidov, B.E.Mustafayev. Kichik va o‘rta korxonalarda mehnat xavfsizligi madaniyatini o‘lchash indikatorlari **590**

R.Xujakulov, F.Tursunov, N.Nasyrova, I.Islomov, G.Samandarova, Sh.Xo‘jayorov. Increasing the reliability of operation of the pumping station of machine water lift systems **599**

А.Махмудов. Деформационные свойства лёсово грунтов в основании грунтовых плотин **612**

А.А.Петров, М.Р.Сабиров. BIM-проектирование в гидротехническом строительстве: инновации, преимущества и перспективы **622**

5-SHO‘BA
IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA SUG‘ORILADIGAN YERLARNING MELIORATIV HOLATINI YAXSHILASHNING ILMIY ASOSLARI

Л.В.Кирейчева, Д.А.Рогачев. Интеллектуальная система водопользования на межхозяйственных оросительных системах вусловиях дефицита и снижения качества водных ресурсов **629**

М.Авлакулов, И.Э.Махмудов. Вопросы моделирования фильтрации потока при бороздковом поливе хлопчатника **644**

E.J.Maxmudov, A.B.Urazkeldiyev, Sh.A.Usmanov, J.Qutlimurotov. Sholini sug’orishda suvtejamkor sug’orish texnologiyalarini qo‘llash **652**

О.И.Эшчанов, Ҳ.Ш.Садуллаев. Шўр ювиш ишларида чекларнинг (полларнинг) катталигини космик сурат маълумотлари орқали таҳлил этиш **659**

А.Е.Кенжебекулы, Е.Саркынов, К.Жанымхан, С.Б.Зулпибекова. Методика расчета и определение параметров всасывающих устройств передвижной установки для очистки шахтных колодцев wells **668**

M.A.Ismailov, B.Z.Mannobojonov. Controlling ph in wastewater treatment processes using fuzzy logic **677**

A.K.Juraev, U.A.Juraev, A.N.Sa’dullayev. Sho‘rlangan tuproqlarda no‘xat ekini siderat sifatida yetishtirish va uning tuproqqa ta’siri **687**

Х.Сидиков., О.Б.Имамназаров. Влияние орошения слабоминерализованными дренажными водами на солевой режим почвы **695**

О.Б.Имамназаров, У.А.Садиев, А.Ф.Боймирзаев, Ш.О.Имомназаров. Переустройство хозяйственных гидромелиоративных систем в условиях Наманганской области **702**

Е.Шерматов., М.Мухаммадиева. Естественная изменчивость температуры планеты земля **716**

Д.Т.Кодиров, Ю.И.Широкова, Г.К.Палуашова, Ф.Ф.Садиев. Технология промывки почвы по бороздам при применении рыхления и обработки биосолвентом **722**

Э.И.Чембарисов, А.И.Баллиев, Ё.Я.Турдибоев. Современная загрязненность озерных экосистем республики Каракалпакстан **732**

А.Р.Муратов. О.А.Муратов. З.Канназарова. Цифровые методы нормирования затрат машинного времени и труда рабочих в мелиоративных работах **747**

Ю.И.Широкова, Г.К.Палуашова, Ф.Ф.Садиев, Д.Т.Кодиров. Технологии мелиорации засоленных земель в условиях ограниченных водных ресурсов **763**

A.S.Berdishev, Z.Z.Djumabayeva. Suvlarni zararsizlantirishda kombinatsiyalashgan usulni qo‘llash **774**

Z.Z.Qodirov, B.H.G`ulomov, S.U.Sharipov. Sho‘rlanishga moyil hududlarda tuproqning fizik-kimyoviy xususiyatlari va ularning qishloq xo‘jaligidagi ahamiyati **784**

Н.А.Нажмидинова, С.И.Ахмедов, Б.А.Мухамедгалиев. Фосфорсодержащий ионит для очистки сточных вод горно-металлургической промышленности **789**

М.Н.Мирхосилова, Е.Шерматов. Цикличность мелиоративного состояние орошаемых земель республики **798**

Sh.B.Shodiyev, G‘.F.Hamroyev, A.E.Sharipov, Z.H.Djurayeva. Kuzgi shudgorlash jarayoni bilan bir vaqtda biosolvent preparatini qo‘llashning afzalliklari **803**

Р.Ў.Хўжаниязов. Шўр ювишда ҳар хил қатламларда тупроқ таркибидаги тузларнинг ювилиш жараёни **807**

D.Z.Nabiyev. Orol dengizi va g‘arbiy qismidagi suvning melerativ holatiga (tabiiy va antiropogen omillar) ta’siri **814**

Ё.Шерматов, М.С.Насирова. Масофадан зондлаш ёрдамида шўр доғларини аниқлаш ва тадқиқ қилишда космик суратлар таҳлили **819**

Ю.И.Широкова, Н.Х.Жураева, Б.Абдуллаев, С.И.Худайкулов. Модели дальнейшей увязки элементов баланса грунтовых вод с динамикой влаг запасов зоны **825**

Ю.И.Широкова, Н.Х.Жураева, Г.К.Палуашова. Водно-солевой баланс как инструмент для определения промывных норм на засолённых почвах **833**

Р.Т.Хожамуратова, Д.М.Жангабаев. Коллекторно-дренажные воды Каракалпакстана: проблемы и возможности устойчивого управления **841**

Ф.Ж.Дўсиёров, Ж.Ж.Дусиёров, С.Ботиров. Чизели-культиваторнинг ўғитлаш тизимидаги ўқ ёйсимон катта панжа қанотларининг очилиш бурчаги параметрлари **846**

М.Ш.Абдиева, Ф.Ф.Садиев, И.М.Махмадалиев. Зарафшон ҳавзаси коллектор-дренаж сувларининг қайта фойдаланиш имкониятларини баҳолаш **852**

Z.T.Turlibaev, G.M.Tangatarova. Main problems of the water respiratory system of nukus city of the republic of karakalpakstan and modernization of programs to improve the condition of the complex **860**

Y.Q.Xayitov, Sh.B.Shodiyev, F.Sh.Musulmanov, G‘.F.Hamroyev, A.E.Sharipov. Buxoro vohasida ekologik holatni yaxshilashda to’dako’l suv omborining gidrokimyoyiy rejimi va filtratsiya jarayonlariga bog’liq ayrim fikr mulohazalar **869**

Z.Kannazarova. Drainage and irrigation system in Central Asia **875**

A.K.Juraev., U.A.Juraev., A.N.Sa’dullayev. Buxoro viloyati jondor tumani sho‘rlangan tuproqlarida no‘xat (Pisum Sativum) siderat ekini g‘alla (triticum aestivum) hosildorligiga ta’siri **886**

D.R.Maxmudov. Bug‘doyning nodir navini yetishtirish **895**

M.N.Dadajanov, M.O’.Turg̒unova. Oqova suvlarni avtomatlashtirish: texnologiyalar va afzalliklari **905**

H.X.Yusupov, F.F.Sadiyev, I.M.Maxmadaliyev. Turli sug’orish usullarida dala tuz rejimini aniqlash **909**

H.X.Yusupov, F.F.Sadiyev. Turli sug‘orish usullarining tuproqning suv-fizik xossalari ta’siri **912**

O‘.I.To‘raev. Shaftoli bog‘ining suv iste’molini aniqlash usullari **917**

СУВ РЕСУРСЛАРИНИ БОШҚАРИШДА ИЛМИЙ САЛОҲИЯТ ВА ИННОВАЦИОН ЁНДАШУВЛАР

Сув танқислиги — бугунги кунда бутун дунёда долзарб глобал муаммолардан бири ҳисобланади. Марказий Осиё давлатлари, жумладан Ўзбекистон ҳам ушбу муаммога самарали ечим излашда изчил саъй-ҳаракатларни амалга оширмоқда. Шу боис, мамлакатимиз мустақиллик йилларида, айниқса сўнгги саккиз йил ичида сув хўжалиги соҳасида кенг кўламли ислоҳотлар амалга оширилди.

Давлат раҳбарияти ташаббуси билан олиб борилаётган чора-тадбирлар натижасида ўтган йили 8 миллиард куб метр сув тежалган бўлса, жорий йилда бу кўрсаткич 10 миллиард куб метрга етиши, 2030 йилга бориб эса 15 миллиард куб метргача ортиши кутилмоқда.

Бу улкан натижалар замирида, аввало, давлатимизнинг соҳага бўлган қатъий эътибори, минглаб ходимлар, муҳандислар ва олимларнинг фидокорона меҳнати мужассам. Президент Шавкат Мирзиёев таъкидлаганидек:

“Сувга бўлган муносабатимиз ўзгармас экан, қишлоқ хўжалиги ривожланиши ҳақида гап бўлиши мумкин эмас.”

Ушбу пурмаъно сўзлар барчамиз учун ҳаётий шиорга айланиши зарур.

Сув хўжалигини барқарор ривожлантиришда илмий ёндашув ҳал қилувчи аҳамиятга эга. Бу борада бугун юз йиллик тарихини нишонлаётган Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институтининг ҳиссаси беқиёс.

Институт фаолияти 1925 йилда Ўрта Осиёда ягона бўлган Гидротехника тажриба-тадқиқот институти ташкил этилиши билан бошланган. 1932 йилда у В. Журин номидаги Ўрта Осиё ирригация илмий-тадқиқот институти (САНИИРИ) деб номланган. У гидротехника, мелиорация, сув иншоотларини қуриш ва уларни самарали фойдаланиш соҳаларида илмий тадқиқотлар олиб борган.

1960 йилда институт Ўзбекистон Фанлар академиясининг Сув муаммолари ва гидротехника институти билан бирлаштирилиб, янги бўлимлар ва лабораториялар ташкил этилди. 1966 йилдан бошлаб сув хўжалиги ва ер мелиорациясига қаратилган 35 та мустақил илмий-тадқиқот бўлими фаолият кўрсатди.

1986 йилда СССР Сув хўжалиги вазирлигининг буйруғига асосан институт негизида “САНИИРИ илмий-ишлаб чиқариш бирлашмаси” тузилди.

Мустақилликдан сўнг, 1992 йил 11 апрелда Вазирлар Маҳкамасининг қарорига мувофиқ, бирлашма Ўзбекистон Республикаси Мелиорация ва сув хўжалиги вазирлиги тизимига ўтказилди. 2010 йилгача бу муассасада сув хўжалиги ва мелиорация бўйича 1000 дан зиёд илмий ишланмалар яратилди ва амалиётга татбиқ этилди.

Бу даврда 250 дан ортиқ илмий ходимлар давлат ва вазирлик мукофотларига сазовор бўлишди. Улар орасида Р.А.Алимов, З.Х.Хусанходжаев, В.А.Духовний, А.А.Қодиров, У.Ю.Пулатов ва бошқа кўплаб соҳа фидойилари бор.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 20 июндаги “Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти фаолиятини такомиллаштириш ва моддий-техника базасини мустаҳкамлаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарори билан институт фаолияти янги босқичга кўтарилди.

Шунингдек, 2021 йил 8 апрелдаги Вазирлар Маҳкамаси қарорига мувофиқ институт лабораториялари кенгайтирилди, Қорақалпоғистонда илмий-тадқиқот маркази, Хоразм, Бухоро, Наманган, Самарқанд ва Сурхондарёда минтақавий марказлар қайта ташкил этилди.

Ҳозирда институтда 110 нафар ходим фаолият юритмоқда, шундан 96 нафари илмий ходим бўлиб, уларнинг 81,2 фоизи илмий даражага эга. Шунингдек, 10 нафар хорижий профессор ҳам институтда илмий фаолият олиб бормоқда.

Институт илмий жамоаси қуйидаги йўналишларда фаолият юритмоқда:

- *сув хўжалигида рақамли технологияларни жорий қилиш ва сув йўқотилишини камайтириш;*
- *насос станциялари самарадорлигини ошириш ва энергия тежамкорликни таъминлаш;*
- *сувни тежайдиган технологияларни ривожлантириш;*
- *гидротехника иншоотлари хавфсизлиги ва ишончлилигини таъминлаш;*
- *ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш бўйича илмий тадқиқотлар олиб бориш.*

Инновацион ривожланиш вазирлиги миллий рейтингига кўра, институт 2023 йилда республикадаги 118 илмий муассаса орасида 3-ўринни эгаллади (2022 йилда – 8, 2021 йилда – 9-ўрин).

2021–2025 йиллар давомида институт қошидаги илмий кенгашда 61 нафар тадқиқотчи илмий даража олди, 26 нафарга илмий унвон берилди. Ҳозирда 94 таянч докторант ва 33 нафар мустақил тадқиқотчи илмий изланишлар олиб бормоқда.

Институт халқаро миқёсда ҳам фаол ҳамкорликни йўлга қўйган. Жаҳон банкининг “МУНИС” дастури, “Агробанк” грантлари ва бошқа молиявий манбалар орқали қиймати 10 миллиард сўмдан ортиқ илмий-амалий лойиҳалар амалга оширилмоқда.

Ҳозирда институт 20 дан ортиқ давлат билан илмий ҳамкорлик меморандумларига эга. Охирги йилларда ёш олимлар Хитой, Германия, Венгрия, Польша, Россия ва Қозоғистонда стажировка ўташиб, халқаро тажриба асосида малака оширдилар.

Ушбу халқаро келишувлар доирасида кейинги 3 йилда институтнинг ёш илмий ҳодимлари нуфузли олий таълим ва илмий-тадқиқот муассасаларида қисқа муддатли стажеровкаларда бўлишиб, малакаларини оширишди. Масалан, Хитой Халқ Республикасида 24 нафар, Германияда 11 нафар, Россия Федерациясида 6 нафар, Венгрияда 10 нафар, Белорусь Республикасида 14 нафар, Қозоғистонда 3 нафар, Польшада 11 нафар илмий ходим сув хўжалиги соҳасига янги инновацион технологияларни жорий этиш, соҳадаги илғор тажрибалар, кадрлар тайёрлаш, илмий-тадқиқот ютуқларини амалиётга жорий этиш бўйича малака ошириб келишди.

Ўзбекистон Республикаси сув хўжалиги соҳасини илмий асосда ривожлантириш мамлакатимиз иқтисодиётининг янада ўсишини таъминлайдиган асосий омиллардан биридир. Бу борада сув хўжалигини мақбул режалаштириш, стратегик бошқариш, сув хўжалиги объектлари ҳолатлари истиқболини белгилаш ва моделлаштириш каби муаммоларни қамраб олган комплекс илмий-тадқиқот ишларини олиб бориш лозим.

Шу мақсадда, институт жамоаси олдига келажакда қўйидаги долзарб илмий-техника йўналишлари бўйича илмий-тадқиқот, тажриба-конструкторлик ишларини амалга ошириш устивор вазифа қилиб белгиланган::

- *жаҳоннинг илғор тажрибаларидан фойдаланиб сув хўжалиги соҳасини технологик ривожлантиришнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш;*
- *сув ресурсларидан рационал фойдаланишнинг илмий-технологик асосларини такомиллаштириш;*
- *сув хўжалиги объектларини масофадан бошқариш ва мониторинг қилишда рақамли ҳамда сунъий интелликт технологияларидан кенг фойдаланишнинг илмий асосларини ривожлантириш;*
- *экотизимли сув ресурсларидан фойдаланишнинг услубий ва технологик асосларини яратиш;*
- *трансчегаравий дарёлардаги табиий гидрологик режимни ўзгариши шароитларида ер усти ва ер ости сувлари ресурсларидан самарали фойдаланиш технологияларини такомлаштириш;*
- *республикамиздаги ижтимоий-иқтисодий ва сув хўжалиги объектларини трансчегаравий дарёлардаги табиий ва гидоэнергетик омилларнинг салбий таъсиридан ҳимоялашнинг янгича технологияларининг илмий асосларини яратиш;*
- *трансчегаравий ва ички дарёлардаги сув оқими шаклланишининг прогноз параметрларини ҳамда хавфли гидрологик ҳодисаларни олдиндан башоратлаш имконини берадиган глобал гидрологик моделларни ишлаб чиқиш;*
- *сув объектларидан ишончли ва ҳавфсиз фойдаланишда илғор инновацион ечимларни жорий этиш;*
- *сув хўжалиги объектларини лойиҳалаш ва қуриш бўйича янги илмий ёндашувлар ва технологияларни ишлаб чиқиш*

Илмий жамоа амалга ошириб келаётган илмий тадқиқот ишлари мамлакатимизда сув ресурсларидан самарали фойдаланиш, тежаш, суғориладиган ерларнинг сув таъминотини ошириш, шунингдек, сув ресурслари тақчиллиги шароитида соҳанинг иқлим ва антропоген таъсирларга мослашишини таъминлашга қаратилганлиги билан аҳамиятлидир.

100 ёшни қарши олган институт жамоаси ўз олдига улкан мақсад ва режаларни қўйган ҳолда кўп йиллик орттирилган тажриба, замонавий ёндашувлар, инновацион ғоя ва усуллар асосида сув хўжалиги ва мелиорация соҳасидаги бугунги ва келажакдаги муҳим ва долзарб илмий-техника масалаларни ечиш билан шуғулланиб келмоқда.

Бу эзгу мақсад йўлида институт жамоасига куч-ғайрат ва ютуқлар тилаб қоламан.

Шавкат ХАМРАЕВ,
Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазири,
Ўзбекистонда хизмат курсатган ирригатор.

1-SHO‘BA

TRANSCHEGARAVIY HAMKORLIK, ENERGIYA VA SUV RESURSLARIDAN SAMARALI FOYDALANISHNING ILMIY-AMALIY YECHIMLARI

УЎТ: 631.67:633.511(575.113)

ГИДРОМОРФ ТУПРОҚЛАР ШАРОИТИДА ЕР ОСТИ СИЗОТ СУВЛАРИНИНГ ҒЎЗАНИ СУҒОРИШ ТАРТИБИГА ВА РИВОЖЛАНИШ БОСҚИЧЛАРИДА СУВГА БЎЛГАН ТАЛАБИГА ТАЪСИРИ

Хамраев Шавкат Рахимович,
қ.х.ф.н., кат.и.х.
Эргашев Шохрухбек Шухратжон ўғли,
ИСМИТИ

Аннотатция: Мазкур илмий мақолада гидроморф тупроқлар шароитида ер ости сизот сувларининг ғўза ўсимлигининг морфологик ва физиологик ривожланиш босқичларидаги сув билан таъминланишига кўрсатаётган таъсири назарий ва амалий жиҳатдан таҳлил қилинади. Тадқиқот доирасида ер ости сув сатҳининг чуқурлиги, сизот сувларининг миқдорий ва сифат кўрсаткичлари, ғўзанинг илдиз тизимининг вертикал ва горизонтал тарқалиш хусусиятлари ҳамда ҳар бир фенологик фазада сувга бўлган эҳтиёж кўрсаткичлари ўрганилади. Шунингдек, гидроморф тупроқлар шароитида сизот сувларидан унумли фойдаланиш орқали суғориш тизимларини оптималлаштириш, агротехник чора-тадбирларни такомиллаштириш ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш имкониятлари кўриб чиқилади. Мақолада маҳаллий ва хорижий илмий манбалар таҳлили асосида ғўза ўсимлигининг сув танқислигига бўлган сезувчанлиги босқичма-босқич тавсифланади, назарий умумлаштирувлар ва илмий асосланган хулосалар берилади.

Калит сўзлар: гидроморф тупроқлар, сизот сувларининг режими, ғўзанинг фенологик босқичлари, сув билан таъминлаш, сув танқислиги, суғориш технологияси, илдиз тизими, агроекологик шароит, сув ресурсларидан фойдаланиш.

Аннотация. В представленной научной статье рассматривается влияние режима грунтовых вод на водообеспечение хлопчатника на различных этапах его морфогенеза в условиях гидроморфных почв. Анализируется глубина залегания и химический состав грунтовых вод, морфологические особенности корневой системы хлопчатника, потребности во влаге на каждой фенологической стадии развития, а также потенциальная возможность использования грунтовых вод как дополнительного источника влаги. Отдельное внимание уделено вопросам оптимизатсии режимов орошения с учётом специфики гидроморфных почв, разработке эффективных агротехнических решений и обеспечению

устойчивого водопользования в агроландшафтах. На основе анализа актуальных отечественных и зарубежных научных источников проводится комплексная характеристика чувствительности хлопчатника к водному дефициту и формулируются научно обоснованные выводы.

Ключевые слова: гидроморфные почвы, режим грунтовых вод, фенологические стадии хлопчатника, водный дефицит, водообеспечение, корневая система, оптимизатсия орошения, агроэкологические условия, ратсиональное водопользование.

Abstract. This scientific article presents a comprehensive theoretical and practical analysis of the influence of groundwater regimes on the water supply of cotton crops during different morphological and physiological staGES of development under hydromorphic soil conditions. The study focuses on the depth and chemical characteristics of the groundwater table, the vertical and horizontal configuration of the cotton root system, and the specific water requirements during each phenological phase. Furthermore, the paper explores the potential for utilizing shallow groundwater as a supplementary water source to optimize irrigation regimes, enhance agro-technical interventions, and promote sustainable water resource management in hydromorphic agroecosystems. Drawing on a broad range of local and international scientific literature, the sensitivity of cotton to water deficit across developmental staGES is thoroughly evaluated, culminating in well-grounded theoretical generalizations and practical recommendations.

Keywords: hydromorphic soils, groundwater regime, phenological staGES of cotton, water deficit, root system morphology, irrigation optimization, agroecological conditions, sustainable water use, water management strategies.

Кириш. Сўнгги йилларда глобал иқлим ўзгариши ва унинг оқибатида юзага келаётган сув танқислиги бутун дунё миқёсида қишлоқ хўжалиги учун энг долзарб ва жиддий экологик-иқтисодий муаммолардан бирига айланган. Ҳароратнинг изчил ортиб бориши, ёғингарчиликнинг ҳудудлар бўйича номутаносиб тақсимланиши, буғланишнинг кучайиши натижасида табиий сув ресурслари ҳажми сезиларли даражада камаймоқда. Бу эса, айниқса, суғоришга юқори даражада боғлиқ бўлган, кўп миқдорда сув талаб қилувчи экинлар, хусусан, пахта (ғўза) етиштириш самарадорлигига салбий таъсир кўрсатмоқда - ҳосилдорлик пасайиб, маҳсулот сифати ёмонлашмоқда.

Ўзбекистон Республикасида қишлоқ хўжалиги иқтисодиётининг стратегик тармоқларидан бири бўлган ғўза етиштириш соҳаси ҳам сув ресурсларига юқори даражада боғлиқ ҳолда ривожланмоқда. Мамлакатдаги суғориладиган майдонларнинг салмоқли қисмини гидроморф тупроқлар

ташкил этади ва бу ҳудудларда ер ости сизот сувларининг мавжудлиги ҳамда уларнинг сув таъминотидаги роли тобора ортиб бормоқда. Шунга қарамай, табиий ва техноген омиллар таъсирида сув ресурсларининг камайиб бориши, мавжуд сув манбаларидан самарали ва оқилона фойдаланиш масаласини янада долзарб ҳолатга келтирмоқда.

Айниқса, гидроморф тупроқлар шароитида ер ости сизот сувларининг ғўза сув таъминотига кўрсатаётган бевосита ва билвосита таъсирини чуқур ўрганиш, бу сув ресурсларидан ратсионал фойдаланиш имкониятларини аниқлаш муҳим илмий-амалий вазифалардан биридир. Шу нуқтаи назардан, сув тежовчи технологияларни жорий этиш, ер ости сизот сувларининг ҳажми, чуқурлиги, кимёвий таркиби ва агротехник қимматини аниқлаш, шунингдек, уларни мақсадли ва илмий асосланган ҳолда суғориш тизимига жалб этиш долзарб масалага айланмоқда.

Мазкур мақолада глобал иқлим ўзгариши ва сув танқислиги шароитида, айниқса гидроморф тупроқлар шароитида, ер ости сизот сувларининг ғўза ўсимлигининг ривожланиш босқичларидаги суғориш режимига кўрсатаётган таъсири назарий жиҳатдан таҳлил қилинади. Тадқиқот доирасида мавжуд илмий адабиётлар, хорижий ва маҳаллий интернет манбалари, шунингдек, тажриба асосида олинган экспериментал маълумотлар таҳлил қилиниб, ғўзанинг ҳар бир фенологик босқичидаги сувга бўлган эҳтиёжи, илдиз тизими орқали сизот сувларини ўзлаштириш қобилияти ва суғориш тизимининг самарадорлигини ошириш имкониятлари аниқланади. Натижада, сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш, экологик барқарорликни сақлаш ҳамда ҳосилдорликни таъминлаш бўйича илмий хулосалар ишлаб чиқилади.

Адабиётлар шарҳи. Ахмедов Х.А. Суғориш мелиорацияси. Тошкент, 1964. С.37-52. Ушбу асарда суғориш ва мелиорация тизимларининг асосий тушунчалари, Ўзбекистон шароитидаги табиий-географик ҳолатларга мос равишда қўлланиладиган усуллар ҳақида батафсил ёритилган. Китобда суғориш технологияларининг ривожланиш тарихи ва назарий асослари келтирилган. Анъанавий суғориш тизимларини чуқур тушуниш ва уларнинг камчиликларини аниқлаш орқали замонавий томчилатиб суғориш усулларининг зарурлигини асослаш учун муҳим манба.

Маматов С., Хамраев Ш., Қаршиев Р., Бурхонжонов Б. Сув тежовчи суғориш технологиялари. Тошкент, 2022. С.211-251. Мазкур асарда томчилатиб суғориш, ёмғирлатиб суғориш каби сувни тежовчи

технологиялар тўғрисида аниқ тавсиялар, тажриба натижалари ва услубий кўрсатмалар баён этилган. Суғориш самарадорлигини оширишга қаратилган технологик ечимлар таҳлил қилинган. Диссертатсияда томчилатиб суғориш тизимини такомиллаштириш бўйича илмий асос ва замонавий ёндашувлар учун асосий замонавий манба ҳисобланади.

Турсунов Х.Ҳ. Тупроқшунослик. Тошкент: Университет, 2017. С.72-78. Китобда тупроқларнинг физик-кимёвий хоссалари, сув ўтказувчанлиги, намлик тутиш қобилияти ва бошқа агроекологик омиллар ёритилган. Айниқса, автоморф тупроқлар ҳақида муҳим илмий маълумотлар берилган. Илмий аҳамияти: Автоморф тупроқ шароитида томчилатиб суғориш тизимини лойиҳалашда зарур бўлган тупроқшунослик маълумотларини таъминлайди.

Костяков А.Н. Основы мелиорации. Москва: Сельхозгиз, 1960. С. 52-60, 121-147. Мелиоratsiя фанининг классик асари бўлиб, унда сув балансlари, ер ости сувлари динамикаси, намлик режимлари ва гидрологик ҳисоб-китоблар баён этилган. Муаллиф ўзининг А.Н.Костяков формуласи билан машҳур. Томчилатиб суғориш тизимининг гидромелиоратив ҳисобларини бажаришда назарий асос сифатида фойдаланилади.

Smith, J., Brown, L., & Green, T. (2019). Root development and water uptake dynamics in cotton. Agricultural Water Management, 213, 347-355. Ушбу мақолада пахтанинг илдиз тизими ривожланиши ва сув ютиш фаолияти илмий тадқиқотлар асосида таҳлил қилинган. Суғориш тизими илдиз ривожига қандай таъсир кўрсатиши илмий асосда баён этилган. Пахта экинида томчилатиб суғориш тизимининг самарадорлигини таҳлил қилишда асосий замонавий манба сифатида хизмат қилади.

Effect of Water Stress on the Growth and Yield of Cotton Crop (*Gossypium hirsutum* L.). Сув танқислиги шароитида пахтанинг ўсиши ва ҳосилдорлигига таъсири тажриба асосида кўрсатилган. Биометрик ва агрономик кўрсаткичлар орқали сув танқислигининг зарарли таъсири таҳлил қилинган. Диссертатсияда оптимал суғориш меъёрларини белгилаш ва ҳосилдорликни ошириш бўйича асос яратади.

Quantifying the impacts of varying groundwater table depths on cotton evapotranspiration, yield, water use efficiency, and root zone salinity using lysimeters. Ушбу мақола ер ости сувлари сатҳининг чуқурлиги пахта эвапотранспиратсияси, сувдан фойдаланиш самарадорлиги ва тупроқ шўрланишига қандай таъсир қилишини кўрсатади. Томчилатиб суғориш

тизимларида сувни тежаш ва шўрланиш хавфини камайтириш бўйича стратегиялар ишлаб чиқишда муҳим илмий асос бўлиб хизмат қилади.

Гидроморф тупроқлар - бу табиий ёки сунъий равишда юқори грунт сувлари таъсирида доимий ёки мавсумий нам ҳолатда шаклланадиган, аератсияси чекланган, таркибида темир ва бошқа биоген элементларининг қайта тақсимланиш жараёнлари фаол кечадиган тупроқ турларидир. Ушбу тупроқлар кўпинча ботқоқликлар, пастқамликлар ва дарё водийларида учраб, уларнинг физик-кимёвий ва биологик хоссалари гидрологик режимга бевосита боғлиқ бўлади. Гидроморф тупроқлар қишлоқ хўжалигида мураккаб агротехник ёндашувни талаб қилади, айниқса суғориш ва дренаж тизимларини тўғри лойиҳалашда муҳим аҳамиятга эга.

Ер ости сизот сувлари ҳақида умумий маълумот. Сизот сувлари - бу ер юзасига нисбатан маълум чуқурликда жойлашган, атмосфера билан тўғридан-тўғри алоқада бўлмаган, лекин илдиз тизими орқали ўсимликлар томонидан сўрилиши мумкин бўлган табиий сув манбаидир. Унинг агротехник аҳамияти сизот суви сатҳининг чуқурлиги, сувнинг кимёвий таркиби ва сувнинг тупроқ капиллярлари орқали юзага ҳаракатланиш хусусиятига боғлиқдир. Агар сизот суви сатҳи 1,0-2,0 метр оралиғида бўлса ва минераллашганлиги меъёрий чегаралардан ошмаган бўлса, бундай сувлар ғўза учун мавсум мобайнида муҳим сув манбаига айланиши мумкин. Демак, ер ости сизот сувлари сатҳи ер юзасига яқин жойлашган ерларда экинга берилаётган суғориш меъёрини камайтириш мумкин бўлади.

Ғўзанинг ривожланиш фазаларида сизот сувларининг таъсири. Ғўзанинг униб чиқиб, гуллагунгача бўлган даври ғўза ривожланишининг биринчи фазаси хисобланади ва бу даврда ғўза умумий суғориш меъёрининг 15 фоизга яқин сувини ўзлаштиради. Бу босқичда сувнинг асосий манбаи - тупроқдаги табиий намлик бўлиб, сизот сувларидан фойдаланиш амалда мумкин эмас. Чунки илдизлар ҳали чуқурга кириб бормаган бўлади. Шунинг учун бу босқичда сифатли суғориш суви, мукаммал намлик захираси таъминланиши шарт.

Ғўза ялпи гуллаб, кўсак олишгача даври унинг иккинчи фазаси бўлиб, ушбу давр мобайнида ғўза умумий сув истеъмолининг 55-60 фоиз сувини истеъмол қилади. Бу фазада ғўза энг кўп сув талаб қилувчи босқичга киради. Кунлик эвапотранспиратсия айрим холларда 7-10 мм.гача етади. Илмий манбаларга кўра, илдизлар кунига 5-6 см.гача чуқурлашиши мумкин. Бу даврда ҳам ғўзага берилаётган сув меъёрини ер ости сизот сувларидан

қўшимча сув олиши мумкинлигини инобатга олган холда 20-30 фоизгача камайтириш мумкин бўлади.

Пишиш фазаси эса учинчи фаза хисобланиб, мазкур даврда ғўза умумий сув истеъмолининг 25-30 фоизини ўзлаштиради. Бу даврда ўсимликнинг сувга талабчанлиги аста-секин пасайиб боради. Аммо ҳосил сифатини сақлаш учун экиннинг холатига қараб суғориш керак бўлади. Бу босқичда сув етишмаслиги хосилнинг камайишига ва тола сифатининг пасайишига таъсир қилиши мумкин.

Ғўзани суғоришда сизот сувларидан фойдаланиш имкониятлари:

- Сизот суви сатҳи 1,0–1,5 м бўлганда: кўп ҳолларда катта меъёрларда суғориш талаб этилмайди. Ғўзанинг илдизлари сизот сувларидан унумли фойдаланади;
- Сизот суви сатҳи 1,5–2,5 м бўлганда: ривожланган илдиз тизими орқали фақат вегетатив ва гуллаш даврида фойдаланиш мумкин. Суғориш суви камайтирилган режимда берилиши мумкин;
- Сизот суви сатҳи 2,5 м ва ундан чуқур бўлганда: у суғоришни деярли қопламайди. Бу ҳолда тўлиқ миқдордаги меъёр билан суғориш зарур.

Натижа ва мунозара:

- Гидроморф тупроқлар шароитида**,** ер ости сизот сувларининг мавжудлиги ва уларнинг сатҳи ғўзанинг ҳар бир фенологик ривожланиш босқичида сув таъминотига муҳим таъсир кўрсатади ҳамда суғориш самарадорлигини белгилайди.
- Ўсимлик илдиз тизими гидроморф тупроқларда сизот сувлари сатҳига етганидан сўнг, улар орқали маълум миқдорда сув эҳтиёжини қоплаш имконияти юзага келади ва бу сув тежамкорлигини оширишга хизмат қилади.
- Суғориш меъёрлари ғўзанинг ривожланиш босқичлари, сувга бўлган талаб, гидроморф тупроқларнинг намлик сиғими, сизот сувларининг кимёвий таркиби ва биотик хусусиятлари асосида доимий равишда қайта кўриб чиқилиши (корректировка қилиниши) зарур.
- Гидроморф тупроқлар шароитида сизот сувлари сатҳи билан суғориш режими ўртасидаги мутаносибликни сақлаш орқали сув ресурсларидан тежамли фойдаланиш ҳамда ҳосилдорликни оптимал даражада ушлаб туриш мумкин бўлади.
- Илмий тадқиқотлар ва амалий натижалар асосида ишлаб чиқилган, гидроморф тупроқлар шароитида ер ости сизот сувларидан

мақсадли фойдаланишни инобатга олган ҳолда тузилган корректирланган суғориш режими - сув тежамкорлиги, юқори ва барқарор ҳосилдорлик ҳамда агроэкологик барқарорликни таъминлаш имконини яратади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Ахмедов Х.А. Суғориш мелиоratsiяси. Тошкент-1964. С.37-52.
2. Маматов С., Хамраев Ш, Қаршиев Р., Бурхонжонов Б. “Сув тежовчи суғориш технологиялари”. Тошкент-2022. С.211-251.
3. Х.Ҳ.Турсунов. Тупроқшунослик. Тошкент “Университет”-2017. С 72-78.
4. А.Н.Костяков. Основы мелиоратсии. “СЕЛЬХОЗГИЗ”. Москва-1960. С 52-60, 121-147.
5. Smit, Dj., Braun, L. i Grin, T. (2019). Развитие корней и динамика поглощения воды хлопком. Управление водными ресурсами в сельском хозяйстве, 213, 347-355.
6. https://www.researchgate.net/publication/276133045 Effect of Water Stress on the Growth and Yield of Cotton Crop Gossypium hirsutum L
7. https://www.researchgate.net/publication/381909906 Quantifying the impacts of varying groundwater table depths on cotton evapotranspiration yield water use efficiency and root zone salinity using lysimeters.

УДК: 556.53 771.712 556.553

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС - ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КАРТ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВДОЛЬ РУСЛА РЕКИ АМУДАРЬИ

Л.В.Сычугова., А.Г.Сорокин., А.М.Назарий., И.Ф.Беглов.

Научно-информационный центр МКВК

Аннотация. В статье представлен метод построения карт качества воды вдоль русла реки Амударья с использованием геоинформационных технологий (ГИС). Описаны основные этапы формирования картографического материала, включая сбор и обработку данных полевых измерений, выбор и применение метода интерполяции. В работе представлен метод интерполяции для создания точных и информативных карт. Предлагаемый подход позволяет создавать информативные карты, отражающие пространственное распределение показателей качества воды, а также проводить их анализ. Использование ГИС дает возможность не только эффективно визуализировать данные, но и выявлять закономерности изменений и определять потенциальные зоны экологического риска.

Введение: Интенсивное развитие орошения и дренажных систем в бассейне Аральского моря привело к двум ключевым последствиям, существенно повлиявшим на качество речных вод: увеличению отбора пресной воды и росту сброса загрязненных возвратных вод, содержащих токсичные соли. В результате водные ресурсы реки подвергались деградации из-за поступления засоленных и загрязненных дренажных стоков с орошаемых земель, а также остатков агрохимикатов, которые вымываются в дренажные системы и смешиваются с речной водой. Помимо диффузного сельскохозяйственного загрязнения, включающего соли и химические остатки, значительный вклад в ухудшение качество волы вносят точечные источники – промышленные и муниципальные сбросы, особенно в крупных урбанизированных районах [1].

Негативное воздействие на водные экосистемы усиливается также и счет изменения гидрологического режима рек. Из-за сокращения естественного стока и увеличения водозабора нарушается баланс между пресными и солеными водами, что приводит к накоплению загрязняющих веществ. В отдельных районах наблюдается повышение концентрации тяжелых металлов, что оказывает неблагоприятное влияние на водную

флору и фауну. Такие изменения требуют детального анализа и постоянного мониторинга для выработки эффективных мер по улучшению качества воды [2].

ГИС является мощным инструментом для анализа, моделирования и визуализации данных о состоянии окружающей среды, включая качество водных ресурсов. В современных условиях, когда антропогенное воздействие на природные водные объекты значительно усилились, мониторинг качества воды приобретает особую важность. Водные ресурсы подвергаются загрязнению вследствие сельскохозяйственной деятельности, промышленных выбросов, коммунально-бытовых стоков и климатических изменений. Оперативное выявление зон загрязнения, анализ динамики изменений и прогнозирование дальнейшего развития ситуации требуют комплексного подхода, в котором ГИС играет ключевую роль.

Использование ГИС для построения карт качества воды позволяет интегрировать разнородные данные из различных источников, проводить их пространственный анализ и создавать наглядные картографические материалы. Эти карты могут включать информацию о химическом составе воды, уровне минерализации, мутности, концентрации загрязняющих веществ и других показателях. Одним из главных преимуществ ГИС является возможность автоматизированной обработки больших объёмов данных и их визуализация в удобный форме, что облегчает анализ и принятие решений в области управления водными ресурсами [3].

Важным аспектом в применении ГИС является применение различных методов интерполяции, которые позволяют заполнять пробелы между точками измерений и создавать непрерывные поверхности, отражающие состояние водных объектов. В результате формируются высокоточные карты, которые могут использоваться в научных исследованиях, экологическом мониторинге, водохозяйственном управлении и природоохранной деятельности.

В работе [4] для построения карты качества воды Ленинградской области был использован метод Кригинга, позволяющий выполнять пространственную интерполяцию значений загрязняющих веществ. В результате анализа были выявлены очаги антропогенного загрязнения, сосредоточенные преимущественно в окрестностях и на территории Санкт-Петербурга. Согласно результатам проб, в этих зонах отмечено превышение предельно допустимых концентраций тяжёлых металлов и нефтепродуктов,

что свидетельствует о значительном техногенном влиянии на водные объекты региона. В [5] было отобрано 96 проб воды из реки Тигр в пределах города Багдад. Образцы были проанализированы для оценки физических и химических параметров с использованием ГИС технологий и методов пространственного анализа. Полученные аналитические результаты показали повышенные концентрации общего растворенного твердого вещества (TDS), электропроводности (EC), общей жесткости, сульфатов (SO_4), хлоридов (Cl) и железа (Fe), что свидетельствует о деградации качества воды.

Таким образом, использование ГИС для построения карт качество воды представляет широкий спектр возможностей для анализа и оценки состояния водных объектов. В данной работе рассматриваются основные этапы создания ГИС карт качества воды, включая сбор и обработку данных, выбор метода интерполяции и создание тематических карт, предназначенных для мониторинга и управления качеством водных ресурсов.

Входные данные и область исследования: Амударья – крупнейшая река в бассейне Аральского моря. В природных условиях ее воды относились к гидрокарбонатному классу с минерализацией 0,3-0,5 г/дм^3. Однако с ростом антропогенной нагрузки, увеличением водозабора и сбросов, неочищенных коллекторно-дренажных вод качество речной воды значительно ухудшилось. В настоящее время химический состав воды в Амударье во многом определяется загрязнением, поступающим с сельскохозяйственными стоками с территории Туркменистана и Узбекистана [1].

В рамках данного исследования были использованы показатели качества воды, включая концентрации следующих химических элементов и соединений: HCO_3, Cl, SO_4, Ca, Mg, Na+K, которые получены с гидропостов, расположенных вдоль русла Амударьи: Келиф, Атамурат, Туркменадаб, Дарган-Ата, Кипчак, Саманбай и Тахиаташ (рис. 1). Период обработки данных охватывает ежемесячные данные 1991–2022 гг., что позволяет провести долговременный анализ динамики изменения химического состава воды в Амударье. В данной работе была поставлена задача проинтерполировать месячные данные в ГИС для создания наглядных карт, отражающих месячную и сезонную динамику изменения качества воды.

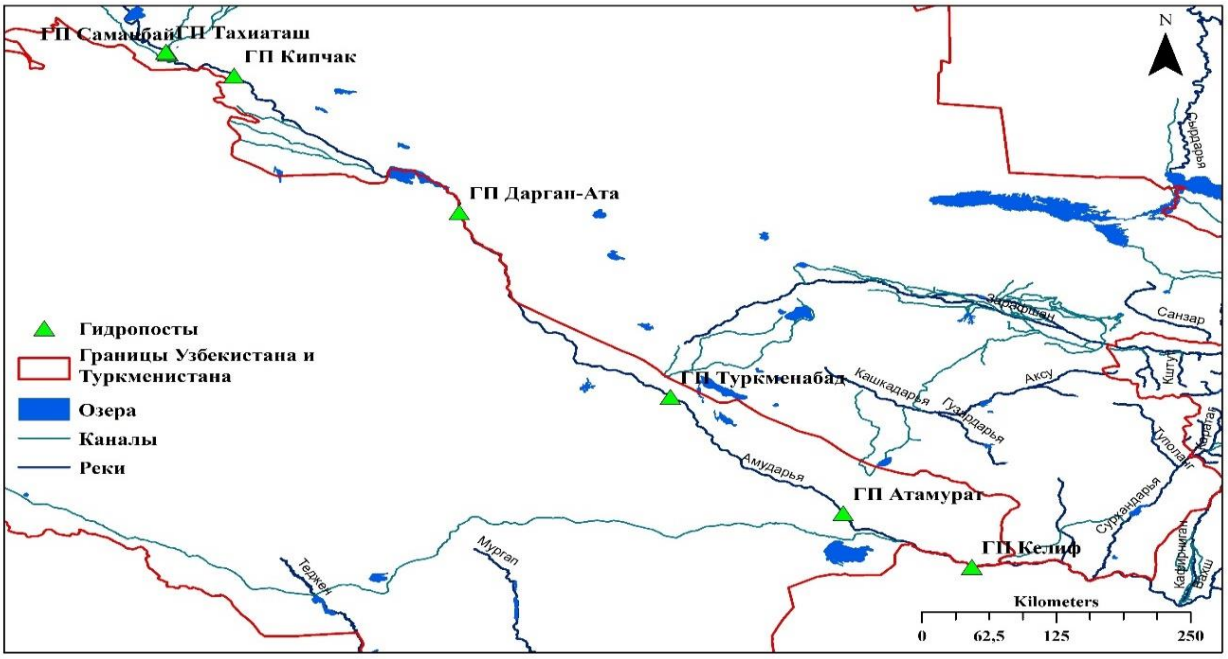


Рис. 1. **Область исследования**

Метод исследования: Для создания карт качества воды вдоль русла реки Амударья применялся метод интерполяции. Этот метод позволяет прогнозировать значения в точках, где отсутствуют измеренные данные, на основе имеющихся наблюдений. Интерполяция широко используется для оценки неизвестных значений географических характеристик, таких как рельеф, количества осадков, температура, концентрация химических элементов и уровень шума [7].

В результате анализа различных методов интерполяции было принято решение использовать метод обратного взвешенного расстояния (Inverse Distance Weighting, IDW), который в нашем случае оказался наиболее подходящим для данной задачи.

Метод IDW основан на предположении, что ближайшие точки имеют более схожие характеристики, чем удаленные друг от друга. Для прогнозирования значения в неизвестной точке он использует информацию из окружающих измеренных точек, причем влияние этих значений зависит от расстояния: чем ближе измеренная точка, тем большее влияние она оказывает на конечный результат.

Принцип работы метода IDW заключается в том, что каждая измеренная точка влияет в расчет значения в неизвестной точке, причем это влияние уменьшается с увеличением расстояния. Таким образом, точки, расположенные ближе имеют больший весовой коэффициент, чем

удаленные. Весовой коэффициент измеренных значений снижается пропорционально расстоянию, что и отражает название метода – обратное взвешенное расстояние [8].

Результаты и их обсуждение: Для анализа изменений качества воды по картам рассмотрим динамику химических показателей за 1991, 2001, 2011 и 2021 годы в декадном разрезе.

Общий тренд качества воды: На протяжении 30 лет наблюдаются следующие изменения:

- Увеличение или снижение концентрации определенных веществ в зависимости от сезона и региона
- Динамика минерализации, отражающая общий солевой состав воды
- Влияние природных и антропогенных факторов на химических состав воды

Анализ по основным показателям

1. Кальций (Ca)

– в 1991 г. уровень Ca был относительно стабильным, с незначительными сезонными колебаниями

– к 2001 г. наблюдается увеличение концентрации Ca в зимний и осенний периоды, что может быть связано с изменением гидрологического режима

– в 2011 г. уровень Ca постепенно снижается, особенно летом

– в 2021 г. концентрация Ca остается на уровне 2011 г., но с небольшими сезонными колебаниями.

2. Хлориды (Cl)

– в 1991 г. концентрация Cl была на минимальном уровне

– к 2001 г. фиксируется рост Cl, особенно в летний и осенний периоды

– в 2011 г. содержание Cl несколько стабилизировалось

– в 2021 г. Cl демонстрирует сезонные колебания, но остается выше уровня 1991 г.

3. Гидрокарбонаты (HCO_3)

– в 1991 г. уровень HCO_3 был относительно низким и стабильным

– в 2001 г. наблюдается повышение, особенно в зимний период

– в 2011 г концентрация HCO_3 снижается, но остается выше, чем в 1991 г.

– в 2021 г. наблюдается стабилизация концентрации HCO_3 к средним значениям, характерным для 2001 г.

4. Магний (Mg)

– в 1991 г. концентрация Mg была низкой, с небольшими сезонными колебаниями

– в 2001 г. наблюдается рост в летний и осенний периоды

– в 2011 г. уровень Mg остается высоким, но его колебания становятся менее выраженными

– в 2021 г. отмечается небольшое снижение Mg в зимний и весенний сезоны

5. Натрий и калий (Na+K)

– в 1991 г. уровень Na+K был стабильным

– в 2001 г. наблюдается рост, особенно в зимний период

– в 2011 г. фиксируется небольшое снижение Na+K

– в 2021 г. уровень Na+K остается стабильным, но выше, чем в 1991 г.

6. Сульфаты (SO_4)

- в 1991 г. уровень SO_4 был относительно низким

- в 2001 г. концентрация SO_4 возросла в летний и осенний периоды

- в 2011 г. концентрация SO_4 стабилизировалась, но их уровень остался выше, чем в 1991 г.

- в 2021 г. фиксируется незначительное снижение по сравнению с 2011 г., но уровень остается высоким

7. Минерализация

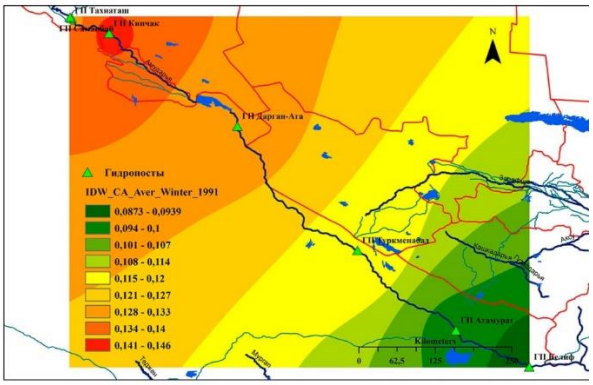
– в 1991 г. минерализация воды была на минимальном уровне

– в 2001 г. фиксируется ее рост, особенно летом и осенью

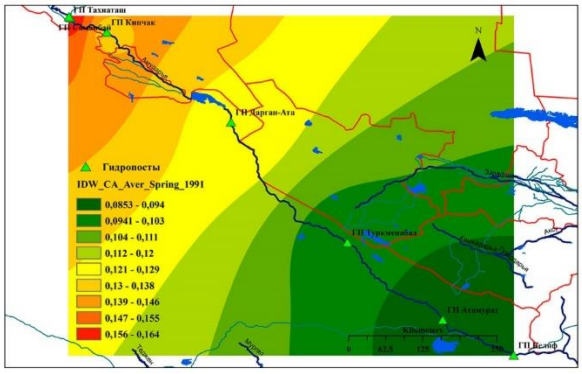
– в 2011 г. наблюдается пик минерализации, который затем постепенно снижается

– в 2021 г. уровень минерализации стабилизируется, но остается выше значений 1991 г.

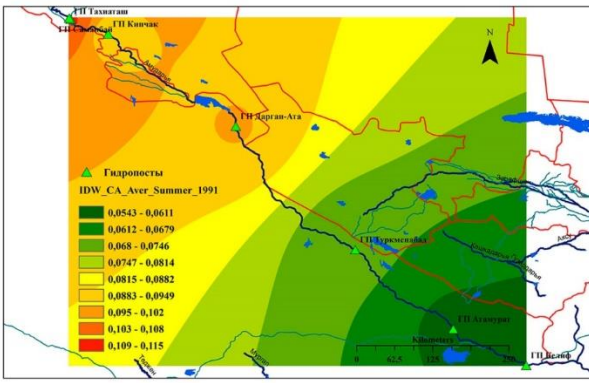
Кальций, 1991



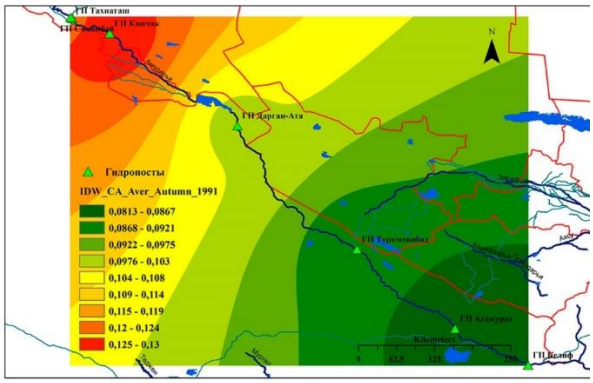
зима



весна



лето



осень

Одним из значимых антропогенных факторов, влияющих на химический состав воды, является сброс коллекторно-дренажных вод в реки. В данном контексте основные источники таких сбросов включают коллекторно-дренажные воды, поступающие со стороны Туркменистана, сбросы из Кашкадарьинской, Сурхандарьинской и Бухарской областей Узбекистана. Эти воды, как правило, содержат повышенные концентрации солей, минеральных вещества и агрохимикатов (удобрений, пестицидов), используемых в сельском хозяйстве. Их попадание в реку приводит к повышению минерализации воды, изменению соотношения ионов в воде, ухудшению качества водных ресурсов для питьевого и сельскохозяйственного использования.

Весной наблюдается изменение минерализации воды, связанное с деятельностью Туямуюнского гидроузла. Основные причины:

1. Весенний паводок приносит с собой значительное количество растворенных и взвешенных веществ;
2. Повышенная эрозия почвенных поверхностей приводит к увеличению содержания органических и неорганических веществ в воде;

3. Регулирующее влияние гидроузла приводит к неравномерному распределению солей и химических элементов по разным участкам реки.

Таким образом, антропогенная нагрузка в виде сброса коллекторно-дренажных вод, а также сбросов из Кашкадарьинской, Сурхандарьинской и Бухарской областей и регулирование стока Туямуюнского гидроузла, оказывает комплексное влияние на химический состав воды, приводя к изменению минерализации, изменению ионного состава и ухудшению качества водных ресурсов.

Ниже в качестве примера представлена визуализация качества воды в бассейне Амударьи по сезонам (зима-весна-лето-осень).

Реализация: Полученные ГИС-карты интегрированы в базу знаний «Качество воды в Центральной Азии» (http://cawater-info.net/water_quality_in_ca/index.htm) (рис. 2).

Для этого с использованием технологии JSON был создан скрипт, выводящий карты для вышеуказанных соединений (HCO_3, Cl, SO_4, Ca, Mg, Na+K, минерализация) по годам и месяцам (рис. 3) в виде уменьшенных изображений (превью). Галерея позволяет сравнивать любые данные по любым годам (рис. 4). При нажатии на превью карта выводится в полном размере (рис. 5).

Рис. 2. **Внешний вид БЗ «Качество воды в Центральной Азии»**

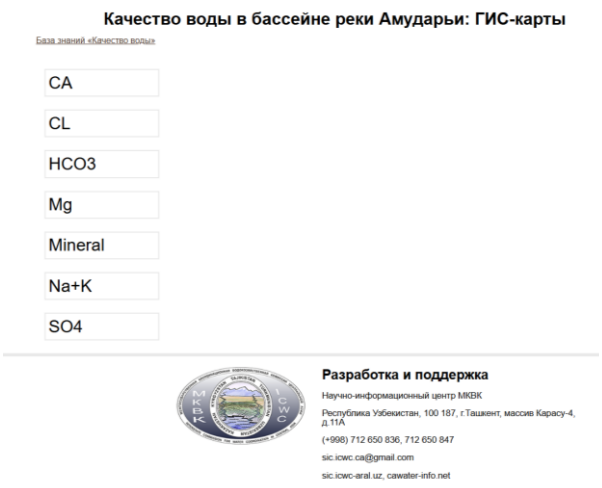


Рис. 3. **Список ГИС-карт по химическим элементам и соединениям**

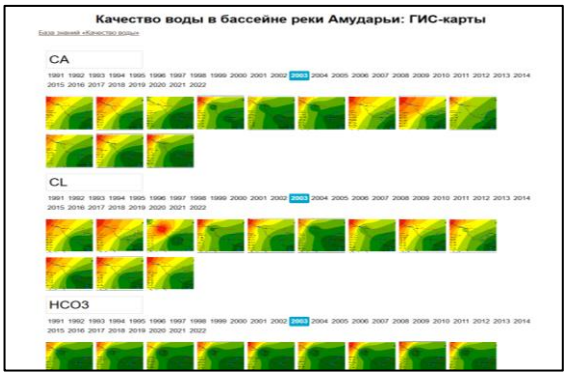


Рис. 4. **Сравнение данных за различные годы**

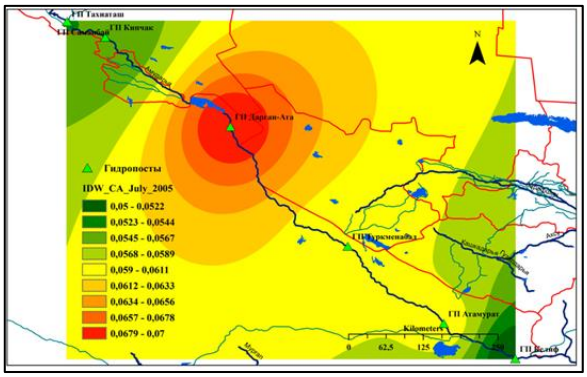


Рис. 5. **Увеличенный вид карты**

Заключение: В данном исследовании проведен ГИС-мониторинг показателей качества воды по химическим элементам и соединениям: HCO_3, Cl, SO_4, Ca, Mg, Na+K, которые получены с гидропостов, расположенных вдоль русла реки Амударья: Келиф, Атамурат, Туркменадаб, Дарган-Ата, Кипчак, Саманбай и Тахиаташ. Период обработки данных охватывает ежемесячные данные 1991–2022 гг.

Анализ проводился в программном обеспечении ArcGIS с использованием метода интерполяции IDW, который позволил оценить пространственное распределение концентраций химических элементов на основе имеющихся данных.

В результате построены карты, отображающие ежемесячные и сезонные изменения качества воды. На основе полученных ГИС-карт можно детально проанализировать динамику изменения содержания химических элементов в воде. Пространственное и временное распределение концентраций позволяет:

1. Выявить тренды изменения – определит увеличение или снижение содержания отдельных элементов в зависимости от периода наблюдения
2. Определить зоны наибольших изменений – выделить области, где концентрации веществ претерпели наиболее значительные колебания
3. Сравнить сезонные и многолетние колебания – проанализировать, как содержание химических элементов изменяются в зависимости от времени года в долгосрочной перспективе
4. Оценить влияние природных и антропогенных факторов – определить, какие участки водоема подвергаются наибольшему воздействию из-за климатических изменений, хозяйственной деятельности или других факторов

5. Построить прогнозы – используя данные прошлых лет, спрогнозировать дальнейшее изменения качества воды и возможные риски

Таким образом, ГИС-карты позволяют наглядно представить изменения химического состава воды, выявить ключевые закономерности и использовать подученную информацию для принятия управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Качество воды в бассейнах рек Амударья и Сырдарья: Аналитический отчет / Гаппаров Б.Х., Беглов И.Ф., Назарий А.М., - НИЦ МКВК, Ташкент, 2011 г.
2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды: Узбекистан 2023. Министерство экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан
3. Satish Kumar Mummidivarapu, Shaik Rehana, Y.R. Satyaji Rao, Mapping and assessment of river water quality under varying hydro-climatic and pollution scenarios by integrating QUAL2K, GEFC, and GIS, Environmental Research, Volume 239, Part 1, 2023, https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117250
4. Александрович Г.В., Картографирование природных гидрологических условий и ресурсов Приневского региона, магистерская диссертация, Санкт-Петербург, 2016
5. Abbas J. Kadhem, Assessment of Water Quality in Tigris River-Iraq by Using GIS Mapping, Natural Resources, 2013, 4, 441-448, http://dx.doi.org/10.4236/nr.2013.46054
6. Гидрохимия: Справочник [Электронный ресурс] URL: http://cawater-info.net/water_quality_in_ca/hydrochemistry.htm
7. Особенности работы инструментов группы Интерполяция растра [Электронный ресурс] URL:https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/tools/3d-analyst-toolbox/understanding-interpolation-analysis.htm
8. Как работает метод обратных взвешенных расстояний [Электронный ресурс] URL:https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/analysis/geostatistical-analyst/how-inverse-distance-weighted interpolation-works.htm

УДК: 005.934 627

ВОДНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ

Хасанов Нозим Бахтиярович.
Национальный эксперт по разработке плана реализации
Региональной стратегии по адаптации к изменению климата
Центральной Азии/ Независимый исследователь ТАШГУВ

Аннотация. Статья рассматривает ключевые вызовы водной безопасности в странах Центральной Азии, обусловленные изменением климата, деградацией ледников, ростом населения и ограниченностью водных ресурсов, акцентируя внимание на необходимости пересмотра международно-правовой базы трансграничного водного сотрудничества, анализируя достигнутые региональные соглашения в водохозяйственной сфере, а также оценивая потенциальные экологические и социально-экономические последствия строительства канала Коштепа в Афганистане для стран нижнего течения.

Ключевые слова: Водная безопасность, трансграничное сотрудничество, водный дефицит, изменения климата.

Аннотация. Мақолада Марказий Осиё мамлакатларида сув хавфсизлигига таҳдид солаётган асосий муаммолар - иқлим ўзгариши, музликларнинг эрий бошлаши, аҳоли сонининг ўсиши ва сув ресурсларининг чекланганлиги таҳлил қилинади. Шу билан бирга, трансчегаравий сув ҳамкорлиги бўйича халқаро-ҳуқуқий базани қайта кўриб чиқиш зарурияти алоҳида таъкидланади, минтақавий сув хўжалиги соҳасида эришилган келишувлар таҳлил қилинади ва Афғонистонда қурилаётган Қуштепа канали қуйи оқимда жойлашган мамлакатлар учун экологик ҳамда ижтимоий-иқтисодий оқибатлари баҳоланади.

Калит сўзлар: Сув хавсизлиги, трансчегаравий ҳамкорлик, сув танқислиги, иқлим ўзгариши.

Annotation. The article examines the key challenges to water security in Central Asian countries arising from climate change, glacier degradation, population growth, and limited water resources. It emphasizes the need to revise the international legal framework for transboundary water cooperation, analyzes recent regional agreements in the water management sector, and assesses the potential environmental and socio-economic impacts of the construction of the Qush Tepa Canal in Afghanistan for downstream countries.

Key words: Water security, transboundary cooperation, water deficit, climate change.

Ведение. Водные ресурсы региона играют критическую роль в обеспечении продовольственной, энергетической и экологической безопасности, особенно в условиях аридного климата и высокозависимого сельского хозяйства. Ограниченность водных ресурсов, обусловленная природно-климатическими особенностями региона, дополняется ростом населения, расширением сельскохозяйственного и промышленного производства, а также негативными последствиями изменения климата, которые выражаются в повышении температуры, снижении объемов осадков и таянии ледников.

Более 90% доступной воды направляется на нужды орошения, что делает сельское хозяйство особенно чувствительным к изменениям в водном режиме. В таких условиях особое значение приобретает согласованное и научно обоснованное управление водными ресурсами, способствующее достижению баланса между хозяйственными потребностями и сохранением природных экосистем.

В регионе преобладает жаркий сухой климат, и протекает около 12 тысяч рек. Однако водные ресурсы распределены по территории неравномерно. В основном пустынные зоны орошаются только крупными реками, в то время как в горных районах Кыргызстана и Таджикистана берут начало более 10 000 рек, и формируется 80% водных запасов региона [1].

Главные реки: Амударья, с годовым стоком около 75 км^3, и Сырдарья, с годовым стоком около 37 км^3, впадают в Аральское море, площадь которого составляет 68 000 км² [2]. Общий среднегодовой сток всех рек в бассейн Аральского моря составляет 116 км^3.

Центральная Азия ежегодно использует для орошения более 60 млрд. кубометров воды из бассейнов Амударьи и Сырдарьи. Однако в последние годы фактически используется примерно 70-80% от лимита водозабора. По факту трансграничные реки уже не могут давать желаемый объем воды из-за уменьшения их приточности [3].

Рис-1. **Водный баланс в бассейне Аральского моря**
Источник: Оценки экспертов ЕАБР на основе данных НИЦ МКВК

Изменение климата и дефицит водных ресурсов. На текущем этапе важным фактором, влияющим на состояние водных ресурсов Центральной Азии, выступают ускоряющиеся климатические изменения. В этих условиях страны Центральной Азии сталкиваются с рядом серьезных экологических и социально-экономических вызовов. К числу наиболее значимых последствий относятся ускоренная деградация земель, охватывающая порядка 37% территории региона, интенсивное сокращение ледникового покрова (объемы ледников уменьшились примерно на 30% за последние 50–60 лет), а также усугубляющийся дефицит водных ресурсов. Дополнительную нагрузку на природные и продовольственные системы оказывает прогнозируемое увеличение численности населения, которая, согласно прогнозам, может достичь 100 млн человек к 2050 году. По прогнозам экспертов, совокупное воздействие указанных факторов может привести к снижению продуктивности сельского хозяйства в регионе до 30%.

Согласно докладу ЕАБР, для стран ЦА одним из ключевых структурных ограничений социально-экономического развития является дефицит водных ресурсов. Водозабор на душу населения в ЦА по сравнению с советским периодом сократился вдвое – с 3500 м^3 до 1712 м^3 в 2020 г. В международной классификации страны региона находятся на пороге категории «недостаточно обеспеченных» водными ресурсами (от 1000 до 1700 м^3/чел./год). По умеренному сценарию развития ситуации в ЦА данный тренд сохранится, и в перспективе до 2050 г. страны региона могут приблизиться к состоянию «вододефицитных» (1296 м^3/чел./год при пороге в 1000 м^3/чел./год). Также в докладе отмечается, что ЦА может войти

в состояние острого хронического дефицита водных ресурсов в 5-12 км^3 с 2028-2029 гг. [4].

Трансграничное водное сотрудничество. Решением назревающих проблем невозможно без налаживания сотрудничества прежде всего в сфере использования трансграничных водных ресурсов. Актуальным в этом плане представляется и использование гидроэнергетического потенциала стран верховья, которое играет важную роль в обеспечении устойчивого развития и энергоснабжения.

В последние годы странам Центральной Азии удалось достичь значительных соглашений по ряду ключевых вопросов, касающихся совместного использования водных ресурсов. В качестве примера можно привести договорённости между Узбекистаном и Таджикистаном по проектам Рогунской и Яванской гидроэлектростанций (2018-2022 гг.), соглашения между Узбекистаном и Кыргызстаном по Кемпирабадской ГЭС (2022 г.), а также договорённости между Узбекистаном, Казахстаном и Кыргызстаном в отношении Токтогульской и Камбаратинской ГЭС (2021-2023 гг.). Эти примеры свидетельствуют о наличии устойчивой политической воли и стремлении государств региона к конструктивному диалогу и выработке взаимовыгодных решений в водохозяйственной сфере.

Тем не менее, несмотря на достигнутые успехи, возникает объективная необходимость в пересмотре и актуализации международно-правовой базы трансграничного водного сотрудничества в регионе. Действующие многосторонние соглашения были подписаны несколько десятилетий назад и не отражают в полной мере новые реалии и вызовы, включая изменившиеся климатические условия, демографический рост и появление новых моделей водопользования. Кроме того, усугубляющееся воздействие глобального изменения климата и рост численности населения продолжают усиливать нагрузку на водные ресурсы, требуя разработки более адаптивных и устойчивых механизмов регионального взаимодействия [5, 6].

Государства Центральной Азии выстраивают взаимодействие в области водных ресурсов как на многостороннем уровне – в рамках таких региональных институтов, как Международный фонд спасения Арала (МФСА) и Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия (МКВК), – так и на двусторонней основе, в формате рабочих групп по вопросам водопользования. Учитывая нарастающие вызовы, обусловленные последствиями климатических изменений, ускоренным

таянием ледников и увеличением потребления водных ресурсов, МФСА выступает в качестве единственной региональной структуры, продемонстрировавшей институциональную устойчивость и сохраняющей потенциал действенного механизма многостороннего водохозяйственного сотрудничества [7].

Афганский фактор. Строительство канала Коштепа в Афганистане стало прогнозированным экспертами и все же «сюрпризом», который стал еще одним вызовом, ведущим весь регион к водному стрессу. Еще в 2018 году согласно прогнозам профессора В.Духовного к 2035 году Афганистан будет забирать из Амударьи около 6 кубических километров воды в год, а может и более, вместо сегодняшних 3. [8].

Сегодняшние расчеты специалистов говорят о том, что реализация проекта по строительству ирригационного канала в Афганистане может привести к значительному увеличению водозабора из Амударьи – с текущих 7 км³ до потенциальных 17 км³ в год. Такое увеличение водопотребления особенно критично для стран, расположенных в нижнем течении реки, прежде всего Туркменистана и Узбекистана, которые в результате могут недополучать до 15% оросительной воды. Это, в свою очередь, способно вызвать сокращение посевных площадей и отрицательно сказаться на аграрной продуктивности.

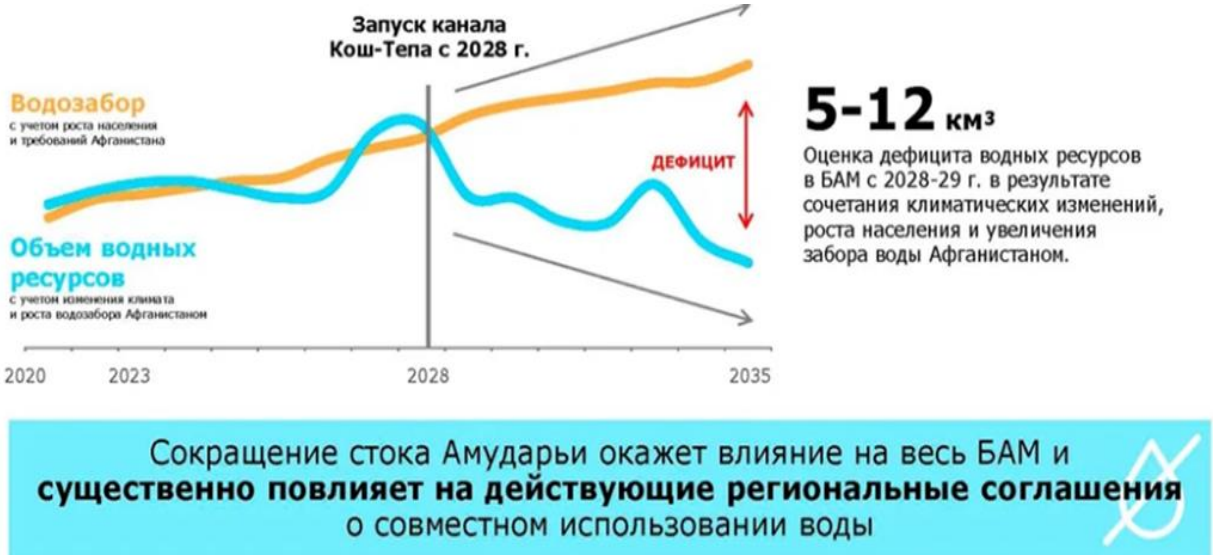


Рис-2. **Прогнозы стока и водозабора в Бассейне Аральского моря к 2035 г.**

Источник: Оценки экспертов ЕАБР на основе данных НИК МКВК

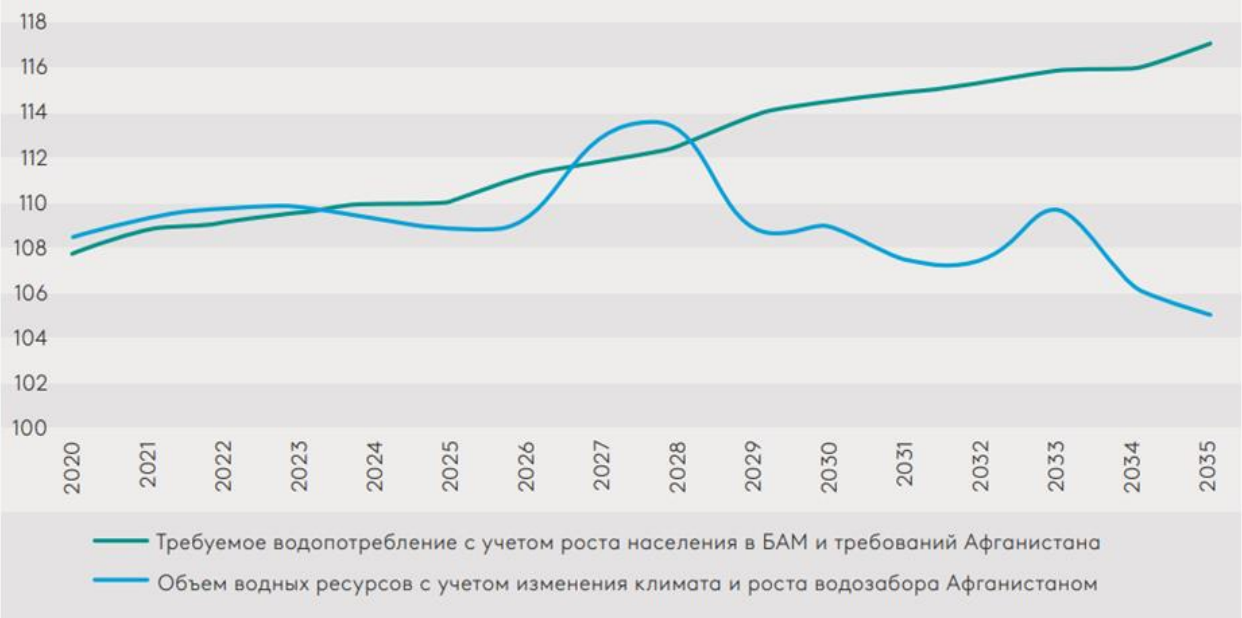


Рис-3. **Прогноз стока и водозабора в бассейне Аральского моря к 2035 г., км^3**

Источник: Оценки экспертов ЕАБР на основе данных НИК МКВК

Учитывая дефицит водных ресурсов в регионе, особенно в засушливые годы, реализация канала, рассчитанного на отбор порядка 10 км³ воды ежегодно, может еще более усугубить существующие проблемы. Среднемноголетний сток Амударьи оценивается в 79 км³, однако в засушливые годы он значительно снижается: например, в 2000 году объем стока составил 41,7 км³, в 2008 году – 34,9 км³, а в 2012 году – 45,4 км³. В 2022 году водность бассейна Амударьи снизилась до 65-85% от среднемноголетней нормы и оставалась на этом уровне до конца вегетационного сезона.

Наиболее уязвимыми в связи с потенциальным дефицитом водных ресурсов в Узбекистане остаются Хорезмская и Бухарская области, а также Республика Каракалпакстан, для которых водоснабжение из Амударьи является критически важным [9].

Заключение. Водная безопасность является одним из важнейших компонентов устойчивого развития стран Центральной Азии, определяя не только уровень продовольственной и энергетической безопасности, но и социально-экономическую стабильность региона в целом. В условиях аридного климата, неравномерного распределения водных ресурсов, усиления антропогенной нагрузки и нарастающего воздействия климатических изменений, формируется сложный водохозяйственный контекст, требующий координированных и научно обоснованных решений.

Сокращение ледников, деградация земель, демографический рост и высокий уровень зависимости сельского хозяйства от орошения формируют устойчивые вызовы, которые усиливаются трансграничным характером ключевых водных ресурсов. В этом ряду строительство канала Коштепа в Афганистане, в условиях снижающейся водности Амударьи, представляет собой дополнительный фактор риска, способный усугубить водный дефицит в странах нижнего течения и вызвать обострение социально-экономических и экологических проблем в ряде регионов Узбекистана и Туркменистана.

Выводы и возможные пути решения. Так называемый тройной планетарный кризис, вызванный изменением климата, утратой биоразнообразия и загрязнением окружающей среды, усугубляется стремительно растущим дефицитом водных ресурсов. Для преодоления этих вызовов и прежде всего решения проблем трансграничного использования водных ресурсов предлагается неотложное принятие следующих мер:

– *Совершенствование институционального и правового механизма сотрудничества.* Необходим пересмотр и актуализация существующей международно-правовой базы трансграничного водопользования с учётом новых климатических, демографических и политических реалий. В частности, требуется выработка юридически обязательных механизмов распределения вод, базирующихся на принципах справедливости, устойчивости и взаимной ответственности.

– *Развитие региональных платформ диалога.* Усиление роли действующих институтов, таких как Международный фонд спасения Арала (МФСА) и Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия (МКВК), необходимо сопровождать созданием новых экспертных и научных платформ для обмена данными, выработки сценариев управления водными ресурсами и оценки рисков.

– *Инвестиции в водосберегающие технологии и модернизацию ирригационной инфраструктуры.* Повышение эффективности водопользования, особенно в сельском хозяйстве, требует внедрения современных технологий капельного орошения, линейной автоматизации, мониторинга стока и цифровизации агропроизводства.

– *Разработка региональных адаптационных стратегий к изменению климата.* Эти стратегии должны предусматривать сценарное планирование,

раннее предупреждение, учёт прогнозов снижения водности и укрепление природных экосистем как буферов водного стресса.

– *Совместный мониторинг и научные исследования.* Региональное сотрудничество в области гидрологических, климатических и экологических исследований позволит выработать согласованные подходы к управлению общими водными ресурсами и снизить конфликтный потенциал.

Таким образом, устойчивое будущее водного сектора в Центральной Азии возможно только при условии усиления межгосударственного сотрудничества, основанного на взаимных компромиссах, доверии и добрососедства, перехода к рациональному, научно обоснованному управлению ресурсами и учета комплексного характера вызовов - от климата до геополитики. Вода в регионе - не только стратегический ресурс, но и важнейшая платформа взаимодействия, способная служить основой как для конфликта, так и для устойчивого экономического развития региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Smith D. R. «Environmental security and shared water resources in post-Soviet Central Asia» //Post-Soviet Geography. – 1995 p.352

2. Ахмедов Х.Т. Проблема водных ресурсов в Центральной Азии: взгляд из Узбекистана. Постсоветские исследования. Т.4. № 8 (2021).

3. Караев С. Как поделили воду страны Центральной Азии?//Asia-Plus. https://www.asiaplustj.info/ru/news/centralasia/20240229/kak-podelili-vodu-strani-tsentralnoi-azii

4. Аналитический доклад Евразийского банка развития. Эффективная ирригация и водосбережение в Центральной Азии. Алматы – 2023 г.

5. Кенжаев, А.А. (2024). Геополитические последствия проблем обеспечения водной безопасности в Центральной Азии. Научный руководитель, 499.

6. Kenjaev, A.A. (2023). Regional policy of the Republic of Uzbekistan in the Field of Transboundary Water use at the Present Stage. Oriental Journal of History, Politics and Law, 3(03), 243-256.

7. Курбонов Ш. Развитие сотрудничества в области водной дипломатии в Центральной Азии// Oriental Journal of History, Politics and Law (2022).

8. «На рубеже водного дефицита нужна стратегия водосбережения» - Виктор Духовный// Gazeta.uz (2018 г.) https://www.gazeta.uz/ru/2018/02/27/water-resources/

9. Жильцов С. Проблема дефицита водных ресурсов в Центральной Азии: фактор Афганистана. Международные отношения и мировая политика// 2023;10(2):110-119.

2-SHO‘BA

SUV TEJOVCHI SUG‘ORISH TEXNOLOGIYALARIDA SAMARADORLIK VA ILMIY YONDASHUVLAR

УДК: 631.67

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИВА КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

Хамраев Шавкат Рахимович.
к.с-х.н., Министерство водного хозяйства Республики Узбекистан
Безбородов Юрий Германович.
д.т.н, заведующий кафедрой землеустройства и лесоводства,
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, Россия, Москва.
ORCIDID: 0000-0001-5293-2342.

Аннотация. В статье приводится анализ водосберегающей технологии орошения по мульчированным бороздам. Целью исследования является обоснование применения мульчирования орошаемой почвы при возделывании кукурузы в условиях изменяющегося климата. Анализ водно-физических свойств, таких влажность и плотность почвы показал эффективность применения мульчи для водосбережения. Разработанный режим орошения, а также водный баланс подтвердили рабочую гипотезу об эффективности проведения полива по мульчированным бороздам культур рядового сева на землях подверженных ирригационной эрозии.

Ключевые слова: мульчирование, режим орошения, водный баланс, кукуруза.

Исследования технологии полива кукурузы по мульчированным черной полиэтиленовой пленкой бороздам проводились по трем вариантам:

1. по стандартным бороздам;
2. капельным орошением;
3. по мульчированным пленкой бороздам.

Кукуруза высевалась с междурядьями 70 см.

Капельная системы "Агродрип" и пленка укладывались через одно междурядье. Соответственно этому поливы во всех вариантах проводились с подачей воды через междурядье. Варианты опыта закладывались в трехкратной повторности, каждая повторность включала 8 рядков кукурузы. Длина борозд составляла 50м, поливы проводились по влажности почвы 70-70-60% НВ, годовая норма внесения минеральных удобрений составляла: азота 240 кг/га, фосфора 180 кг/га, калия 125 кг/га. Измерения подаваемой в борозды и сбрасываемой воды при поливах в вариантах 1 и 3 проводились водосливами Томсона, а в варианте капельного орошения водомерным счетчиком. Изучение водно-физических и агрохимических

свойств почвы проводилось в соответствии с методическими указаниями СоюзНИХИ.

Сроки и нормы полива кукурузы назначались по дефициту влаги в расчетном слое почвы 0-50 см. Важными водно-физическими свойствами почвы, необходимыми для назначения размера поливных норм, являются плотность и наименьшая влагоемкость почвы. В табл. 1 приведены измеренные значения плотности почвы и наименьшей влагоемкости в весовых и объемных процентах.

Таблица 1

Водно-физические свойства староорошаемого тяжелосуглинистого типичного серозема

Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см^3	Наименьшая влагоемкость почвы, %	
		весовая	Объемная
0-10	1,36	22,2	30,2
10-20	1,44	20,5	29,5
20-30	1,43	20,6	29,6
0-50	1,42	21,1	29,9
0-100	1,45	20,9	30,3

Таблица 2

Режим предполивной влажности почвы, % от абсолютной сухой почвы

Первый год исследования			Второй год исследования		
Дата	Слой почвы 0-50 см	Слой почвы 0-100 см	Дата	Слой почвы 0-50 см	Слой почвы 0-100 см
Полив по бороздам (контроль)					
2.05	16,3	16,1	14.06	14,2	15,5
4.06	14,9	15,5	10.07	13,9	14,8
20.06	14,7	14,9	27.07	14,0	15,6
15.07	14,9	14,8	6.08	12,6	15,1
4.08	14,2	14,9	20.08	13,0	16,0
20.08	13,2	14,2			
Полив по мульчированным бороздам					
2.05	14,1	15,0	14.06	14,7	16,6
20.05	13,9	14,3	3.07	14,8	15,6
4.06	14,4	14,7	10.07	15,2	16,1
18.06	14,0	14,1	20.07	15,3	18,2
9.08	14,2	14,6	6.08	13,2	15,5
25.08	13,6	14,1	18.08	13,1	16,1
2.09	13,2	14,3			
Капельное орошение					
2.05	15,6	15,9	14.06	14,3	15,9
16.05	15,4	15,8	24.06	14,5	16,2
4.06	15,3	15,5	3.07	14,9	18,6

22.06	14,9	15,1	20.07	14,7	17,2
6.07	14,7	14,7	27.07	14,8	16,8
19.07	14,7	15,0	8.08	12,8	16,7
3.08	14,6	15,0	20.09	13,2	15,8
16.08	13,2	15,6			
2.09	13,1	14,3			

В табл. 2 приведены данные по предполивной влажности почвы за два года наблюдений. В течение вегетационного периода кукурузы заданный режим предполивной влажности практически был выдержан. Так, в первый год влажность расчетного слоя почвы (0-50 см) перед поливами в контрольном варианте составила 70; 68,7; 69,2; 60,7; 62,7 % наименьшей влагоемкости; в варианте полива по мульчированным бороздам соответственно 69,5; 70,1; 72,1; 72,5; 62,4; 62,1 % НВ; в варианте капельного орошения 67,1; 69,8; 70,8; 69,8; 60,7; 62,4 % НВ.

Известно, что поливы кукурузы по бороздам с последующими междурядными обработками (в период до роста стебля до 1м) приводят к уплотнению почвы, ослабляющего развитие ее корневой системы. Для установления влияния различных способов полива кукурузы на плотность сложения корнеобитаемого слоя почвы проведены измерения плотности почвы в начале и конце вегетационного периода. Результаты этих измерений приведены в табл. 3.

Таблица 3

Динамика плотности почвы при разных способах полива кукурузы, г/см^3

Слой почвы, см	Первый год исследований				Второй год исследований			
	В начале вегетации	В конце вегетации			В начале вегетации	В конце вегетации		
		При поливе по обычным бороздам	При поливе по мульчированным пленкой бороздам	При капельном орошении		При поливе по обычным бороздам	При поливе по мульчированным пленкой бороздам	При капельном орошении
0-10	1,39	1,41	1,39	1,38	1,36	1,40	1,34	1,41
10-20	1,38	1,42	1,41	1,40	1,44	1,41	1,38	1,41
20-30	1,45	1,49	1,42	1,43	1,43	1,43	1,44	1,44
0-50	1,43	1,46	1,44	1,43	1,42	1,44	1,41	1,41
0-100	1,46	1,49	1,46	1,46	1,45	1,48	1,46	1,45

Анализ полученных данных показывает, что при традиционной технологии возделывания кукурузы, основанной на проведении поливов и

тракторных обработок междурядий, к концу вегетации происходит уплотнение почвы, в то время как при поливах в условиях безнапорной инфильтрации и отсутствии междурядных обработок плотность почвы практически не изменяется.

Для поддержания благоприятного водно-питательного режима почвы в установленные измерением влагосодержания в почве сроки проводились поливы нормами, близкими к дефициту влаги в расчетном слое почвы 0-50 см. В табл. 4 приведены элементы режима орошения кукурузы и урожай зерна. Средние значения за два года исследований оросительной нормы составили по вариантам поливов 5235, 3700, 3480 м^3/га; урожай зерна соответственно 5,25; 5,41; 5,52 т/га. Таким образом, по затратам оросительной воды и величине урожая зерна второй и третий варианты имеют существенное преимущество перед контрольным вариантом и в то же время мало отличаются между собой. А если принять во внимание затраты, то, несомненно, преимущество окажется на стороне варианта полива по мульчированным черной полиэтиленовой пленкой бороздам. О суммарном испарении влаги с кукурузного поля в разные по увлажненности годы можно судить по данным табл. 5.

Таблица 4

Элементы режеима орошения и урожай зерна кукурузы

Вариант поливов	2001 г.			2002 г.		
	Число поли-вов	Ороситель-ная норма нетто, м^3/га	Урожай зерна, т/га	Число поли-вов	Ороситель-ная норма нетто, м^3/га	Урожай зерна, т/га
Поливы по стандарт-ным бороздам	6	5200	5,28	6	5270	5,22
Поливы по мульчирова нным пленкой бороздам	7	3450	5,37	7	3950	5,45
Капельное орошение	9	3310	5,50	8	3650	5,54

Таблица 5

Водопотребление кукурузы на зерно при разных способах орошения

Показатели	Первый год исследований			Второй год исследования		
	При поливе по обычным бороздам	При поливе по мульчированным пленкой бороздам	При капельном орошении	При поливе по обычным бороздам	При поливе по мульчированным пленкой бороздам	При капельном орошении
Влагозапасы почвы в начале вегетации, $м^3$/га	3280	3280	3280	3030	3030	3030
Влагозапасы почвы в конце вегетации, $м^3$/га	1800	1950	1700	1599	1709	1227
Использовано влагозапасов почвы кукурузным полем, $м^3$/га %	1480 21,4	1330 26,5	1580 30,8	1431 17,6	1321 19,7	1803 26,2
Осадки, $м^3$/га %	237 3,4	237 4,7	237 4,6	1427 17,6	1427 21,3	1427 20,7
Оросительная вода, $м^3$/га %	5200 75,2	3450 68,8	3310 64,6	5270 64,8	3950 59,0	3650 53,1
Общее количество использованной кукурузой воды, $м^3$/га	6917	5017	5127	8128	6698	6880

Как видно, на автоморфных почвах главной приходной статьей в водопотреблении кукурузы является оросительная вода. Второе место по вкладу в водопотребление кукурузы занимают почвенные влагозапасы, накопленные за счет атмосферных осадков, выпавших в течение невегетационного периода. Максимум использованных кукурузой почвенных влагозапасов наблюдается на системе капельного орошения. Вследствие сильного иссушения почвы к концу вегетации на системе капельного орошения перед вспашкой почвы требуется проведение предпахотного полива, что связано с дополнительными затратами оросительной воды.

Результаты многолетних исследований технологии полива пропашных культур по мульчированным полиэтиленовой пленкой

бороздам в условиях темных и типичных сероземов, подверженных ирригационной эрозии, показывают на достаточно высокую эффективность мульчирования почвы полиэтиленовой пленкой в условиях аридного климата: оно позволяет экономно использовать оросительную воду, предотвращает смыв почвы при поливах и способствует формированию благоприятного водного, режима почвы, в результате чего повышается урожай сельскохозяйственных культур.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Хамраев Ш.Р. Динамика климатических факторов и оросительной нормы хлопчатника / Ш.Р.Хамраев, Ю.Г.Безбородов // Ирригация и мелиорация. – 2016. – № 2(4). – С. 5-8. – EDN OTHWHF.
2. Безбородов Ю.Г. Влияние регионального потепления климата на водный режим хлопкового поля / Ю.Г.Безбородов, Ш.Р.Хамраев // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 6. – С. 33-35. – EDN WZHNQV.
3. Безбородов Ю.Г. Теория и практика полива сельскохозяйственных культур / Ю. Г. Безбородов. – Ташкент : АО "Агросаноат ахбороти", 1998. – 98 с. – EDN XQQQBR.
4. Bezborodov A.G. Ameliorative Effect of Mulching Irrigated Sierozems with a Polyethylene Film / A.G.Bezborodov, Yu.G.Bezborodov // Eurasian Soil Science. – 2000. – Vol. 33, No. 7. – P. 752-757. – EDN LGHPZP.

УДК: 631.6 631.626.5

МОНИТОРИНГ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ ОСУШЕНИЯ

Безбородов Юрий Германович
д.т.н, заведующий кафедрой землеустройства и лесоводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, Россия, Москва, ORCIDID: 0000-0001-5293-2342, Scopus Author ID: 6603491005, ResearcherID: G-7544-2018
Дорожкина Алина Олеговна
магистрант кафедры землеустройства и лесоводства. магистрант кафедры землеустройства и лесоводства. ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, Россия, Москва

Аннотация. В статье рассматривается вопрос совершенствования методики мониторинга гидромелиоративной системы. Целью исследования является обоснование применения цифровых технологий для совершенствования методики проведения мониторинга земель сельскохозяйственного назначения в условиях изменяющегося климата. Исследования проводились в 2022-2024гг. в Ленинградской области. Визуальный и анализ индекса NDVI по стадиям вегетации озимой пшеницы, а также динамики уровня грунтовых вод выявил корреляцию между высоким уровнем грунтовых вод и угнетением растительности. Рабочая гипотеза о неэффективности проведения мониторинга без указания конкретных дат подтвердила свою актуальность. На основе анализа эффективности использования NDVI были обоснованы сроки проведения мониторинга.

Ключевые слова: мониторинг, гидромелиоративная система, индекс NDVI, урожайность

Введение. В условиях изменения климата необходимо иметь точный прогноз урожайности сельскохозяйственных культур. Применение цифровых технологий затрудняется тем, что нормативные документы, регулирующие деятельность контролирующих органов, по проведению мониторинга не отвечают современным требованиям. В связи с этим мониторинговые действия по предупреждению негативного влияния природно-климатических условий на посевы с/х культур является актуальным.

Научная новизна заключается в разработке рекомендаций по совершенствованию работы гидромелиоративной системы по результатам проведенного мониторинга.

Целью исследования является обоснование применения цифровых

технологий для совершенствования методики проведения мониторинга земель с/х назначения в условиях изменяющегося климата.

Методика проведения мониторинга, утвержденная Министерством сельского хозяйства РФ, отражена в Приказе от 24.12.2015 N 664 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения». В Приказе не указаны точные сроки проведения мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.

«…периодические наблюдения – система мероприятий по сбору и обработке информации за состоянием сельскохозяйственных земель, в том числе их фактическом использовании, и состоянием почв, проводимых не реже одного раза в 5 лет с использованием наземных наблюдений и (или) данных дистанционного зондирования Земли;» [2].

Мониторинг земель – комплексная деятельность, представляющая собой систему наблюдений, направленную на отслеживание изменений, анализ и оценку состояния земельных ресурсов под воздействием природных и антропогенных факторов с целью рационального использования.

В данной работе были применены как наземные, так и дистанционные методы мониторинга [4].

Анализ производился с помощью индекса NDVI. Индекс нормализованной разности вегетации (NDVI) отражает здоровье растений и позволяет определить количество активной фотосинтетической биомассы. Здоровые растения с крепкой клеточной структурой и достаточным количеством хлорофилла эффективно поглощают красный свет и отражают инфракрасный. В случае нездоровых растений этот процесс нарушается, и отражение красного света снижается [10].

NDVI вычисляется на основе разницы между ближним инфракрасным (NIR) и красным (RED) спектральными диапазонами (1)

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} \quad (1)$$

где NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра;

Red – отражение в красной области.

Объектом исследования является массив, расположенный на базе филиала «Меньково» АФИ.

Меньковская опытная станция расположена в округах деревень Меньково и старое Колено Гатчинского района Ленинградской области. Центральная усадьба находится в д. Меньково, в 18 км от г. Гатчины и в 60

км от г. Санкт-Петербурга.

Климат Ленинградской области относится к типу умеренного с избыточным увлажнением [7].

Средняя годовая температура понижается с запада на северо-восток от +4,5 до +2 градусов. Относительная влажность воздуха всегда высокая - от 60 процентов летом до 85 процентов зимой.

Внутри года осадки распределяются неравномерно. Основная часть их приходится на теплый период года, 55-60 % от годового количества. Количество осадков за теплый период (апрель-октябрь) от 450 до 550 мм.

Осадки холодного периода (ноябрь-март) составляют примерно 40-45 % годовых. За холодный период выпадает 150-200 мм осадков [7].

Гидрографическая сеть на участке осушения представлена временными водотоками в виде каналов осушительной сети. Наиболее крупным из них является магистральный канал МК-1, протекающий по западной границе участка.

Основным водоприемником для мелиорируемого участка является река Суйда, которая относится к бассейну реки Оредеж. Берега реки высотой 1,0-1,5 м сложены песчаными супесчаными грунтами, местами суглинистыми. Ширина русла в межень 6-8 м. В районе деревни Меньково река на протяжении 5 км порожиста, глубина на порогах 0,1-0,5 м [7].

Почвообразующими породами являются моренные отложения, в основном легкого механического состава: супеси и пески, которые заключают в себе прослои легкого суглинка. Местами суглинки залегают с поверхности. Мощность моренных отложений, в основном, 1,0-1,5 м [7].

Дополнительное влияние на почвообразование оказывают поверхностные и почвенногрунтовые воды: поверхностные - при выходе моренных суглинков на поверхность, почвенногрунтовые - при двучленном строении профиля с облегченной верхней частью (супеси на суглинках).

Таким образом, почти все почвы участка развиваются в условиях смешанного водного питания.

Почвы данного участка (особенно почвы подзолистого ряда: дерново-подзолистые, дерново-подзолисто-глееватые, и дерново-подзолисто-глеевые) нуждаются в известковании и внесении органо-минеральных удобрений, особенно фосфоросодержащих [7].

В период с 2020 по 2022 год в хозяйстве проводился регулярный мониторинг посевов с периодичностью один раз в две недели на протяжении всего периода вегетации культур. Урожайность озимой

пшеницы на разных полях рассматриваемого массива различалась в диапазоне от 71 ц/га до 78 ц/га. В 2024 г нами были заложены ключевые участки для верификации данных, полученных использованием БПЛА, для совершенствования методики.

При помощи БПЛА Геоскан-401 были получены фото- и видеоматериалы, позволяющие оценить состояние обследуемого участка, их фрагменты представлены на рисунке 1.

В рамках практической части исследования был проведен анализ статистических данных об уровне грунтовых вод на исследуемом массиве в Ленинградской области. Для этого использовались данные, полученные с помощью замера воды в пробуренных скважинах на ключевых участках.

Рисунок 1. **Состояние земель на обследуемом участке**

На основании фото- и видеоматериалов, полученных при рекогносцировке массива, а также статистических данных об уровне грунтовых вод выбираем в качестве наиболее показательное поле с номером 10-0 для проведения дальнейшего анализа.

Данные об уровне грунтовых вод на выбранном поле в период вегетации озимой пшеницы с сентября 2023 г. по июль 2024 г. сводим в табл. 1.

Исходя из данных таблицы №1 можно сделать вывод, что уровень грунтовых вод на протяжении всего периода вегетации озимой пшеницы был выше оптимального. Это негативно сказалось на состоянии растений и привело к снижению урожайности.

Таблица 1

Уровень грунтовых вод на выбранных полях в период вегетации озимой пшеницы 2023-2024 г.

Номер поля	Месяц										
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
10-0	0,79	0,54	0,47	-	-	-	0,24	0,36	0,69	0,96	1,14

Поскольку регулярный мониторинг требует больших материальных и временных затрат, в рамках эксперимента было принято решение провести в 2023-2024 году мониторинг в критические сроки выращиваемых культур.

Методика проведения мониторинга, установленная Минсельхозом, не содержит данных о сроках проведения мониторинга для конкретной культуры. Однако проведение мониторинга в конкретные сроки, соответствующие критическим фазам развития растений, крайне важно по нескольким причинам [8]:

1. **Определение оптимальных сроков агротехнических мероприятий:** Мониторинг посевов в критически важные фазы их развития позволяет эффективно планировать и осуществлять агротехнические мероприятия, такие как обработка пестицидами и орошение. Это способствует оптимизации ухода за растениями и повышению их урожайности.

2. **Оценка состояния посевов:** Мониторинг в критические фазы развития растений позволяет оценить их состояние и своевременно выявить возможные проблемы (например, болезни, вредители, недостаток питательных веществ) и принять меры для их устранения. Это способствует сохранению здоровья растений и повышению их продуктивности.

3. **Прогнозирование урожайности:** Мониторинг в ключевые фазы развития растений позволяет прогнозировать урожайность, основываясь на текущем состоянии посевов и условиях окружающей среды. Это важно для планирования сбора урожая и подготовки к нему.

Сроки мониторинга озимой пшеницы в критические сроки в условиях данного массива, расположенного в Гатчинском районе Ленинградской области, были ранее определены исходя из данных посева (10 сентября) и статистических данных хозяйства и сведены в табл. 2.

Таблица 2

Сроки мониторинга озимой пшеницы в критические сроки в условиях конкретного хозяйства в Ленинградской области

Критическая фаза	Конкретные сроки
Закладка органов (появление 3 листа, начало кущения)	25-30 сентября
Стеблевание (выход в трубку)	20-25 апреля
Производство резервных веществ (флаговый лист)	10-15 мая
Накопление резервных веществ (колошение)	01-05 июня

Поле 10-0 Расположено в северо-восточной части массива, значения уровня грунтовых вод выше среднего по массиву. Осушается закрытым дренажем, но при пешем осмотре были выявлены нерабочие элементы осушительной сети и запланирована её реконструкция.

Фаза закладки органов (27 сентября 2023 года): На снимке NDVI (рисунок 2) зафиксированы низкие значения в понижениях, где в осенний и весенний периоды на поверхности почвы скапливается вода, что вызывает стресс у растений из-за избыточной влажности.

Общие характеристики поля: снимок NDVI показывает вариации в плотности растительного покрова. В целом, поле демонстрирует разные оттенки зелёного, что свидетельствует о неоднородности состояния посевов.

Проблемные зоны: на снимке видно несколько областей, особенно в северной части поля, с индексами 0,2 и ниже. Эти зоны с низкими значениями NDVI указывают на плохое состояние растительности. Это может говорить о том, что растения вошли в зимовку на ранней фенологической фазе, до кущения или погибли.

В условиях высокого уровня грунтовых вод это может быть связано с нарушением нормального дыхания корней, что приводит к кислородному голоданию и затруднению роста растений, а также развитием корневых гнилей и других заболеваний, негативно влияющих на всходы.

Здоровые зоны: несмотря на присутствие проблемных зон, западная часть поля показывает достаточно высокие значения NDVI (0,3-0,4), что свидетельствует о более благоприятных условиях для роста. Однако эти участки находятся в более возвышенных местах или на участках с лучшим дренажем.

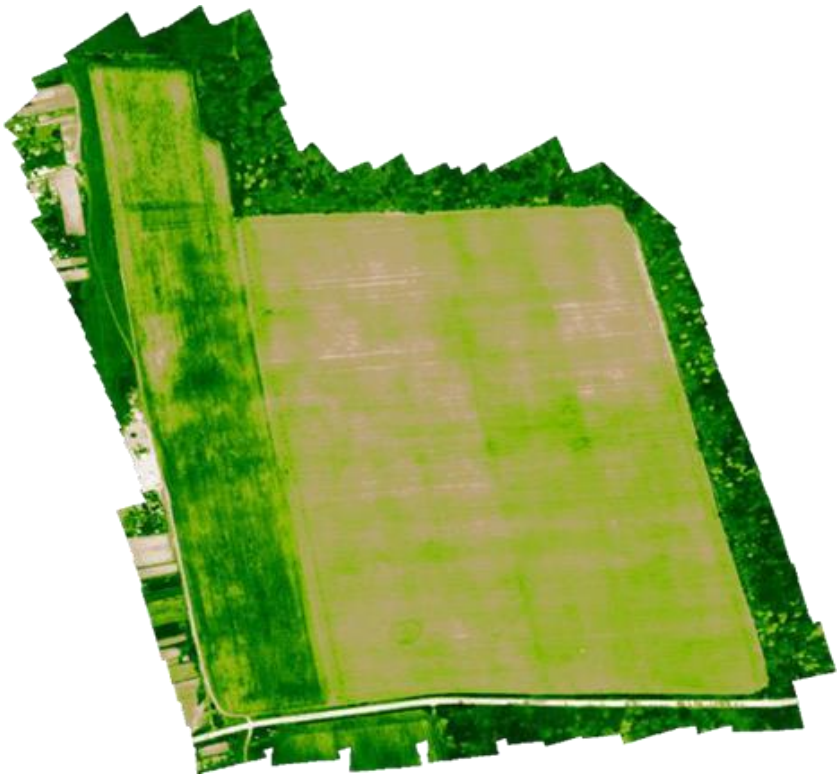


Рисунок 2. **Поле 10-0 в фазе закладки органов**

Фаза стеблевания (21 апреля 2024 года): Снимок показывает сохранение низкого значения NDVI (рисунок 3) на тех же участках с высоким уровнем грунтовых вод, подтверждая, что растения находятся в угнетенном состоянии и плохо развиваются. Большая часть развивается нормально.

Общие характеристики поля: снимок NDVI показывает неоднородность в плотности растительного покрова. Разные оттенки зелёного на снимке свидетельствуют о неоднородности состояния посевов.

Проблемные зоны: на снимке видно несколько областей, особенно в северной части и центре поля, с индексами 0,3 и ниже. По сравнению с предыдущей фазой индекс увеличился, однако всё ещё не соответствует норме. Зоны со значениями NDVI близкими к 0 также сохранились. Уже можно сделать вывод, что урожайность снизится за счёт плохого развития и гибели части растений в этих зонах на 3%, а при сохранении высокого уровня грунтовых вод на протяжении всей фазы стеблевания ещё на 1-2% из-за потенциального снижения числа колосков и зёрен [5, 8, 11].

Здоровые зоны: несмотря на присутствие проблемных зон, западная и восточная части поля показывает значения NDVI, близкие к оптимальным (0,5-0,6), что свидетельствует о сохранении благоприятных условий для роста.

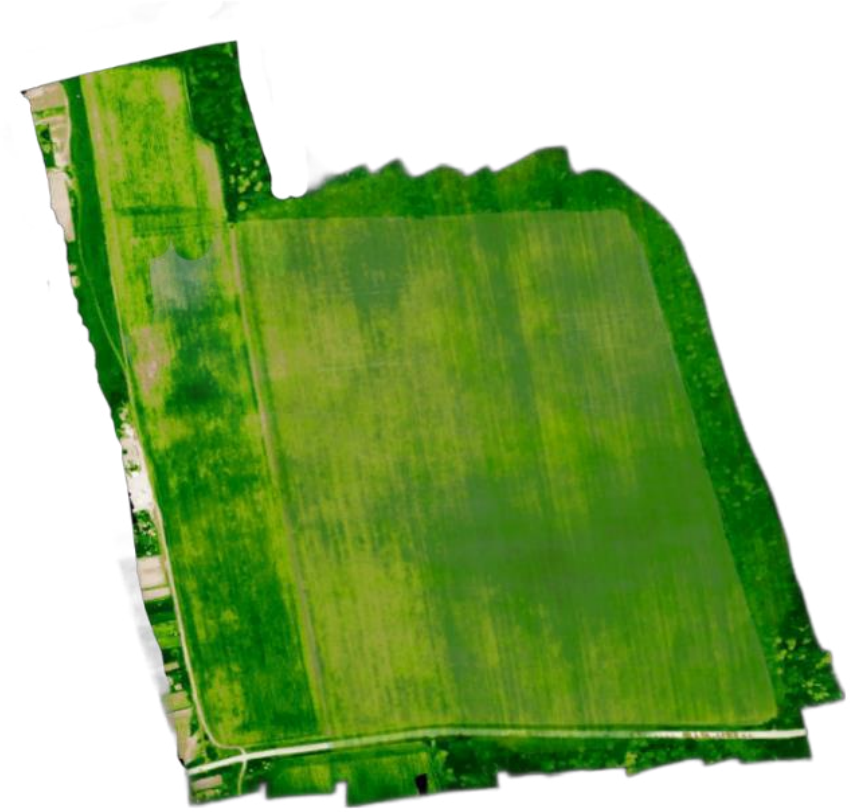


Рисунок 3. **Поле 10-0 в фазе стеблевания**

Фаза производства резервных веществ (12 мая 2024 года): Снимок NDVI (рисунок 4) показал низкие значения индекса на тех же участках что и ранее, но основная масса растительности имеет оптимальные для фазы индексы.

Общие характеристики поля: снимок NDVI показывает неоднородность в плотности растительного покрова. Снимок выглядит более пёстрым, участки с пониженным значением индекса и их контуры видно более чётко, неоднородность посевов сохраняется.

Проблемные зоны: на снимке видно множество мелкоконтурных областей, особенно в северной части поля, с индексами 0,3 и ниже, не соответствующими норме. Зоны со значениями NDVI близкими к 0 также сохранились. Можно прогнозировать снижение урожайности при сохранении высокого уровня грунтовых вод на протяжении всей фазы производства резервных веществ ещё на 1-2% из-за потенциального снижения массы зёрен. *Здоровые зоны:* несмотря на присутствие проблемных зон, основная площадь поля показывает оптимально высокие значения NDVI (0,7-0,8), что свидетельствует об улучшении условий для роста в связи с естественным снижением уровня грунтовых вод.

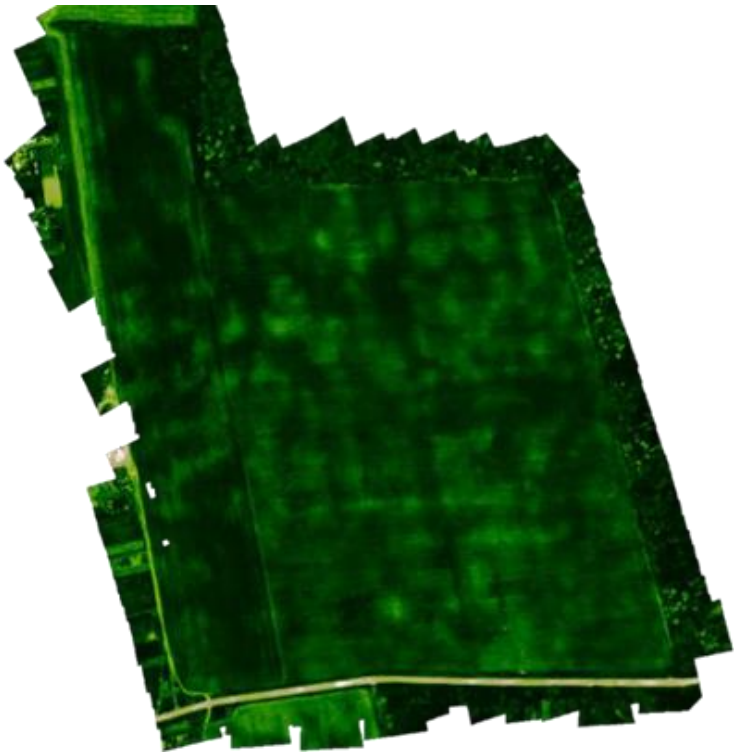


Рисунок 4. **Поле 10-0 в фазе производства резервных веществ**

Фаза накопления резервных веществ (3 июня 2024 года): Снимок NDVI (рисунок 5) показал низкие значения индекса на тех же участках что иранее, но основная масса растительности имеет оптимальные для фазы индексы.

Общие характеристики поля: снимок NDVI показывает неоднородность в плотности растительного покрова. Снимок выглядит так же пёстро, участки с пониженным значением индекса и их контуры видно более чётко, неоднородность посевов сохраняется.

Проблемные зоны: на снимке видно множество мелкоконтурных областей, особенно в северной части поля, с индексами 0,3 и ниже, не соответствующими норме. Зоны со значениями NDVI близкими к 0 также сохранились. Можно прогнозировать снижение урожайности при сохранении высокого уровня грунтовых вод на протяжении всей фазы производства резервных веществ ещё на 1-2% из-за потенциального снижения массы зёрен.

Здоровые зоны: несмотря на присутствие проблемных зон, основная площадь поля имеет достаточно высокие значения NDVI (0,6-0,7), оптимальные для фазы накопления резервных веществ. По сравнению со значениями в прошлой фазе, индексы снизились, что свидетельствует о приближении полей к уборке урожая.

Анализ данных о грунтовых водах и снимков NDVI показывает

четкую корреляцию между высоким уровнем грунтовых вод и угнетением растительности. На участках с высоким уровнем грунтовых вод (менее 1,0 метра от поверхности летний период) наблюдаются низкие значения NDVI, что свидетельствует о негативном влиянии избыточной влажности.

Планируемая урожайность для массива составляет 62 ц/га. С учётом потерь, учтённых при анализе данных мониторинга (от 5% до 9%), фактическая урожайность должна быть не менее 52,7 ц/га.

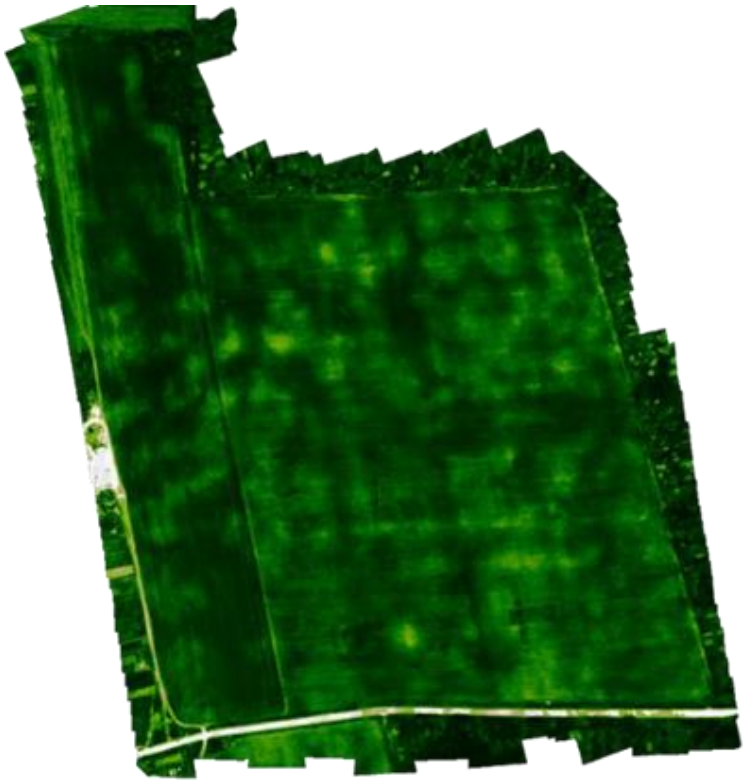


Рисунок 5. **Поле 10-0 в фазе накопления резервных веществ**

После уборки урожая в 2024 году была проведена оценка урожайности озимой пшеницы на полях массива. На поле 10-0 урожайность составила 59,1 ц/га, что ниже стандарта по региону.

Средние потери урожайности составили 6,5%, что соответствует прогнозируемым, но считаются слишком большими (допустимо не более 2% [9]).

На основании данных о потерях урожая и мониторинга состояния осушительной сети, были разработаны следующие рекомендации:

1. **Точный анализ проблемных зон:**

Провести дополнительные полевые обследования конкретных участков для выявления точных причин низкого NDVI. Это может включать почвенные анализы, проверки на наличие вредителей и болезней, а также оценку водного режима [5, 9].

2. **Агротехнические и мелиоративные мероприятия:**

- Внести корректировку дозы азотного удобрения, в связи с выявлением проблем с питанием растений.
- Обеспечить правильный водный режим, за счёт проведения реконструкции элементов осушительной сети: провести ремонт проводящих каналов, регулирующего канала, провести реконструкцию элементов закрытой осушительной сети (дрен и коллекторов).

3. **Мониторинг и повторный анализ:**

- Проводить мониторинг состояния посевов с помощью NDVI в строго обозначенные для озимой пшеницы критические сроки.
- Разработать критические сроки мониторинга для всех культур севооборота массива
- Сравнивать результаты мониторинга в динамике, чтобы оценить эффективность предпринятых мер и вносить необходимые коррективы.

Заключение. В ситуации, рассмотренной в данной работе, использование мониторинга в критические сроки может быть целесообразным и экономически выгодным при выполнении ряда рекомендаций. Такой мониторинг позволил существенно снизить затраты на проведение обследований, сохранив при этом достаточный уровень контроля над состоянием растений.

Рабочая гипотеза о неэффективности проведения мониторинга без указания конкретных дат подтвердила свою актуальность. На основе анализа эффективности использования NDVI были обоснованы сроки проведения мониторинга.

Анализ данных о грунтовых водах и снимков NDVI показывает четкую корреляцию между высоким уровнем грунтовых вод и угнетением растительности.

Планируемая урожайность для массива составляет 62 ц/га. С учётом потерь, учтённых при анализе данных мониторинга (от 5% до 9%), фактическая урожайность должна быть не менее 52,7 ц/га. После уборки урожая в 2024 году была проведена оценка урожайности озимой пшеницы на полях массива. На поле 10-0 урожайность составила 59,1 ц/га, что ниже стандарта по региону. Общие затраты на проведение регулярного мониторинга в течение всего вегетационного периода составят 128000 рублей ежегодно.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 4 мая 2010 г. № 150 «Об утверждении Порядка государственного учёта показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (ред. от 22.05.2022). – Доступ из справочно-правовой системы Гарант. – URL: https://base.garant.ru/12177384/ (дата обращения: 20.03.2025).

2. Приказ Минсельхоза России от 24.12.2015 N 664 (ред. от 19.06.2024) "Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения". - Доступ из справочно-правовой системы Консультант Плюс. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_195686/ (дата обращения: 14.03.2025).

3. Барсукова Г.Н., Цораева Э.Н. «Мониторинг и охрана земельных ресурсов» // КубГАУ. 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 6670010eebf66478dc979740b983b2cb.pdf (дата обращения: 20.03.2025).

4. Гиниятов И.А. «Мониторинг земель и объектов недвижимости» // СГУГиТ. 2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://lib.sgugit.ru/irbisfulltext/2017/17.10.17/2017/ (дата обращения: 20.03.2025).

5. Денисов П.В., Иванов А.Б., Мишуров Н.П., Петухов Д.А., Подъяблонский П.А., Трошко К.А. Прогнозирование урожайности озимой пшеницы с использованием технологий дистанционного зондирования земли // Управление рисками в АПК. - 2021. - № 1 (39). - С. 375. (дата обращения: 25.03.2025).

6. Мишуров Н.П., Петухов Д.А., Свиридова С.А., Подольская Е.Е., Труфляк Е.В. Эффективность применения элементов координатного земледелия при производстве озимой пшеницы // Техника и оборудование для села. - 2022. -№ 8 (302). - С. 44-48 (дата обращения: 21.03.2024).

УЎТ: 631.674.6:633.511

ТУРЛИ СУҒОРИШ УСУЛЛАРИДА ҒЎЗАНИНГ СУВ ИСТЕЪМОЛИНИ АСОСЛАШ

Оллониёзов Сардор Пўлат ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти, кичик илмий ходим
olloniyozovsardor@gmail.com
https://orcid.org/0009-0006-7217-2460
Гаппаров Самандар Маматқулович
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
“Суғориш технологиялари ва техникаси” лабораторияси мудири,
PhD, катта илмий ходим
gapparovsm@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-4425-2181
Джумаев Зиядулла Таштемирович
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
“Илмий-тадқиқот ишларини тижоратлаштириш” бўлими бошлиғи,
PhD, катта илмий ходим
ziyadulla83@mail.ru
https://orcid.org/0000-0003-3313-3961
Утаев Абдуҳолиқ Абдурашидович
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
“Ирригация тизими ва суғориш тармоқларини ишлатиш”
лабораторияси мудири, PhD, катта илмий ходим.
abduxoliqsss@mail.ru
https://orcid.org/0000-0001-7006-1456
Уразкелдиев Абдувоҳид Бахтиёрович
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти директори в.в.б.,
қ.х.ф.н., катта илмий ходим
vaxid7272@mail.ru

Аннотация. Мақолада Жиззах вилоятининг автоморф тупроқлари шароитида ғўзанинг турли суғориш усулларида сув истеъмолини асослаш бўйича назарий ва дала тадқиқотлари натижалари келтирилган. Ғўзанинг сув истеъмолини асослашда тупроқ таркиби, суғориш усулларини ҳисобга экин коэффициент (Кс)лари ҳалқаро ФАО услуби асосида махаллий шароитга адаптация қилинган ҳамда дала тадқиқотлари натижалари бўйича асосланган.

Калит сўзлар: ғўза, суғориш, экин коэффициенти, мулчалаш, томчилатиб суғориш, эгатлаб суғориш, ФАО услуби, сув истеъмоли, тупроқ, иқлим.

Abstract. The article presents the results of theoretical and field studies on the justification of water consumption of cotton under various irrigation methods in the conditions of automorphic soils of the Jizzakh region. When substantiating the water consumption of cotton, the soil composition, irrigation methods, and crop coefficients (Kc) were adapted to local conditions based on the international FAO method and were substantiated based on the results of field studies.

Keywords: cotton, irrigation, crop coefficient, mulching, drip irrigation, furrow irrigation, FAO methodology, water consumption, soil, climate.

Кириш. Сўнгги йилларда сувга бўлган талабнинг тармоқлар бўйича кескин ортиши натижасида қишлоқ хўжалик экинларини етиштиришда сув тежамкор суғориш технологияларни тадқиқ қилиш бўйича кенг кўламли изланишлар олиб борилмоқда. Дунё миқёсида ғўза муҳим ва энг кўп сув талаб этадиган қишлоқ хўжалик экинларидан бири эканлиги ҳамда “2030 йилга бориб глобал сув танқислиги 40 фоизни ташкил этишини ҳисобга олсак”, ғўзани суғоришда сувни тежаш имконини берадиган такомиллаштирилган суғориш усуллари ва тадбирларини амалиётга жорий этишни тақозо этади. Шу жиҳатдан экинларни суғоришда нафақат сув тежовчи суғориш технологияларини жорий қилиш, тупроқ унумдорлигини ошириш, сув ва тупроқ эрозиясини олдини олиш, тупроқ юзасидан бўладиган физик буғланишни камайтиришда турли материаллар билан мулчалаш сувни беҳуда исрофини камайтиришда муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Адабиётлар шарҳи. Қишлоқ хўжалик экинларининг сув истеъмолини асослашда экин турларини ҳисобга олиб экин коэффициенти (Кс) ни аниқлашда маҳаллий тупроқ, иқлим шароитларини ҳисобга олиб мослаштириш муҳим ҳисобланади. Экинларининг сув истеъмолини ҳисоблаш усуллари етарлича ўрганилган.

А.Н.Костьяков томонидан ўсимлик томонидан истеъмол қиладиган умумий сув миқдорини ҳисоблашда экин тури ва уни етиштиришда режалаштирилган ҳосил миқдори [1; 652-б], экин туридан келиб чиқиб сув истеъмоли коэффициенти (1 ц ҳосилга $м^3$ да) асосида аниқлашни таклиф қилган. Бунда экиннинг сув истеъмоли коэффиценти олиб борилган кўп йиллик дала тадқиқотлари натижаларига асосланган маълумотлар бўйича қабул қилинган.

Сув истеъмоли иқлим кўрсаткичлари, тупроқ унумдорлиги, бажариладиган агротехник тадбирлар ва ҳосилдорликка боғлиқ ҳисобланиб, бу қиймат агротехникани яхшиланиши, бирлик майдондан олинаётган

ҳосилдорликнинг ўсиши ва тупроқ унумдорлигининг ортиши билан камайиши таъкидланган.

Қишлоқ хўжалик экинларининг умумий сув истеъмоли А.Н.Костьяков томонидан тавсия этилган услуб бугунги кунгача амалётда кенг қўлланилиб, ўсимлик томонидан истеъмол қиладиган умумий сув меъёрини қуйидаги тенглама орқали аниқлашни тавсия қилган [1; 652-б].

$$E = Y \cdot Ey; \quad (1)$$

Бунда *Y*-ўсимлик туридан келиб чиқиб режалаштирилган ҳосил миқдори, ц/га, *Ey*-мазкур экиннинг сув истеъмоли коэффициенти (1 ц ҳосилга $м^3$ да).

А.Н.Костьяков томонидан таклиф қилинган мазкур услубда барча тупроқ-иқлим шароитларида қишлоқ хўжалик экинларининг сув истеъмоли коэффициентлари мавжуд эмас. Шунингдек қишлоқ хўжалик экинларнинг умумий сув истеъмолини аниқлашда В.Е.Еременко ва С.Н.Рыжов томонидан ҳам эмперик тенгламалар таклиф қилинган. В.Е.Еременко қишлоқ хўжалик экинларнинг сув истеъмолини ҳисоблаш учун қуйидаги тенгламани таклиф қилган [2; 39-42].

$$E = V \cdot Ky \cdot K \cdot L \cdot Z; \quad (2)$$

Бунда *E*-экиннинг умумий сув истеъмоли, $м^3$/га; *V*-қишлоқ хўжалик экинларининг ҳосилдорлиги, ц/га; *Ky*-сув истеъмоли коэффициенти, $м^3$/ц; *Z*-ҳудудий коэффициент; *K*-ҳудуднинг гидрогеологик шароитни ҳисобга олувчи коэффициент; *L*-юқори ҳосилдор, маданийлашган тупроқлар учун сув истеъмоли коэффициенти (0,90-0,92) [1; 652-б].

Қишлоқ хўжалик экинларининг умумий сув истеъмолини ҳисоблашда иқлим кўрсаткичларини инобатга олувчи услублар ҳам мавжуд бўлиб И.А.Шаров томонидан умумий буғланишни аниқлашда қуйидаги тенглама таклиф қилинган [3; 448-б].

$$E = K \cdot \Sigma t + 4B; \quad (3)$$

Бунда Σt-ҳаво ҳароратининг ўртача суткалик йиғиндиси, °С; B-ҳисоб давридаги жами кунлар сони; *K-1 ℃* ўртача суткалик ҳаво ҳароратига боғлиқ буғланиши, 2 га тенг.

Мазкур таклиф қилинган тенглама вегетация давридаги ўртача суткалик ҳаво ҳарорати йиғиндиси ҳамда вегетация даври давомийлигини ўз ичига олади.

Шунингдек А.М.Алпатьев қишлоқ хўжалик экинларини сув истеъмоли аниқлаш бўйича қуйидаги тенгламани таклиф қилади [4; 81-83 б].

$$E = K \cdot \Sigma d; \quad (4)$$

Бунда *K*-ҳисобий даврдаги биологик эгрилик коэффициенти; Σd-ҳисобий даврдаги ҳаво намлиги тақчиллиги, ўртача суткалик йиғиндиси, мб да.

1-жадвал

Мирзачўл ҳудуди учун А.М.Алпатьев тенгламаси ёрдамида ҳисобланган биологик коэффициентлар

Ойлар	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
K	0,25	0,27	0,25	0,25	0,34	0,32

Бундан ташқари қишлоқ хўжалик экинларини сувга бўлган талаби А.И.Будаговский томонидан қуйидаги тенглама ёрдамида аниқлаш таклиф қилинган [5; 52-56 б].

$$ETo = \frac{W - Wz}{Wppv - Wvz}; \quad (5)$$

Бунда *Wppv*-тупроқнинг чекланган дала нам сиғимига мос намлик миқдори, *Wvz*-“сўлиш” намлиги.

Очиқ сув сатҳидан бўладиган буғланиш миқдори Н.Н.Иванов томонидан таклиф қилинган ҳамда Л.А.Молчанов томонидан *K=0,8* тузатиш коэффициенти киритилган [6;35-39-б].

$$\text{Eo} = (0{,}0018)0{,}8(25 + \text{t})^2(100 - \text{a}); \quad (6)$$

Б.Е.Милькис томонидан ҳам умумий буғланиш миқдорини умумий радиация ва булутланиш орқали ҳисоблаш услуби таклиф қилинган.

$$E = \frac{Kq \cdot Qp}{L}; \quad (7)$$

Бунда *E*-умумий буғланиш миқдори, мм/ой; *Kq*-йил мавсумига боғлиқ бўлган қуёш радиацияси жадаллиги коэффициенти; *Qp*-умумий радиация, кал/см^2 ой; *L*-буғ ҳосил бўлишига сарфланадиган яширин иссиқлик миқдори, кал./т.

Умумий радиация Савинова-Онгстремнинг қуйидаги тенгламаси ёрдамида аниқлашни таклиф қилишган.

$$Q_p = Q_o[1 - (1 - K_1)\text{n}]; \quad (8)$$

Бунда *Qo*-булутсиз осмондаги умумий радиация; *n*-бирлик улушда ўртача булутланиш; K_1-тўла булутланишда булутларнинг юқори чегарасига

tўғри келадиган қуёш радиациясининг қанча қисми ер сатҳига етиб келишини кўрсатувчи эмпирик коэффициент.

Б.Е.Милькис томонидан таклиф қилинган тенглама бўйича умумий радиация миқдори Савинов-Онгстрем тенгламаси бўйича ҳисобга олинади. Бунда K_1-эмпирик коэффициент ҳисобланиб, тўла булутли бўлмаган кунлар учун қабул қилинади. Бироқ тўла булутли бўлмаган кунлар учун мазкур қийматни қандай қабул қилиш бўйича аниқ маълумот келтирилмаган.

Бундан ташқари умумий буғланиш миқдори арид минтақаларда кўп жиҳатдан ҳаво ҳароратига боғлиқ бўлиб, САНИИРИ олимлари томонидан ғўза майдонларида кўп йиллик олиб борилган дала тажриба тадқиқотлари асосида аниқланган иссиқлик балансининг ўртача қийматлар аниқланган (2-жадвал).

Х.Аманов томонидан ҳам умумий буғланишни аниқлашда қишлоқ хўжалик экинлари ҳосилдорлик кўрсаткичлари, сизот сувлари сатҳи ва ҳаво ҳарорати йиғиндисини ҳисобга олувчи қуйидаги тенгламани таклиф қилади.

$$E = 11{,}64\beta\sqrt[4]{\frac{\Sigma tY}{H}}; \qquad (9)$$

Бунда E-умумий буғланиш миқдори, мм да; Σt- ўртача кунлик ҳарорат йиғиндиси, ^{0}C да; Y-қишлоқ хўжалик экинларидан олинадиган ҳосил миқдори, ц/га; H-сизот сувлари сатҳи, м; β-қишлоқ хўжалик экинларни вегетация даврларига боғлиқ сув истеъмолини ҳисобга олувчи коэффициенти.

Х.Аманов тенгламаси экинларнинг умумий сув истеъмоли вегетация даврида кузатилган ҳаво ҳарорати йиғиндиси, сизот сувлар сатҳи ва ҳосил миқдорига бевосита боғлиқ эканлигини таъкидлайди. Мазкур тенглама буғланишни ойлар кесимида ҳаво ҳарорати билан тўғридан-тўғри боғланмаган коэффициент орқали ҳисоблаш имконини беради. Бу тенглама бўйича қишлоқ хўжалик экинларининг ҳосилдорлиги буғланишнинг ортиши билан ортади.

2-жадвал

Ғўза далалари учун *Kq* коэффициентининг ойлик қийматлари

Ойлар	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	Ўртача
Kq	0,251	0,289	0,366	0,560	0,513	0,640	0,437

Қишлоқ хўжалик экинларни вегетация даврига боғлиқ сув истеъмолини ҳисобга олувчи коэффициент қийматлари 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

Х.Аманов тенгламаси бўйича коэффициент қийматлари

Ойлар	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
β	0,31	0,57	0,91	1,54	1,88	1,21	0,57

Шунингдек С.И.Харченко томонидан умумий буғланишни соддалаштирилган қуйидаги тенглама ёрдамида аниқлашни таклиф этади.

$$E = \frac{R-P}{60\left(1+0{,}64\frac{dt}{dl}\right)}; \quad (10)$$

Бунда E-умумий буғланиш миқдори, мм/соат да; P-фаол юзанинг радиация баланси, кал/г.см^2; R-тупроқдаги иссиқлик оқими, кал/с. см^2; dt-0,5 ва 2,0 метр баландликда ҳаво ҳароратининг ўзгариши; dl-мутлоқ намликнинг ўзгариши.

С.И.Харченко ва Б.Е.Милькис томонидан таклиф қилинган услубда буғланишни радиация баланси билан тўғридан-тўғри боғлайди. Бироқ ҳаво ҳароратини ўзгаришини ҳисобга олмайди. Адабиётларда хориж давлатларида экинларнинг умумий сув истеъмолини ҳисоблаш услублари бўйича А.М.Алпатьев, Х.Ф.Блейни, В.Д.Криддла, Х.Л.Пенмана, Л.Тюрк ва бошқа олимларнинг тадқиқотларида ҳам батафсил ўрганилган.

Сўнгги йилларда соҳа олимлари томонидан эвапотранспирация миқдорини ҳисоблашда иқлим кўрсаткичларини қўллаш орқали эмпирик тенгламалардан фойдаланиб аниқлаш услублари ишлаб чиқилган. Бирлашган Миллатлар Ташкилоти (БМТ)нинг Озиқ овқат ва қишлоқ хўжалиги ташкилоти (ФАО) томонидан 1990 йилда бўлиб ўтган Экспертлар Кенгашида эвапортанспирация миқдорини ҳисоблашда Пенмана-Монтейта услубидан фойдаланиш тавсия этилиб, бунда ҳаво ҳарорати, намлик, шамол тезлиги ва қуёшнинг нур сочиш давомийлиги бўйича маълумотлар мавжуд бўлган ҳудудларда мазкур услубни махаллий шароитга адаптация қилиш таклиф этилган. Пенмана-Монтейта услуби бир хил ўсимлик қопламида энергия алмашинувини тартибга солувчи барча параметрларни ҳамда тегишли равишда эвапотранспирацияни ҳисобга олади. Эвапотранспирацияни ҳисоблашда об-ҳаво маълумотларидан турли иқлим ва физик параметрлардан фойдаланишни талаб этади. Мазкур параметрларнинг асосий қисми об-ҳаво маълумотлари асосида ҳисоблаш имконини беради.

Экинларнинг сувга бўлган талабини аниқлашда иқлим шароити, вегетация даври давомида кузатилган ҳаво ҳарорати, ҳавонинг нисбий намлиги, ёғингарчилик миқдори, сизот сувлар сатҳи ва минерализацияси,

экин туридан келиб чиқиб ривожланиш даврлари ҳамда давомийлиги ҳисобга олинади. Экиннинг умумий сув истеъмолини ҳисоблашда ФАО услубидан фойдаланишда соҳа илмий-тадқиқот институтлари томонидан олиб борилган кўп йиллик дала тадқиқот маълумотларидан ҳам фойдаланиш ҳам мумкин [7; 9-12 б].

Умуман республикамизнинг турли тупроқ-иқлим шароитлари учун қишлоқ хўжалик экинларининг суғориш тартиби ва меъёрини ҳалқаро ФАО услуби бўйича ҳисоблашда қуйида келтирилган эмперик тенгламаларни маҳаллий шароитга адаптация қилиб ҳисоблаш ишлари амалга ошириш мумкин [8; 296-б]. Экинларини сувга бўлган талаби ва мақбул суғориш тартиби қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади.

$$Op = We - Wb - Ge - Pe + ETc; \quad (11)$$

Бунда: We-ой охиридаги тупроқдаги намлик захираси, мм; Wb-ой бошидаги тупроқдаги намлик захираси, мм; Pe-атмосфера ёғинлари, мм; Ge-сизот сувларидан илдиз қатламига намликнинг капилляр кўтарилиш тезлиги, мм/кун; ETc-экинлар эвапотранпирацияси, мм [9; 127-б].

ФАО услуби бўйича қишлоқ хўжалик экинларининг суғориш графигини тузишда экин тури, вегетация давомида ойлар бўйича экиннинг илдиз тизими жойлашган тупроқ қатламда тўпланган намлик миқдорининг ўзгаришини ҳисобга олиб қуйидаги тенглама бўйича сув баланси асосланади.

$$We = Wb + Ge + Pe - ETc; \quad (12)$$

Экиннинг суғориш меъёрини ҳисоблашда вегетация даврида тупроқнинг 1 м қатламида тузларнинг тўпланишини ҳамда шўр ювиш меъёрини ҳам ҳисобга олиш зарур.

$$ETc = Kc \cdot ETo; \quad (13)$$

Бунда: ETc-экин майдонининг эталон эвапотранспирацияси; Kc-экиннинг сув истеъмолини ҳисобга олиш коэффициент.

ФАО услубидан фойдаланиб экин турлари бўйича мақбул суғориш тартибини аниқлашда тадқиқот объектига яқин бўлган метеостанция маълумотлари асосида Пенмана-Монтейта тенгламасидан фойдаланиш мумкин.

Экин коэффиценти (Кс) нинг қиймати экиш муддати, ривожланиш босқичлари, вегетация даври давомийлиги, суғориш усули ва техникаси ҳамда иқлим шароити каби омилларга бевосита боғлиқ. Экин коэффиценти (Кс) қишлоқ хўжалик экинларини суғориш бўйича олиб борилган кўп йиллик дала эксперимантал тадқиқотлари асосида аниқланади. Маҳаллий

шароитга адаптация қилинган ҳалқаро ФАО услуби бўйича ғўзанинг умумий сув истеъмолини ҳисоблашда ИСМИТИ томонидан Мирзачўл шароитида сизот сувлар сатҳи 1,5: 2,0: 2,5 ва 3,0 м бўлган лизиметрларда олиб борилган тадқиқотларда аниқланган экин коэффициент (Кс) лари асосида қабул қилиш ҳам мумкин [10; 5-б].

$$ET = (Wk - Wn) + Oc + B \pm v; \quad (14)$$

Бунда: Wk-вегетация даври бошидаги тупроқдаги намлик захираси, мм; Wn-вегетация даври охиридаги тупроқдаги намлик захираси, мм; Ос-атмосфера ёғинлари, мм; В-суғоришга берилган сув миқдори, мм; ±v - «+» қуйилган сув ёки «-» олинган сув, мм.

Лизиметрларда олиб борилган тадқиқотларда тупроқнинг аэрация зонасидаги қатламларида умумий буғланиш миқдорини ва умумий сув балансини амалий жиҳатдан аниқлаш имконини беради.

Суғориш усулларини такомиллаштириш, хусусан эгатлаб суғориш, томчилатиб суғориш, ёмғирлатиб суғориш, тупроқни турли материаллар ёрдамида мулчалаш натижасида суғоришга сарфланадиган сув сарфининг камайиши, сувдан фойдаланиш самадорлигини ортиши ҳамда тупроқ юзасидан бўладиган физик буғланиш миқдорини камайтириш орқали экин коэффициент (Кс) ни мақбуллаштириш мумкин. Республикамиз шароитида турли материаллар ёрдамида мулчаланган ғўза майдонларни томчилатиб суғоришда экин коэффициентлари (Кс)га таъсири бўйича тадқиқотлар етарлича олиб борилмаган.

Экин коэффициентини аниқлашда эталон эвапотранспирацияси (ЕТо)ни экин эвапотранспирация (ЕТс)сига билан боғлаш учун экин коэффициенти (Кс) киритилиб экинларнинг ривожланиш босқичлари бўйича сув истеъмоли ҳисобга олинади.

Ўсимликнинг ўсишида тўлиқ самарадорликка эришишда (Кс) нинг эвапотранспирация қиймати касалга чалинмаган, мақбул (оптимал) тупроқ шароитига эга бўлган катта далаларда ўсаётган ўсимлик, мақбул тупроқ унумдорлиги ва суғориш шароитлари ҳисобга олинади ҳамда экин эвапотранспирация (ЕТс) си 13-тенглама бўйича ҳисобланади. Вегетация даврида тупроқ юзасидан бўладиган физик буғланишни камайтиришда мулчалаш юқори самара беради. Натижада экин коэффиценти (Кс) нинг қиймати ўртача 10-30 % га ёки тупроқдан бўладиган буғланиш миқдори эса 50-80 % га камаяди [8; 269-б].

4-жадвал

Мирзачўл шароитида лизиметрларда олиб борилган тадқиқотлар асосида аниқланган ғўзанинг (Кс) экин коэффициентлари (Р.К.Икрамов, С.М.Гаппаров, Л.Х.Шездюкова маълумотлари бўйича)

Экин коэффициент (Кс)лари	ССС, м	Ғўзанинг ривожланиш босқичлари ва давомийлиги, кун				Ўртача
		Кс ini (ғўзанинг бошлан-ғич ривож-ланиш даври)	Кс dev (ғўзанинг ривож-ланиш даври)	Кс mid (ғўзанинг ривожланиши-нинг ўрта даври)	Кс end (ғўзанинг ривожланиш-нинг охирги пишиш даври)	
		14.05-31.05	1.06-21.07	22.07-30.08	1.09-30.09	
Лизиметр-ларда олиб борилган тадқиқотлар бўйича	1,5	0,38	0,71	1,16	0,91	0,79
	2,0	0,32	0,62	1,05	0,68	0,67
	2,5	0,29	0,59	1,02	0,63	0,63
	3,0	0,28	0,57	1,01	0,63	0,62

ФАО услубини адаптация қилишда ғўзани анъанавий эгатлаб ҳамда турли материаллар ёрдамида мулчалаб томчилатиб суғоришда ҳисобий тупроқ қатламида намликнинг кўпроқ муддат сақланиши, тупроқ юзасидан бўладиган физик буғланиш мулчаланган майдонларда экин коэффициентининг 30% гача камайиши мумкинлигини кўрсатди. (ETc)-тупроқ юзасидан бўладиган физик буғланиш ҳамда ўсимликдан бўладиган транспирация йиғиндиси ҳисобланиб, ғўзанинг ривожланиш босқичларидаги ўлчов қийматлари, ер юзасининг қопланганлиги, бўйи, баргларининг умумий юза сатҳига боғлиқ ҳолда вегетация даврида экин коэффиценти (Кс) нинг ўзгариши ўсимликларнинг ўсиш даврларида сув истеъмолига бевосита боғлиқ ҳолда ўзгариб боради.

Тадқиқот услублари: Қишлоқ хўжалик экинларини суғориш техникаси ва суғориладиган ерларни районлаштириш усуллари, экинларнинг сувга бўлган талабларини ҳисоблаш бўйича кўрсатмалар. ФАО нинг “Ирригация ва дренаж бўйича қўлланма”си ҳамда “Қишлоқ хўжалик экинларини суғориш техникаси ва суғориладиган ерларни районлаштириш мақсадида рационал усуллардан оқилона фойдаланиш усуллари” дан фойдаланилди.

Иқлим маълумотлари: Тадқиқот объекти Жиззах вилоятининг автоморф тупроқлари ҳисобланиб, Жиззах метиостанцияси маълумотлари

бўйича қабул қилиниб, 2011-2020 йиллар вегетация даврида кузатилган ўртача ойлик иқлим маълумотларидан фойдаланилди (5-жадвал).

5-жадвал

Жиззах вилояти учун 2011-2020 йилларга оид ойлик ўртача иқлим маълумотлари

Ойлар	Ҳаво ҳарорати, °C			Ҳавонинги нисбий намлиги, фоиз		Ёғин, мм	Ўртача шамол тезлиги, м/с	Қуёш радиацияси, МЖ/м²/кун
	Ўрта-ча	Мак-симал	Мини-мал	Ўрта-ча	Мини-мал			
Март	10.23	16.37	5.42	69.38	59.0	72.90	1.59	5.13
Апрель	16.07	22.52	10.32	63.90	54.3	60.52	1.71	6.71
Май	22.67	29.87	15.34	54.05	35.1	30.41	1.67	8.66
Июнь	27.33	34.82	19.00	48.09	31.3	7.95	1.62	10.30
Июль	28.83	36.36	20.16	49.60	27.3	2.24	1.51	10.58
Август	26.57	34.26	18.33	51.22	28.2	3.20	1.34	10.08
Сентябрь	21.03	29.39	13.25	54.22	35.2	6.19	1.29	9.18

6-жадвал

ФАО услуби бўйича ғўзанинг (Кс) экин коэффициентлари

№	Экин коэффициент (Кс)лари	Ғўзанинг ривожланиш босқичлари ва давомийлиги, кун				Ўртача
		Кс ini (ғўзанинг бошланғич ривож-ланиш даври)	Кс dev (ғўзанинг ривож-ланиш даври)	Кс mid (ғўзанинг ривож-ланишининг ўрта даври)	Кс end (ғўзанинг ривожланиш-нинг охирги пишиш даври)	
		25.03-23.04	24.04-22.06	23.06-11.08	12.08-01.09	
		30 кун	60-кун	50 кун	20 кун	
1.	ФАО услуби бўйича	0,35	0,85	1,15	0,70	0,76
2.	ФАО услубини маҳаллий шароитга мослаш-тирилган	0,44	0,98	1,19	0,76	0,84

Тупроқ маълумотлари: Тадқиқот объекти тупроқлари механик таркиби ўрта қумлоқ (физик лой 26-30%, қум 19-25%, қумлоқ 44-50%), сизот сувлари 3 м дан пастда жойлашган автоморф шўрланмаган тупроқлар,

тупроқнинг чекланган дала нам сиғими (ЧДНС) 17.8%, суғориш олди тупроқ тупроқ намлиги ЧДНСга нисбатан 11,6-13,6% ни ташкил қилади.

Ғўзанинг вегетация даври ФАО қўлланмаси бўйича қабул қилиниб 160 кун (25.03-1.09) ни, ривожланиш босқичлари эса 4 та даврга, I-ғўзанинг бошланғич ривожланиш даври, чигит экилган санадан бошлаб ўсимлик ер юзасини 10 % га қоплагунгача бўлган давр (30 кун); II-ғўзанинг ривожланиш даври, ғўзанинг бошланғич ривожланиш даврининг якунланишидан ер юзаси 70-80 фоизгача қоплангунга бўлган давр (60-кун); III-ғўзанинг ривожланишининг ўрта даври, ўсимлик баргларининг ер юзасини тўлиқ қоплангандан ҳосил пишиб етилгунгача бўлган давр (50 кун); IV-ривожланишнинг охирги пишиш даври – (20 кун).

ФАО-56 қўлланмасига асосланиб, Пенмана-Монтейта тенгламаси ёрдамида эталон эвапотранспирация (ЕТо) ҳисобланди [11]. Экин коэффиценти (Кс) нинг қиймати экин тури, экиш муддати, ривожланиш босқичлари, вегетация даври давомийлиги, суғориш усули ва техникаси (эгатлаб, томчилатиб, мулчалаш) ҳамда иқлим шароити каби омилларга бевосита боғлиқ юўлиб, экин коэффиценти (Кс) қишлоқ хўжалик экинларини суғориш бўйича олиб борилган кўп йиллик дала экспериментал тадқиқотлари асосида аниқланади.

Иқлим шароитларига мослаштириш. Экин коэффициент (Кс)ларини маҳаллий шароитга адаптация қилишда Кс ini - ғўзанинг бошланғич ривожланиш даври учун экин коэффициент (Кс)и аниқланади. Кс ini - экиннинг вегетация бошланишидаги (ер юзасининг ~10% қисми ўсимлик билан қоплангунча) умумий буғланиш ва транспирацияни ифодаловчи дастлабки экин коэффициенти ҳисобланади [11; 112-119-б].

ФАО-56 қўлланмаси бўйича бу босқичдаги умумий эталон эвопотранспирацияси (ЕТс) асосан тупроқ юзасидан буғланиш (Ке) ҳиссасига тўғри келади. Шунинг учун, Кс ini ни аниқ ҳисоблашда сув манбаи, намланиш, иқлим ва тупроқ хоссалари инобатга олиниши зарур [11; 112-119 б]. Бошланғич босқичдаги эталон эвапотранспирация ЕТо (мм/кун) - 3.01 мм/кун; намланиш частотаси суғориш оралиғи (кун) - бошланғич даврда суғорилмаган; намланиш чуқурлиги I (мм) - бошланғич даврда суғорилмаган сабабли даланинг намлик миқдоридан келиб чиқиб юелгиланди I=55 мм; тупроқнинг механик таркиби - ўрта қумоқ; ҳўлланган юза улуши fw томчилатиб суғоришда 0,3–0,4:

Чигит экиш олдидан дастлабки тупроқ намлиги. Бунда қайта намланиш мавжуд бўлмаган шароит учун тупроқдаги намлик миқдорини

камайиши ҳисобга олинади. Мазкур ҳолатда ФАО-56 қўлланмаси бўйича 5 кун ёки ундан ортиқ интервал ҳисобланиши тавсия қилинади [11; 112-119 б].

1-расм. **Бошланғич босқич учун ўрта механик таркибли тупроқлардаги юқори намланиш шароитида Кс ini қийматининг ЕТо ва намланиш интервалига боғлиқлиги** [11; 115-б].

Шу асосда графикдаги 5 кунлик чизиқ билан ЕТо ўқи кесишган нуқтадан $K_{ini\ graph}$≈0,85 деб визуал тарзда қабул қилинди. Экинларни томчилатиб суғоришда умумий майдоннинг маълум яъни асосий экин экилган қисми суғорилиши сабабли, f_w (surface wetted fraction) билан тузатма киритилади:

$$К_{c\ ini} = f_w \cdot K_{ini\ graph}; \quad (15)$$

Кс ini-ғўзанинг бошланғич ривожланиш даври, 25.03-23.04: Кс ini=$f_w \cdot K_{ini\ graph}$=0,4·0,90=0,36;

Кс dev-ғўзанинг ривожланиш даври, 24.04-22.06; Иқлим маълумотларидан (шамол тезлиги, ҳавонинг нисбий намлиги, экин баландлиги) ҳисобга олиниб, Кс dev - ғўзанинг ривожланиш даври, Кс mid-ғўзанинг ривожланишининг ўрта даври ҳамда Кс end - ғўзанинг ривожланишининг охирги пишиш даврига адаптация қилинади [11;119-125-б].

$$К_c = К_{c(стандарт)} + \left[\left(0.04 \cdot (u_2 - 2) - 0.004 \cdot (RH_{min} - 45)\right)\right] \cdot \left(\frac{h}{3}\right)^{0.3}; \quad (16)$$

Бунда: Кс-умумий экин коэффициенти (crop coefficient); Кс(стандарт) - стандарт экин коэффициенти (basal crop coefficient); u2 - шамол тезлиги,

м/с (ер сатҳидан 2 м баландликда); RHmin - минимал нисбий намлик, %; h - ўсимликнинг ўртача баландлиги, м; Иқлим: u2=1,67 м/с; RHmin=40,2%; h=0,3 м; Кс дев=0,85+[0,04·(1,67-2,0)-0,004 (40,2-45,0)]·(0,3/3,0)·0,3≈0,85.

Экин коэффициенти Кс қийматларига мулчанинг таъсирини асослаш: Турли кўринишдаги пластик материаллар ёки органик маҳсулотлар мулча сифатида қўлланилганда тупроқ юзасидан бўладиган буғланиш камаяди. Тупроқ юзасини пластик материаллар билан 90-100% юзани қоплаш (Ке) ни 80-90% га камайтиради. Органик маҳсулотлар мулча сифатида фойдаланилганда тупроқ юзасини 70-90% қоплаш натижасида (Ке) ни 50-70% га камайтиради. Мулчаланган майдонларда (Ксб) транспирация коэффициентига таъсир кўрсатмайди, чунки у экиннинг барг юзасига бевосита боғлиқ [11; 195-196 б]. Қора плёнкадан мулча сифатида фойдаланилганда буғланиш Ке ни 85–95% камайтиради (R=0.90) [12; 1-11 б].

7-жадвал

Жиззах вилоятида ғўза учун мослаштирилган Кс қийматлари

Суғориш усуллари	Ғўзанинг ривожланиш босқичлари ва давомийлиги, кун				Ўртача
	Кс ini (ғўзанинг бошланғич ривожланиш даври)	Кс dev (ғўзанинг ривожланиш даври)	Кс mid (ғўзанинг ривожланиши-нинг ўрта даври)	Кс end (ғўзанинг ривожланиш-нинг охирги пишиш даври)	
Эгатлаб суғориш (мулчаланмаган)	0.44	0.98	1.19	0.76	0,84
Томчилатиб суғориш (мулчаланмаган)	0.36	0.85	1.18	0.71	0,78
Томчилатиб суғориш (мулча-қора плёнка)	0.06	0.39	1.13	0.68	0,57
Томчилатиб суғориш (мулча-шаффоф плёнка)	0.10	0.44	1.13	0.69	0,59
Томчилатиб суғориш (мулча-кузги буғдой сомони)	0.16	0.54	1.15	0.70	0,64

Тупроқ қора полиэтилен плёнка билан мулчаланганда Кс ini ғўзанинг бошланғич ривожланиш даврида ғўзанинг дастлабки бошланғич

ривожланиш даврида барг сатҳ юзаси кичик бўлиб, Кс ini нинг қиймати (Ke) тупроқдан буғланиши 90%, транспирация (Kcb) 10% деб ҳисобланади. Кс dev ғўзанинг ривожланиш даври ўсимлик интенсив ўсиб ривожланиб, (Kcb) қиймати ортиб боради. (Ke) қиймати эса камаяди. (Кс) нинг 40% транспирация (Kcb), 60% тупроқ юзасидан буғланиши (Ke) деб ҳисобланади. Кс mid ғўзанинг ривожланишининг ўрта даврида максимал барг юзаси, тупроқ юзасидан буғланиш минимал, ғўза пояси барглари тўлиқ ер юзасини қоплаган бўлиб, Кс нинг 95% транспирация (Kcb), 5% тупроқ буғланиши (Ke) деб ҳисобланади. Тупроқ қора полиэтилен плёнка билан мулчаланганда Кс end ғўзанинг ривожланишнинг охирги пишиш даврида ўсимлик ўсишдан деярли тўхтайди, барглар қурийди, (Kcb) пасаяди. Аммо (Ke) қайта ортиши мумкин [11; 195-196 б]. Кс нинг 10% транспирация (Kcb), 90% тупроқ юзасидан буғланиши (Ke) деб ҳисобланади. Шаффоф плёнка билан мулчаланганда 75-85% буғланишни, сомон билан мулчаланганда 50-65% буғланишни камайтиради [12].

Эгатлаб суғоришда тупроқдан бўладиган буғланиши коэффициенти, тупроқ юзаси деярли тўлиқ намланиши ҳисобига Ke (тупроқ буғланиш коэффициенти) қиймати анча юқори бўлади. ФАО-56 қўлланмаси бўйича Ke эгатлаб суғоришда 20-30% юқори қийматларга эга бўлди [11].

Хулоса. ФАО-56 қўлланмаси бўйича услубининг маҳаллий шароитларга мослашувчанлигини тасдиқланди. Қора плёнка билан мулчалашнинг буғланишни 85-95% камайтириши Li.S., Kang.S., Li.F., Zhang.L. (2013) томонидан олиб борилган тадқиқотлари билан мос келади [12]. Сомон мулчасининг самараси Zhang.Y., Wang.J., Gong.S., Xu.D. (2017) тадқиқотларида 70% дан кам (50-65%) бўлди, бу ўрта қумлоқ тупроқ ва иқлим шароитларига боғлиқ [14]. Эгатлаб суғоришнинг юқори буғланиш даражаси анъанавий усулларнинг самарасизлигини кўрсатади [11]. Тадқиқот гипотезаси – мулчалаш Кс ни 30% гача камайтиради – тўлиқ исботланиб, шаффоф плёнканинг 75-85% самараси Tarara.J.M. (2000) тадқиқот натижаларига мос келади [13].

Жиззах вилоятида ғўзани суғоришда қора плёнка билан мулчаланган томчилатиб суғориш сув истеъмолини 30-40% га камайтирди. Мослаштирилган Кс қийматлари (масалан, қора плёнка билан Кс ini=0.06, Кс mid=1.13) суғориш тартибларини мақбуллаштиришда муҳим ҳисобланади. Фермер хўжаликларида мулчаланган томчилатиб суғоришни кенг жорий этиш ва маҳаллий иқлим маълумотларига асосланган Кс қийматлардан фойдаланиш тавсия этилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Костяков.А.Н. Основы мелиорации - М.: Сельхозгиз, 1951. ст 652.
2. Рыжов.С.Н. Причины высокого естественного плодородия светлых сероземов Голодной степи. Почвоведение. 1952. №12 ст 39-42.
3. Шаров.И.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. М.: Сельхозгиз, 1952. ст. 448.
4. Милькис.Б.Е. Расчет оросительных норм с использованием характеристик радиации. – Экономика водного хозяйства, вып.2. –М: 1979, ст 81-83.
5. Будаговский.А.И., Джоган.Л.Я. Пути последовательного уточнения методики расчета оросительных норм. Водных ресурсы, 1980 №6, ст 54-56.
6. Молчанов.Л.А. Новая карта испаряемости на территории Средней Азии – В книге метеорология и гидрология в Узбекистане. Ташкент, 1985 –ст 35-39.
7. Шездюкова.Л.Х., Гаппаров С.М. К методике расчета режима орошения хлопчатника двухстрочного посева, орошаемого капельным способом под мульчированной темной полиэтиленовой пленкой // Мелиорация и водное хозяйство. – Москва, 2019. – №6. – С. 9-12.
8. Ричард Аллен, Луис Перейра, Дирк Раес, Мартин Смит. Эвапотранспирация растений. Пособие по определению требований растений на воду. Публикации ФАО по ирригации и дренажу 56.Ташкент. 2001 г. ст. 296.
9. ФАО материалы по ирригации и дренажу 24 “Водопотребление селхозкультур” Научно-информационный центр межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК). Ташкент 2000. -127 ст.
10. Гаппаров.С.М. “Плёнка остига қўш қаторлаб экилган ғўзани томчилатиб суғориш технологиясини такомиллаштириш” техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати.
11. Allen.R.G, Pereira.L.S, Raes.D, Smith.M. (1998). Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: FAO.
12. Li.S., Kang.S., Li.F., Zhang.L. (2013). Evapotranspiration and crop coefficient of spring maize with plastic mulch. Agricultural Water Management, 129, 159-168.
13. Tarara.J.M. (2000). Microclimate modification with plastic mulch. HortScience, 35(2), 169-180.
14. Zhang.Y., Wang.J., Gong.S., Xu.D. (2017). Straw mulch effect on soil water conservation. Soil & Tillage Research, 165, 233-241.

УЎТ: 556.53:551.58

ИҚЛИМ ЎЗГАРИШЛАРИ ШАРОИТИДА ДАРЁЛАР СУВ РЕСУРСЛАРИДАН САМАРАЛИ ФОЙДАЛАНИШГА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ ОМИЛЛАР

Гаппоров Хайрилло Лутпиллаевич
мустақил изланувчи, к.ф.н., доцент,
e-mail: 91271@mail.ru
https://orcid.org/0009-0009-4059-4310
Қулматов Рашид Аноровић
Ўзбекистон Миллий Университети профессори, к.ф.д.,
e-mail: rashidkulmatov46@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-7061-8602

Аннотация. Бугунги кунда жаҳонда иқлим ўзгаришлари ва антропоген омиллар таъсири натижасида мавжуд сув ресурсларининг қисқариши ва ифлосланиши асосий экологик муаммолардан бирига айланди. Бу ўз навбатида сув ресурсларидан самарали фойдаланишга ўз таъсирини кўрсатмоқда.

Ушбу ишда Амударё ва Сирдарёнинг Ўзбекистон қисмидаги сув ресурсларининг миқдори, сифати, дарё сувидаги оғир металлар миқдорлари, мазкур ҳудудда ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг минераллашуви ва миқдорини аниқлаш ҳамда дарё суви ифлосланишига сабаб бўлувчи асосий омилларни баҳолаш назарда тутилган.

Калит сўзлар: Амударё, Сирдарё, оғир металлар, коллектор-зовур сувлари, минераллашув, сифат ўзгаришлари, миқдор ўзгаришлари, баҳолаш.

Abstract. Currently, as a result of climate change and anthropogenic factors, depletion and pollution of water resources have become one of the main environmental problems. This, in turn, affects the efficient use of water resources.

This study is designed to ascertain the volume and quality of water resources within the Uzbekistan territory of the Amu Darya and Syrdarya, assesments the concentration of heavy metals in the river water, evaluate the mineralization and quantity of collector-drainage waters generated in this region, and comprehensively evaluate the primary factors contributing to the pollution of the river water.

Key words: Amudarya, Syrdarya, collector-drenaj waters, mineralization, quality changes, heavy metals.

Кириш. Глобал иқлим ўзгариши, аҳоли сонининг ортиши, иқтисодиёт тармоқларининг ўсиши, уларнинг сувга бўлган талаби йил сайин ошиб бориши туфайли сув ресурсларининг тақчиллиги йилдан-йилга кучайиб бормоқда. Сув ресурслари тақчиллиги олдини олиш борасида Ўзбекистонда

сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020–2030 йилларга мўлжалланган концепцияси қабул қилиниб, сув ресурсларидан самарали фойдаланиш бўйича изчил ислоҳотлар амалга оширилмоқда [1].

Маъдумки, Орол денгизи ҳавзасида 5 та Марказий Осиё республикалари (Ўзбекистон, Қозоғистон, Тожикистон, Қирғизистон ва Туркманистон) жойлашган бўлиб, уларнинг ҳудуди 3 млн. 882 км^2, суғориладиган ер майдони 7,95 млн. гектарни ташкил этади [2, 3]. Орол денгизи ҳавзаси мамлакатларининг (ОДҲ) сув ресурслари асосан, Амударё ва Сирдарё хавзаси сув ресурсларидан иборат бўлиб, ўртача кўп йиллик ҳажми 126 км^3 ва 14,7 км^3 ер ости сув заҳираларидан ташкил топган [4, 7].

Сув танқислиги, сув ва ер ресурслари сифатининг ёмонлашуви ОДҲнинг барча мамлакатларида кузатилмоқда ва бу ҳолат ушбу мамлакатлар баркарор ривожланишига салбий таъсир кўрсатмоқда [8, 10]. Иқлим ўзгаришлари туфайли ҳаво ҳароратининг кўтарилиши дарёлар ҳавзаларида буғланишнинг ортиши, баланд тоғларда эса қор ва музликларнинг жадал суратларда эриши ва пировард натижада сув ресурсларининг янада камайишига олиб келади [11, 14].

ОДҲ мамлакатларида сув истеъмоли таркибида асосий улушни қишлоқ хўжалигида суғориш ва ундан кейин саноат ва коммунал хўжаликларида сувдан фойдаланиш ташкил этади [15, 16].

ОДҲ давлатларининг суғориладиган ерларидан коллектор-зовурларга йилига 55,0-60,0 миллион тонна тузлар тушиб, улар сув ресурсларининг ифлосланишига олиб келмокда. Тузлар таркибида кальций гидрокарбонат, кальций, магний, натрий сульфат ва натрий хлориднинг миқдори юқорилиги аниқланган [17, 19].

Амударё ва Сирдарё сув ресурслари сифатига қишлоқ хўжалиги фаолиятининг таъсири ўрганилганда. Ушбу салбий таъсирнинг асосий сабаби қишлок хўжалигида муттасил минерал ўғитлар ва пестицидлардан фойдаланиш эканлиги аниқланган. Дарёларнинг юқори оқимидан қуйи оқимига ўтган сари улар сувининг минераллашуви ва таркибидаги турли моддалар миқдорининг ортиб бориши аниқланган [20, 24].

Қишлоқ хўжалигида суғоришдан кейин ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг ҳамда етарли даражада тозаланмаган саноат ва маиший оқова сувларнинг дарёларга қуйилиши туфайли, сув ресурсларининг минераллашув даражаси ҳамда улар таркибидаги оғир металлар ва бошқа ифлослантирувчи моддалар миқдори ортган ва бу жараён давом этмоқда [25, 29].

Ўзбекистоннинг турли ҳудудларида дарё сувларининг ифлосланиш даражасини таҳлил қилиш бўйича бир қанча тадқиқотлар ўтказилган.

Ўзбекистон ҳудудида, Амударё ва Сирдарё сувларида Hg, Cr, Cd, Co, U, Zn, Sc, Fe, Br, Au ва Sm каби оғир металларнинг миқдорлари нейтрон-активацион ва радионуклидлар ёрдамида ўрганилган. Дарёлар сувларида оғир металлар катионли, анионли коллоид ва нейтрал бирикмалар ҳолатида учраган. Нейтрал ва коллоид шаклларнинг нисбати ўрганилаётган металларнинг аксарияти учун 40% ни ташкил қилган [27].

Сув ресурсларидан самарали фойдаланишга таъсир қилувчи омиллар қаторига биринчи навбатда, табиий-иқлимий омиллар, яъни ёғингарчилик миқдори, ҳарорат, географик жойлашув, ер ости сувларининг мавжудлиги кирса, иккинчидан ирригация тизимларининг ҳолати, замонавий технологияларни, шу жумладан, сув тежовчи технологияларни жорий қилинганлиги муҳим ўрин тутади. Шу билан бирга сув ресурсларининг минераллашуви, ифлосланганлиги ҳам ундан фойдаланиш самарадорлигига таъсир кўрсатади.

Шундан келиб чиқиб, ушбу тадқиқот ишининг мақсади ОДҲ мамлакатларининг асосий дарёлари бўлган Амударё, Сирдарёнинг Ўзбекистон қисмидаги сув ресурсларининг миқдори, сифати таркибидаги ўзгаришларини, дарё сувидаги оғир металлар миқдорларининг вақт ва масофадаги ўзгаришлари динамикасини, мазкур ҳудудда ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг минераллашуви ва миқдорини аниқлаш ҳамда дарё суви ифлосланишига сабаб бўлувчи асосий омилларни баҳолаш ва уларни муҳофаза қилиш бўйича таклифлар беришдан иборат.

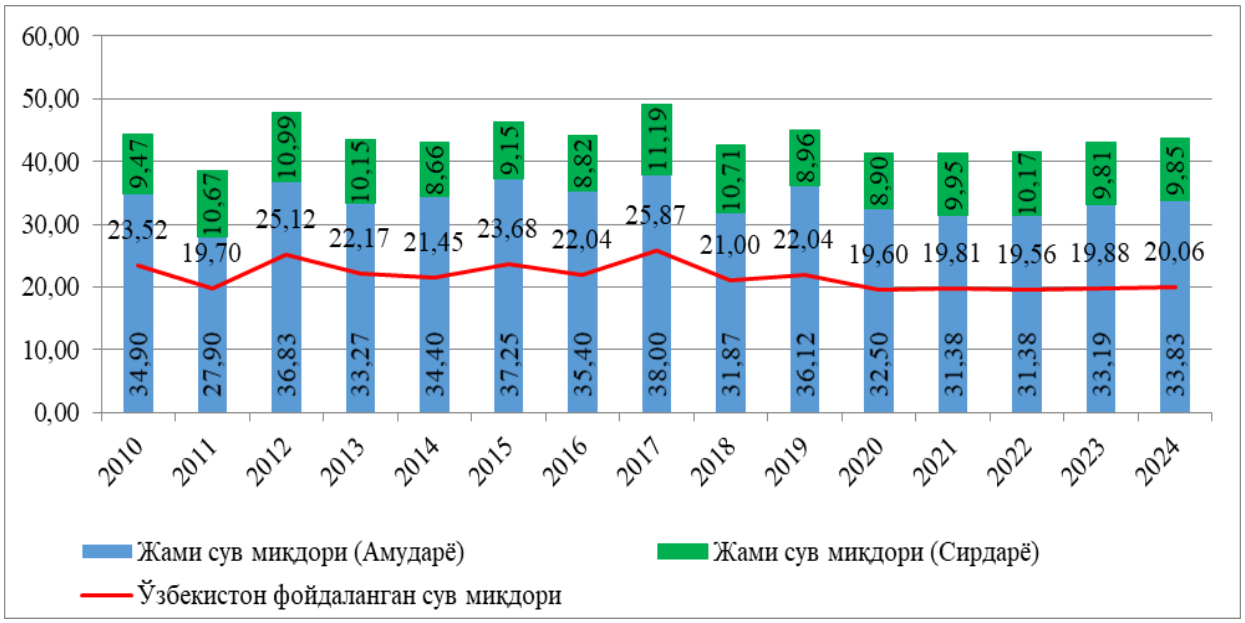
Тадқиқот объекти ва усуллари. Тадқиқот объекти сифатида Сирдарёнинг ўрта ва Амударёнинг ўрта ва қуйи оқими бўлган Ўзбекистон қисми олинган.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот ишларида Ўзбекистон гидрометеорология хизмати агентлигининг ер усти сувлари сифати бўйича бирламчи маълумотлари, Сув хўжалиги вазирлигининг коллектор-зовур тармоқлари ҳақидаги бирламчи маълумотлари олинган ва маълумотлар чуқур статистик қайта ишланган. Амударё ва Сирдарё сувининг Ўзбекистон қисмидаги гидрологик ва кимёвий таҳлили гидропостлардан олинган сув намуналарининг таҳлиллари натижалари асосида баҳоланди.

Натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Амударё ва Сирдарё ҳавзаси бўйича вегетация даври учун (1 апрелдан-1 октябргача) сув билан таъминланиш кўрсаткичлари динамикаси таҳлил қилинган. Унга кўра 2017

йилда энг юқори кўрсаткич 49,19 км^3, энг қуйи кўрсаткич 2011 йилда 38,57 км^3 ни ташкил этган (1-расм).

Вегетация мавсумида Ўзбекистон Амударё ва Сирдарё сув ресурсларидан 2017 йилда энг юқори кўрсаткич 25,87 км^3, энг қуйи кўрсаткич 2011, 2020-2023 йилларда 19,56-19,88 км^3 фойдаланган (1-расм).

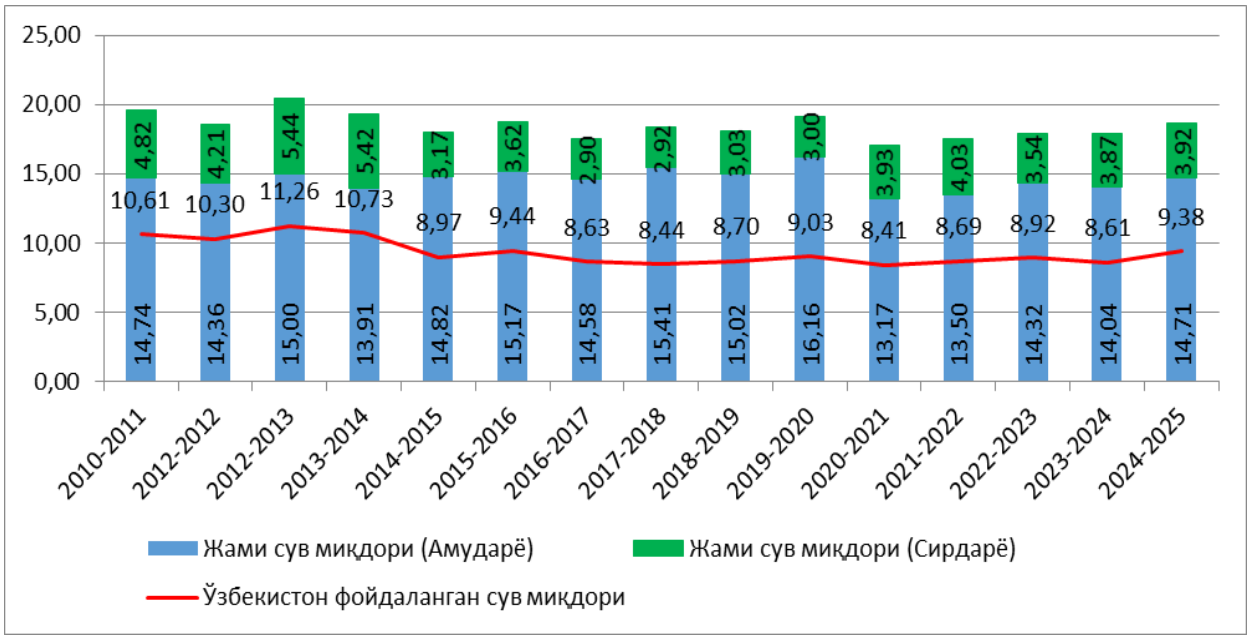


1-расм. **Амударё ва Сирдарё ҳавзасида вегетация даври учун сув билан таъминланганлик даражаси динамикаси**

Маълумотлардан кўринадики, вегетация даври учун 2010-2014 йилларга нисбатан, 2020-2024 йилларга келиб сув билан таъминланиш даражаси ўртача 1,03 баробарга камайган.

Амударё ва Сирдарё бўйича вегетация даври оралиғида (1 октябрдан – 1 апрелгача) йиллар кесимида сув билан таъминланиш кўрсаткичлари баҳоланганда, 2012-2013 йилларда энг юқори кўрсаткич 20,44 км^3 ни, энг қуйи кўрсаткич, 2020-2021 йилларда 17,10 км^3 ни ташкил этган.

Вегетация даврлари оралиғи мавсумида Ўзбекистон Амударё ва Сирдарё сув ресурсларидан 2012-2013 йилларда энг юқори кўрсаткич 11,26 км^3, энг қуйи кўрсаткич, 2020-2021 йилларда 8,41 км^3 фойдаланган (2-расм).



2-расм. **Амударё ва Сирдарё ҳавзаси бўйича вегетация даврлари оралиғида сув билан таъминланганлик даражаси динамикаси**

Вегетация даврлари оралиғи мавсуми учун маълумотлардан кўринадики, 2010-2015 йилларга нисбатан, 2020-2025 йилларга келиб сув билан таъминланиш даражаси ўртача 1,08 баробарга камайган.

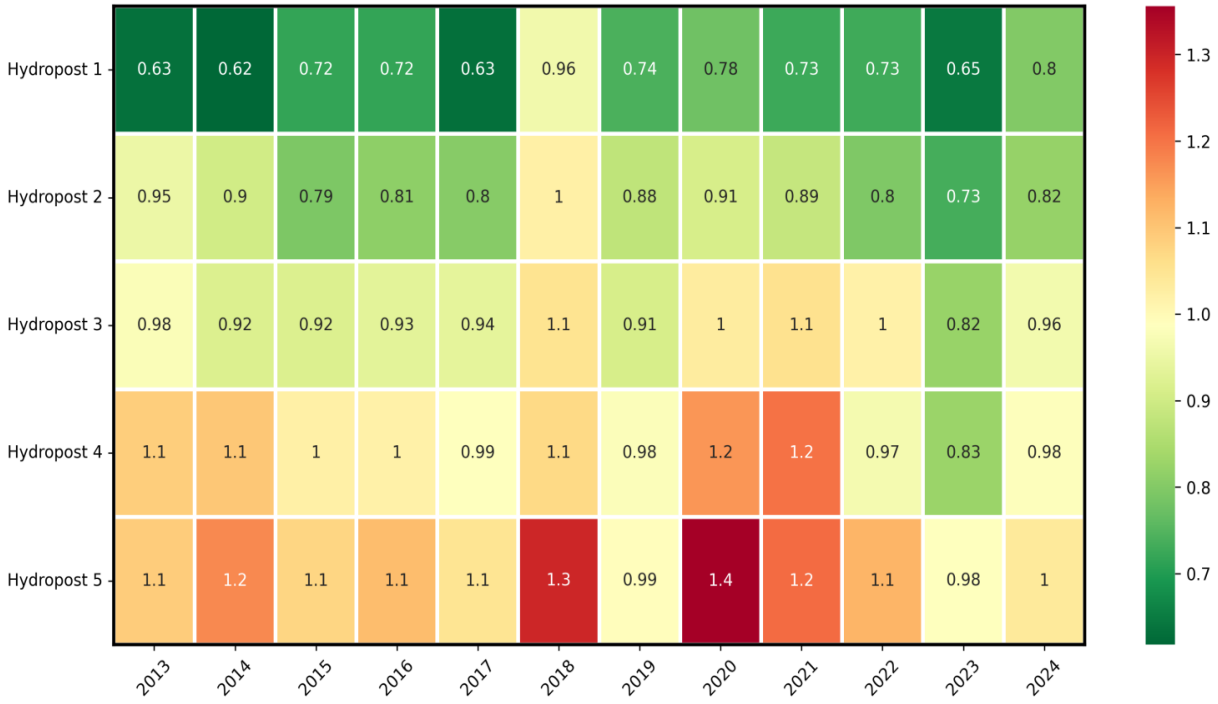
Амударё ва Сирдарё суви минераллашуви. Дарёлар суви минераллашуви даражасини баҳолаш ундан турли мақсадларда фойдаланишда муҳим кўрсатгич хисобланади. Тадқиқот йилларида (2013-2024) Амударё суви минераллашувининг ўртача қиймати Термиз шаҳри чегарасидан Қизилжар қишлоғигача 0,618-0,961 г/л дан 0,985-1,356 г/л гача ортганлиги кузатилган.

Тадқиқот натижаларидан маълум бўлдики, аксарият гидропостлардаги дарё суви минераллашувнинг энг паст миқдори 2017 йилда, яъни Амударё ҳавзасини сув билан таъминланиш кўрсаткичларини энг юқори бўлган кўп сувли йилда кузатилган. Дарёдаги ўртача минераллашув даражаси дарёнинг ўрта қисмидан, яъни Амударё дарёсининг Термиз шаҳридан қуйи қисми Қизилжар қишлоғи чегарасига қадар 1,35 баробардан 1,74 баробаргача ортиб борган (3-расм).

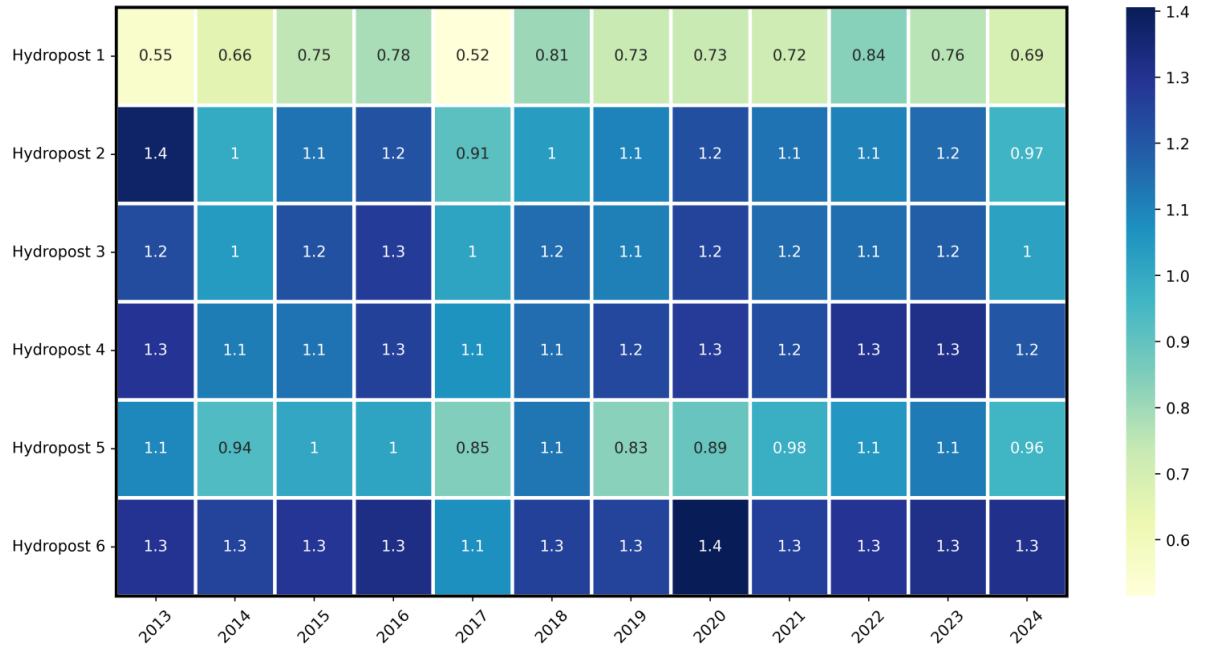
Сирдарё суви минераллашувининг ўртача қиймати Қал қишлоғи чегарасидан Геджиген дарёсининг қуйиладиган жойдан 0,5 км қуйи қисмигача 0,515-0,837 г/л дан 1,075-1,406 г/л гача ортганлиги кузатилган (4-расм).

Тадқиқот натижаларидан маълум бўлдики, гидропост ГПК-С (Чиноз ш.) коллектори қуйи қисмидан ташқари барча гидропостлардаги дарё суви

минераллашувнинг энг паст миқдори 2017 йилда, яъни Сирдарё ҳавзасини сув билан таъминланиш кўрсаткичларини энг юқори бўлган кўп сувли йилда кузатилган (4-расм).



3- расм. **Амударё суви минераллашувининг ўртача қиймати, г/л**

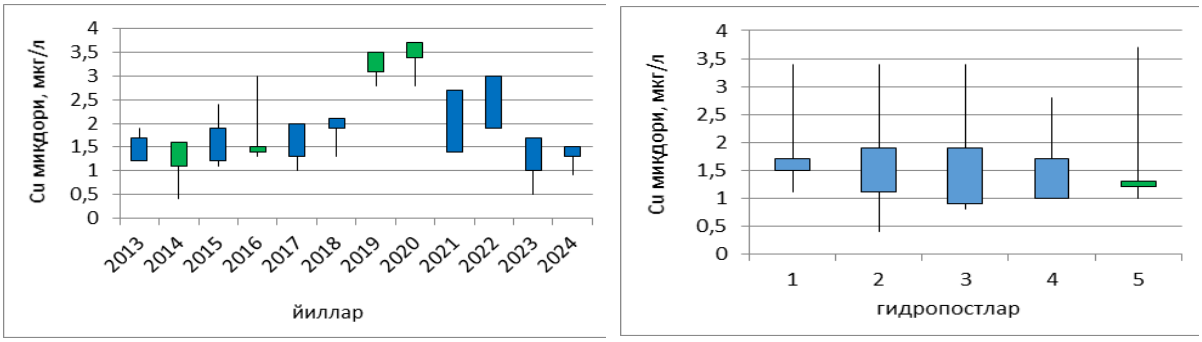


4- расм. **Сирдарё суви минераллашувининг ўртача қиймати, г/л**

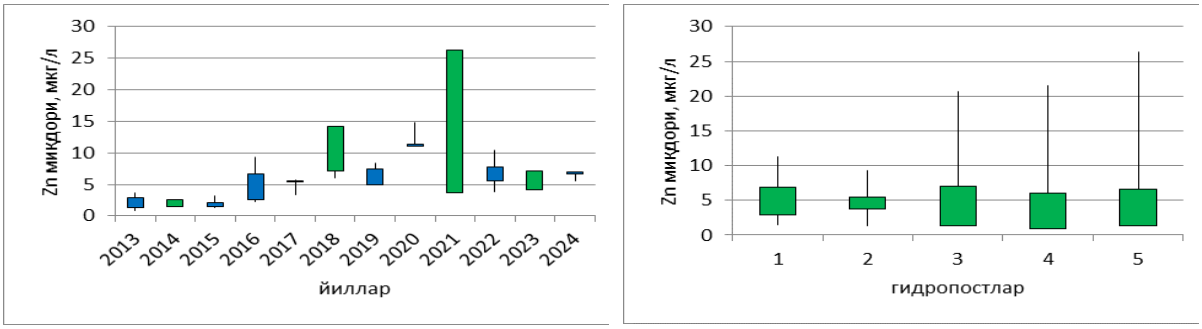
ГПК-С (Чиноз ш.) коллектори қуйи қисмида минераллашувнинг пасайишининг сабаби, Сирдарё дарёсининг энг катта ирмоқларидан бири

Чирчиқ дарёси сувларининг келиб қуйилиши билан боғлиқ. Чирчиқ дарёси суви минераллашуви Сирдарё дарёси сувининг минераллашувига қараганда камроқ миқдорни ташкил этгани учун бу гидропостда Сирдарё дарёси минераллашуви камайган.

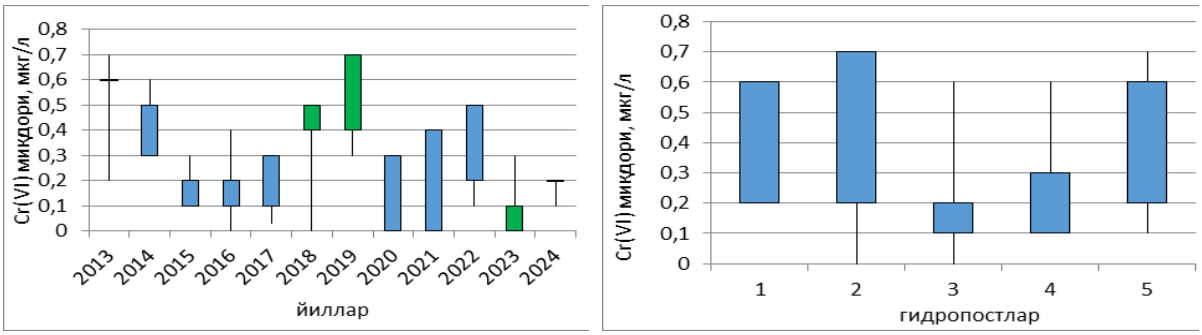
Амударё ва Сирдарё суви таркибидаги Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cr^{6+} ионларининг миқдорий ўзгаришлари динамикасини аниқлаш. 2013-2024 йиллар давомида Амударё ва Сирдарё суви таркибидаги оғир металлар ионлари ўртача миқдорининг гидропостлар бўйича йиллар кесимида ўзгариши динамикаси ўрганилди (5, 6, 7-расмлар).



5-расм. **Амударё сувидаги Cu^{2+} нинг ўртача миқдорининг гидропостлар бўйича ўзгариш динамикаси**



6-расм. **Амударё сувидаги Zn^{2+} нинг ўртача миқдорининг гидропостлар бўйича ўзгариш динамикаси**



7-расм. **Амударё сувидаги Cr (VI) нинг қиймати миқдорининг гидропостлар бўйича ўзгариш динамикаси**

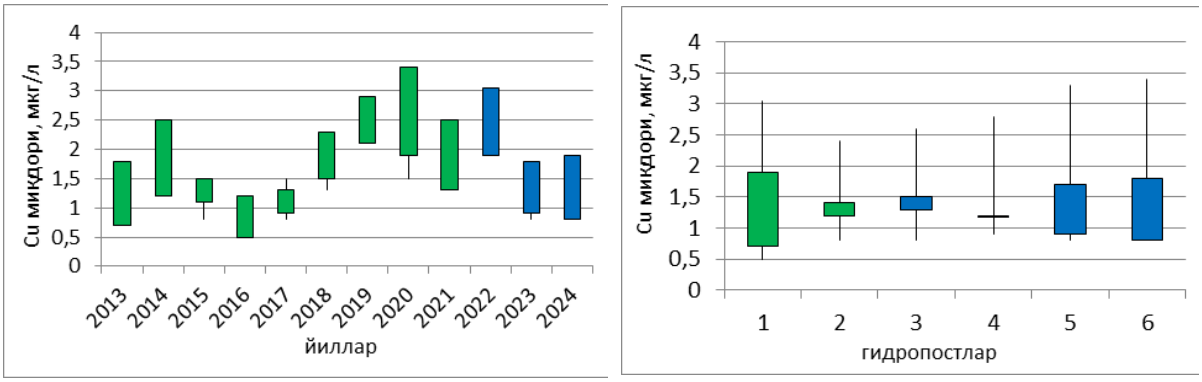
Cu^{2+}, Zn^{2+}, Cr^{6+} миқдорининг ўртача қиймати дарё гидропостлари жойлашувига қараб қуйидагича ўзгариб турган: Амударё бўйича Термиз

шаҳри гидропости чегарасидан Қизилжар гидропостигача мис иони миқдори 1,1-3,4 мкг/л дан 1,2-3,7 мкг/л гача, рух иони 1,5-11,3 мкг/л дан 1,3-26,3 мкг/л гача, хром (VI) 0,2-0,6 мкг/л дан 0,1-0,7 мкг/л гача ўзгариши аниқланган (5, 6, 7-расмлар, яшил ранг). Айрим йиллари аксинча, дарёнинг ўрта оқимидан қуйи оқимига борган сари металларнинг концентрациялари камайиб борганлигини кўриш мумкин. Бу ҳолатни дарёнинг сув оқими ҳамда сув омборида “тиниш (чўкиш)” ҳодисаси билан боғлаш мумкин (5,6,7-расмлар, кўк ранг).

Дарёнинг Термиз шаҳри гидропости чегарасидан Қизилжар гидропостигача мис иони миқдорининг ўртача қиймати 1,1 баробардан 1,5 баробаргача ортиб борган (5-расм).

Дарёнинг юқори оқимидан қуйи оқимига тушган сари, Термиз шаҳри гидропости чегарасидан Қизилжар гидропостига кадар рух иони миқдори ўзгариши йиллар кесимида 1,1 баробардан 7,3 баробаргача ортиб борган (6-расм).Дарёнинг юқори оқимидан қуйи оқимига караб, Термиз шаҳри гидропости чегарасидан Қизилжар гидропостигача хром (VI) миқдори ўзгариши йиллар кесимида 1,1 баробардан 1,8 баробаргача ортиб борган (7-расм).

Сирдарё бўйича Каль қишлоғи гидропости чегарасидан Геджиген гидропостида дарёнинг қуйиладиган жойидан 0,5 км қуйи қисмигача мис миқдори 0,5-3,0 мкг/л дан 1,2-3,4 мкг/л гача, рух 0,9-5,6 мкг/л дан 1,7-24,2 мкг/л гача, хром (VI) 0,22-0,9 мкг/л дан 0,28-1,0 мкг/л гача ўзгариши кузатилган (8,9,10-расмлар).

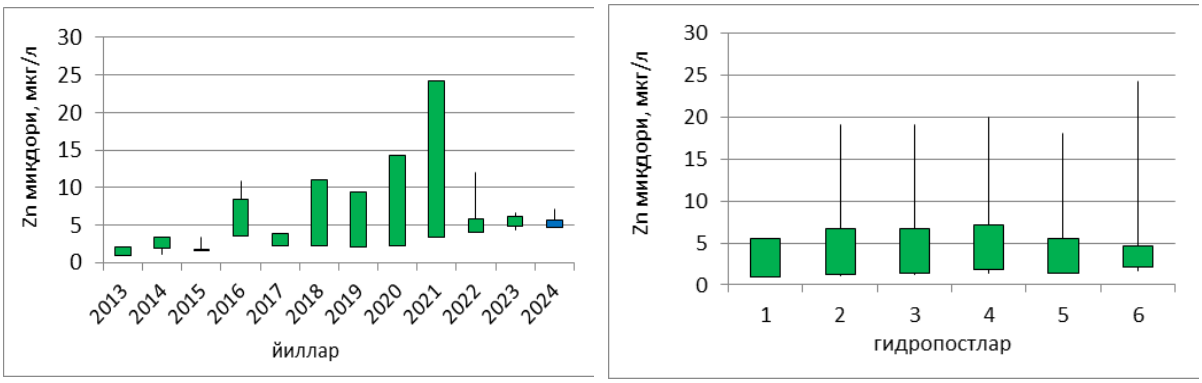


8-расм. **Сирдарё сувидаги Cu нинг ўртача миқдорининг гидропостлар бўйича ўзгариш динамикаси**

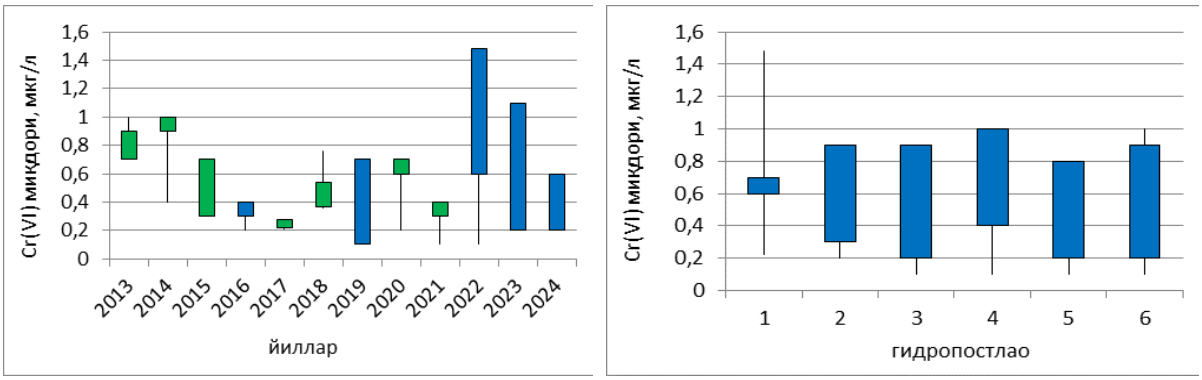
Дарёнинг Каль қишлоғи гидропости чегарасидан Геджиген, дарёнинг қуйиладиган жойдан 0,5 км қуйи қисмигача мис миқдорининг ўртача қиймати 1,4 баробардан 2,6 баробаргача ортиб борган (8-расм).

Дарёнинг юқори оқимидан қуйи оқимига тушган сари, яъни Кал қишлоғи чегарасидан Геджиген гидропостига кадар, дарёнинг қуйиладиган

жойдан 0,5 км қуйи қисмигача рух миқдори ўзгариши йиллар кесимида 1,7 баробардан 7,1 баробаргача ортиб борган (9-расм).



9-расм. **Сирдарё сувидаги Zn нинг ўртача миқдорининг гидропостлар бўйича ўзгариш динамикаси**



10-расм. **Сирдарё сувидаги Cr (VI) нинг қиймати миқдорининг гидропостлар бўйича ўзгариш динамикаси**

Дарёнинг юқори оқимидан қуйи оқимига караб, яъни Кал қишлоғи чегарасидан Геджиген гидропостига караб, дарёнинг қуйиладиган жойдан 0,5 км қуйи қисмигача хром (VI) миқдори ўзгариши йиллар кесимида 1,1 баробардан 2,3 баробаргача ортиб борган (10-расм).

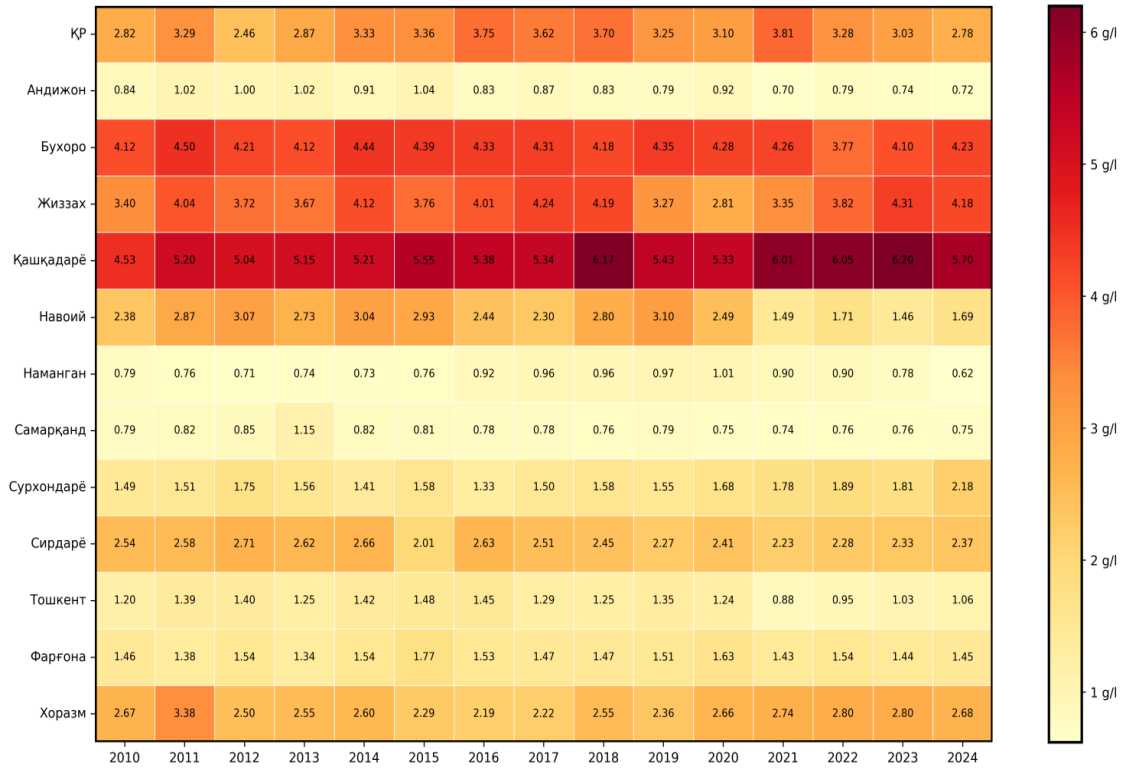
Шунингдек, Амударё ва Сирдарё суви таркибидаги Fe иони миқдори рухсат этиладиган кўрсаткичдан 3-4 баробарга камлиги аниқланди. Амударёнинг ўрта оқимида (Термиз шаҳри гидропости) ҳам қуйи оқимида ҳам, Сирдарёнинг юқори оқимида (Каль қишлоқ гидропости) ҳам қуйи оқимида ҳам оғир металлар миқдорининг (Cu, Zn, Cr(VI), Fe) камайиб боришини рух, мис, хром (VI), темир каторида жойлаштириш мумкин.

Амударё ва Сирдарё ҳавзаси коллектор-зовур сувлари. Амударё ва Сирдарё дарёси суви минераллашувининг гидропостлар кесимида ортиб боришининг асосий сабабларидан бири кишлок хўжалиги экин майдонларини сугоришдан кейин ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг дарёга келиб тушишидир. Дарё ҳавзасида ҳосил бўлган

коллектор-зовур сувларининг аксарият қисми Амударё дарёсига келиб тушади.

Амударё ва Сирдарё ҳавзасида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувлари ҳажми, минераллашуви ва туз миқдорини баҳолаганимизда қуйидагилар аниқланди. Амударё ҳавзасида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг умумий миқдори мамлакат миқёсида йилига 6,01-9,2 км^3, минераллашуви 1,33-6,17 г/л ни ташкил килган. Ҳавзада ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг энг катта ҳажми Туямуйин ирригация тизими ҳудудида ҳосил бўлади (йилига ўртача 4,7 км^3). Бу ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларнинг асосий қисми Сариқамиш пасттекислигига қуйилади. Сурхон-Шеробод массивида эса 1,2 км^3, Амударё ҳавзасининг қуйи қисми Қорақалпоғистон республикасининг суғориладиган майдонларидан эса ўртача 2,3 км^3 коллектор-зовур сувлари ҳосил бўлади.

Амударё ҳавзасида ҳосил бўлаётган коллектор-зовур сувлари минераллашуви даражасининг йиллик ўртача энг кам қиймати Сурхондарё вилоятида 1.33 г/л ни, энг юқори қиймат Қашқадарё вилоятида 6.17 г/л ни ташкил қилган. Дарё хавзасида коллектор-зовур сувлари миқдорининг ўртача йиллик кўрсаткичи 6010 млн м^3 дан 9283 млн м^3 гача, ҳосил бўлаётган туз миқдори йиллик ўртача 19039 минг тоннадан 27769 минг тоннагача ўзгариб турган.



11-расм. **Амударё ва Сирдарё ҳавзасидаги коллектор зовур сувлари минераллашувининг ўртача қиймати**

Қашқадарё, Бухоро вилоятлари ва Қорақалпоғистон республикасидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражаси Сурхондарё ва Хоразм вилоятлари коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражасига нисбатан юқорилигининг сабаби, биринчидан, Қашқадарё, Бухоро вилоятлари ва Қорақалпоғистон республикасидаги тупроқнинг шўрланиш даражаси юқорилиги билан изоҳланса, иккинчидан Амударё дарёси юқори оқимидан қуйи оқимга тушган сари дарёнинг сувининг минераллашуви ҳам ортиб боради.

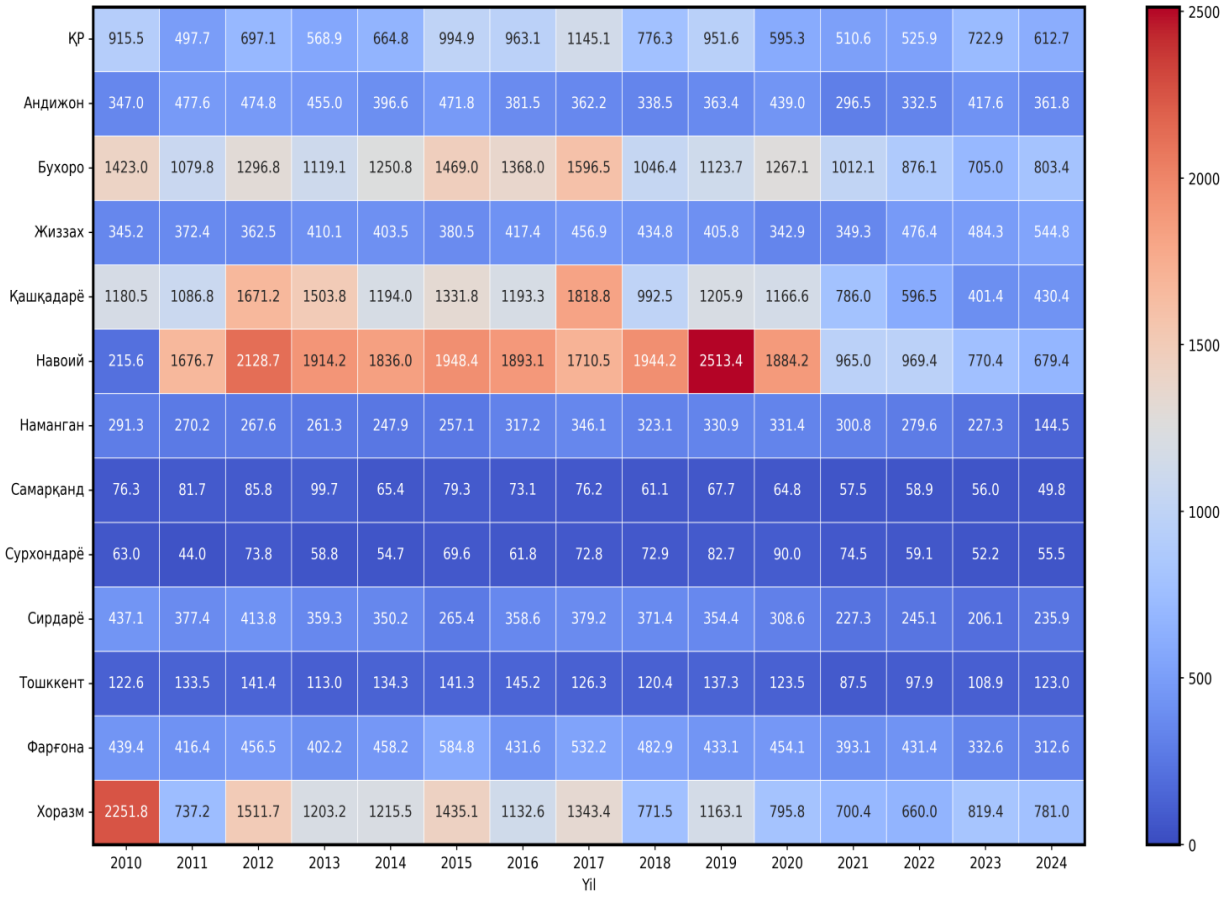
Бу ўз навбатида қишлоқ хўжалигида суғориш учун ишлатилаётган сувларнинг минераллашуви ортишига ҳамда ушбу вилоятлар суғориладиган майдонларида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг ҳам минераллашуви ортишига сабаб бўлади. Сурхондарё вилоятидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражасининг нисбатан пастлиги вилоят суғориладиган майдонларининг асосий қисми минераллашув даражаси камроқ миқдорни ташкил этувчи Сурхондарё ва Шеробод дарёларининг сувлари билан суғорилиши билан изоҳланади.

Сирдарё ҳавзасида эса ҳосил бўлаётган коллектор-зовур сувлари минераллашуви даражасининг йиллик ўртача энг кам қиймати Наманган вилоятида 0.62 г/л ни, энг юқори қиймат Жиззах вилоятида 4.31 г/л ни ташкил қилган. Дарё хавзасида коллектор-зовур сувлари миқдорининг ўртача йиллик кўрсаткичи 11400 млн $м^3$ дан 16500 млн $м^3$ гача, ҳосил бўлаётган туз миқдори йиллик ўртача 12600 минг тоннадан 20100 минг тоннагача ўзгариб турган.

Сирдарё ва Жиззах вилоятларидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражаси Андижон, Наманган, Фарғона ва Тошкент вилоятлари коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражасига нисбатан юқорилигининг сабаби, биринчидан, Сирдарё ва Жиззах вилоятларидаги тупроқнинг шўрланиш даражаси юқорилиги билан изоҳланса, иккинчидан Сирдарё дарёси юқори оқимидан қуйи оқимга тушган сари дарёнинг сувининг минераллашуви ҳам ортиб боради.

Бу ўз навбатида қишлоқ хўжалигида суғориш учун ишлатилаётган сувларнинг минераллашуви ортишига ҳамда ушбу вилоятлар суғориладиган майдонларида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг ҳам минераллашуви ортишига сабаб бўлади. Тошкент вилоятидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражасининг нисбатан пастлиги вилоят суғориладиган майдонларининг асосий қисми минераллашув даражаси

камроқ миқдорни ташкил этувчи Оҳангарон ва Чирчиқ дарёларининг сувлари билан суғорилиши билан изоҳланади.



12-расм. **Амударё ва Сирдарё ҳавзасидаги коллектор зовур сувларидаги умумий туз миқдори**

Хулоса ва таклифлар. Амударё сувининг минераллашув даражаси йиллар кесимида дарё оқими бўйлаб 1,35 баробардан 1,74 баробаргача, Сирдарё сувининг минераллашуви эса 1,56 баробардан 2,34 баробаргача ортиб борган. Дарёлар сувига суғориладиган майдонларда ҳосил бўлган коллектор-зовур сувлари таркибидаги тузлар тушиши ҳисобига дарё суви минераллашуви ортган.

Амударё оқими бўйлаб мис миқдори дарё узунлиги бўйлаб ўртача 1,1 баробардан 1,5 баробаргача, рух 1,1 баробардан 7,3 баробаргача, хром (VI) 1,1 баробардан 1,8 баробаргача, Сирдарё оқими бўйлаб эса мис миқдори ўртача 1,4 баробардан 2,6 баробаргача, рух 1,7 баробардан 7,1 баробаргача, хром (VI) 1,1 баробардан 2,3 баробаргача ортиб бориши кузатилган.

Амударё ҳавзаси ўрта оқимидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашув даражаси қуйи оқимидагига нисбатан ўртача 2,5 баробарга, Сирдарё суви оқимининг юқори қисмидаги коллектор-зовур сувларининг

минераллашув даражаси ўрта оқимидагига нисбатан ўртача 3,25 баробарга кам бўлган.

Амударё ҳавзасида жойлашган Сурхондарё ва Хоразм вилоятларида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг минераллашуви Қашқадарё, Бухоро вилоятлари ва Қорақалпоғистон республикасидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашуви даражасидан кам бўлган. Қашқадарё, Бухоро вилоятлари ва Қорақалпоғистон республикасидаги тупроқнинг шўрланиш даражаси ва суғориш суви минераллашуви юқорилиги сабабли коллектор-зовур сувларининг минераллашуви юқори бўлган.

Сирдарё ҳавзасида жойлашган Фарғона водийси вилоятлари ҳамда Тошкент вилоятида ҳосил бўлган коллектор-зовур сувларининг минераллашуви Сирдарё ва Жиззах вилоятларидаги коллектор-зовур сувларининг минераллашуви даражасидан кам бўлган. Жиззах ва Сирдарё вилоятларидаги тупроқнинг шўрланиш даражаси ва суғориш суви минераллашуви юқорилиги сабабли коллектор-зовур сувларининг минераллашуви юқори бўлган.

Амударё ва Сирдарё ҳавзасида ҳосил бўлаётган коллектор-зовур сувларининг, саноат корхоналаридан чиқаётган оқова сувларнинг дарё сувларига қуйилиши натижасида дарё суви минераллашуви ортиши, ифлосланиши сув ресурсларидан самарали фойдаланишга салбий таъсир кўрсатмоқда. Сув ресурсларининг ифлосланишини олдини олиш учун қишлоқ хўжалигида ишлатилаётган минерал ўғитларнинг меъёрдан ортиқча ишлатилишини олдини олиш, қишлоқ хўжалиги экинларига минерал ўғитларни томчилаб суғориш технологиялари орқали берилишини таъминлаш, саноат корхоналаридан чиқаётган оқова сувларнинг етарли даражада тозаланишини назорат қилиш ҳамда мунтазам мониторинг килиб боришни талаб этилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 10.07.2020 йил 10 июлдаги “Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020–2030 йилларга мўлжалланган концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6024 Фармони, https://lex.uz/docs/4892953.

2. Oxana S. Savoskul, Elena V. Chevnina, Felix I. Perziger, Ludmila Yu. Vasilina, Viacheslav L. Baburin, Alexander I. Danshin A.I., Bahtiyar Matyakubov, Ruslan R. Murakaev. Edited by O.S. Savoskul Water, Climate, Food, and Environment in the Syr Darya Basin Contribution to the project ADAPT Adaptation strategies to changing environments July 2003.

3. Lemenkova P., Current Problems of Water Supply and Usage in

Central Asia, Tian Shan Basin. Environmental and Climate Technologies 2013 /3. http://dx.doi.org/10.7250/iscect.2013.002

4. Saidmamatov O., Rudenko I., Pfister S., and Koziel J. 2020, Water-Energy-Food Nexus Framework for Promoting Regional Integration in Central Asia. Water 12, 1896. https://doi.org/10.3390/w12071896

5. Murray-Rust, H., Abdullaev, I., ul Hassan, M., Horinkova, V. 2003. Water productivity in the Syr-Darya river basin. Research Report 67. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.

6. Хикматов Ф., Эрлапасов Н.Б. Иқлим ўзгариши ва ер ости сувларининг Чирчиқ Оҳангарон ҳавзаси дарёлари оқимига қўшган ҳиссаларини баҳолаш. «Иқлим ўзгариши шароитида арид ҳудудлар сув ресурслари: муаммолар ва уларнинг ечимлари» Мавзуида ташкил этилган халқаро илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент, 20 октябрь 2023 йил, 248-252.

7. Кудратов Т., Якубов М., Мирхасилова З. Проблема водообеспечения сельскохозяйственного сектора в условиях изменения климата «Иқлим ўзгариши шароитида арид ҳудудлар сув ресурслари: муаммолар ва уларнинг ечимлари» Мавзусида ташкил этилган халқаро илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент, 20 октябрь 2023 йил, 211-214

8. Kulmatov, R. Problems of sustainable use and management of water and land resources in Uzbekistan. J. Water Resour. Prot. 2014, 6, 35–42. http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2014.61006

9. Gaybullaev, B.; Chen, S.; Gaybullaev, D. Changes in water volume of the Aral Sea after 1960. Appl. Water Sci. 2012, 2, 285–291. https://doi.org/10.1007/s13201-012-0048-z

10. Бабурин В.Л., Даньшин А.И., Кириллов П.Л., Матякубов Б.Ш.: Оценка достоверности долгосрочного прогнозирования социально-экономического развития бассейна Сырдарьи. Ўзбекистон География жамияти ахбороти, 2019, 55-жилд. 105-112 б.

11. Bernauer T., Siegfried T. Climate change and international water conflict in Central Asia.) Journal of Peace Research 49(1) 227–239, 2012. https://doi.org/10.1177/0022343311425843

12. Punkari M., Droogers P., Immerzeel W., Korhonen N.,. Lutz A, and Venäläinen A.. Climate Change and Sustainable Water Management in Central Asia. FCG International. No. 5б May 2014.

13. Siegfried T.; Bernauer T.; Guiennet R.; Sellars S.; Robertson A.W.; Mankin J.; Bauer-Gottwein P.; Yakovlev A. Will climate change exacerbate water stress in Central Asia? Clim. Chang. 2012, 112, 881–899. https://doi.org/10.1007/s10584-011-0253-z

14. Хикматов Ф.Х., Юнусов Г.Х., Эрлапасов Н.Б. и др. Закономерности формирования водных ресурсов горных рек в условиях изменения климата. Монография. – Ташкент: «Инновацион ривожланиш

нашриёт-матбаа уйи», 2020. – 232 с.

15. Cai X., McKinney D.C., Rosegrant M.W. Sustainability analysis for irrigation water management in the Aral Sea region. Agric. Syst. 2003, 76, 1043–1066. https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00028-8

16. Жўраев Б.Б., Ходжиев А.К., Хурсандова Н.Р. Иқлим ўзгаришининг Орол бўйи ҳавзасига таъсири, Амударё ҳавзасида сув тақчиллиги муаммоси. «Иқлим ўзгариши шароитида арид ҳудудлар сув ресурслари: муаммолар ва уларнинг ечимлари» Мавзуида ташкил этилган халқаро илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент, 20 октябрь 2023 йил, 101-105

17. Чембарисов Э.И., Махмудов И.Э., Лесник Т.Ю., Вахидов Ю.С., Долидудко А.И. Минерализация и гидрохимичекий режим вод среднего течения реки Сырдарьи. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия, Материалы конференции № 2(62)/2016.

18. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т., Шодиев С.Р., Лесник А.П.: Особенности распределения минерализации и химического состава грунтовых вод орошаемой зоны Сурхан-Шерабадского оазиса. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия, № 4(64)/2016. Материалы конференции. С. 144-150.

19. Чембарисов Э.И., Хожамуратова Р.Т., РахимоваМ.Н., Шодиев С.Р.. Многолетние изменения качества речных вод Узбекистана Природные ресурсы, среда и общество. «Науки о Земле и смежные экологические науки», 2020 стр 55-58.

20. Leng P., Zhang Q., Li F., Kulmatov R., Wang G., Qiao Y., Wang J., Peng Y., Tian C., Zhu N., Hirwa H., Khasanov S.. Agricultural impacts drive longitudinal variations of riverine water quality of the Aral Sea basin (Amu Darya and Syr Darya Rivers), Central Asia. Environmental Pollution 284 (2021) 117405. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117405

21. W. Zhang, L. Ma, J.Abuduwail, Y.Ge, G.Issanova, G.Saparov. Hydrochemical characteristics and irrigation suitability of surface water in the Syr Darya River, Kazakhstan. Environ Monit Assess (2019) 191: 572. https://doi.org/10.1007/s10661-019-7713-8

22. Чембарисов Э.И., Мирзакобулов Ж.Б., Рахимова М.Н., Расулов Б.О., Тиллаева З.У. Гидроэкологичесий мониторинг качества речных вод бассейна реки Амударьи в пределах Узбекистана. Экология и строительство | № 1, 2019 с.12-18 | DOI: 10.35688/2413-8452-2019-01-002

23. S.Bissenbayeva, J.Abuduwaili, G.Issanova, K.Samarkhanov. Characteristics and Causes of Changes in Water Quality in the Syr Darya River, Kazakhstan. Water Resources, 2020, Vol. 47, No. 5, pp. 904–912. © Pleiades Publishing, Ltd., 2020.

24. Khasanov S.; Li F.; Kulmatov R.; Zhang Q. Evaluation of the perennial spatio-temporal changes in the groundwater level and mineralization, and soil salinity in irrigated lands of arid zone: As an example of Syrdarya

Province, Uzbekistan. Agric. Water Manag. 2022, 263, 107444. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107444

25. Абдушукуров Дж.А., Кобулиев З.В., Салибаева З.Н.. Изучение состава и качества воды в притоках реки Амударья. Наука и новые технологии №7, 2013, с 47-51.

26. Chembarisov E.I., Mirzakabulov Zh.B., Ananova K.K., Zabirov F.M. Collectordrainage waters of the middle reaches of the Syrdarya river basin.// Journal "Water resources and water use" No. 1 (168) 2018, Astana, pp. 36-39.

27. Kulmatov R.A. and Hojamberdiev M.. Heavy Metals Concentration and Speciation in Arid Zone Rivers (Amudarya and Syrdarya) of Central Asia. Journal of Environmental Science and Engineering, Aug. 2010, Volume 4, No.8 (Serial No.33). https://doi.org/10.1007/s11869-010-0067-6;

28. X.Gapporov, R.Qulmatov. Iqlim o‘zgarishi sharoitida Amudaryo havzasi suv resurslarining miqdor va sifat ko‘rsatkichlarini baholash (O‘zbekiston hududi). Экология хабарномаси, 2024. №3, 32-41 бетлар.

29. X.Gapporov, R.Qulmatov. Sirdaryo havzasi kollektor-zovur suvlari holatini baholash (O‘zbekiston hududi) . Tabiiy fanlar: dolzarb muammolar va ularning yechimlari Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to‘plami. I-qism. Samarqand. 7-8-May, 2025-yil, 103-106 бетлар.

UDC: 631.674.5

ENHANCING WATER USE EFFICIENCY AND CROP PRODUCTIVITY THROUGH SPRINKLER IRRIGATION IN VEGETABLE CULTIVATION

Munisakhon Burkhonova
PhD student, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National Research University.
email: munisaburxonova1998@gmail.com
ORCID ID: 0009-0007-0745-3669,
Bakhtiyar Matyakubov
Doctor of Agricultural Sciences,
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National Research University.
email: bmatyakubov@inbox.ru
ORCID ID: 0000-0002-1952-4475,

Abstract: This study assesses the relative effectiveness of sprinkler irrigation compared to traditional furrow irrigation in vegetable farming, with particular attention to water use efficiency, environmental impact, and crop productivity. The results demonstrate that sprinkler irrigation reduces water usage by 47.29%, saving around 3060 m³/ha when compared to furrow irrigation. Additionally, sprinkler systems improve soil conditions by minimizing erosion and enhancing moisture retention, fostering a more favorable environment for crop development. The research also emphasizes the environmental benefits of sprinkler irrigation, noting a 54.45% decrease in weed growth, which reduces reliance on herbicides and promotes more sustainable farming practices. In terms of crop yield, vegetable production in 2023 increased by 17.1% under sprinkler irrigation, compared to a 13.1% rise observed with furrow irrigation in 2022. Overall, the study identifies sprinkler irrigation as a more water-efficient, environmentally friendly, and productive method, providing practical insights for farmers aiming to balance sustainability with agricultural output in contemporary farming systems.

Keywords: Sprinkler Irrigation, Water Use Efficiency, Environmental Impact, Carrot crop, Uzbekistan.

Аннотация: В данной статье приводится эффективность дождевального орошения по сравнению с традиционным орошением в овощеводстве (выращивания маркова), с особым вниманием к водопользованию, воздействию на окружающую среду и урожайности. Результаты показывают, что на дождевальном орошение снижается водопотребление на 47,29 %, экономя около 3060 м³/га по сравнению с бороздовым поливом. На исследование также подчеркивается экологические преимущества дождевального орошения, отмечая снижение

засолённости почвы на 54,45 %, что сокращает необходимость применения гербицидов и способствует более устойчивым методам ведения сельского хозяйства. Что касается урожайности, то производство овощей в 2023 году увеличилось на 17,1 % при использовании дождевального орошения по сравнению с 13,1% прироста урожая при бороздовом орошении в 2022 году. В целом, исследование определяет дождевальное орошение является эффективным. Также дождевальный метод орошения является экологический безопасный и продуктивный метод, предоставляющий практические рекомендации для фермеров, стремящихся сочетать устойчивость с высокой производительностью в современных агросистемах.

Ключевые слова: дождевальное орошение, водопользование, экологическое воздействие, морковь, Узбекистан.

Аннотация. Ushbu tadqiqot sabzavotchilik (sabzi) da yomg‘irlatib sug‘orish tizimining an’anaviy egatlab usulidagi sug‘orishga nisbatan nisbiy samaradorligini baholaydi. Xususan, suvdan foydalanish samaradorligi, atrof-muhitga ta’siri va hosildorlikka alohida e’tibor qaratilgan. Natijalarga ko‘ra, yomg‘irlatib sug‘orish tizimi suv sarfini 47,29% ga qisqartirib, har gektar maydonda taxminan 3060 m³ suvni tejaydi. Bundan tashqari, yomg‘irlatib sug‘orish tizimlari tuproq eroziyasining oldini oladi va namlikni ushlab turish qobiliyatini oshirib, ekinlar rivojlanishi uchun qulay muhit yaratadi. Tadqiqotda yomg‘irlatib sug‘orishning ekologik afzalliklari ham ta’kidlangan bo‘lib, begona o‘tlar sonining 54,45% ga kamayishi qayd etilgan, bu esa gerbitsidlarga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirib, barqaror qishloq xo‘jaligi usullarini rag‘batlantiradi. Hosildorlik bo‘yicha esa, 2023-yilda sabzavot yetishtirish hajmi yomg‘irlatib sug‘orishda 17,1% ga oshgan bo‘lsa, 2022-yilda egat usulida 13,1% ga ko‘tarilgan. Umuman olganda, tadqiqot yomg‘irlatib sug‘orishni suv tejovchi, atrof-muhitga xavfsiz va yuqori hosildorlikka ega bo‘lgan usul sifatida tavsiya etadi, hamda zamonaviy qishloq xo‘jaligi tizimlarida barqarorlik va mahsulot yetishtirish hajmini muvozanatlashni ko‘zlagan fermerlar uchun amaliy tavsiyalar beradi.

Kalit so‘zlar: yomg‘irlatib sug‘orish, suvdan foydalanish samaradorligi, ekologik ta’sir, sabzi ekini, O‘zbekiston.

Introduction. Agriculture consumes the largest share of the world’s water resources, posing major challenges, especially in regions where water is scarce [1]. Implementing water-saving technologies is crucial for enhancing water efficiency, minimizing waste, and increasing crop production [2]. With population growth and climate change exacerbating water scarcity, creating sustainable water management strategies is vital to securing water availability for the future [3]. Innovations such as precision irrigation and water-saving

technologies are essential for meeting both present and future agricultural demands, promoting productivity and environmental sustainability.

A range of water-conserving technologies has been developed [4], [5], [6]. Many countries have adopted modern and intelligent irrigation systems to conserve water resources [7], [8]. Significantly, numerous farmers opt for drip irrigation systems [4], [5], [9]. Drip irrigation systems successfully address multiple challenges linked to conventional sprinkler systems, including problems with hydrant access, elevated water costs, and the reliance on movable sprinkler devices. Around 48% of farmers prefer sprinkler irrigation because of its flexibility to suit various field conditions, including soil types, crop needs, and irrigation schedules. In large-scale irrigation projects, drip irrigation is implemented not just for water conservation, but also to meet particular natural and socioeconomic conditions [10].

Sprinkler irrigation is a way to save water. This irrigation replicates natural rainfall to water crops [11]. This method uses controlled water distribution across fields in the form of droplets or mist, leading to a reduction in water consumption by as much as 50% compared to surface irrigation systems [12]. Efficient water distribution via sprinklers is critical for effective irrigation design and assessing uniformity of water application [13]. Studies suggest that using sprinkler irrigation alongside minimal or no tillage may slightly decrease wheat yields [14]; however, it is more water-efficient, making it a viable sustainable choice in water-scarce areas [14]. Over the years, sprinkler systems that mimic natural rainfall have been used for a wide range of crops [15], [16].

According to established nutritional guidelines, individuals are advised to consume approximately 120 kilograms of a variety of vegetables each year to meet dietary and health standards [17]. Achieving this target requires the expansion of cultivated areas and enhanced yields, which can be supported by the adoption of resource-efficient irrigation technologies [18]. Thus, there is considerable potential for the adoption of water-saving technologies, such as sprinkler irrigation systems [19]. One such resource-efficient irrigation technique is micro-irrigation, specifically sprinkler irrigation [20], [21]. This approach is intended to enhance soil and plant phytoclimatic conditions while promoting water conservation and ensuring effective resource management [22].

Sprinkler irrigation remains underused in Uzbekistan, where traditional irrigation methods dominate. This limited implementation highlights the importance of the current study, which seeks to evaluate the potential benefits of incorporating sprinkler irrigation systems to improve water efficiency and support

sustainable agricultural practices in the country [23], [24], [25]. To successfully implement sprinkler irrigation technology on agricultural farms, it is crucial to conduct comprehensive and systematic research that assesses its suitability for the specific climatic and environmental conditions of Uzbekistan, ensuring its optimal performance and long-term sustainability within the region's agricultural practices.

Material and methods:

Description of the Experimental Field and Crop. A study examining the impact of sprinkler irrigation on the growth of carrot (Daucus carota L.) during the growing season was conducted in Uzbekistan’s Tashkent region, an area known for its typically saline soils and located at an altitude of 950–1050 meters above sea level. The research took place in the experimental fields of the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers National Research University in Uchkhuz during the 2022 and 2023 growing seasons. The main objective was to evaluate the practicality and advantages of using sprinkler irrigation systems to enhance water use efficiency and promote sustainable agriculture in Uzbekistan. The study concentrated on the effectiveness of this irrigation method in cultivating the locally popular carrot variety, Mirzoi Kizil-228 (Daucus carota L.). It aimed to generate reliable data on the influence of sprinkler irrigation on crop productivity, water savings, and overall agricultural sustainability, supporting the development of more resource-efficient and environmentally responsible farming methods in the region.

Methodology for Field and Laboratory Experiments in Irrigation. Phenological observations, field experiments, and laboratory analyses were carried out following methodologies developed by the Agrotechnological Institute of Cotton Breeding and Breeding, the Institute of Irrigation and Water Problems, and the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers National Research University, along with other research institutions. Key references included “Methodology of Field and Vegetation Experiments with Cotton under Irrigation Conditions” (1981), “Methodology of Field Experiments with Cotton” (1981), and “Methods of Conducting Field Experiments” (UzPITI, T., 2007). These established guidelines ensured a rigorous and systematic approach to the experimental design and execution. Agricultural technologies and practices were implemented in alignment with the general guidelines provided by the Ministry of Agriculture of Uzbekistan and the State Committee on Statistics of the Republic of Uzbekistan, ensuring the research adhered to local agricultural standards.

Comparative Analysis of Irrigation Methods. The methods used to compare irrigation types in this study involved a comprehensive experimental design that included controlled field experiments and laboratory analyses. The key elements of this approach have included:

- Experimental Setup: Field experiments were carried out using both sprinkler and furrow irrigation methods. The plots under each irrigation system were monitored to observe key agricultural parameters such as crop yield, water use efficiency, and weed infestation.

-Criteria Considered:

Water Use Efficiency: The amount of water used by each irrigation method and its effectiveness in delivering water to crops.

Weed Infestation: The density and coverage of weeds in both irrigation systems were compared to assess the impact of each system on weed control.

Crop Yield: The quantity and quality of crop production under each irrigation system were evaluated.

Soil and Plant Health: Observations related to soil moisture, plant growth, and overall health, including vegetative biomass and edible plant parts, were taken into account.

Environmental Impact: The effects of each irrigation method on the surrounding environment, such as water conservation and soil erosion, were considered.

Data Analysis: Statistical tools and methodologies were used to compare the performance of the two irrigation methods. The reductions in water usage, improvements in crop yield, and weed control outcomes were key indicators of the success of sprinkler irrigation over traditional furrow irrigation.

This systematic design and criteria helped ensure a comprehensive comparison of the irrigation methods to determine their relative effectiveness and potential benefits.

Climatic Conditions in the Experimental Field. In order to determine the amount of precipitation in Tashkent region, which is considered as our experimental object, the amount of precipitation in the months of February, March, April, May and June 2022 was continuously determined in a water measuring device and test tubes and recorded in a field notebook based on a table (Table 1).

Table 1

Variation of precipitation in the experimental area

Months	Air temperature, ^{0}C		Precipitation, mm	Relative air humidity, %		Wind speed, m/s	Duration of sunlight, day
	Max	Min		Max	Min		
January	6.9	-1.9	18.0	74	57	1.4	5.8
February	14.2	3.9	40.1	68	48	1.5	6.4
March	15.4	5.6	90.9	72	52	1.6	5.0
April	23.1	10.8	1.8	56	34	1.4	9.8
May	31.3	18.1	6.0	51	32	1.5	9.4
June	35.8	21.8	0.1	38	22	1.5	11.9
July	37	3.6	0.0	43	27	1.4	11.3
August	35	22.5	0.0	44	28	1.3	11.0
September	30.8	16.3	0.0	46	27	1.3	9.7
October	18.5	7.7	29.2	64	42	1.3	6.5

In order to determine the volume mass in the soil in the cultivation of cauliflower and carrots, it was studied at the beginning of the operation period in the common ground, and the results of agrophysical observation of the soil showed that the volume mass of the soil in the 0-30 cm layer of the experimental field was 1.29 g/cm^3, and 1.31 g/cm in the 0-50 cm. per cm^3, 1.33 g/cm^3 at 0–70 cm and 1.35 g/cm^3 at 0-100 cm, the average porosity of the experimental area decreased from top to bottom, that is, at 0-30 cm It was 51.5 %, 50.4 % at 0-50 cm, 49.6 % at 0-70 cm, and 48.7 % at 0-100 cm.

Agrochemical Properties. The soil in the experimental area exhibited a soft structure, but a hard crust formed after irrigation or rainfall, which disrupted the water and air balance within the soil. The stable air temperature above 0°C in the spring was observed between the end of the second and the beginning of the third week of March, while in the autumn, this temperature condition occurred between the end of the first and the beginning of the third week of November. The cumulative sum of active temperatures varied between 3100 and 3400°C. Spring frosts ceased by the third week of April, while autumn frosts resumed around the third week of September or early October. The average frost-free period ranged from 140 to 170 days. Annual precipitation ranged from 350 to 600 mm, with 250 to 320 mm occurring during the warm period. The hydrothermal coefficient varied between 0.7 and 1.0.

Table 2

Agrochemical analysis of experimental field soils

Options	Layer thickness, cm.	Humus %	Common forms, %		Active forms, mg/kg		
			N-NH_4	P_2O	NN_4	P_2O_2	K_2O
1	0-30	0.683	0.043	0.18	9.6	18.0	170
	30-50	0.590	0.035	0.14	7.6	15.0	140
2	0-30	0.690	0.049	0.20	10.0	19.0	180
	30-50	0.596	0.040	0.16	8.0	16.0	150
3	0-30	0.688	0.047	0.19	9.8	18.8	178
	30-50	0.595	0.039	0.16	8.0	15.8	147

The agrochemical analysis of the soil in the experimental field revealed variations in humus content, nutrient concentrations, and the availability of active forms of nutrients at different soil depths (Table 2). Humus content remained relatively stable, ranging from 0.590% to 0.690% in the 0-30 cm layers and 0.595% to 0.596% in the 30-50 cm layers. Nutrient concentrations, including nitrogen (N-NH_4), phosphorus (P_2O_5), and potassium (K_2O), decreased with depth, with the highest levels found in the 0-30 cm layers. Active forms of nutrients were also more concentrated in the upper soil layers, indicating better nutrient availability at the surface.

Technical Specifications of the Equipment. The research focused on evaluating the sprinkler irrigation system provided by NaanDaanJain, a leading Israeli company specializing in water-saving technologies. The production of the system adhered to international quality standards (ISO 9001:2000), ensuring its compliance with all stability requirements.

Micro-irrigation, or sprinkler irrigation, is a key irrigation method in regions with uneven terrain and significant water scarcity. The field experiments specifically targeted vegetable crops such as carrots. The study examined the impact of sprinkler irrigation on water conservation, field contamination, and the yield and quality of vegetable crops.

The sprinkler system consists of 50 mm diameter polyethylene pipes, assembled in 10-12-meter segments. The sprinkler model used was the 5022 SD, operating at a pressure of 3.5 bar, with a nozzle diameter of 3.5 mm. It has a water flow rate of 0.87 m^3 per hour and a coverage diameter of 12 meters.

Growth Environment and Conditions. The weather conditions in 2022 were marked by a cold spring and substantial rainfall, with 132.4 mm recorded in April. The low temperatures and excessive soil moisture during this period adversely impacted the germination and growth of early-planted carrot seeds, while also fostering the development of diseases. After the extended cold and wet

spring, a hot summer ensued, with temperatures reaching 35-37°C and lasting for more than two months with minimal precipitation.

From June to September, rainfall was exceptionally low, significantly deviating from the long-term average. The combination of low humidity and high temperatures negatively affected the growth and development of vegetable crops. The irregular distribution of rainfall throughout the growing season (April-September) is presented in the 2022 meteorological data (Table 3).

Table 3

Meteorological data for the growing seasons of 2022-2023

Indicators	The season of growth (months)						The sum of (average) during the growing season
	April	May	June	July	August	September	
Temperature, ºC.							
2022	10,0	16,45	22,04	26,1	22,4	15,4	18,74
2023	54,18	12,03	15,3	30,0	24,01	14,4	16,65
Long-term data	9,4	15,9	18,9	21,4	20,1	17,5	17,2
Relative humidity, %.							
2022	76,9	54,9	57,7	54,6	44,04	60,1	58,04
2023	72,87	68,66	55,9	42,8	49,19	62,8	58,7
Long-term data	65,05	61,1	56,0	49,8	57,05	58,2	57,8
Precipitation, mm.							
2022	132.4	59,1	17,6	7,3	13,01	1,0	38,4
2023	75,9	43,2	59,1	22,5	21,03	25,0	40,7
Long-term data	90,4	82,3	58,0	21,9	17,07	23,1	47,2

The weather conditions during the 2023 vegetable growing season exhibited some deviations from the long-term averages, with notable fluctuations observed over several months. In April, the average monthly air temperature was 4,5 °C, which was approximately half of the typical long-term average of 9,4 °C. Temperatures in May, June, and September were 3.1-3.6 °C below the long-term averages. Conversely, in July, temperatures significantly increased by 8.6 °C, rising from 21.4 °C to 30 °C.

Relative humidity also deviated from historical averages, with values in April recorded at 72.8% and 65.0%, in May at 68.6% and 61.1%, and in July at 42.8% and 49.8%, respectively. Precipitation levels were notably lower than the long-term average, similarly to 2022. During the growing season, a total of 244.2 mm of rainfall occurred, averaging 40.7 mm per month, which was 13.7% below the long-term average of 283.2 mm. April saw 75.9 mm of rainfall, while May

received 43.2 mm, with the spring period experiencing the lowest rainfall. The insufficient precipitation was supplemented by irrigation of the vegetable crops.

Overall, the 2023 growing season (April-September) was relatively conducive to vegetable cultivation, in contrast to the very unfavorable conditions in 2022. The adverse effects of the weather conditions on plant growth, development, and vegetable yield were mitigated through various agricultural practices, including irrigation, fertilization, inter-cultivation, and pest management.

Results and discussion:

Limited Field Moisture Capacity (LFMC) in the Experimental Field. The limited field moisture capacity (LFMC) of the soil in the study area was assessed prior to planting the experimental crops in the spring using the frame method, which involved filling the field with water. Soil moisture samples were collected at the monitoring site at 10 cm intervals, from depths ranging from 0 to 100 cm, with a total of four sampling depths (Figure 1).

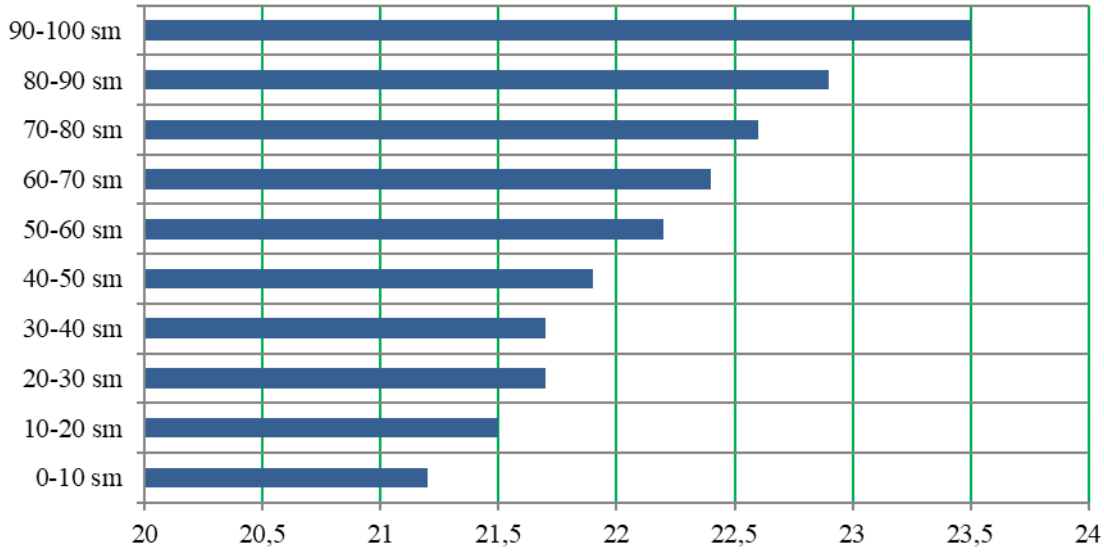


Figure 1. **Limited field moisture capacity**

Effect of Sprinkler Irrigation on Weed Control and Water Retention in Vegetable Crops (2022-2023). The LFMC up to a depth of 100 cm was calculated as a percentage by sampling every 10 cm across the different soil layers. Moisture levels at a depth of 30 cm are particularly important for carrot cultivation. The experimental data revealed that soil moisture in the top 30 cm was measured at 21.2%, 21.5%, and 21.7% at each 10 cm depth. The root system of cauliflower typically extends to a depth of 40-50 cm, with the majority of the roots concentrated within the upper 25 cm of the soil. The average moisture content within the first 50 cm of soil was determined to be 21.6%. The LFMC in

the experimental field increased with depth, reaching its highest moisture content of 23.5% at the 90-100 cm depth (Figure 1).

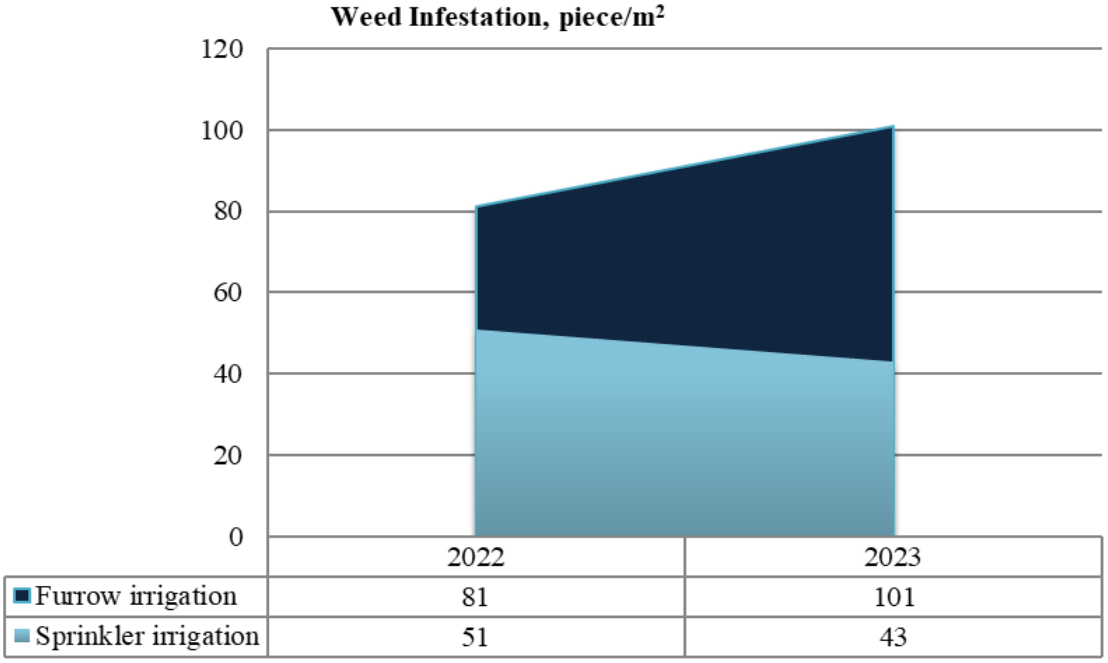


Figure 2. **Effect of Sprinkler Irrigation on Weed Infestation in Vegetable Crops (2022-2023)**

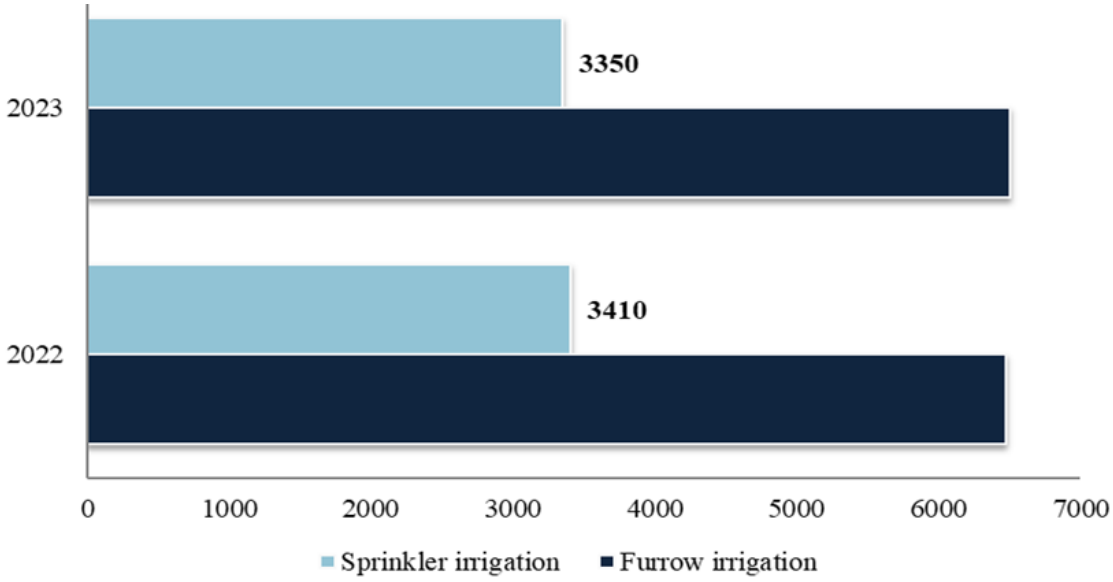


Figure 3. **The impact of sprinkler irrigation on the retention of irrigation water in vegetable fields (m³/ha) during the 2022-2023 growing seasons**

Weed contamination was assessed by monitoring the weed populations in the vegetable fields subjected to different irrigation methods (sprinkler and furrow irrigation). The reduction in weed infestation was quantified by comparing the number and coverage of weeds between the two irrigation treatments. In 2022, weed populations were reduced by 38.27 % in fields with sprinkler irrigation

compared to those with furrow irrigation, and in 2023, a more significant decline of 54.45 % was observed. This data was used to evaluate the effectiveness of sprinkler irrigation in controlling weed growth. The findings also suggest that the dispersion of water in sprinkler irrigation helped to spread weed seeds across the field, which could contribute to contamination, but overall, sprinkler irrigation led to a reduction in weed growth.

In traditional furrow irrigation, a significant amount of nutrients is lost from the soil due to erosion caused by the irrigation process. The findings of the study suggest that sprinkler irrigation helps mitigate the degradation of soil’s agro-physical properties in the region. Soil density was lower with sprinkler irrigation, recorded at 1.16 g/cm³, compared to 1.20 g/cm³ with furrow irrigation, while soil porosity was higher at 54.5% and 58.9%, respectively. These changes promote a favorable water-air balance in the soil, which benefits root growth and the development of vegetative biomass in vegetable crops. Consequently, sprinkler irrigation enhances plant growth, development, and the formation of both vegetative biomass and edible parts. Additionally, research on water usage during irrigation revealed a significant reduction in water consumption with sprinkler irrigation when compared to traditional methods. Water savings are a critical metric for assessing the efficiency of water-conserving agricultural technologies. During the 2022 growing season, vegetable crops under furrow irrigation required 6470 m³/ha, while sprinkler irrigation used only 3410 m³/ha, resulting in a water saving of 3060 m³/ha, or 47.29 %.

Irrigation System - Relationship Between Yield and Quality. In irrigated horticulture, considerable emphasis is placed on the productivity of vegetable crops. Consequently, breeding research and technological advancements are primarily directed towards enhancing crop yields. The yield of vegetable crops has consistently been a key criterion for evaluating new horticultural technologies. According to the research conducted, sprinkler irrigation technology significantly boosted vegetable yields. Specifically, compared to furrow irrigation, sprinkler irrigation led to a 13.1 % increase in yield in 2022 and a 17.1 % increase in 2023 (Table 4).

The data presented in Table 5 compares the water productivity and yield efficiency of two irrigation systems, surface irrigation and sprinkler irrigation, over the experimental years 2022 and 2023. In 2022, surface irrigation applied an average of 6470 m³/ha of water, resulting in a yield of 25.1 tons per hectare, with a water productivity of 3.87 tons per 1000 m³ of water used. In contrast, the sprinkler irrigation system used 3410 m³/ha of water, yielding 28.4 tons per

hectare, which led to a significantly higher water productivity of 8.32 tons per 1000 m³. Similarly, in 2023, surface irrigation applied 6500 m³/ha of water, producing 26.3 tons per hectare and a water productivity of 4.04 tons per 1000 m³. In comparison, sprinkler irrigation applied 3350 m³/ha of water and achieved a higher yield of 30.8 tons per hectare, with a water productivity of 9.19 tons per 1000 m³.

Table 4

Effect of Sprinkler Irrigation on Vegetable Yields (2022-2023)

№	Irrigation technologies	Research years	
1.	Furrow irrigation	25.1	26.3
2.	Sprinkler irrigation	28.4	30.8
3.	Harvest difference, t/ha	3.3	4.5
	%	13.1	17.1
	m, %	2.33	3.04
	LSD (0.5), t/ha	2.08	2.89

LSD-Least Significant Difference

Table 5

Water Productivity of Sprinkler Irrigation Systems

№	Irrigation technology	Average seasonal irrigation norm, m³/ha	Yield, t/ha	Water use efficiency, t/1000 m³
Experiment in 2024				
1.	Furrow irrigation	6470	25,1	3,87
2.	Sprinkler irrigation	3410	28,4	8,32
Experiment in 2023				
1.	Furrow irrigation	6500	26,3	4,04
2.	Sprinkler irrigation	3350	30,8	9,19

The final vegetable yield is strongly influenced by the overall growth of the plants. Vigorous plant growth results in higher yields, as plants with well-developed biomass are more resistant to pests and diseases, while also inhibiting weed growth. Such plants exhibit enhanced photosynthetic activity, leading to the production of high-quality, environmentally safe vegetables with little or no reliance on chemical treatments. As previously noted, sprinkler irrigation promotes more robust plant growth than traditional irrigation methods, making it a key factor in achieving both agro-economic and ecological benefits.

Vegetables are a crucial component of a balanced diet, providing essential vitamins, minerals, microelements, carbohydrates, biologically active compounds, and dietary fibers. Therefore, the production of vegetables should prioritize ecological cleanliness and safety. To assess the impact of different

irrigation methods on vegetable quality, biochemical analyses were conducted in the laboratory. The results reveal that sprinkler irrigation positively affects the biochemical composition of vegetables, with increases in dry matter, vitamin C, and carotene content (Table 6).

Table 6

Effect of Irrigation Methods on Biochemical Parameters of Crop Production

Irrigation technology and period	Indicators									
	Dry matter, %		Total sugar, %		Vitamin C, mg		Carotene, mg		Nitrates, mg	
	FI*	SI**	FI*	SI**	FI*	SI**	FI*	SI**	FI*	SI**
2022	12.74	12.81	8.66	9.1	9.96	8.8	16.50	16.80	86.1	143
2023	12.21	15.09	10.1	9.6	9.50	9.4	16.47	17.32	93.2	84

FI* - furrow irrigation; SI** - sprinkler irrigation

Special attention should be given to the notable carotene levels recorded in this study. In 2022, the carotene (provitamin A) content in vegetable plant tissues under sprinkler irrigation increased from 16.5 mg to 16.8 mg. In 2023, it ranged between 16.47 mg and 17.32 mg. Additionally, the dry matter content rose to 15.09%. Nitrate concentrations in vegetable roots varied based on the irrigation method, reaching 86.1 mg and 143 mg per kg of fresh weight in 2022. In 2023, these values were recorded at 93.2 mg and 84 mg per kg. Since the permissible nitrate limit in vegetables is 400 mg/kg of fresh weight, the produce can be considered environmentally safe for consumption.

Conclusion. In conclusion, this study demonstrates that sprinkler irrigation provides clear advantages over conventional furrow irrigation in vegetable farming, especially for crops like carrots. The use of sprinkler systems led to a 47.29 % reduction in water consumption, better soil quality, and a 54.45 % decline in weed growth. Furthermore, crop yields improved, showing a 17.1 % increase in 2023, compared to a 13.1 % rise in 2022. These findings highlight the considerable benefits of sprinkler irrigation in boosting water use efficiency, supporting plant health, and increasing productivity. The study recommends wider adoption of sprinkler irrigation in areas experiencing water shortages and soil degradation, as a strategy to support environmental sustainability and improve agricultural performance.

REFERENCES:

1. C.Ingrao, R.Strippoli, G.Lagioia, and D.Huisingh, “Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks,” *Heliyon*, vol. 9, no. 8, p. e18507, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e18507.

2. A.Jaramillo Valencia, “Adoption of Water-Saving Technologies in Agriculture,” in *Agriculture and Water Management Under Climate Change*, Ö. Çetin, Ed., in SpringerBriefs in Earth System Sciences, Cham: Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 29-47. doi: 10.1007/978-3-031-74307-8_2.

3. Fuller, “Population Growth, Climate Change and Water Scarcity in the Southwestern United States,” *Am. J. Environ. Sci.*, vol. 6, no. 3, pp. 249-252, Mar. 2010, doi: 10.3844/ajessp.2010.249.252.

4. D.Bhavsar, B.Limbasia, Y.Mori, M.Imtiyazali Aglodiya, and M.Shah, “A comprehensive and systematic study in smart drip and sprinkler irrigation systems” *Smart Agric. Technol.*, vol. 5, p. 100303, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.atech.2023.100303.

5. S.Liu *et al.*, “Efficient agricultural drip irrigation inspired by fig leaf morphology,” *Nat. Commun.*, vol. 14, no. 1, p. 5934, Sep. 2023, doi: 10.1038/s41467-023-41673-0.

6. I.J.Xudayev, J.Sh Fazliev, and A.Ayusupova, “Water saving up-to-date irrigation technologies,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 868, no. 1, p. 012040, Oct. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/868/1/012040.

7. M.Burkhonova, B.Matyakubov, D.Nazaraliev, A.Mamataliev, and S.Botirov, “Study on the significance of irrigation technology for carrot growth,” *E3S Web Conf.*, vol. 563, p. 03064, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202456303064.

8. M.Burkhonova, J.Narzullayev, B.Matyakubov, and S.Isayev, “Study on the application of sprinkler irrigation technology for the growth of carrots and cauliflowers,” *E3S Web Conf.*, vol. 563, p. 03077, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202456303077.

9. Ye.V.Angold and V.A.Zharkov, “Special features of drip-sprinkler irrigation technology,” *Water Supply*, vol. 14, no. 5, pp. 841–849, Oct. 2014, doi: 10.2166/ws.2014.041.

10. A.Kettani, A.Hammani, A.Taky, and M.Kuper, “Challenging ‘one size fits all’: Continued use of sprinkler irrigation in a state-led drip irrigation project in Morocco,” *Irrigation and Drainage*, vol. 71, no. 3. John Wiley and Sons Ltd, pp. 619–634, 2022. doi: 10.1002/ird.2675.

11. R.K.Sidhu, R.Kumar, P.S.Rana, and M.L. Jat, “Automation in drip irrigation for enhancing water use efficiency in cereal systems of South Asia: Status and prospects,” in *Advances in Agronomy*, vol. 167, Elsevier, 2021, pp. 247–300. doi: 10.1016/bs.agron.2021.01.002.

12. N.M.N.Al-Dosary, S.A.Maray, S.A.Al-Hamed, and A.M.Aboukarima, “Employing Data Mining Algorithms and Mathematical Empirical Models for

Predicting Wind Drift and Evaporation Losses of a Sprinkler Irrigation Method,” *Water (Switzerland)*, vol. 15, no. 5. MDPI, 2023. doi: 10.3390/w15050922.

13. X.Hui, H.Yan, L.Zhang, and J.Chen, “A simplified method to improve water distribution and application uniformity for sprinkler irrigation on sloping land: Adjustment of riser orientation,” *Water Supply*, vol. 21, no. 6. IWA Publishing, pp. 2786–2798, 2021. doi: 10.2166/ws.2020.231.

14. A.K.H.Odhafa, N.R.Lahmod, and A.K.H.Hassan, “Evaluation of Tillage Systems on Wheat Crop Production Under Surface and Sprinkler Irrigation Methods: Application for Rural Areas Close to Baghdad, Iraq,” *Air, Soil and Water Research*, vol. 15. SAGE Publications Ltd, 2022. doi: 10.1177/11786221211066946.

15. Ma.C.R. Alberto *et al.*, “Carbon uptake and water productivity for dry-seeded rice and hybrid maize grown with overhead sprinkler irrigation,” *Field Crops Res.*, vol. 146, pp. 51–65, May 2013, doi: 10.1016/j.fcr.2013.03.006.

УДК: 633.51:631.674.6:631.8:630.51

ҒЎЗАНИ ТОМЧИЛАТИБ СУҒОРИШДА ТУПРОҚНИНГ АГРОКИМИЁВИЙ ВА АГРОФИЗИКАВИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ

Камилов Бахтиёр Султанович
қишлоқ хўжалиги фанлари номзоди,профессори
Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари
илмий-тадқиқот институти
b.kamilov50@mail.ru
ORCID.ORG/0000-0002-9314-9319
Зиятов Мусулман Панжиевич
қишлоқ хўжалиги фанлари бўйича фалсафа доктори
Пахта селекцияси,уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари
илмий-тадқиқот институти
ziyatov_88@mail.ru
ORCID. ID /0000-0002-2983-5170
Мухаммадиева Ойгул Норминглиевна
кичик илмий ходим,
Пахта селекцияси,уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари
илмий-тадқиқот институти.
Шарипова Мохинур Савриддиновна
мустақил тадқиқотчи
Пахта селекцияси,уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари
илмий-тадқиқот институти
Олимова Гулбаҳор Жўра қизи.
таянч докторант
Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти

Аннотация. Мақолада ғўзанинг районлашган С-6524 (назорат) ва янги С-8298 навларини турли усулларида суғоришда типик бўз тупроқнинг агрокимёвий ва агрофизикавий хусусиятларида юз берган ўзгаришлар таҳлиллари натижалари келтирилган.

Калит сўзлар. Томчилатиб суғориш, суғориш тартиби, нав, меъёр, ҳосилдорлик.

Кириш. Мамлакатимиз иқтисодиётида етакчи ўринни эгаллаган аграр соҳани барқарор ривожлантиришда сув ресурсларидан тежаб-тергаб, оқилона фойдаланиш ва бунда экинлардан юқори ҳосил олиш, суғорма деҳқончиликни самарали юритишда энг долзарб масалалардан ҳисобланади. Иқлим ўзгариши, хавони глобал исиши, ахоли сонини ўсиши, деҳқончиликни интенсив ривожланиши каби омиллар сув танқислиги муаммосини кучайишига олиб келмоқда. Бу борада, мамлакат қишлоқ

хўжалигида, жумладан пахтачиликда сув таъминотини изчил яхшилаш зарурияти юзага келади. Ушбу хаётий зарурат замирида, сўнгги йилларда сувни тежовчи, самарали ва агроэкологик жиҳатдан безарар бўлган томчилатиб суғориш технологияси пахтачилик майдонларида жорий этилмоқда.

Типик бўз тупроқлар Ўзбекистоннинг пахтачиликка иҳтисослашган суғориладиган деҳқончилик зоналарида энг кенг тарқалган тупроқ туридир. Мазкур тупроқлар асосан ўртача ва оғир қумоқ гранулометрик таркибга эга бўлиб, карбонатлар билан бойлиги, органик моддалар (гумус) миқдорининг камлиги, ўзида сувни ушлаб туриш имконияти ва сув ўтказувчанлиги чекланганлиги билан тавсифланади.

Таъкидлаш лозим, қадимдан экинларни сув билан таъминлашда асосий агротехник тадбир сифатида тупроқ юзасидан анъанавий эгатлаб суғориш усули қўлланилади. Натижада тупроқларда зичланиш, хаво режимини бузилиши, тузларни тўпланиши, озуқа моддаларнинг ювилиб кетиши каби салбий ҳолатлар кузатилади. Шу сабабли типик бўз тупроқларда, ғўзани парваришлашда томчилатиб суғориш технологияни қўллаб тупроқнинг физико-кимёвий ҳолатини яхшилаш, потенциал унумдорлигини сақлаш ва ошириш муҳим илмий ахамиятга эга.

Тупроқнинг агрофизик (дала нам сиғими, зичлиги-хажмий массаси, ғоваклиги-ҳаво алмашинувчанлиги, сув ўтказувчанлиги) ва агрокимёвий кўрсаткичлари (гумус миқдори, алмашинувчи азот, фосфор, калий) томчилатиб суғориш таъсирида қандай ўзгаришини аниқлаш орқали ушбу технологиянинг самарадорлиги баҳоланади. Илмий манбаларга кўра, томчилатиб суғоришда сув бевосита ўсимликнинг илдиз зонасига етказиладиган бўлса, даладан озуқа моддаларнинг ювилиши камаяди, тупроқнинг биологик фаоллиги ошади ва ҳосилдорлик барқарорлашади.

Сўнгги йилларда бир қатор олимлар (Р.Исраелсен, Л.А.Орлов, М.Р.Соколов, А.Т.Эргашев, Ш.Акрамов ва бошқалар) ўзларининг илмий тадқиқотларида турли иқлим ва тупроқ шароитида ғўзани суғоришда томчилатиб суғориш усулини қўллашда тупроқнинг сув физикавий сифатига ижобий таъсири борлигини таъкидлашган. Бироқ, айнан Ўзбекистоннинг типик бўз тупроқларида, ғўза экинининг ўсув даврида бу технологиянинг агрофизик ва агрокимёвий хусусиятларга кўрсатадиган таъсири етарлича чуқур ўрганилмаган. Бу эса амалиётда қўлланилаётган технологиянинг илмий асосларини такомиллаштириш ва ишлаб чиқаришга мослаштиришни тақозо этади.

Ушбу мақолада, Ўзбекистоннинг типик бўз тупроқларида ғўзада томчилатиб суғориш технологиясини қўллаш натижасида тупроқнинг агрокимёвий ва агрофизикавий хусусиятларида юз берадиган ўзгаришларни аниқлаш ва баҳолаш ҳамда амалиётда қўллаш учун берилган таклифлар ва асосланган тавсиялар ёритилган. Тадқиқот натижалари қишлоқ хўжалигида ресурс тежамкор технологияларни жорий этиш, тупроқ унумдорлигини тиклаш ва ошириш ҳамда юқори ҳосилдорликка эришиш имкониятларини кенгайтиради.

Материаллар ва услублар. Илмий тадқиқотлар, Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти (ПСУЕАИТИ) нинг Тошкент вилояти, Қибрай тумани, Оққовоқ тажриба участкасида, механик таркиби оғир қумоқ, ер ости сувлари чуқур (>15 м) жойлашган, автоморф хосил бўлиш жараёнида шаклланган тупроқларда, дала тажрибаси қўйиш орқали олиб борилган.

Тажриба да барча кузатувлар, ўлчовлар ва таҳлиллар ПСУЕАИТИда қабул қилинган “Методика полевых опытов с хлопчатником” (1981), “Дала тажрибаларини ўтказиш услублари” (2007) бўйича услубий қўлланмаларига риоя қилинган ҳолда ўтказилди. Маълумотларнинг ҳосилдорлик бўйича статистик таҳлили Б.А.Доспеховнинг “Методика полевого опыта” (1979; 1985) услубномалари асосида олиб борилган.

Натижалар ва мунозара. Ғўзани парваришлашда сув тежамкор технологияларни қўллаб тупроқнинг агрофизикавий хусусиятларини мақбул холатда сақлаш ва яхшилаш унинг потенциал унумдорлигини маълум даражада бойитишда муҳим рўл ўйнайди. Олиб борилган илмий тадқиқотларда ғўза анъанавий эгатлардан ҳамда тежамкор томчилатиб тизими орқали суғорилиб етиштиришда тақослаб ўрганилган. Бунда, томчилатиб суғоришда мақбул сув режими, тежамкор сув сарфи меъёрини аниқлаш ҳамда тупроқ унумдорлигида юз берган ўзгариш ҳолатларини бахолаш мақсадида типик бўз тупроқлари шароитида дала тажрибаси бажарилган.

Лаборатория таҳлилларига кўра чигит экишдан аввал тупроқнининг хайдов (0-30 см) қатламида гумус ўртача 0,829%, хайдов ости (30-50 см) қатламида эса 0,704 %, умумий азот ва фосфор қатламлар бўйича мос равишда 0,081ва 0,055 % ҳамда 0,110 ва 0,086%. Тупроқда тўпланган асосий озиқа моддаларнинг харакатчан шакллари эса қўйидаги кўрсаткичлар оралиғида булиб нитратлар 12,74 ва 41,21 мг/кг, харакатчан фосфор ва алмашинувчан калий миқдорлари қатламлар бўйича 23,3 ва 12,9 мг/кг ҳамда

295 ва 159 мг/кг ташкил этганлиги аниқланган. Кузга бориб бу кўрсаткичлар рақамлари бир мунча камайган. Шуни таъкидлаш керак, тупроқдаги озиқа моддалар миқдори ғўза эгатлаб суғорилган вариантларда, томчилатиб суғориш қўлланилган вариантларига нисбатан 3-5 % кўпроқ камайиши кузатилган. Яъни ғўзани парваришлашда томчилатиб суғориш технологиясини қўллаш тупроқ ювилиши олдини олиб, унумдорлигини сақлаб қолиш имконини беради (1-жадвал).

Тажрибада ғўзани суғоришда қўлланилган эгатлаб ва томчилатиб суғориш технологиялари тупроқларнинг агрофизикавий хусусиятларига ҳам ўз таъсирини кўрсатди. Далада ўтказилган аниқлашларда тупроқнинг ҳажмий массаси ва ғоваклиги эрта баҳорда 0-30 см ҳайдов қатламида 1,27 г/см^3 ва 52,9 %, 0-50 см қатламида 1,32 г/см^3 ва 51,2 %, пастки 0-70 см, ҳамда 0-100 см қатламларида мос равишда ўртача 1,35-1,36 г/см^3 ва 50,0-49,6% ташкил этган. Ушбу кўрсаткичлар ғўзанинг ривожланиши ва юқори махсулот бериши учун анча қулай ҳисобланади.

1-жадвал

Ғўзани турли технологияларида суғоришда тупроқнинг агрокимёвий кўрсаткичлари

№	Вариант-лар	Тупроқ қатлами, см	Гумус, %	Умумий миқдори, %		Ҳаракатчан шакли, мг/кг		
				азот	фосфор	N-NO$_3$	P$_2$O$_5$	K$_2$O
2020 йил								
Амал даври бошида								
Умумий фонда		0-30	0,829	0,081	0,110	12,74	23,3	295
		30-50	0,704	0,055	0,086	41,29	14,4	159
Амал даври охирида, эгатлаб суғоришда								
1.	С-6524 (назорат)	0-30	0,810	0,067	0,104	10,40	19,7	266
		30-50	0,690	0,050	0,079	4,12	10,4	136
2.	С-8298	0-30	0,817	0,070	0,112	12,62	22,1	306
		30-50	0,703	0,061	0,097	4,25	11,5	155
Амал даври охирида, томчилатиб суғоришда								
3.	С-6524 (назорат)	0-30	0,819	0,081	0,120	12,64	20,3	288
		30-50	0,694	0,055	0,086	4,19	14,4	165
4.	С-8298	0-30	0,820	0,083	0,110	10,88	21,5	291
		30-50	0,702	0,061	0,073	4,01	14,7	170

Кузга бориб, тупроқнинг табиий ҳолда зичлашганлиги кузатилди. Натижада тупроқнинг хажмий массаси ошди ва 1,38-1,46 г/см^3 бўлиб, ғоваклиги эса камайиб 48,8-45,5% га тушганлиги аниқланди. Бунда тажрибада, эрта бахордан кеч кузга қадар тупроқнинг ушбу кўрсакичларида

юз берган энг катта фарқ ғўза эгатлаб суғорилганда, энг паст эса томчилатиб суғоришда аниқланган (2-жадвал).

Қишлоқ хўжалиги экинларини, жумладан ғўзани талабига кўра керакли миқдорда сув билан таъминлашда тупроқларнинг сув ўтказувчанлиги муҳим рол ўйнайди.

Кузатувлар хисоб-китобларига кўра типик бўз тупроқларининг сув ўтказувчанлиги ғўзанинг амал даври бошида, умумий фонда уч йилда ўртача 6 соат давомида жами (902, 882 ва 857 м^3/га) ўртача 880 м^3/га ёки минутига ўртача 2,44 мм ташкил этган бўлса, кузга бориб (икки йиллик) назоратда (727 ва 657 м^3/га) ўртача 692 м^3/га ва1,92 мм бўлган. Тупроқнинг сув ўтказувчанлиги тажрибанинг ғўза ТСган биринчи тартибида (65-70-65% - 795 ва 818 м^3/га) мос равишда ўртача 807 м^3/га ва 2,24 мм, иккинчи тартибда (70-75-65% - 776 ва 775 м^3/га) эса ўртача 775,5 м^3/га ва 2,15 мм дан ошмаган. Шунингдек, кузги муддатда тупроқнинг сув ўтказувчанлиги аниқланганда анча пасайганлиги аниқланди.

2-жадвал

Ғўзани эгатлаб суғоришда тупроқнинг ҳажм массаси ва ғоваклиги

Қатламлар, см	**0-30**	**30-50**	**50-70**	**70-100**
2020 йил				
Амал даври бошида (умумий фонда)				
Ҳажм масса, г/см^3	1,27	1,32	1,35	1,36
Ғоваклик, %	52,9	51,2	50,0	49,6
Амал даври охирида, эгатлаб суғоришда, 70-70-60 %				
Ҳажм масса, г/см^3	1,38	1,45	1,47	
Ғоваклик, %	48,8	46,2	45,5	
2021 йил				
Амал даври бошида (умумий фонда)				
Ҳажм масса, г/см^3	1,27	1,32	1,35	1,36
Ғоваклик, %	52,9	51,2	50,0	49,6
Амал даври охирида, эгатлаб суғоришда, 70-70-60 %				
Ҳажм масса, г/см^3	1,35	1,41	1,43	
Ғоваклик, %	50,0	47,7	47,0	
Амал даври охирида, ТСда, 70-75-65 %				
Ҳажм масса, г/см^3	1,30	1,34	1,38	
Ғоваклик, %	51,8	50,3	48,8	
2022 йил				
Амал даври бошида (умумий фонда)				
Ҳажм масса, г/см^3	1,30	1,31	1,30	1,33

Ғоваклик, %	48,5	48,8	50,7	50,3
Амал даври охирида, эгатлаб суғоришда, 70-70-60 %				
Ҳажм масса, г/см^3	1,33	1,35	1,38	
Ғоваклик, %	49,2	50,0	51,1	
Амал даври охирида, ТСда, 70-75-65 %				
Ҳажм масса, г/см^3	1,30	1,31	1,33	
Ғоваклик, %	48,1	48,5	49,2	

Бунда, ғўза навлари ТСган майдоннинг нисбатан пастроқ тартибида (65-70-65%) 6 соат давомида (606 ва 591 м^3/га) ўртача 598 м^3/га, минутига эса 1,66 мм-ни, ТС нинг иккинчи тартибида (70-75-65% - 574 ва 578 м^3/га) мос холда ўртача 576 м^3/га ва 1,60 мм бўлган.

Кузга бориб Тошкент вилоятининг типик бўз тупроқларида 6 соат давомида, эгатлаб суғоришда (назоратда) жами 682 м^3/га ёки бахорга нисбатан 25,5% сув кам синган, тажрибанинг ТС вариантларида ЧДНСга нисбатан 65-70-65% тартибда 9,5% ҳамда 70-75-65% тартибда эса 12% атрофида кам сув сингиши аниқланган.

3-жадвал

Турли технологияларида ғўзани суғоришда тупроқнинг сув ўтказувчанлиги, м^3/га

2020 йил								
Вариантлар	**Кўрсат-кичлар**	**Соатлар**						**6 соатда**
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	
Амал даври бошида								
Умумий фонда	м^3/га	429	180	105	74	64	51	902
	мм/мин	0,72	0,30	0,17	0,12	0,11	0,08	1,50
Амал даври охирида								
Эгатлаб суғориш (70-70-60)	м^3/га	352	124	93	67	49	43	727
	мм/мин	0,59	0,21	0,15	0,11	0,08	0,07	1,21
	мм/мин	0,62	0,22	0,18	0,12	0,09	0,08	1,32
Томчилатиб суғориш (70-75-65)	м^3/га	370	130	108	68	54	46	776
	мм/мин	0,62	0,22	0,18	0,11	0,09	0,08	1,29
2021 йил Амал даври бошида								
Умумий фонда	м^3/га	423	177	100	72	62	48	882
	мм/мин	0,71	0,29	0,16	0,11	0,10	0,07	1,47
Амал даври охирида								
Эгатлаб суғориш (70-70-60)	м^3/га	208,7	152,8	117,0	76,2	60,9	51,4	657,0
	мм/мин	0,34	0,25	0,18	0,11	0,08	0,07	1,09
	мм/мин	0,42	0,27	0,22	0,18	0,16	0,12	1,36
Томчилатиб суғориш (70-75-65)	м^3/га	228,7	165,5	121,7	102,4	91,3	66,0	775,6
	мм/мин	0,38	0,28	0,28	0,18	0,15	0,11	1,29

2022 йил амал даври бошида								
Умумий фонда	$м^3$/га	420	174	97	70	61	47	869
	мм/мин	0,70	0,28	0,15	0,10	0,9	0,06	0,22
Амал даври охирида								
Эгатлаб суғориш (70-70-60)	$м^3$/га	206,7	150,8	115,0	74,2	58,9	50,2	646,0
	мм/мин	0,33	0,24	0,17	0,10	0,07	0,06	0,16
	мм/мин	0,41	0,26	0,21	0,17	0,15	0,11	0,22
Томчилатиб суғориш (70-75-65)	$м^3$/га	229,1	162,4	120,6	101,3	90,2	65,1	768,7
	мм/мин	0,37	0,27	0,25	0,17	0,16	0,10	0,21

Умуман, типик бўз тупроқларида ғўза вегетацияси охирида, тупроқнинг сув ўтказувчанлиги, мавсумий агротехник тадбирлар шу жумладан суғоришлар ва ёғин-сочинлар таъсирида пасайган. Бунда, энг юқори пасайиш эгатлаб суғорилган майдонларда кузатилган.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 27 декабр ПҚ-4087-сон даги “Пахта хом ашёсини етиштиришда томчилатиб суғориш технологияларидан кенг фойдаланиш учун қулай шарт-шароитлар яратишга оид кечиктириб бўлмайдиган чора-тадбирлар тўғрисида” ги Қарори.
2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги ПФ-5742-сонли “Қишлоқ хўжалигида ер ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш чора-тадбирлари тўғрисида” ги Фармони.
3. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 25 октябрь. ПҚ-4499-сонли “Қишлоқ хўжалигида сув тежовчи технологияларни жорий этишни рағбатлантириш механизмларини кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида” Қарори
4. Авлиякулов А.Э, Авлиякулов М.А. Янги, истиқболли ва районлашган ғўза навлари сув истеъмоли ва суғориш тартиблари. // Қишлоқ хўжалиги экинлари селекцияси ва уруғчилиги соҳасининг ҳозирги ҳолати ва ривожланиш истиқболлари номли Республика илмий-амалий анжумани илмий материаллари. Тошкент 2015. 466-468 б.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.-М. Агропромиздат 1985. - с. 248-255.
6. Исраелсен Р. Орошаемое земледелие. - Москва: Колос, 1981. - 432 с.
7. Орлов Л.А. Почвоведение. - Москва: Высшая школа, 1992. - 367 с.
8. Соколов М.Р. Агрофизика: учебное пособие. - Ташкент: УзНИИЗиК, 2003. - 220 с.
9. Эргашев А.Т. Агроэкологические основы применения капельного орошения в условиях Узбекистана. - Ташкент: Фан, 2010. 154 с.

10. Акрамов Ш. Ресурстежамкор суғориш технологиялари: назария ва амалиёт. - Тошкент: «Ўқитувчи», 2018. - 198 б.
11. Қораев Ш., Тошматов Ш. ва бошқалар. Қишлоқ хўжалиги экинларини суғоришда замонавий технологиялар. - Тошкент: Фан, 2017. 240 б.
12. Жамолов Ж.Ҳ., Абдурашидов Ш.Т. Томчилатиб суғориш тизимининг агробиологик самарадорлиги. // Агроилм журнали. - 2022. №3. 45-50 б.
13. Ахмедов Ҳ.А., Рахимов Д.А. Ғўза етиштиришда суғориш ва ўғитлаш тизимлари. - Самарқанд: СамДАУ, 2020. - 178 б.
14. Қодиров У. Типик бўз тупроқларнинг агрофизик хусусиятлари ва уларни яхшилаш усуллари. // Ўзбекистон агрономия журнали. 2021. №2. - Б. 33–39.
15. De Tar, William R. АҚШда қумли тупроқларда турли суғориш тартибларида ғўзанинг ўсиши ва ривожланиши ва ҳосилдорлигига таъсири бўйича илмий тадқиқотлар. 69-76 б.
16. Dzicdzic W. Томчилатиб суғориш шароитида пахтада сув ва энергия тежалиши, 74 ц/га ҳосилдорлик натижалари. 131 б.
17. Ruskov G. Томчилатиб суғориш орқали сув ва меҳнат ресурсларини тежаш, тупроқ унумдорлигини ошириш. 120 б.
18. http://maqolalar.uz
19. http://agro.uz

УДК: 631.6. 626. 844

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДПОЛИВНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ С УЧЕТОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЛАНДШАФТА

Н.Н.Хожанов, снс, к.с/х.н.
М.С.Мирдадаев, зам. гендиректора по НИР, к.т.н.
Т.Кабыл, мнс, магистр сельского хозяйства. Тараз, Республика Казахстан.
ТОО «Казахский научно- исследовательский институт водного хозяйства»

Аннотация. В статье представлена методика определения предполивной влажности почвы с учетом энергетического состояния агроландшафта. Подход основан на анализе радиационного баланса и его корреляционной связи с уровнем засоления почвы и поливным режимом. Методика разработана в контексте реабилитации деградированных орошаемых земель и направлена на совершенствование мелиоративных режимов. Полученные результаты способствуют рациональному использованию водных ресурсов и повышению устойчивости агроландшафтов в аридных зонах.

Ключевые слова: предполивная влажность, радиационный баланс, засоление, орошение, мелиорация, агроландшафт, водные ресурсы, аридная зона.

Annotatsiya. Maqolada agrolandshaftning energetik holatini hisobga olgan holda tuproqning sug‘orish oldi namligini aniqlash metodikasi taqdim etiladi. Yondashuv radiatsion balansni va uning tuproq sho‘rlanishi hamda sug‘orish rejimi bilan korrelyatsion bog‘liqligini tahlil qilishga asoslangan. Metodika degradatsiyalangan sug‘oriladigan yerlarni reabilitatsiya qilish va meliorativ rejimlarni takomillashtirish doirasida ishlab chiqilgan. Natijalar suv resurslaridan oqilona foydalanishga va arid zonalardagi agrolandshaftlar barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: sug‘orish oldi namlik, radiatsion balans, sho‘rlanish, sug‘orish, melioratsiya, agrolandshaft, suv resurslari, arid zona.

Abstract. This article presents a methodology for determining pre-irrigation soil moisture considering the energy state of the agrolandscape. The approach is based on the analysis of the radiation balance and its correlation with soil salinity and irrigation regime. The methodology is developed in the context of rehabilitating degraded irrigated lands and improving reclamation regimes. The results contribute to the rational use of water resources and the enhancement of agrolandscape sustainability in arid zones.

Keywords: pre-irrigation moisture, radiation balance, salinity, irrigation, reclamation, agrolandscape, water resources, arid zone.

Введение. В агроландшафтах аридной зоны Казахстана в настоящее время отмечается негативное влияние масштабного развития сельского хозяйства и научно-технического прогресса на состояние агросистем в целом. Это отражается в усилении дополнительной технической (антропогенной) энергии в различных ее формах (удобрения, пестициды, сельскохозяйственная техника, новые сорта, орошение и т.д.) и приводит к коренному преобразованию агросистем, то есть, имеет место нарушение экологической и энергетической деятельности природных систем и их безвозвратная трансформация.

Сложившаяся ситуация обуславливает необходимость изыскания путей повышения эффективности функционирования агроландшафта в условиях водно-экологического воздействия. В этом плане, изучение вопросов энергетической оценки рационального использования природных ресурсов, является актуальным.

Энергетический анализ функционирования агропромышленного комплекса, в сочетании с экономическим, объективно отображает суть происходящих социально-экономических процессов и раскрывает истинные затраты труда на производство продукции, по существу, являющиеся неразделимым результатом деятельности человека и природы. Энергетическая оценка эффективности производственной деятельности позволяет не только сравнивать хозяйства различной производственной специализации, функционирующие в конкретных природных условиях, но и количественно определять долю вносимого труда (энергии) человеком и природой. В производстве продукции, прежде всего сельскохозяйственной, следует отдавать предпочтение решению тех задач, которые предполагают возрастание энергетического вклада природы, т.е. увеличению потенциальной продуктивности почв, получению энергии в замкнутом цикле производства, использованию отходов производства, предварительно прошедших переработку и т.д.

Кроме этого, следует оценить воздействие природно-климатических факторов на формирование рассредоточенных источников загрязнения. Ведь диффузное загрязнение водных объектов во многом определяется функционированием водосборов гидрологических систем [1]. Формирующие сток, процессы и природно-климатические факторы (осадки, инфильтрация, фильтрация, эвапотранспирация и т.д.), играют

главенствующую роль в переносе большинства биогенных веществ, что в свою очередь, влечет за собой эвтрофирование водных объектов [2; 7].

Также следует отметить, что зональная оценка существующих технологий в условиях дефицита водных ресурсов не соответствуют действительности по следующим причинам:

- во-первых, почвы неоднородны, поэтому расчетные величины поливной нормы во многих случаях превышают действительные на 25-30%, что приводит к повсеместному подъему уровня грунтовых вод, которое является причиной ухудшения мелиоративного состояния всей аридной зоны;

- во-вторых, введение промывного режима орошения, т.е. увеличение нормы дополнительно на 20-30%, способствовало усилению процесса деградации орошаемых земель;

- в-третьих, чрезмерное увеличение нормы внесения минеральных удобрений, а также несоблюдение агротехнических мероприятий, способствовали резкому ухудшению водно-физических свойств почвы.

В этой связи, научные исследования и практические решения в аридной зоне Казахстана должны быть направлены на разработку ландшафтно-энергетической системы мелиорации земель. Основная идея такой системы – это строгое соответствие систем земледелия природным условиям (рельеф, климат, почвы), а также оживление и интенсификация природных процессов формирования урожая. При этом, основные усилия по охране и воспроизводству плодородия почвы должны быть направлены на прекращение или сведение до допустимого уровня деградационных процессов.

Материалы и методы. Целью исследований являлась оценка расчета поливного режима орошения сельскохозяйственных культур при изменении климата, путем оптимизации методов оздоровления мелиоративного режима почвы на основе оценки энергетических критерий. Реализация данного принципа позволяет сформировать оптимальный механизм экологического регулирования экологически безопасного и устойчивого развития агроландшафтов.

Исходя из этого, задачами исследований являлись:

- обоснование методологических основ оптимизации энергоэффективных мелиоративных технологий по управлению почвенным потенциалом орошаемых агроландшафтов Казахстана;

- установление оптимальных математических взаимосвязей энергетических потоков с почвенно-мелиоративными показателями, направленные на оптимизацию управления мелиоративным режимом в аридной зоне.

Анализируя результаты многолетних исследований, были проведены сравнительные оценки регрессионных зависимостей между радиационным балансом конкретной территории и степенью засоления почвы в агроландшафтах аридной зоны. В качестве объекта наблюдений рассматривались деградированные орошаемые земли, характерные для условий аридной зоны Казахстана. Основной акцент сделан на анализ почвенного слоя 0–60 см, где сосредоточены процессы миграции и аккумуляции солей. Исследования включали систематический отбор почвенных проб, измерения минерализации почвенного раствора, концентрации ионов (Cl^-, SO_4^{2-}, Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}). Одновременно фиксировались параметры радиационного баланса с использованием агрометеорологического оборудования. Методика обработки данных включала применение методов корреляционного и регрессионного анализа с использованием специализированного программного обеспечения.

Результаты исследований. Полученные результаты свидетельствуют, что связь радиационного баланса с засолением почвы в условиях аридной зоны Казахстана коррелируется прямолинейной зависимостью следующего вида:

$$R=925,9* S_{c.c}-2,96;\ кДж/см^2 \quad (1)$$

Отсюда:

$$S_{c.c}=R/925,9+0,0032;\ \% \quad (2)$$

где: R – радиационный баланс местности, $кДж/см^2$, $S_{c.c}$ – сезонное засоление почвы, %.

Полученные данные свидетельствует, что на каждый 10 $кДж/см^2$ радиационного баланса приходится накопление до 0,011% суммы солей. Таким образом, можно установить, что в орошаемой зоне при некачественном введении агротехнических работ в годовом разрезе может увеличиваться степень засоления почвы от 0,087 до 0,218 % при показателях радиационного баланса от 80 до 200 $кДж/см^2$. На среднезасоленном участке, за три года, степень засоления может увеличиться от 0,393 до 0,654 % в слое почвы 0-20 см, что приводит к потерям урожая до 30-40%.

Наряду с этим, учитывая то, что радиационный баланс коррелируется с относительной влажностью воздуха следующей зависимостью:

$$R=W_в/0,37+42,5;\ кДж/см^2 \quad (3)$$

где: $W_в$ – влажность воздуха, %

и приравнивая с показателем (1) можно установить, что засоление почвы с влажностью почвы имеет корреляцию следующего вида:

$$S_{с.с}=W_в/342,58+0,049;\ \% \quad (4)$$

$$W_в=342,58\cdot S_{с.с}-16,82;\ \% \quad (5)$$

Расчеты радиационного баланса по выше представленным формулам приведены в таблице.

Также результаты исследований показали, что поливная норма с суммарным дефицитом влажности воздуха коррелируется следующими зависимостями [6, 7]:

$$m=\Sigma d/K_R\cdot R_н;\ м^3/га \quad (6)$$

где: Σd-дефицит воздуха, K_R-коэффициент солнечной радиации, (мм/ккал/см.м), $R_н$-индекс радиационного баланса, ккал/($см^2$.м)

При этом учитывая то, что $K_R=\Sigma d/R$; и $R_н=R/H$ и подставляя эти значения в формулу (6) получим, что m=H, $м^3$/га. т.е. поливная норма прямо пропорциональна абсолютной отметке местности.

Таблица 1

Зависимость радиационного баланса от влажности воздуха и засоления почвы, кДж/$см^2$

Показатель влажности воздуха, %	Зависимость радиационного баланса от влажности воздуха (4)	Зависимость радиационного баланса от засоления почвы (2)
30	123,8	122,9
35	137,3	136,8
40	150,9	150,7
45	164,4	164,6
50	177,9	177,6
60	204,9	204,4

Таким образом, сопоставляя расчетные поливные нормы с формулой А.Н.Костякова и $m=R/R_H$, получим, что предполивную влажность почвы можно установить по следующей зависимостью:

$$W_п=W_{НВ}–R/100\gamma hR_н,\ \%; \quad (7)$$

Данные расчета предполивной влажности почвы по вышеприведенной формуле представлены в таблице 2.

Имея ввиду, что $R_н=R/H$ следует, что:

$$W_п=W_{НВ}-H/100\gamma h,\ \%; \quad (8)$$

где: $W_п$ – предполивная влажность почвы, %; $W_{НВ}$ – наименьшая влагоемкость почвы, %; H – абсолютная отметки местности, м; ɣ - объемная масса почвы, т/м^3; h – расчетный слой почвы, м.

При $W_{НВ}$ =18 и 20%; h=0,5м и ɣ=1,5г/см^3 корреляционная зависимость предполивной влажности почвы с радиационным балансом для Туркестанской и Жамбылской областей имеет следующий вид:

при $W_{НВ}$=18%

Для зоны R=120-130 кДж/см^2 $W_п$ = 134,7-1,01R%;

Для зоны R=130-150 кДж/см^2 $W_п$ = 4,5+06R%;

Для зоны R=150-160 кДж/см^2 $W_п$ = 0,35R-44,0%;

Для зоны R=160-170 кДж/см^2 $W_п$ = 81,6-0,43R%;

Для зоны R=170-180 кДж/см^2 $W_п$ = 0,16R-16,0%;

При $W_{НВ}$ =20%

Для зоны R=120-130 кДж/см^2 $W_п$ = 139,1- 1,03R%;

Для зоны R=130-150 кДж/см^2 $W_п$ = 0,065R + 0,75%;

Для зоны R=150-160 кДж/см^2 $W_п$ = 0,39R – 48,2%;

Для зоны R=160-170 кДж/см^2 $W_п$ = 90,2 – 0,47R%;

Для зоны R=170-180 кДж/см^2 $W_п$ = 0,18R + 17,4%;

Эти данные свидетельствуют, что предполивная влажность почвы прямо пропорциональна радиационному балансу местности. Поэтому, при расчетах поливной нормы на это следует обращать внимание. В этом аспекте, разработанные ранее рекомендации по режиму орошения сельскохозяйственных культур с учетом водно-физических свойств почвы, на сегодняшний день себя не оправдывают, т.к. установленные календарные сроки полива не совпадают с расчетными, что способствует увеличению поливной нормы.

В этом плане, предлагаемая методика определения предполивной влажности почвы, основанная на учете энергетических ресурсов конкретной местности, позволяет наиболее точно установить поливную норму и сроки полива, что в конечном счете обеспечит экономию оросительной воды.

Выводы. Проведённые исследования подтвердили устойчивую корреляционная связь между радиационным балансом местности, степенью засоления почвы и предполивной влажностью. Разработанная методика позволяет учитывать энергетические параметры агроландшафта при расчёте оптимальных сроков и норм полива. Использование энергетических критериев в управлении орошением обеспечивает переход к более устойчивому и адаптивному сельскому хозяйству, ориентированному на

восстановление и сохранение продуктивности орошаемых земель. Это особенно важно в условиях аридной зоны Казахстана, где традиционные подходы к водному регулированию оказываются неэффективными из-за климатической изменчивости и неоднородности почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей [Электронный ресурс]. – URL://http://znaytovar.ru/gost/2/Prikaz_333_Metodika_razrabotki.html

2. Кирейчева Л.В., Андреева Н.П. Комплексные сорбенты для очистки сточных вод от органических соединений и ионов тяжелых металлов // Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. ─ 2009. 1. ─ С. 43─46.

3. Kireycheva L.V., Glazunova I.V.Technical Solution on Irrigation Systems for Treated Drainage flow Reusing // 20th International Congress on Irrigation and Drainage and 59th International Executive Council Meeting on 13–18 October, 2008. –Lahore, Pakistan.

4. Конторович И. И. Использование капиллярно-пористых материалов для интенсификации испарения минерализованных дренажных вод // Труды Юбилейной международной научно-практической конференции, посвященная 90-летию ВНИИГиМ, 26 ноября 2014 г. ─ М.: ВНИИГиМ, 2014. – С. 451.

5. Khozhanov N.N., Mirdadayev M.S., Basmanov A.V. Enchancement of resource-saving technology of corn growing on the basis of energy resources assessment. BIO Web of Conferences, 2022, 51, 05004.

6. Хожанов Н.Н., Безбородов Ю.Г. Оптимизация поливной нормы сельскохозяйственных культур на основе использования энергетических ресурсов. // Аграрный научный журнал, 2021. №11. С.108-112

7. Mirdadayev, M., Basmanov, A., Balgabayev, N., Amanbayeva, B., Duisenkhan, A. Research of hydrogeological conditions and energy parameters of zonal irrigated soils when optimizing energy-efficient reclamation technologies in the Republic of Kazakhstan. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2022, 2022(5), p. 128–142.

УДК: 633.2:631.6(574)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАСТБИЩНЫХ ЗЕМЕЛЬ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ИХ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ

Джарасова Джамал Табынбаевна.
PhD докторант кафедры «Водные ресурсы и мелиорация»,
НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет». e-mail: 515819@kaznaru.edu.kz kz.
https://orcid.org.0000-0002-2236-0678
Мауленова Жадыра Каметбайқизи.
PhD докторант кафедры «Водные ресурсы и мелиорация»,
НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет». e-mail: jadyra1996.kz@mail.ru
Калиева Карлыгаш Есимовна.
доктор PhD, старший преподаватель кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет».
e-mail: karlygash.kaliyeva@kaznaru.edu.kz.
https://orcid.org/0000-0001-5723-2644
Жанымхан Құрманбек.
PhD доктор, ассоциированный профессор кафедры «Водные ресурсы и мелиорация».
НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет», e-mail: kurmanbek.zhanymkhan@kaznaru.edu.kz.
https://orcid.org.0000-0002-8868-4683
Жакупова Жанар Зиядовна.
PhD, старший преподаватель кафедры «Водные ресурсы и мелиорация»
НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет». e-mail: zhakupova.zhanar@kaznaru.edu.kz.
https://orcid.org.0000-0002-4933-762X
Ануарбеков Канат Курманович.
PhD, ассоциированный профессор «Водные ресурсы и мелиорация»,
НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет». e-mail: kanat.anuarbekov@kaznaru.edu.kz.,
https://orcid.org/0000-0003-0832-6980
Зулпибекова Сандугаш Бекболатовна.
PhD докторант кафедры «Водные ресурсы и мелиорация»,
НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет», e-mail: sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz.
https://orcid.org/.0000-0002-2236-0678

Онласын Улжан Куанышбеккызы.
PhD доктор, старший преподаватель кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», Казахский национальный аграрный исследовательский университет. e-mail: ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz.
https://orcid.org/0000-0001-5789-5464

Аннотация: Прогнозные параметры производства сельского хозяйства показывают, что до 2050 года республика будет располагать экономическим потенциалом развития отрасли по полному собственному обеспечению потребностей населения страны и регионов во всех основных продуктах питания. На производстве мяса будут специализироваться области РК, расположенные в полупустынной и пустынной зонах.

Поэтому необходимо создать геоинформационную базу данных и геоинформационно-аналитическую системунаправленную на решение проблем устойчивого развития животноводства в условиях климатических и антропогенных изменений.

В целях обеспечения продовольственной безопасности страны в маловодные годы, при снижении поверхностных водных ресурсов будут разработаны практические рекомендации по обеспечению обводнения пастбищ за счет пресных и маломинерализованных подземных вод. Что позволит улучшение условий обводнения пастбищ при дефиците поверхностных водоисточников для развития отечественного животноводства.

Предложенные технические решения по водоснабжению пастбищных территорий из подземных водоисточников будут иметь ряд преимуществ по сравнению с поверхностными водами: подземные воды обладают лучшим качеством, более надежно защищены от загрязнения и заражения, меньше подвержены сезонным и многолетним колебаниям, практически не воздействуют на окружающую среду при эксплуатации.

Ключевые слова: Пастбища, Полупустыня, Сезонный, Многолетний, Шахтный.

Введение. В Казахстане имеется 183 млн гектаров естественных пастбищ, пригодных для использования в сельском хозяйстве, 80% из которых расположены в зонах пустынь и засушливых степей. Существуют ряд проблем, таких как изношенность систем водообеспечения пастбищ, недостаточность технического оборудования, а также отсутствие специализированной технической поддержки для водоснабжения пастбищ. Эти факторы приводят к возникновению проблем, связанных с обеспечением скота питьевой водой. В последние годы в Китае наблюдается рост исследований по вопросам водообеспечения пастбищ, однако до сих пор не существует конкретной технической системы и стратегии

водоснабжения, что в течение длительного времени ограничивает развитие пастбищ. В статье рассматриваются вопросы использования пастбищ и состояния их водообеспечения.

Цель исследования. Общая площадь пастбищ в крестьянских и фермерских хозяйствах, а также в других сельскохозяйственных структурах агропромышленного комплекса Республики Казахстан составляет 164,4 млн гектаров, из них орошаемые - 132,79 млн гектаров. В связи с этим основная задача - решение проблемы использования пастбищных земель и повышения их потенциала в регионах. Для этого необходимо разработать смарт-технологии, обеспечивающие системный и оперативный доступ к информации с применением новых технологий.

Задачи работы. Общая площадь пастбищ в крестьянских и фермерских хозяйствах, а также в других сельскохозяйственных структурах агропромышленного комплекса Республики Казахстан составила 164,4 млн гектаров, из них орошаемых -132,79 млн гектаров. Обеспечение орошаемых пастбищ водой осуществляется за счёт природных и искусственных водоисточников.

Результаты и новизна исследования. Осуществляется оценка и обоснование текущего и будущего водопотребления для орошения пастбищных территорий по административным областям Казахстана;

Осуществляется оценка и обоснование перспектив освоения водоносных горизонтов пастбищных территорий в условиях климатических и антропогенных изменений по административным областям Казахстана;

Разрабатывается и формируется база данных перспективных пресных и слабо минерализованных подземных вод для освоения водоносных горизонтов пастбищных территорий по административным областям Казахстана.

Сельском хозяйстве, из которых 80% находятся в пустынной и сухостепной зонах с малым количеством осадков и поверхностных водоисточников. На 1 сентября 2015 года было обводнено 147 млн.га пастбищ, на которых содержат около 21 млн.овец и коз, 6,8 млн.голов крупного рогатого скота, около 2,1 млн.лошадей и 178 тыс.верблюдов.

Общая площадь пастбищ в крестьянских и фермерских хозяйствах и других сельхозформированиях АПК Республики Казахстан на 01.01.14 г. составляла 164,4 млн. га, в том числе обводнённых – 132,79 млн.га, из них обводнено: трубчатыми колодцами - 39,88% площади; шахтными колодцами - 29,9%; водопроводами - 0,74%; каналами, каптажами и

копанями -10,01%; водоналивными пунктами - 3,77% и озёрами - 1,4% площади.

Шахтные и трубчатые колодцы обводняют 69,8% площади пастбищ, последние более перспективны в хозяйственном водоснабжении, обладают значительным и устойчивым дебитом, дольше эксплуатируются, надёжны в санитарно-гигиеническом отношении и поэтому строительство их из года в год увеличивается: в 1960 г. было построено всего 149 не самоизливающихся скважин, в 1965 г. -707, в 1976 -1530 и далее годовой их прирост составляет не менее 1000 штук, Однако наличие большого числа шахтных колодцев вызывает целесообразность их использования в ближайшие 20-30 лет. Поэтому создание новых перспективных и совершенствование существующих насосных установок и водоподъёмников для пастбищных скважин и шахтных колодцев является актуальной и важной народнохозяйственной задачей.

Существенное влияние оказывают на создание конструкций насосных установок природно-хозяйственные факторы: сезонность использования пастбищ, температура окружающего воздуха, суточное водопотребление, параметры водоисточников: минерализация воды, содержание в воде абразивных частиц, дебит, динамический уровень и внутренний диаметр скважины и шахтного колодца.

Пастбищное содержание животных в Казахстане представляет сезонное использование массивов разной кормоёмкости (скотоёмкости)

По данным В.Ф.Червинского [10] сезон использования пастбищ по Казахстану составляет: зимой - 82…166 дней, летом - 60…122 дня, осенью - 71…90 дней и весной – 46…77 дней.

Площадь обводнения пастбищ в Казахстане скважинами и шахтными колодцами в зависимости от сезона их использования составляет: на летних пастбищах - 23,48 млн.га, на осенне-весенних -35,13 млн.га и на зимних - 32,39 млн.га, с вероятностью применения водоподъёмников соответственно в 25,8 %, 38,6 % и 35,6 %.

Следовательно, работа водоподъёмника – сезонная, с периодом от 77 до 166 дней и нормативной загрузкой при семичасовом рабочем дне от 540 до 1160 часов.

На пастбищах водоподъёмно-силовое оборудование эксплуатируют, в основном, в неотапливаемых помещениях или под навесом, поэтому температура воздуха непосредственно влияет на условия его эксплуатации, особенно на силовое оборудование, находящееся на поверхности земли. На

территории Казахстана максимальные температуры воздуха колеблются от 46^0 С на юге до 40…42^0 С на севере и северо-востоке, до 44^0С на западе и 42…44^0С в центральных областях. Минимальные температуры колеблются: - 35^0С на юге, - 45^0С в центральной части и на севере, - 55^0С на северо-востоке и - 30…-40^0С на западе [С учётом этой температуры и технико-экономических соображений нормальная работа водоподъёмника должна быть обеспечена без утепления в диапазоне температур окружающего воздуха ±30^0С; при более низких температурах необходимо специальное утепление.

Суточное водопотребление на пастбищах зависит от периода использования пастбища, количества животных на одном водопойном пункте, норм водопотребления для животных, для собственных нужд обслуживающего персонала, для полива приусадебных участков и орошаемых участков для выращивания сельскохозяйственных культур и служет одним из основных факторов в обосновании подачи насосной установки (водоподъёмника).

Согласно «Указаниям по проектированию сельскохозяйственного водоснабжения СН-2в 7-63» водопойный пункт на пастбищах должен обслуживать не более 2000 голов овец или 250 голов крупного рогатого скота или 250 лошадей.

По разработанным нормам технологического проектирования овцеводческих ферм (комплексов) НТП-СХ 5-68 для зоны Казахстана даны следующие размеры овцеводческих комплексов в тыс.голов: 2, 4, 6, 8, 10, 20.

Среднесуточные нормы водопотребления сельскохозяйственных животных, рекомендованные Карешевым Х. в условиях пастбищного водоснабжения Казахстана, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Рекомендуемые суточные нормы водопотребления сельскохозяйственных животных, $дм^3$/гол

Вид животных	Период использования пастбища		
	летний	весенне-осенний	зимний
Крупный рогатый скот	50	40	30
Лошади	50	40	30
Овцы взрослые	8	5-6	3

В соответствии с рекомендуемыми суточными нормами водопотребления сельскохозяйственных животных (см.таблица 1) и

допустимого содержания животных на одном водопойном пункте, суточные водопотребления даны в таблице 2.

Овцы имеет минимальное водопотребление – 3 м^3 в зимний период и максимальное водопотребление – 160 м^3 в летний период, которое является обоснованием предела суточного водопотребления животными на одном водопойном пункте.

С учётом потребности воды на собственные нужды обслуживающего персонала (9…15)%, расчётное суточное водоснабжение составит: на животноводческих комплексах: 6,9 м^3 …184 м^3; на естественных пастбищах – 3,3 м^3…18,4 м^3.

Геоинформационные системы (ГИС) играют ключевую роль в программе по обводнению пастбищных территорий Казахстана. Они позволяют эффективно собирать, обрабатывать, анализировать и визуализировать пространственные данные, необходимые для принятия обоснованных решений.

Таблица 2

Среднесуточное водопотребление животными в условиях пастбищного и сельскохозяйственного водоснабжения для Казахстана, м^3

Вид животных	Период использования пастбища	Количество животных на одном водопойном пункте, тыс.гол.									
		На пастбищах			В животноводческих комплексах						
		0,25	1	2	0,4	2	4	6	8	10	20
Крупный рогатый скот	летний	12,5	-	-	-	100	-	-	-	-	-
	весенне-осенний	10	-	-	-	80	-	-	-	-	-
	зимний	7,5	-	-	-	60	-	-	-	-	-
Лошади	летний	12,5	-	-	20	-	-	-	-	-	-
	весенне-осенний	10	-	-	16	-	-	-	-	-	-
	зимний	7,5	-	-	12	-	-	-	-	-	-
Овцы	летний	-	8	16	-	16	32	48	64	80	160
	весенне-осенний	-	6	12	-	12	24	36	48	60	120
	зимний	-	3	6	-	6	12	18	24	30	60

Сбор и интеграция пространственных данных:

- Источники данных: Сбор данных из различных источников, включая спутниковые снимки, аэрофотосъемку, топографические карты, гидрогеологические карты и результаты полевых исследований.
- Стандартизация данных: Приведение собранных данных к единому формату для обеспечения их совместимости и интеграции в единую ГИС-базу.
- Цифровая модель рельефа (ЦМР): Использование цифровой модели рельефа, которая позволяет анализировать топографические особенности местности, такие как уклоны, высоты и формы ландшафта.
- Интеграция данных: Объединение всех собранных и обработанных данных в единую ГИС-платформу, которая обеспечивает доступ к информации в реальном времени.
- Картографирование: Создание различных тематических карт, таких как гидрогеологическая карта, районирования по степени обеспеченности подземными водами дляобводнения пастбищ, состояние обводнения и другие.
- Для достижения поставленной цели и задач в Проекте будут использованы общие методы, существующие для проведения прикладных исследований: аналитические исследования с обзором и анализом работ по принятому направлению с обязательным проведением патентных исследований и выявлением аналогичных прогрессивных технических решений по насосным установкам для обводнения пастбищ.

Будет проводится мониторинг подземных источников воды путем обследования их состояния с определением количественно-качественных параметров. В целях решения задачи будут собраны информации об источниках подземных вод в Алматинской, Жетысуской, Жамбылской, Туркестанской, Кызылординской, Улытауской, Карагандинской, Актюбинской и Западной Казахстанской областей и использовании их для целей водообеспечения пастбищ; химические анализы проб воды из подземных водоисточников по определению ее качественных и количественных показателей.

При обследовании подземных источников обводнения пастбищ будут фиксироваться GPS-координаты оголовка водозаборного сооружения, фотографироваться общий вид, определяться параметры подземного источника воды: электрообеспечение, дебит шахтного колодца (скважины), глубина колодца, статистический и динамический уровень воды, диаметр обсадной колонны скважины, минерализация воды, содержание в воде

твёрдых примесей (песка) по массе, температуру окружающего воздуха и воды в шахтном колодце и скважине, техническое состояние водопойного пункта и т.д.

Исследование гидрохимических характеристик будет проводится согласно следующим нормативным документам: измерение pH согласно ГОСТ 26449.1-85 «Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод»; мутность будет определяться по ГОСТ 3351-74 «Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности»; содержание карбонатов и гидрокарбонатов по ГОСТ 31957-2012 «Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов»; содержание хлоридов по ГОСТ 4245-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов»; содержание сульфатов по СТ РК 1015-2000 «Вода.

Гравиметрический метод определения содержания сульфатов в природных, сточных водах»; определения азота аммонийного, нитритов, нитратов по ГОСТ 33045-2014 «Вода. Методы определения азотсодержащих веществ» проводились спектрофотометрическим методом на приборе Varian, Cary-50; определение общей жесткости, кальция и магния согласно ГОСТ 26449.1-85 «Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод»; содержание сухого остатка определяли по ГОСТ 18164-72 «Метод определения содержания сухого остатка»; органическое вещество будет определяться по ГОСТ 23268.12-78 «Метод определения перманганатной окисляемости».

Этот метод отличается от аналогов снабжением водоподающего центробежного насоса водовоздухоприёмной ёмкостью, обеспечивая подпор воды на всасывание насоса от столба воды, находящегося в ёмкости, которая в нижней части имеет отводной патрубок с задвижкой и отводным трубопроводом для подачи воды потребителю обводнения пастбищ и расположен выше всасывающего патрубка насоса, а верхняя часть ёмкости сообщена с атмосферой через воздухоотводную крышку для сброса избыточного давления воздуха и соединена через соединительный патрубок с водоподъёмным трубопроводом, который снабжён струйным насосом, установленным всасывающим отверстием пассивного сопла выше динамического уровня воды в скважине, обеспечивая подсос атмосферного воздуха в водоподъёмный трубопровод и подъём воды в виде водовоздушной смеси.

Предусматривается для определённых природно–климатических условий использование для привода насосной установки возобновляемых источников энергии (солнечной и ветровой) с резервированием использования традиционного источника энергии у которого рабочая открытая лента выполнена с возможностью регулирования расстояния между водонесущей и нисходящей ветвями ленты до оптимального значения в сторону увеличения за счёт выполнения прижимных роликов, отклоняющих нисходящую ветвь ленты, регулируемых в горизонтальном положении, увеличивая подачу на 20-30%, а также улучшения энергетических показателей путём совершенствования технологического процесса-возможность напорной подачи посредством снабжения малогабаритного ленточного водоподъёмника центробежным насосом, выполненным с приводом от вала барабана водоподнимаемой ленты посредством клиноременной передачи, необходимой для водообеспечения потребителя, если он находится на расстоянии от водоисточника и для других операций на водопойном пункте -для промывки водопойных корыт от запыления и др.

Предусматривается для определённых природно-климатических условий использование для привода водоподъёмника возобновляемых источников энергии (солнечной и ветровой) с резервированием использования традиционного источника энергии. которая по сравнению с аналогами отличается снабжением напорного патрубка электропогружного насоса всасывающими устройствами, устанавливаемые одно ниже динамического уровня воды в скважине для подсоса воды в водоподъёмные трубы, а другое, последовательно с ним соединённое, выше динамического уровня для подсоса атмосферного воздуха, в результате улучшаются технологические и энергетические параметры в целом насосной установки: увеличивается подача насосной установки на 20…30%, и снижается потребный напор и потребляемая мощность насосной установки в 1,5 – 2 раза и повышается КПД насосной установки в 1,28-1,29 раза.

Предусматривается вариант подъёма воды из пескующих скважин. в том числе с повышенным содержанием в воде твёрдых частиц (песка), отличается от аналогов снабжением насосной части (форсунки-смесителя) вакуумным устройством в виде активного и пассивного сопел, позволяющим увеличить подсос воды в насосную часть не только от динамического столба воды, но и за счёт вакуума, снижая для

рационального режима технологического процесса погружение насосной части под динамический уровень воды в скважине.

Заключение. Данная работа направлена на решение проблем нехватки водных ресурсов в процессе развития кочевого животноводства, применение на практике научно обоснованных оценок и рекомендательных материалов, а также технологических схем рационального освоения подземных водных ресурсов. Это будет способствовать обеспечению населения сельскохозяйственной продукцией, повышению устойчивости животноводства, обеспечению национальной продовольственной безопасности и увеличению экспортного потенциала мясо-молочной продукции для устойчивого развития государства.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Есполов Т.И., Яковлев А.А., Саркынов Е.С., Зулпыхаров Б.А., Кайпбаев Е.Т., Жакупова Ж.З., Ауелбек Е.К. Пневмо камерные иэрлифтные насосныеустановки: Книга - Алматы: Изд. «Айтумар», 2018. – 312 с.

2. Технологическая эксплуатация сооружений сельскохозяйственного водоснабжения: Отчет «Казглавсельхозводоснабжения» Минсельхоза КазССР. Руководитель В.К.Рябов. - Алма-Ата, 1996.

3. Тыныбаев А.А. Состояние и перспективные развития сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ в Казахстане //Тез. докл. и выступл. на Всесоюзном совещании по теме: «Проектирование, строительство и эксплуатация систем сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ», 20-21 окт. 1980 г. - Алма-Ата, 1980. - с. 8-13.

4. Эксплуатация обводнительных сооружений на пастбищах: Отчет Минводхоза КазССР. Руководитель С.Абулхаиров. - Алма-Ата, 1983. - 65 с.

5. Каплан Р.М., Яковлев А.А. Механизация водоснабжения на пастбищах.- Алма-Ата: Кайнар, 1986.-184 с.

УДК: 631.53.01:631.95:631.147

СОВМЕЩЁННЫЕ ПОСЕВЫ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ ОЦЕНКИ

Равшанова Нилуфар Адиловна
с.н.с. PhD. Deep CTO «Consort Croup»
rahmanova1973@gmail.com
ORCID ID 0000-0002-8933-3076
Юсупова Фарида Маратовна
с.н.с., PhD, Международный центр стратегического развития и исследований в сфере продовольствия и сельского хозяйства.
rida-2005@mail.ru,
https://orcid.org/0000-0002-0481-4947

Аннотация. Современное земледелие сталкивается с необходимостью повышения продуктивности при одновременном снижении экологической нагрузки. Одним из эффективных решений является система совмещённых посевов (intercropping), обеспечивающая устойчивое использование ресурсов и поддержание агробиоразнообразия. В работе обоснована роль совмещённых посевов как элемента эффективного землепользования в условиях климатических изменений. На основе анализа научной литературы представлены агрономические и экологические преимущества совмещённого посева, включая снижение зависимости от агрохимии, подавление сорняков, обогащение почвы азотом и рост урожайности. Особое внимание уделено оценке эффективности через показатели LER (земельный эквивалент), ATER (временно-площадной эквивалент) и индекс агрессивности культур. Рассмотрены условия подбора культур, схемы посева, синхронность вегетационных периодов. Подчёркивается значение «вспомогательных» культур в формировании устойчивых агросистем. Полученные выводы ориентированы на разработку комплексных технологий совмещённого посева с акцентом на фермерские хозяйства и устойчивое управление природными ресурсами.

Ключевые слова: совмещённый посев, LER, ATER, Aggressivity, устойчивое сельское хозяйство.

Abstract. Modern agriculture faces the challenge of increasing productivity while simultaneously reducing environmental impact. One effective solution is the intercropping system, which enables sustainable resource use and

supports agrobiodiversity. This paper substantiates the role of intercropping as a component of efficient land use under climate change conditions. Based on the analysis of scientific literature, the agronomic and ecological advantages of intercropping are presented, including reduced reliance on agrochemicals, weed suppression, nitrogen enrichment of soils, and increased crop yields. Special attention is given to the assessment of efficiency using indicators such as Land Equivalent Ratio (LER), Area Time Equivalent Ratio (ATER), and crop aggressivity index. The study also examines criteria for crop selection, planting patterns, and synchronization of growth periods. The importance of "supporting" crops in the formation of resilient agroecosystems is emphasized. The conclusions are aimed at developing integrated intercropping technologies with a focus on smallholder farms and sustainable natural resource management.

Keywords: intercropping, LER, ATER, aggressivity. sustainable agriculture.

Основой эффективного землепользования являются социальные, экономические, агрономические и экологические факторы. Система эффективного землепользования должна строиться на таких принципах:

Рациональное использование природных ресурсов. В системе устойчивого сельского хозяйства рациональное использование природных ресурсов один из важных аспектов, который напрямую взаимосвязан с плодородием почв и водными ресурсами. Так в период хлопковой монополии советская Центральная Азия была полностью в экономическом застое, научно не обоснованное использование земельных и водных ресурсов, бесструктурная форма управления сельским хозяйством привела к бедности и не обратимой экологической катастрофе [3]. О том, к чему может привести хлопковое монополие посевов было обосновано уже в 50 – 60 годах 20 века в исследованиях академика [1]. В работах авторов З.Турсунхуджаева, А.С.Болкунова (1981), Р.Тиллаева, Н.М.Худайберганова, 2022 [2; 4] анализируются экономические, социальные и экологические последствия неправильного управления водными и почвенными ресурсами сельскохозяйственной политики советского периода.

Структура эффективного землепользования должна основываться на адаптации сельскохозяйственных практик к изменению климата. Анализ международной литературы по исследованию адаптации к изменению климата, показал, что аналитики хотят дать оценку тем или иным технологиям и определить какие методы будут эффективными для

снижения уязвимости сельского хозяйства. Методом моделирования (топологии) изучены аспекты влияния изменения климата на сельское хозяйство. Авторы разделили на основные категории множество различных типов адаптации. Туда входят 1) инновационное управление ресурсами, 2) субсидирование и поддержка сельского хозяйства (страхование урожая, стабилизация доходов и специальные компенсации), 3) диверсификация и интенсификация растениеводства и животноводства 4) управление финансами фермерских хозяйств. Данная программа должна быть адаптирована к местным условиям определённого региона (государства).

Основа адаптации эффективного землепользования является биологическое разнообразие. Использование биологического разнообразия направлено на снижение и управление рисками, связанные с монопосевами, а также на сохранение экосистем (опыление, борьба с вредителями и сохранение плодородия почв). Биологическое разнообразие в агроэкосистемах -это смешанные и совместные посевы, которые имеют разновидовой состав культур. Многими исследователями доказана эффективность разновидового состава посевов состоящих из зернобобовых культур.

Именно разновидовой состав посевов включающих в и зернобобовые культуры имеют высокую рентабельность и экономическую эффективность. Внедрение в систему эффективного землепользования смешанных и совместных посевов являются ресурсо и энергосберегающими технологиями. В результате экономии затрат на удобрения, средств защиты, води и повышения урожайности наблюдался рост экономической эффективности.

Эффективное землепользование не должно основываться на интересах государства. При выборе технологий эффективного землепользования основополагающей должна быть социальная ответственность. В период экологического казуса сельскохозяйственное производство является самым ущемлённым звеном в экономике. Что ведёт к большому давлению на фермерские и дехканские хозяйства. Сельскохозяйственное производство является убыточным хозяйством. Поэтому землепользование должно делать ударение на интересы фермерских и дехканских хозяйств.

Анализ изученной литературы показал, при переходе на устойчивое сельское хозяйство в период глобальных климатических изменений, эффективное землепользование должно иметь многогранный подход,

основа которой минимальное воздействие на окружающую среду, обеспечивающий стабильной продуктивностью полевых угодий.

Для повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных угодий совмещённые посевы должны основываться на агрономических, экологических и экономических аспектах. Основные принципы включают: разновидовая группа культур, комплементарность в использовании ресурсов, синергия в борьбе с вредителями и болезнями, разнообразие по требованиям к питательным веществам.

При выборе культур для совмещённого посева авторы Casagrande et al. 2017 [10] Garbach et al. 2017 [15] утверждают, что необходимо делать ударение не на производство возделываемой культуры (в качестве товара, для производства продуктов питания), а для поддержки и регулирования агроэкоситемы. Используются термины для этих культур как «вспомогательная культура» или же «сервисная». Использование этих культур в совмещённом посеве могут регулировать численность вредителей, сорняков, влиять на плодородие почв, а также на экологические процессы агрофауны. Всё это снижает затраты фермерских хозяйств, сокращая зависимость от внешних носителей. Параллельно повышая продуктивность угодий.

В исследования многих учёных проанализирован подбор культур для совмещённого посева [8]. Учёные предлагают высеивать как основную - техническую культуру, а выбирать как «вспомогательную», культуру, которая при росте и развитии имеет разницу в цикле развития, не конкурирующая с основной культурой, учитывать технологии возделывания культур, а также биологические особенности (требования к почвено– климатическим условиям, воде, свету и питанию) [13]. Cheriere et al. 2020 [11] утверждают, что технические культуры лучше взаимодействуют с товарными культурами. Но в отличии от традиционных посевов, совмещённые посевы являются более сложными и весьма специфичными. Он утверждает, что при возделывании совмещённых посевов нужно находить компромиссные пути возделывания, но подтверждает снижение урожайности из-за межвидовой конкуренции за ресурсы. Авторы Blackshaw et al. 2010 [7] пишут, что при разработке технологий возделывания, важную роль играет густота стояния растений. Исследования показали, что густота стояния основной культуры должна быть 100%, а густота стояния «вспомогательной культуры» зависит от вида культуры – X%. [7]. Разрабатывая технологии возделывания разновидовых

посевов, исследователи делают ударение на синхронность развития культур в этих посевах. При выборе культур сроки посева должна быть одинаковы. Даже если нет возможности одновременного посева, посев можно проводить поочерёдно, с разницей в несколько дней. При посеве климатические условия должны быть оптимальны для обеих видов культур. [14]. В межвидовых посевах длительность вегетационного периода не должен совпадать друг с другом. В основном у «вспомогательной культуры» (если эта культура однолетняя) вегетационный период должен быть закончен до сбора урожая основной культуры. Существуют и асинхронные межвидовые посевы, где «вспомогательная культура» высеивается раньше основной культуры или же вместе [16], и используется в виде мульчи, обеспечивая почвенный покров [12]. Также в асинхронных межвидовых посевах «вспомогательная культура» может быть высеяна на уже готовые основные посевы, где растения уже в репродуктивной стадии, но урожай ещё не сформирован. Использование этой технологии предусматривает подбор «вспомогательной» культуры с медленным ростом в начале вегетационного периода. Эта технология посева используются для формирования покрова, между двумя последующими культурами. А в смешанных посевах она может использоваться для кормовых целей. Анализ изученной литературы показал, основные исследования при выборе культур по совмещённым посевам проводили по зернобобовым культурам. Использование в межвидовых посевах зернобобовых культур решают проблему а) регулирование численности сорняков; в) регулирование численности насекомых-вредителей; плодородие почвы и обогащение азотом. Зернобобовые культуры опережают в росте и в развитии растения-сорняков, что приводит к подавлению их развитию из-за дефицита воды, питания и света.

В совмещённых посевах в борьбе с сорняками требуется преимущественное использование ресурсов, начиная с стадии всходов и раннего роста. Системы совмещённых культур, в частности имеющие аддитивные конструкции, имеют способность покрывать почву, за счёт быстрому росту кроны и использованию освещённости, относительно моно посевам. Совмещённые посевы являются наиболее эффективным способом усиления конкуренции между межвидовыми посевами и сорняками. В этих посевах большое значение имеет динамика роста видов в совмещённых посевов относительно сорняков. Если сроки посева совмещённых посевов были выбраны не правильно, это повлияет на количество сорняков. Но

могут снизить их количество после сбора урожая «вспомогательной» культуры. Также при выборе «вспомогательной» культуры учитываются расположение корневой системы на глубине почвы, требование к питательной среде. Это позволяет максимизировать использование воды, питательных веществ и света. Например, глубококорневые растения будут добывать воду и питательные вещества из более глубоких слоёв почвы, а мелкокорневые используют поверхностные ресурсы [9; 18].

В размещении культур в межвидовых посевах должна учитываться синхронность культур. Для синхронизации культур совмещённого посева учитываются вид, сорт и схемы посева. Именно эти элементы являются рычагами управления технологиями совмещённых посевов. Во избежание конкурентных отношений совмещённого посева «вспомогающая» культура должна иметь жизненный цикл дополняющую основную культуру. При подборе культур для совмещённого посева нужно обозначить цели посева, отобрать культуры – основная и вспомогательная, учитывать сроки посева, густоту стояния растений, вегетационный период культур, рост и развитие культур в начале вегетационного периода, схему посева. Опыт исследований доказывает роль в совмещённых посевах зернобобовых культур. Основываясь на этих принципах, совмещённые посевы позволяют создать более сбалансированные и продуктивные агросистемы. Этот подход минимизирует использование химических средств защиты растений и удобрений, а также поддержит биоразнообразие и устойчивость сельского хозяйства. Внедрение в производство межвидовых систем, методом исследовательских программ с включением в них фермерских хозяйств, государственных поддержек за счёт поощрения, страхованием урожая, создание рекомендаций с описанием всех спектров сложных решений системы технологий возделывания межвидовых культур.

Современные подходы к устойчивому сельскому хозяйству предполагают внедрение многообразных агротехнических систем, направленных на эффективное использование природных ресурсов, снижение зависимости от химических средств защиты и повышение продуктивности агроландшафтов. Одним из таких подходов является совмещённый посев (intercropping) - система одновременного выращивания двух и более культур на одной площади, которая обеспечивает оптимизацию использования солнечной радиации, влаги, элементов питания и рабочей силы.

Ключевым инструментом количественной оценки эффективности совмещённых посевов является Земельный эквивалент (Land Equivalent Ratio, LER). Этот показатель отражает, насколько более эффективно используется земля при совмещённом посеве по сравнению с монокультурным выращиванием, и показывает, какая площадь в условиях монопосева потребуется для получения такого же урожая, как и при совместном возделывании культур [17; 19].

Формально LER определяется как сумма частных от урожайности каждой культуры в совмещённом посеве к урожайности той же культуры в монопосеве:

Земельный эквивалент (ЗЭ) рассчитывался по формуле:

$$\text{LER или ЗЭ} = \frac{\text{Усх}}{\text{Умх}}; \quad (1)$$

Значение LER выше 1 (LER>1) свидетельствует о выигрыше в использовании земельных ресурсов, в то время как значение ниже 1 указывает на недостаточную эффективность интеркроппинга (Bedoussac & Justes, 2010). Таким образом, LER является одним из наиболее широко используемых агроэкономических индикаторов при сравнении производительности различных моделей посевов, а также при обосновании агротехнических решений в исследованиях устойчивого земледелия [18].

Одним из важнейших показателей совмещённого посева, который является важным дополнением к LER, особенно при анализе полевых схем с раннеспелыми и позднеспелыми культурами это коэффициент временно-площадной эквивалентности (Area Time Equivalent Ratio, ATER) это интегральный показатель эффективности совмещённых (межкультурных) посевов по сравнению с чистыми посевами, учитывающим как площадь, так и время использования земельного участка.

Формула расчёта ATER:

$$\text{ATER}=\sum = \left(\frac{\text{Урожай In Cot}}{\text{Урожай SolCot}} \cdot \frac{\text{Вегетация TInCot}}{\text{Вегетация SolCot}}\right) + \left(\frac{\text{Урожай In Mung}}{\text{Урожай Sol Mung}} \cdot \frac{\text{Вегетация TIn Mung}}{\text{Вегетация Sol Mung}}\right); \quad (2)$$

Показатель ATER (Земельно-временной эквивалент) представляет собой усовершенствованную аграрную метрику, дополняющую LER за счёт учета продолжительности использования земельного участка. Его применение позволяет более реалистично оценить продуктивность систем совмещённого посева в условиях, где культуры различаются по срокам вегетации. Использование ATER особенно актуально при проектировании высокоэффективных агроэкосистем с ограниченными ресурсами и

переменной сезонной нагрузкой. Для более глубокой оценки совмещённых посевов, чем просто урожайность, изучение Агрессивности культур в совмещённых посевах раскрывает конкурентное поведение культур в этих условиях. Изучение этого показателя используется при подборе совместимых культур: например, если одна культура постоянно показывает высокую агрессивность, её можно уменьшить в норме высева или заменить менее конкурентной культурой. Агрессивность культур в совмещённых посевах рассчитывается по формуле:

$$\text{Aggressivity} = \frac{\text{Ycm}}{\text{Ycc}\times\text{Zcm}} \cdot \frac{\text{Ymc}}{\text{Ymm}\times\text{Zmc}}; \quad (3)$$

Анализ научных исследований и практических данных подтверждает, что совмещённые посевы являются важным элементом устойчивого и эффективного землепользования. В отличие от монокультур, такие системы позволяют повысить рентабельность за счёт более полного использования солнечного света, влаги, питательных веществ и площадей. Биологическое разнообразие, лежащее в основе совмещённых посевов, снижает риски, связанные с монопосевами, а также укрепляет агроэкосистемы через естественные процессы опыления, борьбы с вредителями и повышения плодородия почв. Использование показателей LER и ATER позволяет количественно определить эффективность совмещённого посева, а агрессивность культур — выявить степень конкуренции между видами. Эти индикаторы позволяют оптимизировать выбор культурных сочетаний и схем посева. Результаты анализа подчёркивают, что успешная реализация таких систем требует учёта сроков посева, вегетационных фаз, структуры корневой системы и совместимости культур.

Внедрение совмещённого посева особенно важно для фермерских и дехканских хозяйств, испытывающих давление со стороны природных и экономических факторов. Совмещённые посевы могут снизить затраты, повысить устойчивость агросистем и поддержать экологическое равновесие на фоне глобальных климатических изменений.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Мухамаджанов М.В. (1962) Севообороты и углубление пахотного слоя почвы в районах хлопководства // Монография.Т. Изд-во Ан Узб.ССР. 1962. С 108-112.

2. Турсунхуджаев З., Болкунов А.С. (1981), Научные основы хлопковых севооборотов. Ташкент, Мехнат. 1981. с-152.

3. Хлопковое проклятие: разрушительная монокультура Центральной Азии Доклад Крайсис Груп No 93 Азия, 28 февраля 2005 г.

4. Худайберганов Н.М. Узбекистоннинг дон мустакиллиги кандай илмий асосда амалга тоширилганлигини биласизми? // Узбекистон кишлок ва сув хужалиги журнали. Тошкент, 2022, 2-сон. Б-4-6 (06.00.00 №4).

5. Amossé C., Jeuffroy MH., David C. (2013) Relay intercropping of legume cover crops in organic winter wheat: Effects on performance and resource availability. Field Crops Res 145:78-87. doi:10.1016/j.fcr.2013.02.010.

6. Banik P., Midya A., Sarkar B.K., & Ghose, S.S. (2006). Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy, 24(4), 325–332.

7. Blackshaw R.E., Molnar L.J., Moyer J.R. (2010) Suitability of legume cover crop-winter wheat intercropson the semi-arid Canadian prairies. Can J Plant Sci 90 (4):479-488. doi:10.4141/CJPS10006

8. Blanco-Canqui H., Shaver T.M., Lindquist J.L, Shapiro C.A., Elmore R.W., Francis C.A., Hergert G.W. (2015) Cover crops and ecosystem services: insights from studies in temperate soils. Agron J 107 (6):2449. doi:10.2134/agronj15.0086

9. Blaser B.C., Singer J.W., Gibson L.R. (2011) Winter cereal canopy effect on cereal and inteseeded legume productivity. Agron J 103 (4):1180-1185. doi:10.2134/agronj2010.0506

10. Casagrande M., Alletto L., Naudin C., Lenoir A., Siah A., Celette F. (2017) Enhancing planned and associated biodiversity in French farming systems. Agron Sustain Dev 37 (6):57. doi:10.1007/s13593-017-0463-5

11. Cheriere T., Lorin M., Corre-Hellou G. (2020) Species choice and spatial arrangement in soybean-based intercropping: Levers that drive yield and weed control. Field Crops Res 256:107923. doi:10.1016/j.fcr.2020.107923

12. Costello MJ. (1994) Broccoli growth, yield and level of aphid infestation in leguminous living mulches. Biol Agric Hortic 10 (3):207-222. doi:10.1080/01448765.1994.9754669

13. Duru M., Thérond O., Martin G., Martin-Clouaire R., Magne M-A., Justes É., Journet É-P., Aubertot J-N., Savary S., Bergez J-É., Sarthou J-P. (2015b) How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. Agron Sustain Dev:1-23. doi:10.1007/s13593-015-0306-1

14. Fayaud B., Coste F., Corre-Hellou G., Gardarin A., Dürr C. (2014) Modelling early growth under different sowing conditions: a tool to predict variations in intercrop early stages. Eur J Agron 52:180-190. doi:10.1016/j.eja.2013.09.009

15. Garbach K., Milder J.C., DeClerck FAJ., De Wit MM., Driscoll L., Gemmill-Herren B. (2017) Examining multi-functionality for crop yield and ecosystem services in five systems of agroecological intensification. Int J Agric Sustain 15 (1):11-28. doi:10.1080/14735903.2016.1174810

16. Hartwig & Ammon (2002). Diseases-suppressive soils: Ecological foundations and practical implications. Soil Biology & Biochemistry, 34(6), 845–860.

17. Mead R., & Willey R. W. (1980). The concept of a ‘land equivalent ratio’ and advantages in yields from intercropping. Experimental Agriculture, 16(3), 217–228. sciepub.com+12cambridge.org+12cambridge.org+12nph. onlinelibrary.wiley.com+2core.ac.uk+2cabidigitallibrary.org+2

18. Raseduzzaman M., & Jensen E.S. (2017). Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. European Journal of Agronomy, 91, 25–33.Willey, R. W. (1979). Intercropping-Its importance and research needs. Field Crops Abstracts, 32(1), 1-10. cabidigitallibrary.org+10scirp.org+10cambridge.org+10

УЎТ: 631.5

ИНГИЧКА ТОЛАЛИ ҒЎЗАНИ ПАРВАРИШЛАШДА СУВДАН САМАРАЛИ ФОЙДАЛАНИШ АГРООМИЛЛАРИ

Авлиякулов Мирзоолим Авазович
қ.х.ф.д., профессор
Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти
e-mail: mirzoolim89@mail.ru
ORCID:0000-0003-3699-6017
Абдуллаев Жамшид Умурхонович
қ.х.ф.ф.д. (PhD)
Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти Қашқадарё илмий тажриба станцияси
e-mail: jamshidxon.umurxonovich@mail.ru
ORCID: 0000-0001-6628-9976

Аннотация: Ушбу мақолада Қашқадарё вилоятининг суғориладиган тақирсимон тупроқлари шароитида кузги сидерат экинларидан (хашаки кўк нўхат, жавдар, перко) кейин парваришланган ингичка толали ғўза даласида тупроқ намликларини ўзгариши, ғўзанинг сув истеъмоли кўрсаткичлари ҳамда суғориш муддатларини тезкор аниқлашда электрон қўл рефрактометр кўрсаткичлари бўйича илмий изланишлар натижасида олинган маълумотлар келтирилган. Ингичка толали ғўзани суғориш муддатларини тезкор аниқлаш бўйича ўтказилган тадқиқотларда рефрактометр кўрсаткичлари ЧДНСга нисбатан 70-75-65% суғориш олди тупроқ намлигида гуллашгача 15-16 % гача ўзгариб турган бўлса, пишиш даврида эса 17-18 % ни ташкил этган. Сидерат экинлар экилмаган фонда ғўзани ЧДНСга нисбатан 65-65-60% суғориш олди тупроқ намлигида суғорилганда рефрактометр кўрсаткичлари гуллаш-ҳосил тўплаш даврида 18-19 % бўлган бўлса, пишиш даврида эса 20 % ни, ҳудди шу суғориш тартибида сидерат экинларидан кейин ғўза етиштирилганда тегишлича 19-20%, пишиш даврида 21-22% ни ёки ҳужайра ширасси концентрацияси 1,1-1,5% га камайганлиги аниқланган. Кузги сидерат экинларини уч компонентли қилиб (хашаки кўк нўхат+жавдар+перко) парваришлаб, уларни тўплаган умумий биомассаси (600-650 ц/га) ерга тўлиқлигича ҳайдаб юборилганда юқори ўсимлик массаси чиринди бўлиб, тупроқнинг агромелиоратив ҳолатига ижобий таъсир этган ҳолда сидератлардан кейин парваришланган ингичка толали ғўзада суғоришлар сонининг 1та га тежаб қолиш имкониятини борлиги тадқиқотларда аниқланган.

Калит сўзлар: кузги сидерат экинлар, ҳашаки кўк нўхат, жавдар, перко, тупроқ намлиги, суғориш тартиблари, суғориш муддатлари, суғориш меъёрлари, рефрактометр кўрсаткичлари.

Аннотация: В данной статье изучены изменения влажности почвы, водопотребления хлопчатника, а также показатели электронного портативного рефрактометра для ускоренного определения сроков полива на полях тонковолокнистого хлопчатника, возделываемого после зимных сидератных культур (горох, рожь, перко) в условиях орошаемых бесплодных почв Кашкадарьинской области. В исследованиях, проведенных по экспресс-определению сроков полива тонковолокнистого хлопчатника, показатели рефрактометра варьировали до 15-16% в фазе цветения, а в период созревания – 17-18% при режиме орошения 70-75-65% от предельно полевой влагоёмкости (ППВ). Возделывания тонковолокнистого хлопчатника на фоне трехкомпонентных сидератных культур (зеленый горошек+рожь+перко с общей биомассой 600-650 ц/га) и проведения полива при предполивной влажности 65-65-60% от ППВ показания рефрактометра в период цветения-плодообразования составляли 18-19%, в период созревания -20%. Установлено, что концентрация клеточного сока при созревании снижается на 19-20%, 21-22% или 1,0-1,5% соответственно. Исследования показали, что имеется возможность сократить количества полива на 1 раз при этом получить высоко качественного уроажая хлопка-сырца.

Ключевые слова: зимние сидератные культуры, зелёный горох, рожь, перко, влажность почвы, режим орошения, сроки орошения, нормы орошения, показатели рефрактометра.

Annotation: This article studies changes in soil moisture, water consumption of cotton, as well as the indicators of an digital refractometer for the rapid determination of irrigation timing in the fields of long staple cotton cultivated after winter cover crops (green peas, rye, perco) in the conditions of irrigated takyr soils of the Kashkadarya region. In research, on rapid determination of the timing of irrigation of long staple cotton, refractometer indicators varied up to 15-16% in the flowering phase, and during the ripening period – 17-18% with an irrigation scheduling of 70-75-65 % of field capacity (Fc). Cultivation of long staple cotton after three-component cover crops (green peas + rye + perco with a total biomass of 60.0-65.0 t ha^{-1}) and irrigation at irrigation scheduling of 65-65-60% Fc, the refractometer readings during the flowering-yield accumulation period were 18-19%, during the ripening period - 20%. It has been established that the concentration of cell sap during ripening decreases by 19-20%, 21-22% or 1.0-1.5%, respectively. Research has shown that it is possible to reduce the irrigation events number by 1 time while still obtaining a high-quality cotton yield.

Key words: winter cover crops, green peas, rye, perco, soil moisture, irrigation scheduling, irrigation time, irrigation rates, scheme, refractometer indicators

Кириш. Сувдан самарали фойдаланиши йўналишида Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 1 мартдаги “Қишлоқ хўжалигида сувни тежайдиган технологияларни жорий этишни янада такомиллаштириш чора тадбирлари тўғрисида” ги ПҚ-144 сонли, 2024 йил 05 январдаги “Қўйи буғинда сув ресурсларини бошқариш тизимини такомиллаштириш ҳамда сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-5 сонли қарорларида қишлоқ хўжалиги экинларини суғоришда сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш, сув ҳисобини юритиш, далага кириб келаётган сув манбааларини ўлчаш ва сув етказиб берувчи хизматлар ҳамда сув истеъмолчилари билан қатъий ҳисоб-китоблар ҳамда тўловларни амалга ошириш вазифлари белгилаб берилган.

А.Э.Авлиёқуловнинг тавсияларида ингичка толали ғўзаларнинг гуллаш-ҳосил тўплаш фазаси даврида сувдан қолдириш мутлақо мумкин эмаслиги, акс ҳолда ғўзалар ўсмай, ривожланмай қолиши натижасида ҳосил тугунчаларини (шона, гул, кўсак) катта қисми тўкилиб кетишига олиб келади. Кўсакларнинг очилиши, пишиш даврида ғўзанинг нормал озиқланиши ва кўсакларнинг тўлиқ ривожланишини таъминлаш учун зарур меъёрда суғориш кераклиги айтиб ўтилган [1].

Б.М.Холиқов, Я.Бўриев ва бошқаларнинг ўтлоқилашиб бораётган тақирсимон тупроқлар шароитила ўтказган тадқиқотларида жавдарнинг “Памир” нави алоҳида экилганда гектаридан 350 ц тиритикалининг “Праг-1” нави экилганда 400 ц ҳосил олинган бўлса, жавдар, тиритикали экинлари перко ёки рапс билан қўшиб экилганда якка ҳолдагига нисбатан 20-30 % юқори ҳосил етиштирилиши тажрибаларда илмий ва амалий жиҳатдан асосланган. Перко якка ҳолда экилганда унинг ҳосилдорлиги 500-550 ц/га атрофида бўлиб, донли экинлар билан қўшиб экиш яхши натижа берганлиги аниқланган [10].

А.Э.Равшанов, Б.С.Камилов ва бошқаларнинг суғориш сувларидан самарали фойдаланиш бўйича Тошкент вилоятининг типик бўз тупроқлари шароитида жойлашган Марказий тажриба хўжалигида ғўзани томчилатиб суғориш тизими бўйича олиб борилган дала тадқиқотларида суғоришлар тупроқ намлиги ЧДНСга нисбатан 65-70-65 % бўлганда 11 марта, 70-75-60 %да эса 13 марта ўтказилиб, суғориш меъёрлари суғориш тартиблари бўйича ўртача 300-390 $м^3$/га ни, суғоришлар оралиғи 5-14 кунни,

томчилатиб суғориш давомийлиги суғориш меъёрига боғлиқ равишда 6,0-7,0 соатни, мавсумий суғориш меъёри тупроқ намлиги 65-70-65 %да эса 3840 $м^3$/га ни, 70-75-60 % сақланган вариантларда эса 4117 $м^3$/га ни ташкил қилган [8].

О.Иброҳимовнинг маълумотларида минерал ўғитлардан кўра органик ўғитлар афзаллигини ҳозир деҳқончиликда азотнинг фойдали коэффициенти атиги 30-40 фоиз, бошқача айтганда, пахта даласига солинаётган азотли ўғитларнинг 60–70 фоизини ғўза истеъмол қилмай шу ортиқча азот атроф муҳитга жиддий хавф туғдираётганлиги айниқса, ғўза ва ғалла экилган майдонлардан катта миқдордаги нитрат азоти коллектор сувларига қўшилиб, бутун мавжудотларга ҳам зарар келтираётганлигини таъкидлаган [5].

Н.Ҳ.Дурдиевнинг Қашқадарё вилоятининг ўтлоқлашиб бораётган тақирсимон тупроқлари шароитида ўтгазган тадқиқотларида ингичка толали “Термиз-202” ғўза навида 1 центнер пахта ҳосилини етиштириш учун сарфланган энг кам мавсумий сув сарфи суғориш олди тупроқ намлиги ЧДНСга нисбатан 70-75-65 % суғориш тартибида кузатилиб, 93,5-116,8 $м^3$/ц ни ташкил этганлиги аниқланган [4].

Х.М.Бозоровнинг тадқиқотларида оралиқ экинлар икки компонентли ҳолда, яъни сули ва кўк нўхат аралаш ҳолда экилганда кўчат қалинлиги 1,520-1,533 млн. донани, бўйи 82,3-83,4 см.ни, кўк масса ҳосилдорлиги 375,6-378,1 ц/га.ни ташкил этган бўлса, сули, кўк нўхат ва жавдар қўшиб экилганда кўчат сони 2,281-2,293 млн/донани, ўсимлик бўйи 91,5-92,0 см.ни, кўк масса ҳосилдорлиги 426,7 428,2 ц/га бўлганлиги кузатилган ёки уч компонентли оралиқ экинлар икки компонентга нисбатан 50,1-51,1 ц/га юқори кўк масса тўплаганлиги аниқланган [2].

С.Э.Ғаниев ва Б.Э.Избосаровларнинг таъкидлашларича кучсиз ва ўртача шўрланган бўз-ўтлоқи тупроқлар унумдорлигини ошириш, ушбу шароитда етиштирилаётган ғўзадан юқори ва сифатли пахта ҳосили етиштиришда ресурстежамкор инновацион агротехнологиялар асосида мутоносиб равишда минерал ўғитларни $N_{160}P_{80}K_{48}$ кг/га + 10 т/га гўнг, $N_{160}P_{112}K_{80}$ кг/га + 20 т/га гўнг меъёрларида сидератлар фонида қўллаш, ушбу шароитда юқори иқтисодий самарадорликни таъминлаши ҳамда сизот сувлари сатҳини ва тупроқларнинг шўрланишини пасайтириши аниқланган [9].

Шуни алоҳида қайд этиш керакки, Республикада жадал равишда сув тежовчи технологиялар жорий этиб келинмоқда. Аммо барча суғориладиган

майдонларни сув тежовчи технологиялар билан қамраб олиш имконияти мавжуд эмас. Бунинг учун узоқ йиллар керак бўлади. Шу сабабли ҳам олимларимиз олдида турган асосий вазифалардан бири арзон, содда ва кейинчалик жорий этиш имконияти ўта юқори бўлган сувни тежашнинг алтернатив йўлларни излаш, ишлаб чиқиш долзарб масаладир. Бу борада кўплаб тадқиқотлар амалга оширилмоқда. Жумладан тупроқ унумдорлигини ошириш ва суғориш сувларини тежашга қаратилган тадқиқотларимиз Қашқадарё вилоятининг суғориладиган тақирсимон тупроқлари шароитида олиб борилмоқда. Бунда кузги сидерат экинлари (ҳашаки кўк нўхат, жавдар, перко) парваришланиб, сидерат экинлар кўк массаси тўлиқлигича ерга майдалаб ҳайдаб юборилади ҳамда шу фонларда ингичка толали ғўзанинг Сурхон-16 нави парвариш қилинади. Тупроқ намлиги барча экин турларининг ўсиб, ривожланиши шунингдек юқори ва сифатли ҳосилдорликка эришишда асосий омил ҳисобланади. Тупроқда намлик етишмаслиги ёки аксинча бўлиши ҳам салбий оқибатларни келтириб чиқаради. Шу нуқтаи назардан олиб қараганда, тупроқ намлигини ўз вақтида аниқлаб, етишмаган дефицит намликни бериш муҳим аҳамиятга эга.

Материал ва услублар. Қишлоқ хўжалик экинларидан юқори ва сифатли ҳосидорликка эришиш замирида парваришланаётган экин турининг биологик хусусияти ва эҳтиёжига мос келадиган агротадбирларни қўллаш талаб этилади. Шундагина кутилган натижаларга эришиш имконияти кўпроқ бўлади. Тадқиқотлар Ўзбекистоннинг жанубий минтақаси Қашқадарё илмий тажриба станциясининг суғориладиган тақирсимон тупроқлари шароитида 14 та вариант, 3 қайтариқдан олиб борилди.

Тажриба даласи тупроғи тақирсимон, сизоб сувлар сатҳи 2,5-3,0 м чуқурликда жойлашган. Сидерат экинлардан хашаки кўк нўхат, жавдар, перко ўсимликлари октябр ойининг учинчи ўн кунлигида экилди.

Тадқиқот натижалари ва муҳокамаси. Қашқадарё вилоятининг суғориладиган тақирсимон тупроқлари шароитида ўрганилган кузги сидерат экинларини март ойининг дастлабки кунларида бир марта суғориш кифоя қилади. Чунки сидерат экинлари тўплаган яшил массасини майдалаш, ерни шудгорлаш, чигит экиш учун пушта олиш ва бошқа агротехник тадбирлар амалга ошириш учун тупроқни етилган ҳолга келтириш зарур ҳисобланади.

2021 йилнинг куз ойларида экилган сидерат экинларини эрта баҳорда суғориш олди тупроқ намлигини аниқлаш учун тупроқнинг 1 метр қатламидан ҳар 10 см дан бур ёрдамида тупроқ намунлари бюксларга олиниб, термостатда 105 ^{0}C да 6 соат мабайнида қуритиб тарозида тортиш йўли билан аниқланди. Олинган маълумотларга қараганда, ўрганилган сидерат экинлари эрта баҳорда суғоришда 0-50 см ҳисобий қатламда ЧДНСга нисбатан 70-75-75 % суғориш олди тупроқ намлигида тупроқнинг қуруқ вазнига нисбатан намлик кўрсаткичи 15,8 % ни, ЧДНСга нисбатан намлик кўрсаткичи эса 70,5 % ни ташкил этди.

Ушбу маълумотлар дастурда белгиланган суғориш олди тупроқ намликлари кўрсаткичларига мос келди. Ўрганилган кузги сидерат экинларининг суғоришдан олдинги тупроқ намлиги вариантлар бўйича иш дастурида режалаштирилган намлик кўрсаткичларидан ±0,1-1,6 % атрофида фарқланди. Услубиёт бўйича фарқ 2,0 % гача рухсат этилган, бизнинг тажрибамизда фарқ 0,5 % гача бўлди, бу қонуниятга тўғри келди. Кузги сидерат экинларини эрта баҳорда сувга бўлган талабининг ортиб бориши январ-феврал ойларида жанубий минтақаларда ёғин миқдорини кўп йилликка нисбатан камлиги билан изоҳланади. Сидерат экинлари кузда экилганлиги сабабли фақатгина бир маротаба суғорилган бўлиб, шу сабабли ҳам суғориш олди тупроқ намлиги фақат 1 тани ташкил этди. Бу ҳам ўсимликнинг бошланғич ривожланиш даврларига тўғри келди.

Шунингдек кузги сидерат экинлари хашаки кўк нўхат, жавдар ва перкодан кейин ингичка толали ғўза парваришланганда суғориш олди тупроқ намликлари дастурда кўрсатилган намликлардан четланиш 1,6-1,9 % гача бўлганлиги аниқланди. Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки, сидерат экинлари экилмаган назорат вариантидан кейин ғўза парваришланганда сидератлар ҳайдалган вариант билан бир хил суғориш тартиблари олинишига қарамасдан суғориш муддатлари турлича бўлди. Бунда суғоришлар сони ҳам ЧДНСга нисбатан 65-65-65% ва 70-75-65% суғориш олди тупроқ намликларида сидерат экинлари экилмай ғўза парваришланганда суғоришлар сони 1 та га кўп бўлганлиги кузатилди. ЧДНСга нисбатан 65-65-60% суғориш олди тупроқ намлиги қўлланилган вариантларда кўрсаткичлар тупроқ вазнига нисбатан 13,1-14,0 % гача ўзгариб, ЧДНСга нисбатан 61,3-66,2 % ни ташкил этган бўлса, ЧДНСга нисбатан 70-75-65% намликда эса тегишлича 14,1-16,7% ва 65,7-76,2% гача бўлганлиги аниқланди.

Кузги сидерат экинларидан кейин ғўза экишнинг иккинчи йилида (2023 йилда) тупроқ намлиги сидерат экин экилмаган фонга нисбатан сидерат экинларидан кейин ғўза етиштирилган ва ғўзани суғориш олди тупроқ намлиги ЧДНСга нисбатан 65-65-60% бўлганда 0,3-0,4% яхшиланган бўлса, ғўзани суғориш олди тупроқ намлиги ЧДНСга нисбатан 70-75-65% бўлганда 0,7-0,8% га ортиб борганлиги аниқланди. Сидерат экинларидан кейин ғўза парваришланганда тупроқ намлигини яхшиланиши чиринди миқдорини тупроқнинг агрономик хоссаларига ижобий таъсир этганлиги билан изоҳланади.

Мақолада ингичка толали ғўзанинг барг шираси орқали суғориш муддатларини тезкор аниқлаш бўйича ҳам илмий изланишлар олиб борилмоқда. Рефрактометр кўрсаткичлари сидератлардан кейин ғўза экишнинг дастлабки йилида (2022 йил) ғўзанинг ривожланиш даврлари бўйича таҳлил этилганда, сидерат экин экилмаган вариантда ЧДНСга нисбатан 65-65-60% суғориш олди тупроқ намлигида суғорилганда гуллаш даврида 18-19 % бўлган бўлса, пишиш даврида эса 21-22 % ни ташкил этганлиги кузатилди (1-жадвал).

ЧДНСга нисбатан 70-75-65% суғориш олди тупроқ намлигида эса рефрактометр кўрсаткичлари 14,1-14,8 % гача ўзгариб турган бўлса, пишиш даврида эса 19,6-19,8 % ни ташкил этган. 2023 йилдаги кузатувларда сидерат экинлар экилмаган фонда ғўзани ЧДНСга нисбатан 65-65-60% суғориш олди тупроқ намлигида суғорилганда гуллаш-ҳосил тўплаш даврида 19,6-20,4 % бўлган бўлса, пишиш даврида эса 22,7 % ни, ҳудди шу суғориш тартибида сидерат экинларидан кейин ғўза етиштирилганда тегишлича 18-18,5%, пишиш даврида 21,6% ни ёки ҳужайра ширасиконцентрацияси 1,1-1,9% га камайганлиги аниқланди.

Ғўзани ЧДНСга нисбатан 70-75-65% суғориш олди тупроқ намлигида суғорилганда ҳам юқоридаги қонуният сақланиб қолди. Умуман олганда олдинги ўрта толали ғўза навларида рефрактометр кўрсаткичларини аниқлаш бўйича ўтказилган тадқиқотлардаги қонуният яъни тупроқ намлиги камайиши билан ҳужайра ширасиконцентрацияси ортиб бориши қонунияти такрорланди.

1-жадвал

Сурхон-16 ғўза навининг суғориш муддатларини тупроқ намликларига боғлиқ ҳолда ишлаб чиқилган рефрактометр кўрсаткичлари, 2022 й

Суғориш олди тупроқ намлиги ЧДНС га нисбатан, %	Фазалар бўйича рефрактометр кўрсаткичлари, %		
	Гуллашгача	Гуллаш-ҳосил тўплаш	Пишиш
Сидерат экин экилмаган (назорат)			
65		18-19	19,5-20
70	14-15	16-17	17,5-18
75	12-13	14-15	15,5-16
Сидератдан сўнг			
65		19-20	21-22
70		17-18	19-20
75		15-16	17-18
Энг кичик хатолик >0,05, Корреляция коэффициенти -0,87 стандарт четланиш ±0,04, n=96			

Изоҳ: Сидератдан сўнг ғўза парваришланганда гуллашгача бўлган қисм тўлдирилмагани, сидерат экилмаган назоратда 65 % намлик гуллашгача бўш қолдирилганига сабаб, суғоришлар гуллашгача амалга оширилмаган.

Бундан ташқари тадқиқотларимизда кузги сидерат экинларини суғориш агротадбирлари иш дастурида кўрсатилган суғориш олди тупроқ намликлари асосида олиб борилди. Парваришланаётган кузги сидерат экинларини 5 март санасида ЧДНСга нисбатан 70-75-75 % суғориш олди тупроқ намлигида амал даврида бир маротаба суғорилиб, гектарига 650 $м^3$/га сув сарфланган ҳолда мавсумий суғориш меъёри ҳам 650 $м^3$/га ни ташкил этди.

Бунда суғориш давомийлиги 10 соатни ташкил этди. Шуни алоҳида қайд этиш керакки, кузги сидерат экинлари (хашаки кўк нўхат, жавдар, перко) катта миқдордаги яшил масса ва илдиз қолдиқлари тўплаши учун об-қаво шароитига қараб амал даври давомида эрта баҳорда бир маротаба 650 $м^3$/га меъёрида суғориш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Кузги сидерат экинларидан кейин парваришланган ингичка толали ғўза икки хил суғориш тартибида ЧДНСга нисбатан 65-65-60% ва 70-75-65% суғориш олди тупроқ намликларида ўрганилди. Сидерат экинларидан кейин ғўза экишнинг биринчи йилида, яъни 2022 йилда ЧДНСга нисбатан 65-65-60% суғориш олди тупроқ намлигида сидерат экинлари экилмаган вариантдан кейин ғўза парваришланганда суғориш тизими 0-3-1 бўлиб, 4 марта суғорилди ва мавсумий суғориш меъёри 4320 $м^3$/га ни ташкил этди. Худди шу суғориш тартибида сидерат экинларидан кейин ғўза парваришланганда суғориш тизими 0-2-1 бўлиб, 3 марта суғорилди ва

сидерат экилмасдан ғўза парваришланган вариантга солиштирилганда суғоришлар сони 1 та га ва суғориш сувлари 1000-1050 м^3/га га тежалганлиги аниқланди. Шу каби ЧДНСга нисбатан 70-75-65% суғориш олди тупроқ намлигида сидератсиз ва сидератлардан кейин ғўза етиштирилганда ҳам суғоришлар сони сидератдан кейин ғўза экилганда 1та га кам бўлиши, суғориш сувлари эса 900-950 м^3/га тежалишига эришилди. Бунда суғоришлар оралиғи сидерат экинларидан кейин ғўза етиштирилганда бирмунча узоқроқ бўлиши, сидератлар тупроқда мулча сифатида намликни кўпроқ ушлаб туриши билан изоҳланади. Бунинг натижасида сидератлардан кейин ғўза етиштирилганда суғоришлар оралиғи сидератсиз ғўза парваришланганда 5-6 кунга узоқроқ бўлганлиги ва кейинчалик суғоришлар сони 1та гача тежалганлиги аниқланди.

Ғўзани суғориш бўйича кузатувлар 2023 йилда ҳам давом эттирилди. Олинган маълумотлар таҳлил қилинганда сидерат экинлари экилмаган фонда ғўзани суғориш олди тупроқ намлиги ЧДНС га нисбатан 65-65-60 % бўлганда мавсум давомида 0-3-1 тизимда 4 марта суғорилиб, мавсумий суғориш меъёри 4227 м^3/га ни, худди шу суғориш тартибида сидерат экинларидан кейин ғўза етиштирилганда 0-2-1 тизимда 3 марта суғорилиб, 3165 м^3/га ёки бир мартага суғориш сувлари камайишига ва сидерат экилмаганга нисбатан 22-25% га суғориш сувлари иқтисод қилинганлиги аниқланди. Бу кўрсаткич 2022 йилга нисбатан сув тежаш имкониятлари 2-3% га ортганлиги аниқланди. Ғўзани суғориш олди тупроқ намлиги ЧДНС га нисбатан 70-75-65 % да суғорилганда ҳам юқоридаги қонуният сақланиб қолди ёки сидерат экилмаганга нисбатан 20-22% га суғориш сувлари тежаб қолиш мумкинлиги аниқланди.

Хулосалар ва тавсиялар. Кузги сидератлардан (хашаки кўк нўхат+жавдар+перко) кейин парваришланган ингичка толали Сурхон-16 ғўза навини ЧДНСга нисбатан 70-75-65 % суғориш олди тупроқ намлигида 0-3-1 тизимда 4 марта, яъни сидератсиз анъанавий ғўза парваришланганга нисбатан бир марта кам суғориш (900-1050 м^3/га, 19,5-25,0% сувни тежаш), суғориш меъёри 850-950 м^3/га, мавсумий суғориш меъёри 3600-3700 м^3/га, суғориш давомийлиги 18-20 соат, 21-29 кун оралиғида суғориш тавсия этилади;

Ингичка толали Сурхон-16 ғўза навини барг ҳужайра ширасы концентрацияси гуллаш - ҳосил тўплашда 15-16% ва пишишда 21-22% га тенг бўлганда суғориш тавсия этилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Авлиёқулов А. Мамлакатимиз деҳқончилик тизими истиқболлари. Монография. Тошкент “Nishon Noshir” - 2015 й. Б– 135-136.

2. Бозоров Х.М. Ғўза мажмуидаги экинларни алмашлаб экиш тизимида оралиқ экинлар етиштиришнинг тупроқ унумдорлиги ҳамда ғўза ҳосилдорлигига таъсири. // Қишлоқ хўжалиги илм фанида ёшларнинг роли мавзусидаги республика илмий-амалий конференцияси. Тошкент-2020. - Б. 86-90.

3. Дала тажрибаларини ўтказиш услублари. Тошкент-2007 йил.

4. Дурдиев Н.Ҳ. Ингичка толали ғўза навларининг сув истеъмоли. // Қишлоқ хўжалиги илм фанида ёшларнинг роли мавзусидаги республика илмий-амалий конференцияси. Тошкент-2020. - Б. 65-69.

5. Иброҳимов О. Унумдор тупроқ-туганмас хазина. // Agro kimyo himoya va o‘simliklar karantini илмий-амалий журнали. Тошкент 2022 й. № 3-сон (6). Б. 77-79.

6. Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником. СоюзНИХИ, 1981 г.

7. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. СоюзНИХИ, 1973 г.

8. Равшанов А.Э., Камилов Б.С., Гаппаров С.М., Утаев А.А., Зиятов М.П. Типик бўз тупроқлари шароитида районлашган ғўза навларини томчилатиб суғоришда сувдан фойдаланиш самарадорлиги. // Пахтачилик ва дончилик илмий-амалий журнали. Тошкент 2022 й. № 2-сон (6). Б. 89-96.

9. Ғаниев С.Э., Избосаров Б.Э. Шўрланган тупроқлар унумдорлигини оширишда гумус ва озиқа моддаларнинг аҳамияти. // Қишлоқ хўжалиги экинларини етиштиришда долзарб масалалар ва уни ривожлантириш истиқболлари мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференцияси. Тошкент-2020. - Б. 704-707.

10. Ҳолиқов Б.М., Бўриев Я., Намозов Ф.Б., Иминонов А. Қашқадарё вилояти шароитида алмашлаб экиш тизимларида экилаётган экинларни парваришлашнинг агротехник тадбирлари номли тавсия. Қарши “Насаф” - 2016 й. Б– 22.

УЎТ: 631.432.2

ТУПРОҚ НАМЛИГИНИ ЗАМОНАВИЙ НАМ ЎЛЧАШ УСКУНАЛАРИ ЁРДАМИДА ТАДҚИҚ ҚИЛИШ МАСАЛАЛАРИ

Эгамбердиев Отабек Шавкат ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти, кичик илмий ходим
otabekegamberdiev@mail.ru.
https://orcid.org/0009-0007-0562-0873
Оллониёзов Сардор Пўлат ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти, кичик илмий ходим
olloniyozovsardor@gmail.com.
https://orcid.org/0009-0006-7217-2460
Тоғаев Шуҳрат Мирахматович
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти, кичик илмий ходим
shuxratjon_1983t@mail.ru.
https://orcid.org/0009-0000-1611-7842
Тоиржонов Аҳаджон Шокиржон ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти, кичик илмий ходим
ahadtoirjonov@gmail.com.
https://orcid.org/0009-0000-3102-8231
Муртазаева Файёза Миржахон қизи
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти, кичик илмий ходим
fayyozamurtazayeva@gmail.com.
https://orcid.org/0009-0009-6234-7759

Аннотация. Тупроқдаги намлик даражасини аниқлаш етиштириладиган ҳосил миқдори ва сифатига бевосита таъсир кўрсатадиган омиллардан ҳисобланади. Мазкур мақолада M-350 Aquaterr ва Lincoln тупроқ намлигини ўлчаш қурилмалари ҳамда анъанавий термостат тарози усули ёрдамида аниқланган тупроқ намлиги таққосланиб тадқиқ қилинган. Тупроқ намлигини аниқлашда ҳар бир усул ўзига хос технологияга асосланганлиги келтирилган.

Калит сўзлар: Тупроқ намлиги, M-350 Aquaterr, Lincoln тупроқ намлигини ўлчагич, термостат тарози усули, тупроқ таҳлили, намлик ўлчаш.

Abstract. Determining the level of soil moisture is one of the factors directly affecting the quantity and quality of the harvested crop. In this article, soil moisture measured using M-350 Aquaterr and Lincoln soil moisture measuring devices and the traditional thermostat scale method was compared and studied. It

is shown that each method for determining soil moisture is based on a specific technology.

Key words: Soil moisture, M-350 Aquaterr, Lincoln soil moisture meter, Thermostat balance method, soil analysis, moisture measurement.

Аннотация. Определение уровня влажности почвы является одним из факторов, непосредственно влияющих на количество и качество выращиваемого урожая. В данной статье сравнивается и исследуется влажность почвы, определяемая с помощью приборов для измерения влажности почвы M-350 Aquaterr и Lincoln и традиционного термостатического метода взвешивания. Приведено, что при определении влажности почвы каждый метод основан на специфической технологии.

Ключевые слова: Влажность почвы, M-350 Aquaterr, измеритель влажности почвы Lincoln**, метод термостатного баланса, анализ почвы, измерение влажности.**

Кириш. Тупроқ намлигини ўлчаш қишлоқ хўжалик экинларининг самарали ўсишини таъминлашда муҳим омил ҳисобланади. Тупроқ намлиги экинларнинг сув талабини аниқлаш, суғориш режимини тўғри белгилаш, ҳосилдорликни ошириш ва сув ресурсларидан тежамли фойдаланиш имконини беради. Айниқса, сув етишмовчилиги шароитида, тупроқдаги намликни доимий мониторинг қилиш қишлоқ хўжалик соҳасида юқори натижаларга эришиш учун муҳим ҳисобланади. Тупроқдаги намликни ўлчашнинг турли хил усуллари мавжуд бўлиб, улар орасида термостат тарози усули энг қадимий ва аниқ ҳисобланади. Ушбу усул нам тупроқ намуналарини тортиш ва уларни қуритиб, қуруқ ҳолатдаги вазни билан солиштириш орқали амалга оширилади [1].

Шунингдек, замонавий технологиялар ёрдамида намликни аниқ ва тез ўлчаш имконини берувчи электрон ўлчагичлар ишлаб чиқилган. M-350 Aquaterr ва Lincoln тупроқ намлигини ўлчагич каби қурилмалар ушбу усулларнинг намояндаларидир. Ушбу мақолада термостат тарози усули ва замонавий электрон ўлчагичли тупроқ намлигини ўлчашда солиштириш орқали уларнинг афзаллик ва камчиликлари ёритилади. Бугунги кунда тупроқ намлигини аниқлашда Time Domain Reflectometry (TDR) технологиялари каби аниқ ўлчаш тизимлари ҳам кенг қўлланилмоқда. Тупроқ намлигини мониторинг қилишда бу усулларнинг аҳамияти ортиб бормоқда, чунки улар суғориш жараёнини бошқаришда катта ёрдам беради [5, 6]. M-350 Aquaterr ва Lincoln тупроқ намлигини ўлчагич ҳам шундай технологияларга асосланган бўлиб, улар тупроқнинг ҳажмий сув миқдорини ўлчаш имконини беради [3].

Шу билан бирга, тупроқ намлигини термостат тарози усули билан ўлчаш йиллар давомида қўлланиб келинаётган анъанавий метод бўлиб, бу усул юқори аниқлик талаб қиладиган тадқиқотлар учун ҳалигача долзарб ҳисобланади. Термостат тарози усулида, нам тупроқ наъмунаси аввал тортилади, сўнг қуритилиб, қуруқ ҳолатдаги вазнининг фарқи орқали намлик миқдори аниқланади [2].

M-350 Aquaterr тупроқ намлигини ўлчагич электромагнит индукция технологиясига асосланган бўлиб, тупроқнинг ўртача намлигини аниқ ўлчайди.

Lincoln тупроқ намлигини ўлчагич сенсорлар ёрдамида тупроқнинг диэлектрик ўзгаришларини қайд этади ва намлик даражасини кўрсатади.

Термостат тарози усули тупроқ наъмунаси дастлаб намлигида тарозида тортилади, кейин эса наъмуна термостатда қуритилиб, яна тарозида тортилади. Ушбу усул бўйича намликнинг фоизи қуритилган ва нам тупроқ оғирликлари фарқини қуруқ тупроққа нисбати ёрдамида аниқланади.

Адабиётлар шарҳи. Тупроқдаги намлик миқдорини ўлчаш бўйича тадқиқотлар анчадан бери олиб борилмоқда. Hillel (1998) ўзининг “Environmental Soil Physics” китобида тупроқ физикаси ва сувнинг тупроқдаги ҳаракати бўйича кенг қамровли маълумотларни келтириб ўтган [1]. Ушбу китобда тупроқнинг физик хусусиятларини баҳолашда сув миқдори қандай аҳамиятга эга эканлиги аниқ кўрсатилган.

Шунингдек, Smith va Mullins (1991) томонидан ёзилган “Soil Analysis: Physical Methods” да турли тупроқ таҳлил усуллари, шу жумладан, термостат тарози усули ҳақида батафсил маълумотлар келтирилган. Ушбу усул тупроқнинг намлигини лаборатория шароитида ўлчашда юқори аниқлик бериши билан ажралиб туради [2].

Klute (1986) ва Gardner (1986) томонидан ишлаб чиқилган “Methods of Soil Analysis” китобида термостат тарози усулини қўллаш орқали тупроқдаги сув миқдорини аниқлаш техникалари чуқур таҳлил қилинган [3, 4]. Ушбу техникалар узоқ йиллар давомида муваффақиятли қўлланилиб, амалиётда ўз ўрнини топган. Тупроқ намлигини аниқ ва самарали ўлчашда Topp ва Ferre (2002) томонидан тақдим этилган Time Domain Reflectometry (TDR) технологияси илғор усуллардан бири ҳисобланади. Ушбу усул орқали тупроқдаги сувнинг ҳажмий миқдорини тезкор ва аниқ ўлчаш имконияти мавжуд [5, 6, 9]. Замонавий тупроқ намлигини ўлчаш

технологияларининг ривожланиши натижасида, ўлчаш воситалари ва усуллари сезиларли даражада такомиллашди.

Campbell ва Shiozawa (1992) томонидан олиб борилган тадқиқотлар тупроқдаги намлик миқдорини аниқлашда зарраларнинг ўлчами ва тупроқ зичлигининг аҳамиятини кўрсатиб берди [7]. Richards (1931) томонидан ўтказилган тадқиқотлар эса капилляр ўтказувчанликни ўрганишда асосий қадамлар бўлди [8].

Van Genuchten (1980) томонидан ишлаб чиқилган тенглама эса тупроқнинг гидравлик ўтказувчанлигини аниқлашда кенг қўлланилади. Ушбу тенглама бугунги кунда кўплаб тупроқ физикаси ва гидравлик таҳлилларда асосий ҳисобланади [10]. Шунингдек, Skaggs ва van Genuchten (1999) тупроқ сув динамикасини аниқлашда инверс моделлаш усулларини ривожлантирди, бу усулнинг тупроқ гидравлик хоссаларини аниқлашда долзарб эканлигини исботлади [11].

Dexter (1988) тупроқнинг структуравий хусусиятлари ва уларнинг сув тутиш қобилиятига таъсирини ўрганиб, тупроқнинг сув сақлаш қобилияти билан боғлиқ муҳим омилларни аниқлаган. Ушбу тадқиқотлар тупроқни янада самарали ўрганиш имконини яратди [13]. Шу билан бирга Ritchie ва Nesmith (1991) тупроқдаги намлик ва ўсимликларнинг ривожланиш жараёнига бўлган таъсирини ўрганишда муҳим аҳамиятга эга бўлган тадқиқотлар олиб борган [12].

Материал ва услублар. M-350 Aquaterr намлик ўлчагич тупроқдаги намлик даражасини электромагнит тўлқинлар орқали аниқлайди. Ушбу қурилма тупроқдаги ҳажмий намликни аниқлашда кенг қўлланилади ва намликни осон, тез ва аниқ ўлчаш имконини беради. Қурилма намликни фоиз сифатида кўрсатади ва тупроқнинг физик-кимёвий хусусиятларига таъсир қилувчи омилларни ҳисобга олиш имконини беради. Асосий афзаллиги ўлчаш жараёнининг тезкорлиги ва фойдаланувчининг тажрибасига минимал даражада боғлиқ бўлишидир.

Lincoln тупроқ намлигини ўлчагич дала шароитларида қўлланиладиган қурилма ҳисобланади. Lincoln электромагнит импульслар асосида тупроқнинг ички қисмидаги намлик даражасини аниқлайди. Lincoln ўлчагичи тупроқнинг зичлик, ҳажмий масса каби хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда намлик миқдорини аниқлашга қаратилган. Қурилма қўллаш жараёнида фойдаланувчидан аниқ созламалар талаб қилади.

Тупроқ намлигини аниқлашнинг энг анъанавий усулларидан бири термостат тарози усулидир. Ушбу усулда тупроқнинг нам массаси ўлчанади

ва тупроқ намлиги тўлиқ қуритилиб, қуруқ массаси билан таққосланади. Термостат тарози усулининг афзаллиги юқори аниқликка эга бўлишидир, аммо жараён жуда кўп вақт талаб қилади ва лаборатория шароитларида амалга оширилиши керак. Ушбу усул одатда дала шароитларида фойдаланиш учун қулай эмас, аммо синов натижалари қиёслаш учун муҳим асос бўлиб хизмат қилади.

Натижалар ва мунозара. Тупроқ намлигини аниқлаш тадқиқоти Қашқадарё вилояти Яккабоғ туманида олиб борилди. Тупроқ наъмуналарини олиш учун яримгидроморф тупроқ турлари танланди (1,2 расмлар). Ҳар бир ўлчов асбоби билан тупроқ намлигини бир хил майдонларда 3 мартадан 50 см чуқурликкача ўлчаш амалга оширилди. Термостат тарози усули учун ҳар 10 см қатламдан наъмуна олинди ва қуритилди.

Термостат тарози усулида намликни аниқлаш қуйидаги (1) формула орқали амалга оширилди:

$$W = \frac{m_{nam} - m_{quruq}}{m_{quruq}} \cdot 100; \quad (1)$$

Бу ерда: W – тупроқ намлиги (%); m_{nam} - нам тупроқ оғирлиги (г); m_{quruq} - қуруқ тупроқ оғирлиги (г).

1-расм. **Тупроқ намлигини M-350 Aquaterr ҳамда Lincoln нам ўлчаш қурилмаси ёрдамида аниқлаш жараёни**

M-350 Aquaterr тупроқ намлигини ўлчагич натижалари тупроқнинг ўртача намлик даражасини аниқлашда юқори аниқликка эга бўлди. Тупроқ намлигининг диапазони ўртача 62.0, 75.4 ва 78.8 фоизгача бўлган ораликда аниқланди. Тадқиқот давомида намликни ўлчагич сезувчанлиги яхши бўлиб, ўлчовлар орасида кам фарқ кузатилди.

1-жадвал

Термостат тарози усули натижасининг дала тупроқ нам қиймати

Қатлам, см	Қуруқ тупроққа нисбатан намлик,%	Тупроқ зичлиги, г/см^3	Чегаравий дала нам сиғими, %	Дала тупроқ нами,%
0-10	14,8	1,45	21,5	69
10-20	15,9	1,51	24,0	66
20-30	16,0	1,56	25,0	64
30-40	15,2	1,41	21,4	71
40-50	14,4	1,47	21,2	68
Ўртача	**15,3**	**1,48**	**22,6**	**68**

Lincoln тупроқ намлигини ўлчагич натижалари ҳам аниқ, аммо тупроқнинг тузилиши ва механик таркибига нисбатан сезувчанлиги паст бўлди. Тупроқнинг физик ҳолатидан келиб чиқиб, ўлчовлар ўртача 6.2, 7.4 ва 6.0 фоизгача бўлди. Бу қиймат 10 га каррали ҳисобланади. Lincoln ўлчагичи, айниқса, қуруқ тупроқда камроқ аниқлик кўрсатди.

2-жадвал

Тупроқ намлигини 3 хил усулда аниқланган натижалар (1-аниқлаш)

Қатлам, см	Термостат тарози усули (%)		M-350 Aquaterr (%)	Lincoln (%)
1-нуқта				
0-10	14,8	69	77	6.0
10-20	15,9	66	71	6.0
20-30	16,0	64	50	5.0
30-40	15,2	71	52	7.0
40-50	14,4	68	60	7.0
Ўртача	**15,3**	**68**	**62,0**	**6,2**
2-нуқта				
0-10	17,9	69	64,0	8,0
10-20	18,1	66	59,0	8,0
20-30	17,7	64	81,0	7,0
30-40	17,6	71	91,0	6,0
40-50	16,9	68	82,0	8,0
Ўртача	**17,6**	**68**	**75,4**	**7,4**
3-нуқта				
0-10	16,4	69	74,0	4,0
10-20	18,1	66	81,0	7,0
20-30	16,9	64	91,0	6,0
30-40	16,9	71	88,0	7,0

40-50	15,8	68	60,0	6,0
Ўртача	**16,8**	**68**	**78,8**	**6,0**

Термостат тарози усули натижалари орқали аниқланган тупроқ намлиги энг аниқ усул бўлиб, ҳар бир наъмуна учун қуруқ ва нам тупроқ оғирликлар ўртасидаги фарқ асосида аниқланди. Бу усулда олинган натижа ўртача 68 фоизгача бўлди. Термостат тарози усули натижалари қуруқ тупроқ оғирлигига нисбатан ҳисобланди. Дала тупроқ нам қийматини аниқлаш учун аниқланган қуруқ тупроққа нисбатан намлик қийматини тупроқ зичлигига кўпайтириш орқали ифодаланди (1-жадвал).

Ушбу тадқиқотда ҳар бир ўлчаш усули ёрдамида бир хил тупроқ наъмуналарида 13.05.2024 куни 3 мартадан намлик ўлчанди ва қуйидаги натижалар олинди (2-жадвал).

Суғориладиган тупроқ қатламининг ҳажм оғирлиги 1 г/см^3 дан 1,81 г/см^3 гача бўлиши мумкин. Таркибида гумус моддаси кўп бўлган тупроқлар зичлиги 1-1,2 г/см^3, гумуси кам бўлган тупроқлар зичлиги 1,3-1,5 г/см^3 бўлади. Ўзбекистоннинг суғориладиган деҳқончилик ривожланган ҳудудларида тарқалган тупроқларнинг зичлиги 1,30-1,52 г/см^3 атрофида бўлади. Устки ҳайдалма қатлам, кичик ҳажмий оғирликка 1,1-1,3 г/см^3 эга, чунки бу қатламда агрегатлар ғовак жойлашган бўлади. Қуйи қатламда агрегатлар миқдори камайиб борганлиги ҳамда агрегат ва заррачаларнинг зич жойлашганлиги туфайли бўшлиқлар миқдори камайиб боради, натижада ҳажм оғирлик ортади, 1,6-1,7 г/см^3 атрофида бўлади. Структурали тупроқлар кичик ҳажм оғирликка эга бўлиб, у бутун ўсув даврида ўзгариб туриши мумкин [14].

Хулоса. Тупроқ намлигини ўлчашда M-350 Aquaterr, Lincoln тупроқ намлигини ўлчагич ва Термостат тарози усули самарадорликлари ва аниқлик даражалари бир-бирига яқин бўлиб, ҳар бир усулнинг ўзига хос афзалликлари мавжуд. Термостат тарози усули лаборатория шароитларида аниқлиги билан ажралиб туради, аммо дала шароитларида M-350 Aquaterr ва Lincoln тупроқ намлигини ўлчагич амалий ва тезкор ўлчаш имконини берди. Ушбу усулларни турли тупроқ шароитларида қўллаб, тупроқ намлигини ўлчашда ишончли натижаларга эришиш мумкин. Ушбу тадқиқот орқали турли усуллар ёрдамида тупроқ намлигини аниқлашнинг афзаллик ва камчиликлари таҳлил қилинди. Термостат тарози усули ўзининг юқори аниқлиги билан ажралиб туради, аммо бу усул кўпроқ вақт ва жиҳозларни талаб этади. M-350 Aquaterr эса тезкорлик ва қулайлик жиҳатидан афзал бўлиб, кенг амалий қўлланилиш имкониятига эга. Lincoln тупроқ намлигини

ўлчагич сезгирлиги пастроқ бўлсада, тезкор натижалар олиш учун яхши танлов ҳисобланади. Қишлоқ хўжалиги амалиётлари учун M-350 Aquaterr ва Термостат тарози усулининг комбинацияси тупроқ намлигини аниқ ва тезкор аниқлаш учун самарали бўлади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Hillel D. (1998) “Environmental Soil Physics” // Academic Press https://doi.org/10.1016/B978-0-08-054415-4.50002-4
2. Smith K.A., Mullins C.E. (1991) “Soil Analysis: Physical Methods” // Marcel Dekker Inc https://doi.org/10.1201/9780203754317
3. Klute A. (1986) “Methods of Soil Analysis” // American Society of Agronomy https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed
4. Gardner W.H. (1986), A.Klute (Ed) “Methods of Soil Analysis” // American Society of Agronomy https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.c20
5. Topp G.C., Ferre P.A. (2002) “Soil Water Content” // In Methods of Soil Analysis, pp. 417-433 https://doi.org/10.2136/sssabookser5.4.c17
6. Evett S.R. (2008) “Soil Water Measurement by Time Domain Reflectometry” // Vadose Zone Journal 7 (3) 937-946 https://doi.org/10.2136/vzj2007.0142
7. Campbell G.S., Shiozawa S. (1992) “Prediction of Hydraulic Properties of Soils Using Particle Size Distribution, Bulk Density Data” // Soil Science Society of America Journal, 56(1), 38-45 https://doi.org/10.2136/sssaj1992.03615995005600010006x
8. Richards L.A. (1931) “Capillary Conductivity of Liquids through Porous Mediums” // Physics 1(5) 318-333 https://doi.org/10.1063/1.1745010
9. Topp G.C., Davis J.L. (1985) “Measurement of Soil Water Content Using Time-Domain Reflectometry (TDR)” // Soil Science Society of America Journal, 49(1) 19-24. https://doi.org/10.2136/sssaj1985.03615995004900010003x
10. Van Genuchten M.T. (1980) “A Closed-Form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils” // Soil Science Society of America Journal, 44(5) 892-898 https://doi.org/10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x
11. Skaggs T.H., Van Genuchten M.T. (1999) “Inverse Modeling of Soil Water Dynamics” // Soil Science Society of America Journal 63(5) 1311-1319 https://doi.org/10.2136/sssaj1999.6351311x
12. Ritchie J.T., NeSmith D.S. (1991) “Temperature and Crop Development” In Modeling Plant and Soil Systems, // American Society of Agronomy. https://doi.org/10.2134/agronmonogr31.c5
13. Dexter A.R. (1988) “Advances in Characterization of Soil Structure” // Soil and Tillage Research 11(3-4), 199-238 https://doi.org/10.1016/0167-1987(88)90002-5

14. О.Рамазонов, С.С.Буриев “Мелиоратив тупроқшунослик” // Дарслик. Т.: ТИҚХММИ, 2019-137 бет. https://staff.tiiame.uz/storage/users/162/books/Vir6Exi1T3iecSSB5qgm93SPqhPccMceF25ZBHs5.pdf

UO‘T: 633.71:631.67:631.674

SIDERAT EKINLARIDAN KEYIN YETISHTIRILGAN G‘O‘ZANI TOMCHILATIB SUG‘ORISH NATIJALARI

Durdiyev Normat Hasanovich
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti dotsenti, qishloq xo‘jaligi fanlari doktori.
normat8986@gmail.com
https://orcid.org/0009-0005-0272-6344

Annotatsiya. Ushbu maqolada Toshkent viloyati Bo‘ka tumanining tipik bo‘z tuproqlari sharoitida siderat ekinlaridan keyin yetishtirilgan g‘o‘zani tomchilatib sug‘orish natijalari bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan. Bunda sidratlardan keyin ekilgan g‘o‘zada amal davri davomida 3-6-2 tizimda 11 marta sug‘orilib, sug‘orish davomiyligi 5-6 soatni, sug‘orishlar orasi 4-10 kunni, mavsumiy sug‘orish me’yori 2869,6 m³/ga ni tashkil etib, nazoratga nisbatan tejalgan suv 1015,8 m³/gani tashkil qilgan.

Kalit so‘zlar: tomchilatib sug‘orish, siderat ekinlari, tuproq unumdorligi, resurstejamkor texnologiyalar, minerak o‘g‘itlar, hosildorlik.

Аннотация. В данной статье представлены данные о результатах капельного орошения хлопчатника, выращенного после сидеральных культур, в условиях типичных сероземов Букинского района Ташкентской области. Хлопчатник, посеянный после сидератов, орошался 11 раз в течение вегетационного периода по системе 3-6-2, продолжительность одного полива составляла 5–6 часов, интервал между поливами – 4-10 дней, сезонная норма орошения – 2869,6 м³/га, что позволило сэкономить 1015,8 м³/га воды по сравнению с контролем.

Ключевые слова: Капельное орошение, сидеральные культуры, плодородие почвы, ресурсосберегающие технологии, минеральные удобрения, урожайность.

Annotation. This article presents data on the results of drip irrigation of cotton grown after green manure crops under the conditions of typical grey soils in the Boka district of Tashkent region. Cotton sown after green manures was irrigated 11 times during the growing season using the 3-6-2 system. Each irrigation lasted 5–6 hours, with intervals of 4–10 days between irrigations. The seasonal irrigation rate was 2869.6 m³/ha, saving 1015.8 m³/ha of water compared to the control.

Key words: Drip irrigation, green manure crops, soil fertility, resource-saving technologies, mineral fertilizers, yield.

Kirish. 2020-yil 10-iyulda O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan imzolangan PF-6024-sonli Farmon bilan “O‘zbekiston Respublikasida suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020–2030 yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasi” tasdiqlandi. Ushbu konsepsiya mamlakatimizda suv resurslaridan samarali foydalanish, suv ta’minotini yaxshilash va suv xo‘jaligini modernizatsiya qilishga qaratilgan keng qamrovli islohotlarni nazarda tutadi [1].

Yaponiyada o‘tkazilgan tadqiqotlarda sorgo, krotalariya va kungaboqar ekinlarini siderat ekin sifatida qatorlab ekilganda ildiz tizimi rivojlanishi, yer ustki massa to‘plashi va azotni o‘zlashtirishi tadqiq qilingan. Bunda dukkakli ekin krotalariya asosan siderat sifatida yakka holda va aralash holida hamkor sifatida parvarishlanganda har ikkala variantda ham ildizi yaxshi rivojlanganligi, kungaboqar esa ildiz tizimi yuza joylashib, faqatgina yakka holda parvarishlangan variantlarda ildizi chuqur rivojlanganligi, aksincha sorgo ekinida esa hamkor sifatida parvarishlangan variantlarda ildizi chuqur rivojlanishi o‘z tasdig‘ini topgan [6].

Germaniyalik olimlarning javdar ekinini No till usulida parvarishlab, keyingi yili soya ekish bo‘yicha o‘tkazgan tadqiqotlaridan olingan ma’lumotlarga ko‘ra, tuproq eroziyasi kamayishi, nitrat yuvilishi kam bo‘lishi, begona o‘tlar miqdori asosiy ekinda kam bo‘lishi aniqlangan. Bunda No till qo‘llanilib, gerbitsid sepilgan variantlarda javdar ko‘chatlari kam bo‘lsada, javdardan keyin ekilgan soyadan yuqori hosil olingan. Aksincha gerbitsid qo’llanilmaganda javdardan yuqori ko‘k massa hosili olingan bo‘lsada, keyinchalik soya hosili kamroq bo‘lganligi aniqlangan [4].

I.Ernazarov fikriga ko‘ra, oraliq ekinlar qo‘llanish shakliga qarab turlicha nom bilan ataladi. Ko‘kat o‘g‘itlar so‘zi qadim zamonlardan buyon ma’lum bo‘lib, juda ham keng tarqalgan. Keyinroq ko‘kat o‘g‘itlar so‘zi “siderat” nomi bilan almashtirilgan. Sideratsiya so‘zi lotin tilidan olingan bo‘lib, siderius, ya’ni quyosh yorug‘lik energiyasining yashil o‘simlik massasiga aylanishi degan ma’noni bildiradi [1].

Hindistonlik olimlarning tadqiqotlarida “Intercropping system” tushunchasiga to‘xtalib o‘tilgan bo‘lib, bunda bir dalada ikki yoki undan ko‘p ekinlar bir biriga halaqit bermaydigan qatorlarda joylashtirilgan holda bir paytda parvarishlanishi tushuniladi. Bunda eng muhim jihat sifatida ekin turlarining oziqlanish maydoni, joylashuvi va namlik hamda quyosh radiatsiyasidan foydalanishida bir-biri bilan teng sherik bo‘lishini minimallashtirish uchun g‘alladon ekinlari+dukkakli ekinlar parvarishlanishi yuqori samara berishi ta’kidlangan [5].

Tuproqlar unumdorligini saqlash va oshirish uchun ishlab chiqarishda keng qo‘llanilib kelinayotgan g‘o‘za-g‘alla qisqa navbatlab ekish tizimiga tuproq unumdorligini tiklaydigan siderat ekinlarini kiritish orqali takomillashtirish talab etiladi. N.N.Balashevning O‘zbekistondagi tajribalaridan olgan ma’lumotlariga qaraganda, yashil o‘g‘itlar (sideratsiya) qishloq xo‘jalik ekinlari hosildorligiga ta’siri bo‘yicha go‘ngdan ustun kelishi va 1 tonna siderat ko‘k massasi 3 tonna go‘ng o‘rnini bosishi isbotlangan [3].

Jahonda siderat ekinlari “cover crop” “green manure” deb yuritiladi. Tavsiya etilgan eng yuqori orinda turuvchi 5 ta top siderat ekin turlariga javdar, marjumak, klever, sudan o‘ti va vika kiradi. Bu ekinlar tuproqqa to‘liqligicha haydab yuboriladi yoki chorva uchun ozuqa sifatida yer ustki qismi o‘rib olinib, ildiz ang‘iz qoldiqlari yerga haydaladi. Shuningdek dunyoda “intercropping” degan tushuncha bo’lib, turli ekinlarni birgalikda yonma yon holatda siderat sifatida yetishtiriladi [2].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotlarimiz EU-AGRIN: Qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat sektorining “yashil iqtisodiyot”ga inklyuziv o‘tishini qo‘llab quvvatlash va iqlimga yo‘natirilgan qishloq xo‘jaligi bilimlari va innovatsion tizimini rivojlantirish” loyihasining “Toshkent viloyati sharoitida tuproq unumdorligi va g‘o‘za hosildorligini oshiruvchi yozgi siderat ekinlarini yetishtirishning resurstejamkor texnologiyasini joriy qilish” innovatsion guruhi tomonidan 2023-2024 yillar hamda ishlab chiqarish tajribalari 2025 yilda olib borildi. Respublikamizning markaziy mintaqasi Toshkent viloyati, Bo‘ka tumani, Mustaqil O‘zbekiston hududi, “Shukurullo Yasmina Agro” fermer xo‘jaligi dalalaridagi tadqiqotlarimiz sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlari sharoitida eroziyaga uchragan dalalarda amalga oshirildi. Bunda 2023 yilda siderat ekinlari yozgi muddatda kuzgi bug‘doydan so‘ng parvarishlanib, keyingi yil shu dalada siderat ekinlaridan so‘ng g‘o‘za yetishtirildi. G‘o‘za ekini ham kiritilgani sababi birinchidan respublikamizda g‘o‘za asosiy ekin bo‘lib, siderat va boshqa ekinlar g‘o‘za bilan almashlab ekiladi, shu sababli ham g‘o‘za ekini tajribaga qo‘shilgan.

Tadqiqot davomidagi dala tajribalarini o’tkazishda biometrik o’lchovlar va tuproq, o’simlik namunalari “Dala tajribalarini o’tkazish uslublari”, Б.А.Доспехов “Методика полевых опытов” uslubnomalariga muvofiq o‘tkazildi, iqtisodiy samaradorlik N.A.baranovning “Основные положения определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов НИР, новой техники, и изобретений рационализаторских предложений” uslubnomalari asosida olib borildi.

Siderat ekinlari yozgi muddatda o‘rganildi. Bunda absolyut nazorat sifatida siderat ekin ekilmagan maydon, nazorat variant sifatida ekish oldi tuproq shudgor qilinib, chizel va boronalash agrotadbirlari o‘tkazilgandan keyin siderat ekinlari ekildi. Keyingi variantlarda ekish oldi yer diska qilib siderat ekinlari urug‘lari ekildi. Sug‘orish agrotadbiri oddiy egatlab va yomg‘irlatib sug‘orish texnologiyalarida olib borildi. Oziqlantirishda tarkibida NPK bo‘lgan suvda mutloq eruvchan yangi turdagi mahalliy mineral o‘g‘itlar suvda eritilgan holda yomg‘irlatib sug‘orish uskunalari orqali amalga oshirildi. Egatlab sug‘orishda esa mineral o‘g‘itlar tuproqqa qo‘llanildi. Siderat ekinlarining yer ustki ko‘k massasi chorva uchun o‘rib olinadigan variantlarda ko‘k massa o‘rib olingandan keyin ildiz-ang‘iz qoldiqlari, ko‘k massa to‘liq haydaladigan variantlarda esa ko‘k massa bir yo‘la maydalab tuproqqa haydab yuborilib, keyin shudgor qilindi.

Toshkent viloyatida yozgi muddatda o‘tkazilgan tadqiqotlar quyidagi tajriba tizimi asosida olib borildi. Toshkent viloyatining sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlari sharoitida o‘tkazilgan tadqiqotlarda, siderat ekinlar yozgi muddatda, ya’ni kuzgi g‘alladan bo‘shagan maydonlarda ekildi. Tajribalar 5 ta variant 3 ta takrorlanishda joylashtirildi. Tajribaning umumiy maydoni 3 gektarni tashkil etadi.

Tahlil va natijalar. Siderat ekin ekilmasdan parvarishlangan g‘o‘zaning nazorat variantida amal davri davomida 5-7-2 tizimda 14 marta sug‘orilib, 9.06 sanasida sug‘orish me’yori 304,7 m^3/ga; 15.06, 20.06, 25.06 sanalarda 253,9 m^3/ga; 29.06, 3.07 sanalarda 279,3 m^3/ga; 7.07, 12.07, 17.07 sanalarda 304,7 m^3/ga; 23.07, 30.07, 6.08 da 279,3 m^3/ga; 14.08 va 22.08 sanalarda 253,9 m^3/ga ni tashkil etdi. Sug‘orish davomiyligi 5–6 soatni, sug‘orishlar orasi 4–8 kunni tashkil etdi hamda mavsumiy sug‘orish me’yori 3885,5 m^3/ga ekanligi kuzatildi.

Sideratlardan keyin ekilgan g‘o‘zada amal davri davomida 3-6-2 tizimda 11 marta sug‘orilib, 14.06 da 304,7 m^3/ga; 22.06 da 279,3 m^3/ga; 26.06, 3.07 da 152,4 m^3/ga; 11.07, 18.07, 24.07 da 279,3 m^3/ga; 29.07, 5.08 da 304,7 m^3/ga; 12.08 da 279,3 m^3/ga; 22.08 da 253,9 m^3/ga ni tashkil etdi. Sug‘orish davomiyligi 5–6 soatni, sug‘orishlar orasi 4-10 kunni tashkil etdi hamda mavsumiy sug‘orish me’yori 2869,6 m^3/ga ni tashkil etib, nazoratga nisbatan tejalgan suv 1015,8 m^3/ga ekanligi aniqlandi. Siderat ekinlaridan keyin parvarishlangan g‘o‘za hosildorligi o‘rganilganda ekish oldi tuproqqa ishlov berish usullariga ko‘ra diskalab, sug‘orish usuliga ko‘ra yomg‘irlatib sug‘orish tizimida, siderat ekilmagan (nazorat) variantda 1-terim 34,5 s/ga, 2-terim 3,8 s/ga va o‘rtacha 38,3 s/ga tashkil qildi.

1-jadval

Siderat ekinlaridan keyin parvarishlangan g‘o‘zani sug‘orish muddatlari, me’yorlari, soni va davomiyligi (Toshkent viloyatining Bo‘ka tumani, 2024 yil)

Variant	Ko‘rsatkichlar	Sug‘orish meyori, muddati, davomiyligi, vaqti														Sug‘ orish	Suv soni	Sug‘ orish meyori, m^3/ga	Tejalgan suv, m^3/ga
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
Siderat ekilmagan (nazorat)	Sug‘orish sanasi	9.06	15.06	20.06	25.06	29.06	3.07	7.07	12.07	17.07	23.07	30.07	6.08	14.08	22.08	5-7-2	14	3885.5	-
	Sug‘orish meyori, m^3/ga	304.7	253.9	253.9	253.9	279.3	279.3	304.7	304.7	304.7	279.3	279.3	279.3	253.9	253.9				
	Sug‘orish davomiyligi, soat	6	5	5	5	5.5	5.5	6	6	6	5.5	5.5	5.5	5	5				
	Sug‘orishlar orasi, kun		6	5	5	4	4	4	5	5	6	7	7	8	8				
Sideratlar-dan keyin ekilgan g‘o‘za	Sug‘orish sanasi	14.06	22.06	26.06	3.07	11.07	18.07	24.07	29.07	5.08	12.08	22.08				3-6-2	11	2869.6	1015.8
	Sug‘orish meyori, m^3/ga	304.7	279.3	152.4	152.4	279.3	279.3	279.3	304.7	304.7	279.3	253.9							
	Sug‘orish davomiyligi, soat	6	5.5	3	3	5.5	5.5	5.5	6	6	5.5	5							
	Sug‘orishlar orasi, kun		8	4	7	8	7	6	5	7	7	10							

Siderat ekin (shirin jo‘xori+perko+loviya) ekilgan sug‘orish usuliga ko‘ra yomg‘irlatib sug‘orilganda siderat ekinlar ko‘k massasi to‘liqligicha yerga haydalgan 2-variantda 1-terim 42,7 s/ga, 2-terim 4,1 s/ga, o‘rtacha 46,8 s/ga, shuningdek, nazoratga nisbatan 8,5 s/ga qo‘shimcha hosil olindi.

Xuddi shu ekish usuli, siderat ekin ekilgan, yomg‘irlatib sug‘orish tizimida va ko‘k massa hosili chorva uchun o‘rib olingan va ildiz ang‘iz qoldiqlari yerga haydalgan 3-variantda yetishtirilgan g‘o‘zada 1-terim 38,5 s/ga, 2-terim 3,3 s/ga, o‘rtacha 41,8 s/ga, shuningdek nazoratga nisbatan 3,5 s/ga qo‘shimcha hosil olindi. Ekish oldi tuproqqa ishlov berish usullariga ko‘ra shudgorlab, siderat ekin (shirin jo‘xori + perko + loviya) ekilgan sug‘orish usuliga ko‘ra egatlab

sug‘orilganda, siderat ekinlar ko‘k massasi to‘liqligicha yerga haydalgan 4-variantda 1-terim 40,3 s/ga, 2-terim 4,2 s/ga, o‘rtacha 44,5 s/ga, shuningdek nazoratga nisbatan 6,2 s/ga qo‘shimcha hosil olindi. Xuddi shu ekish usuli ya’ni siderat ekin ekilgan, yomg‘irlatib sug‘orish tizimida va ko‘k massa hosili chorva uchun o‘rib olingan va ildiz ang‘iz qoldiqlari yerga haydalgan 5-variantda yetishtirilgan g‘o‘zada 1-terim 37,8 s/ga, 2-terim 3,1 s/ga, o‘rtacha 4,8 s/ga ni tashkil etib, nazoratga nisbatan 3,5 s/ga qo‘shimcha hosil olishga erishilgan.

Xulosa. Sideratlardan (shirin jo‘xori+perko+loviya) keyin ekilgan g‘o‘za hosildorligi 1-terim 42,7 s/ga, 2-terim 4,1 s/ga, o‘rtacha 46,8 s/ga ni tashkil etib, siderat ekilmagan nazoratga nisbatan 8,5 s/ga qo‘shimcha hosil olingan.

Sideratlardan keyin ekilgan g‘o‘zada amal davri davomida 3-6-2 tizimda 11 marta sug‘orilib, sug‘orish davomiyligi 5-6 soatni, sug‘orishlar orasi 4-10 kunni, mavsumiy sug‘orish me’yori 2869,6 m^3/ga ni tashkil etib, nazoratga nisbatan tejalgan suv 1015,8 m^3/ga tashkil etgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. “O‘zbekiston Respublikasida suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020–2030 yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi 2020 yil 10 iyuldagi PF-6024-son qarori.

2. Avliyakulov M.A. Janubiy mintaqa o‘tloqlashib borayotgan taqirsimon tuproqlaridan yil davomida samarali foydalanishda ekinlardan yuqori hosil yetishtirish agrotexnologiyasi // Monografiya. Navro‘z nashriyoti. – Toshkent, 2018, 400-b.

3. Балашев Н.Н. Возделывание овощи и картофеля. – Москва, 1980., -с. 19-32.

4. Halwani, M., Reckling, M., Schuler, J., Bloch, R. and Bachinger, J., 2019. Soybean in no-till cover-crop systems. *Agronomy*, *9*(12), p.883.

5. Layek, J., Das, A., Mitran, T., Nath, C., Meena, R. S., Yadav, G. S., ... & Lal, R. (2018). Cereal+ legume intercropping: An option for improving productivity and sustaining soil health. In *Legumes for Soil Health and Sustainable Management* (pp. 347-386). Springer, Singapore.

6. Miyazawa, K., Murakami, T., Takeda, M. and Murayama, T., 2010. Intercropping green manure crops—effects on rooting patterns. *Plant and Soil*, *331*(1), pp.231-239.

УЎТ: 631.67:633.511(575.113)

ЖИЗЗАХ ВИЛОЯТИ ШАРОИТИДА ҒЎЗА ЕТИШТИРИШНИНГ СУВ ТЕЖАМКОР СУҒОРИШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИ ИЛМИЙ АСОСЛАШ

Аманов Баходиржон Тўхтасинович
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети
“Гидромелиоратив тизимлардан фойдаланиш” кафедраси доценти,
bahodirjon2277@mail.ru,
http://orcid.org/0009-0001-4303-0424

Аннотация. Мақолада Жиззах вилоятининг Дўстлик метеостанцияси маълумотлари асосида 2022–2024 йиллар ҳамда кўп йиллик (1973-2024) метеорологик маълумотлар таҳлилига асосланган ғўза етиштириш учун сув тежамкор суғориш технологиялари илмий асосланган. Назарий тадқиқотда «CROPWAT-8.0” дастури ёрдамида 4 хил тажриба варианти таҳлил қилинди: назорат (тўлиқ суғориш), 10-10-10-10, 30-10-10-30 ва 30-30-30-30. Ғўзанинг ривожланиш босқичлари халқаро стандартлар асосида белгиланган бўлиб, сувдан самарали фойдаланиш ва ғўза экиннинг сув истеъмоли динамикаси ўрганилди. Шунингдек, суғоришда сув етишмовчилик ва ҳосил камайиши баҳоланган, тупроқнинг механик таркиби ва сизот сувлари сатҳининг экиннинг сув таъминотига таъсири ҳам инобатга олиниши кераклиги аниқланган. Натижада сизот сувлари ҳисобидан сув тежамкорлик имкониятлари аниқланиб, амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

Калит сўзлар: ғўза, эвопотранспирация, сув тежамкорлик, «CROPWAT-8.0”, сизот сувлари, суғориш меъёри, суғориш схемалари, тупроқ намлиги, метеостанция маълумотлари, иқлим ўзгариши ва сув ресурслари.

Аннотация. В статье представлены научно обоснованные водосберегающие технологии орошения для возделывания хлопчатника на основе анализа метеорологических данных метеостанции Дустлик Джизакской области за 2022–2024 годы, а также многолетнего периода (1973–2024 гг.). С помощью программы «CROPWAT-8.0» были проанализированы 4 варианта опыта: контроль (полное орошение), 10-10-10-10, 30-10-10-30 и 30-30-30-30. Этапы развития хлопчатника определялись на основе международных стандартов, изучались динамика водопотребления и эффективность использования воды. Также была дана оценка дефициту воды при орошении и снижению урожайности. Установлено, что необходимо учитывать влияние механического состава

почвы и уровня грунтовых вод на водообеспеченность растений. В результате выявлены возможности водосбережения за счёт грунтовых вод и разработаны практические рекомендации.

Ключевые слова: хлопчатник, эвапотранспирация, водосбережение, «CROPWAT-8.0», грунтовые воды, норма полива, схемы орошения, влажность почвы, данные метеостанции, изменение климата и водные ресурсы.

Abstract. The article presents scientifically based water-saving irrigation technologies for cotton cultivation based on the analysis of meteorological data from the Dustlik weather station in Jizzakh region for the years 2022–2024, as well as long-term data (1973–2024). Using the “CROPWAT-8.0” software, four experimental irrigation schemes were analyzed: control (full irrigation), 10-10-10-10, 30-10-10-30, and 30-30-30-30. Cotton growth stages were determined according to international standards, and the dynamics of water consumption and efficient water use were studied. Water shortage during irrigation and resulting yield reduction were assessed. It was found that soil texture and groundwater table depth must also be considered in evaluating crop water supply. As a result, potential for water savings through the contribution of groundwater was identified and practical recommendations were developed.

Keywords: cotton, evapotranspiration, water saving, “CROPWAT-8.0”, groundwater, irrigation norm, irrigation schemes, soil moisture, meteorological data, climate change and water resources.

Кириш. Ҳозирги глобал иқлим исиши қишлоқ хўжалигида, айниқса, суғориладиган ерларда экинларнинг сувга бўлган эҳтиёжини аниқлаш ва тўғрилаш бўйича тадқиқотларни талаб этмоқда. Ўзбекистон, хусусан, сув ресурслари чекланган Жиззах вилоятида сувдан самарали фойдаланиш экин ҳосилдорлигини таъминлашда муҳим аҳамиятга эга. Шу боис, ғўза етиштиришда турли суғориш схемалари ва сув меъёрларини илмий асослаш ва тежамкорлик имкониятларини ўрганиш долзарб ҳисобланади. Бугунги кунда экинларнинг сув истеъмолини баҳолашда FAO тавсия этган CROPWAT дастури халқаро стандарт ҳисобланади ва ушбу тадқиқотда айнан шу дастурдан фойдаланилди.

Материаллар ва услублар. Тадқиқотлар 2022-2024 йилларда Жиззах вилоятининг Дўстлик метеостанцияси маълумотлари асосида амалга оширилди. Ғўза етиштиришда сувдан самарали фойдаланиш ва экиннинг умумий эвопотранспирация (ЕТэ) эҳтиёжини баҳолаш «CROPWAT-8.0” дастури орқали амалга оширилди. Тажриба 4 та вариантда (назорат(тўлиқ суғориш), 10-10-10-10, 30-10-10-30 ва 30-30-30-30) ўтказилиб, ўсимликларнинг ривожланиш босқичлари халқаро стандартларга мувофиқ

белгиланди: I-бошланғич босқич (барглар ер юзасининг 10% гача қопланган даври), II-ривожланиш босқичи (10% дан тўлиқ қоплангунгача), III-мавсумнинг ўрта босқичи (тўлиқ қопланишдан ҳосил пишишигача), IV-мавсумнинг охирги босқичи (ҳосил пишишидан йиғим-теримгача бўлган давр).

Бу ерда рақамлар ғўзанинг ўсиш даврларида эвопотранспирация эҳтиёжининг белгиланган фоизларини (қисқартириш даражасини) англатади. Масалан, 30-10-10-30 схемаси I(30)-II(10)-III(10)-IV(30) деганидир. Бу дегани, ҳар бир ривожланиш фазасида экинга берилган сув миқдорини экиннинг эвопотранспирация эҳтиёжининг қисқартириш даражасини англатади. Ушбу вариантларда суғоришда сув етишмовчилиги ва ҳосил камайиши «CROPWAT 8.0» дастури ёрдамида ҳисобланди ва таҳлиллар FAOнинг 66-сонли “Ирригация ва дренаж” қўлланмасидаги тавсиялар асосида баҳоланди [2; 6-бет, 3; 20-28-бет., 4; 130-бет, 5; 86-бет].

Суғориш тадбирлари тупроқнинг чекланган дала нам сиғимига нисбатан камида 65-70% намлик даражасида сақланиши кераклигига асосланиб олиб борилди [15; 202-2034-бет., 16;25-29-бет].

Тупроқ намлиги ушбу кўрсаткичдан 60% гача камайганда экинлар минерал ўғитлардан самарали фойдаланиш қобилияти пасаяди [7; 4-бет, 9; 165 бет, 10; 3-8 бет., 17; 38-бет., 19; 12 бет]. Шу сабабли Пахтакор тумани "Самандар Бекзод Пахтаси" фермер хўжалигидаги тадқиқотларда суғориш интерваллари чекланган дала нам сиғимининг 70% даражасида белгилаб олинди.

Ғўза экинларининг сув истеъмоли (эвопотранспирация) миқдорини аниқлашда «CROPWAT-8.0” дастуридан фойдаланиш жараёнида маҳаллий шароитларга мослаштирилган сув истеъмоли коэффициентлари Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти (ИСМИТИ) томонидан ишлаб чиқилган тавсиялар асосида қўлланилди[1; 20-бет.]. Танланган тажриба вариантлари сув ресурсларидан тежамкорлик билан фойдаланиш имкониятлари ҳамда экинларнинг сув истеъмоли динамикасини баҳолашга имкон берди.

Натижалар ва мунозара. Жиззах вилоятининг Дўстлик метеостанцияси яқинидаги шароит учун ғўза етиштиришда турли суғориш схемалари ва уларнинг мавсумий сув меъёрлари акс эттирилган. Ҳисоб-китоблар 2022-2024 ҳамда 1973-2024 йиллар учун ишлаб чиқилган бўлиб, бу йиллар давомида иқлим ўзгариши, ёғин ва температура ўзгаришларининг ўртача миқдорлари инобатга олинган (1-4 жадваллар).

Мавсумий суғориш меъёри 2022 йилда 4581 м³/га, 2023 йилда 4619 м³/га, 2024 йилда эса 4900 м³/га ни ташкил этди; йиллар давомида суғориш меъёри бир оз ошгани кузатилди. 2022 йилдаги меъёрнинг камроқ бўлиши йилнинг сер ёмғир келгани билан изоҳланади, кейинги йилларда эса суғориш ҳажми босқичма-босқич ортган.

1-жадвалдаги маълумотлар 52 йиллик (1973-2024) иқлимий динамикани ҳисобга олган ҳолда назорат (анъанавий) вариантни акс эттиради. Суғоришлар сони ва вақтлари ўсимлик ривожланиш босқичларига мувофиқ белгиланган. Кўп йиллик маълумотлар бўйича ҳам мавсумда 4 марта суғориш ва умумий меъёр 4456 м³/га ни ташкил этган. Илмий манбаларда ҳам 4–6 марта суғориш ва фазаларга кўра сув меъёрларини аниқлаш энг самарали деб қайд этилган.

Назорат вариантида 2022-2024 йилларда суғоришлар сони, меъёри ва оралиқлари фарқ қилган бўлиб, суғориш схемаси ва суғоришлар сонининг қисқариши сувдан самарали фойдаланиш имкониятини оширди. Бу натижалар халқаро ва маҳаллий тадқиқотлар тавсияларига мос келади, экин ривожланиш босқичларига мослаштирилган суғориш тартиблари сув тежаш ва ҳосилдорликни оширишга хизмат қилади.

2022-2024 йилларда ғўза учун мавсумий суғориш меъёри 4456–4791 м³/га атрофида, 1973-2024 йиллар ўртачаси эса 4576 м³/га ни ташкил этди. Суғоришлар асосан “2-1-1-0” ва “2-1-0-1” схемаларида, ҳар мавсумда тўрт марта ўтказилди, суғориш интерваллари ва меъёри йиллар бўйича фарқ қилди.

Ушбу вариантда ривожланиш босқичларида ЕТэ миқдори 10% га камайтирилиб, ҳар гектарга 94–125 м³ сув тежалди. Суғоришлар сони ўзгармасдан, муддатлари қисқартирилиб, интерваллар оптималлашди ва сув тежамкорлиги ошди.

1-жадвал

2022-2024 йилларда назорат вариантида ғўза экинларининг мавсумий суғориш меъёри, схемаси ва суғоришлар сони

Экин тури, мавсумий суғориш меъёри ва схемаси, м³/га	Суғоришлар сони	Суғориш меъёри, м³/га	Суғориш вақти	Суғориш даври, кун
2022 йил				
Ғўза 1-0-2-1 4581	1	730	21-май	
	2	1058	9-июн	18
	3	1383	4-июл	24
	4	1410	9-август	35
2023 йил				
Ғўза	1	921	18 Май	

1-2-1-0 4619	2	1000	14 Июн	27
	3	1240	18 Июл	33
	4	1458	14 август	26
2024 йил				
Ғўза 1-2-0-1 4900	1	943	20 Май	
	2	1082	12 Июн	23
	3	1420	20 Июл	37
	4	1455	21 август	31
1973-2024 йилларнинг ўртачаси				
Ғўза 2-1-1-0 4456	1	910	20 Май	
	2	1044	15 Июн	25
	3	1356	11 Июл	36
	4	1469	11 август	30

3-жадвалда 2022–2024 йилларда назарий жиҳатдан ғўза учун “1-1-1-0” ва “1-1-0-1” суғориш схемаларида мавсумий суғориш меъёри 3759–3959 м³/га оралиғида бўлгани кўрсатилган. 2022 ва 2023 йилларда 3 марта суғориш ўтказилиб, меъёр мос равишда 3793 ва 3759 м³/га ни ташкил этган, 2024 йилда эса суғориш меъёри 3959 м³/га гача ошган. Бу 2024 йилдаги табиий намланиш паст бўлгани билан изоҳланади [8; 137-бет]. Суғоришлар орасидаги кунлар ва суғориш вақтлари экиннинг сув эҳтиёжи ва иқлим шароитига мос равишда белгилаб борилган. 1973–2024 йиллар ўртача метеомаълумотларига кўра, мавсумий суғориш меъёри 3880 м³/га ни ташкил этган ва ҳар мавсумда 3 марта суғориш ўтказилган.

4-вариантда 2022, 2023 ва 2024 йилларда мос равишда “1-0-1-0” ва “0-1-1-0” схемаларида икки марта суғориш ўтказилди, мавсумий суғориш меъёри эса 3047–3110 м³/га атрофида бўлди. 1973-2024 йиллар ўртача метеомаълумотларига кўра ҳам мавсумий суғориш меъёри 3109 м³/га ни ташкил этган.

2-жадвал

2022–2024 йилларда “10-10-10-10” вариантида ғўза экинларининг мавсумий суғориш меъёри, суғориш схемаси ва суғоришлар сони

Экин тури, мавсумий суғориш меъёри ва схемаси, м³/га	**Суғоришлар сони**	**Суғориш меъёри, м³/га**	**Суғориш вақти**	**Суғориш даври, кун**
2022 йил				
Ғўза 2-1-1-0 4456	1	633	16 Май	
	2	1144	10 Июн	32
	3	1296	14 Июл	35
	4	1383	10 август	26

2023 йил				
Ғўза 2-1-1-0 4513	1	699	14 Май	
	2	1192	18 Июн	34
	3	1227	14 Июл	25
	4	1395	12 август	28
2024 йил				
Ғўза 2-1-0-1 4791	1	867	16 Май	
	2	1186	17 Июн	32
	3	1358	24 Июл	37
	4	1380	20 август	27
1973-2024 йиллар ўртача				
Ғўза 2-1-1-0 4576	1	754	11 Май	
	2	1222	12 Июн	32
	3	1296	21 Июл	39
	4	1304	16 август	26

Бу вариантларда суғориш мавсумда фақат икки марта амалга оширилган бўлиб, ҳар бир суғоришдаги меъёрлар 1477-1605 м³/га атрофида шаклланди. Ушбу кўрсаткичлар анъанавий эгатлаб суғориш учун қабул қилинган меъёрлардан гектарига тахминан 200–300 м³ га юқори. Бундай ҳолат, асосан, суғоришлар сонининг камайгани ва суғоришлар орасидаги вақтларнинг узоқлиги туфайли ҳар бир суғоришда тупроқда етарлича нам захира қилиш зарурати билан изоҳланади.

Шу билан бирга, CROPWAT-8.0 дастурида назарий маълумотлар ва ҳисоблаш алгоритмлари реал шароитдаги баъзи хусусиятларни умумлаштириши ва натижада меъёрларнинг бироз юқори чиқишига олиб келиши мумкин. Бу ҳолат хамма назарий вариантларда кузатилди.

2022-2024 йилларда 4-вариант (“30-30-30-30” схемаси, 2 марта суғориш) натижалари мавсумий суғориш меъёри 3047-3110 м³/га даражасида оптималлашганини ва сув тежаш имконияти юқорилигини кўрсатади. Бу вариант сув ресурсларидан самарали фойдаланиш ва агроэкосистема барқарорлигини таъминлашга хизмат қилади. Икки марта суғоришда экиннинг барча ривожланиш босқичларида сув таъминоти сақланади, бироқ суғоришлар орасидаги узоқ кунлар ва катта бир марталик меъёрлар тупроқнинг сув ўтказувчанлиги ва нам сақловчанлигига мослаштиришни талаб этади.

3-жадвал

2022–2024 йилларда “30-10-10-30” вариантида ғўза экинларининг мавсумий суғориш меъёри, суғориш схемаси ва суғоришлар сони

Экин тури, мавсумий суғориш меъёри ва схемаси, м³/га	Суғоришлар сони	Суғориш меъёри, м³/га	Суғориш вақти	Суғориш даври, кун
2022 йил				
Ғўза 1-1-1-0 3793	1	813	2 Июн	
	2	1275	6 Июл	32
	3	1471	8 август	33
2023 йил				
Ғўза 1-1-1-0 3759	1	1067	31 Май	
	2	1251	2 Июл	33
	3	1475	4 август	33
2024 йил				
Ғўза 1-1-0-1 3959	1	1221	4 Июн	
	2	1366	9 Июл	34
	3	1372	8 август	30
1973-2024 йилларнинг ўртачаси				
Ғўза 1-1-1-0 3880	1	1149	7 Июн	
	2	1340	7 Июл	31
	3	1391	7 август	31

4-жадвал

2022-2024 йилларда “30-30-30-30” вариантида ғўза экинларининг мавсумий суғориш меъёри, суғориш схемаси ва суғоришлар сони

Экин тури, мавсумий суғориш меъёри ва схемаси, м³/га	Суғоришлар сони	Суғориш меъёри, м³/га	Суғориш вақти	Суғориш даври, кун
2022 йил				
Ғўза 1-0-1-0 3047	1	1477	9 Июн	
	2	1570	29 Июл	50
2023 йил				
Ғўза 1-0-1-0 3099	1	1524	7 Июн	
	2	1575	28 Июл	51
2024 йил				
Ғўза 0-1-1-0 3110	1	1505	8 Июн	
	2	1605	30 Июл	52

1973-2024 йилларнинг ўртачаси				
Ғўза 0-1-1-0 3109	1	1511	10 Июн	
	2	1598	2 август	53

ФАО томонидан берилган тавсияларга кўра, ғўзанинг мавсумий сув истеъмоли меъёри 4000–7000 м³/га атрофида бўлади [2; 6-бет, 3; 20-28бет., 4; 14-бет., 5; 86-бет, 11; 12-20 бет., 14; 21 бет]. Ўзбекистонда эса мавсумий суғориш меъёри иқлим шароити, сизот сувлари сатҳи ва тупроқнинг механик таркибига қараб ўзгариши мумкин [6; 14-бет].

Шунингдек, ғўзанинг ўсимлик вегетацияси давридаги бир марталик суғориш меъёри экиннинг ривожланиш босқичи ва маҳаллий шароитларга боғлиқ ҳолда 400-800 м³/га ни ташкил этади [18; 6-18 бет.]. Тадқиқот натижалари халқаро ва маҳаллий илмий манбаларга тўлиқ мос келади. Суғориш схемаларининг ўзига хос фарқлари ҳар бир йилнинг иқлим шароити, тупроқ намлиги ва агротехника талабларига боғлиқ тарзда ўзгарган. Суғоришлар вақтидаги узилишлар ва меъёрлар ғўза ўсимлигининг сувга бўлган эҳтиёжини қондиришга ва сув ресурсларидан тежамкор фойдаланишга хизмат қилади.

2022-2024 йиллардаги натижалар ғўза учун тўғри танланган суғориш схемалари ва меъёрлари сув тежаш, ҳосилдорликни ошириш ва экологик барқарорликни таъминлаш учун самарали бўлганини кўрсатади. Суғоришлар сони ва вақти бўйича оптимал ёндашув қўлланилган бўлиб, халқаро ва маҳаллий тадқиқотлар билан мос келади.

5-жадвал

Турли вариантларда суғоришдаги етишмовчилик ва ҳосил камайиши (%) (2022-2024 ва кўп йиллик ўртача)

Вариантлар	**Йиллар**	**Суғоришдаги сув етишмовчилик, (%)**	**Ҳосил камайиши, (%)**
назорат	2022	Суғоришда сув етишмовчилик ва ҳосил камайиши кузатилмаган	
	2023		
	2024		
	1973-2024		
10-10-10-10	2022	4	3.4
	2023	4.6	3.9
	2024	2.8	2.4
	1973-2024	1.8	2.3
30-10-10-30	2022	8.9	7.5
	2023	8.9	7.6
	2024	16.8	14.3

	1973-2024	7.7	6.6
30-30-30-30	2022	19.9	16.9
	2023	21.5	18.3
	2024	22.3	18.9
	1973-2024	18.5	15.7

Дўстлик метеостанцияси атрофидаги фермерлар ушбу тадқиқотлар асосида илмий асосланган сув меъёрлари ва суғоришлар орасидаги вақтларидан фойдаланиб, сув тежаш, меҳнат унумдорлигини ошириш ва экиндан барқарор ҳосил олиш имкониятига эга бўлади.

Суғоришлар орасидаги узоқ кунлар ва кўпроқ сув бериш самараси тупроқнинг нам захирасини чуқурликда сақлаш, сувнинг юзага чиқиб кетишини камайтириш ва иссиқлик шароитида экинни ҳимоя қилишга ёрдам беради.

Илмий асосланган ёндашув сув ресурсларини самарали бошқариш, ғўза ҳосилдорлигини оптималлаштириш ва иқлим ўзгаришига мослашув имкониятларини оширади.

Умуман олганда тадқиқотда тақдим этилган суғориш вариантлари фермерлар учун амалий дастур сифатида тавсия этилиши мумкин. Ушбу суғориш схемалари ва меъёрлари сув тежамкорлигига, мелиорация шароитига ва тупроқнинг нам захираси билан тўғридан-тўғри боғлиқ. Ҳар бир фермер хўжалиги ўз тупроқ ва иқлим шароити ҳамда қишлоқ хўжалик экинларини сизот сувларидан фойдаланиш улушига мос ҳолда танлов қилиши мақсадга мувофиқдир.

Тўлиқ суғориладиган назорат варианти бўлиб, ҳар йили ва кўп йиллик ўртача ҳисобда ҳам суғоришда сув етишмовчилик ва ҳосил камайиши кузатилмайди. Бу натижа сув билан таъминлаш тўлиқ қониқарли эканлигини кўрсатади ва энг юқори ҳосилнинг кафолатини таъминлайди.

2-вариантда 2022-2024 йиллар ва кўп йиллик ўртача **с**уғоришда сув етишмовчилик ўсимликни ривожланиш босқичларида 0-9,4% оралиғида бўлиб, ҳосил камайиши мавсум бўйича 2,4-4,6% (йилларга қараб). Кўп йиллик ўртача ҳисобда ҳам ушбу вариантда ҳосил йўқотиши 2,3% ни ташкил қилмоқда. Бу вариантда сув тежалади ва шу билан бирга ҳосил йўқотилиши кам. Ҳар бир ривожланиш босқичида суғоришнинг белгиланган меъёрлари ва оралиқлари ғўза экиннинг сувга бўлган асосий эҳтиёжини қондиришга хизмат қилган.

3-вариантида 2022-2024 йилларда суғоришдаги етишмовчилик фазаларда 2,9-28,8% гача борган, мавсум бўйича эса ўртача 8,9-16,8% атрофида. Кўп йиллик ўртачада эса фазаларда 0-14,4%, мавсум бўйича 7,7%

сув етишмовчилиги кузатилган. Ҳосил камайиши мавсум бўйича 6,6-14,3%. Бу вариантда суғориш интервалларини жуда узайтириш сабабли, экин айрим ривожланиш босқичларида сув етишмовчилигига дуч келган. Натижада, ҳосил камайиши ҳам ортиб борган. Шунингдек, айрим фазаларда етишмовчилик юқори бўлса-да, бошқа фазаларда экин қоплангани учун камайган.

4-вариантда 2022-2024 йиллар ва кўп йиллик ўртачалар учун суғоришдаги етишмовчилик айниқса III фазада (ўрта мавсумда) кескин юқори мавсум бўйича эса 15,7-22,3%. Ҳосил камайиши мавсум бўйича 15,7-22,3%. энг юқори бўлган. Суғоришлар орасидаги муддатлар жуда узун, сув меъёри фақат айрим фазаларда кўп берилади. Экин ривожланишининг муҳим босқичларида намлик етишмаслиги хосил учун катта хавф ҳисобланади. Бу вариантда сув тежагани билан ҳосил йўқотишлари катта бўлади.

Назорат ёки “10-10-10-10” вариантларда сизот сувлар ҳисобига сувдан самарали фойдаланмайди ва сув сарфини оптимал даражада қисқартирмайди. “30-10-10-30” ва “30-30-30-30” вариантларида сизот сувлар ҳисобига мувофиқлаштирилганда, суғориш меъёри ва сув тежамкорлигини оптималлаштириб, экиннинг асосий ривожланиш босқичларида сув етишмовчилигини олдини олади ва ҳосилдорликни қабул қилинадиган даражада сақлаб қола олади. Амалиётда қишлоқ хўжалиги экинлари, жумладан, ғўза сизот сувларидан маълум даражада фойдаланади. Бу кўрсаткич тупроқнинг механик таркибига ва гидрологик шароитга боғлиқ. Бу бўйича Р.К.Икрамов томонидан Сирдарё вилояти шароитида сизот сувлари сатҳи 1–3 метр оралиғида ўтказилган лизиметр тадқиқотлари, шунингдек, М.Х.Хамидовнинг Хоразм вилоятида сизот сувлари сатҳи 1,0-2,5 метр бўлган ҳолатда амалга оширган лизиметр тадқиқотлари натижаларига кўра, экин экиладиган майдонлардаги ўсимликларнинг умумий сув истеъмолида сизот сувларининг улуши тахминан 25-30% ни ташкил этиши аниқланган [12; 141-бет, 13; 48-бет, 18; 6-18 бет.]. Кўплаб тадқиқотлар сизот сувларининг ўсимликларни сув билан таъминлашдаги муҳим манба сифатидаги аҳамиятини тасдиқлайди [20; 116-бет.]. Марказий иқлим минтақасида жойлашган Пахтакор туманидаги “Самандар Бекзод Пахтаси” фермер хўжалигининг тупроғи ўрта қумоқ бўлиб, вегетация даврида сизот сувлар сатҳи яримгидроморф атрофида бўлишлиги тажриба йўли ва Мелиоратив экспедиция маълумотлари билан аниқланган. Шу сабабли, мавсумий суғориш меъёрининг 30% гача қисми экин томонидан

сизот сувлар ҳисобига қопланади. Шуни инобатга олинса, “30-10-10-30” ҳамда “30-30-30-30” вариантларини тавсия этиш мумкин.

Хулоса ва тавсиялар. Тадқиқот натижаларига кўра, назорат вариантида сув таъминоти етарли бўлиб, энг юқори ҳосилдорлик кузатилди. Аммо бу вариант сув сарфи жиҳатидан юқори ҳисобланади. 10-10-10-10 схемасида сув сарфи камайиб, ҳосил камайиши ҳам минимал (ўртача 2,3–4,6%) бўлди. 30-10-10-30 ва 30-30-30-30 схемаларида сув тежалиши юқори бўлгани билан сув етишмовчилиги ва ҳосил камайиши сезиларли даражада ортиб боради (7,6–18,9%). Шу билан бирга, сизот сувлари сатҳи юқори бўлган шароитларда (яримгидроморф), мавсумий суғориш меъёридан 30% гача сув эҳтиёжи сизот сувлар ҳисобидан қондирилиши мумкин.

Жиззах вилояти, хусусан Пахтакор туманидаги ўрта қумоқ тупроқлар ва сизот сувлари сатҳи яримгидроморф бўлган шароитларда сув ресурсларидан самарали фойдаланиш мақсадида тажриба асосида энг мақбул суғориш тартибларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади. Шу билан бирга иқлим ўзгариши шароитида қишлоқ хўжалик экинларини иқлимга мослашган ҳолда суғориш, сув ресурсларидан самарали фойдаланиш ва суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш орқали барқарор ҳосилдорликни таъминлашга хизмат қилади.

Шу билан бирга, иқлим шароитига мослаштирилган ҳолда фермер хўжаликларига кичик метеостанция ўрнатиш ва экинларнинг эксплуатацион суғориш тартибларини аниқлашда FAO томонидан тавсия этилган “CROPWAT-8.0” дастуридан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. «Ўзбекистон Республикаси сув ресурсларидан 2013-2027 йилларда комплекс фойдаланиш схемаси» 6-бўлими бўйича ИСМИТИ нинг «Қишлоқ хўжалиги экинларини сув тежовчи технологиялар ва суғориш техника-технологияларини жорий этишни ҳисобга олган ҳолда суғориш тартибини» ишлаб чиқган якунловчи ҳисобати. Тошкент 2016, 113-бет

2. FAO Irrigation and Drainage paper 66/“Crop yield response to water”// Food and agriculture organization of the united nations/ Rome., 2012., Page 500.

3. Crop Water Irrigation Requirements Program of FAO (CROPWAT), http://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/en/c/1026559/.2018., P 20-28

4. Публикации ФАО по ирригации и дренажу 56 “Эвапотранспирация растений” Научно-информационный центр

межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК). Ташкент 2001. -296 с

5. ФАО материалы по ирригации и дренажу 24 “Водопотребление селхозкультур” Научно-информационный центр межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК). Ташкент 2000. -127 с.

6. Авлиякулов М.А. ва бош. Қишлоқ хўжалиги экинларининг гидромодул районлари ва суғориш режимлари. -Тошкент: “Тасвир”, 2025 -52 б.

7. Авлиякулов М.А., Яхёева Н.Н. С-8286 ва Бухоро-102 навларининг турли суғориш технологияларида мавсумий суғориш меъёрлари. «АГРО ИЛМ» (Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журнали илмий иловаси), 2(108)-СОН, 2025 й., 4-5 бетлар.

8. Аманов Б.Т. Агроклиматик таҳлил асосида мелиорация тадбирларини режалаштириш (Жиззах вилояти мисолида). «АГРО ИЛМ» (Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журнали илмий иловаси), 2(108)-СОН, 2025 й., 137–138 бетлар.

9. Беспалов Н.Ф. “Гидромодульное районирование и режим орошения сельскохозяйственных культур по областям Республика Узбекистан” -Ташкент: Фан, 1992. -165 с.

10. Беспалова Н.Ф. “Особенности водопотребления и режима орошения культур хлопководого севооборота” // Сборник научных трудов УЗНИИХ, 1976, вып. 34, Т. I. С. 3-8.

11. Гаппаров С.М. “Плёнка остига қўш қаторлаб экилган ғўзани томчилатиб суғориш технологиясини такомиллаштириш” // Техника фанлари бўйича фалсафа доктори диссертацияси автореферати, Т., 2020., 12-20-бетлар.

12. Икрамов Р.К. ва бошқалар. “Суғориш меъёрини камайтиришда янги воситалардан фойдаланиш”. // “Суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш муаммолари” мавзусидаги Республика илмий-техника анжуман материаллари, Тошкент, 2015, 1-жилд, 141-142-бетлар.

13. Икрамов Р.К. Принципы управления водно-солевым режимом орошаемых земель Средней Азии в условиях дефицита водных ресурсов / Тр. САНИИРИ. - Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2001.- 192 с.

14. Рўзметов Ш. “Ўзбекистонда эталон эвапотранспирация (ЕТо)” // ФАО нинг “56-суғориш ва дренаж” йўриқномаси асосида ишлаб чиқилди. Bahodir & Sons, ф/х. Қармиш, Хоразм, 2020., 28-37 бетлар.

15. Рыжов С.Н. О способах определения сроков полива хлопчатника. Тошкент, изд-во: АН УЗССР. 1953 г. 202-234 ст.

16. Рыжов С.Н., Беспалов Н.Ф. “Принципы режима орошения сельхозяйственных культур и гидромодульного районирования орошаемой

территории // Материалы “Объединенная научная сессия по хлопководству”, Т., 1980, № 10, С. 25-29.

17. Трунова Т.А. Принципы и методы районирования оросительных норм хлопчатника. Автореферат канд. диссертации, М: 1981 – 152 с.

18. Хамидов М.Х., Матякубов Б.Ш., «Ғўзани суғориш тартиби ва тежамкор суғориш технологиялари” // Монография. Т., 2019., 6-28 бетлар.

19. Хасанханова Г.М. Оптимизация оросительной нормы хлопчатника при ограниченных водных ресурсах бассейна реки Сырдарьи. Автореферат дис.канд.с/х наук. Ташкент, 1968, 18 с.

20. Mohamad Hesam Shahrajabian, and Wenli Sun. A Review of Lysimeter Studies and Experiments by Considering Agricultural Production// Journal of Stress Physiology & Biochemistry, Vol. 20, No. 2, 2024, pp. 114-132 ISSN 1997-0838 Original Text Copyright © 2024// https://www.researchgate.net/publication/378767792

УДК: 631.43

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПРИ МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ И МУЛЧИРОВАНИЯ ПОЧВЫ

Курвантаев Р., д.с-х.н., профессор.
kurontoev@mail.ru
Солиева Н.А. м.н.с.
Институт почвоведения и агрохимических исследований
ORCID ID: 0000-0001-8731-4376

Аннотация. В статье изложены результаты полевых опытов, проведенных в староорошаемом типичном сероземе Ташкентского оазиса и луговой почве Голодной степи. В водном режиме исследованных опытах обнаруживаются определенные различие, между вариантами при минимальной обработке и мульчирование. На поверхности почвы накопление органики способствует задержанию влаги и улучшаются водный режим почвы.

Ключевые слова: водный режим, гребни, полевая влагоёмкость, орошение, мульчирования, обработка, типичный серозём, луговая почва.

Abstract. The article presents the results of field experiments conducted in the old-irrigated typical sierozem of the Tashkent oasis and the meadow soil of the Hungry Steppe. In the water regime of the studied experiments, certain differences are found between the options with minimal processing and mulching. On the soil surface, the accumulation of organic matter contributes to moisture retention and improves the water regime of the soil.

Key words: water regime, ridges, field moisture capacity, irrigation, mulching, cultivation, typical sierozem, meadow soil.

Введение. В настоящее время современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур сопровождаются многими негативными последствиями, одно из которых-деградация агрофизических свойств, особенно на орошаемых почвах. Воздействие ходовых систем сельскохозяйственной техники и орошение ведут к значительному снижению их плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. В полевых опытах на орошаемом сероземе выявлена, что при применении существующий предпосевной обработки земель под посевы хлопчатника создавать и поддерживать оптимальную плотность сложения в пахотном горизонте почвы невозможно. В качестве способа, который позволил бы создать и поддерживать оптимальные почвенные условия и режим влажности в течение большей части вегетации растений, учеными предложена новая технология подготовки почвы по грядам и гребням и

мульчирование, которая испытана на орошаемом не засоленном типичном сероземе, слабозасоленном луговой почве, светлом сероземе и такырной почве [1, 5].

Обработка почв полностью нарушает естественное состояние почвы: плодородная верхняя часть переворачивается вниз, разрушается структура почвы; трактора своими колесами раздавливают и распыляют почвы; при многоразовых обработках и поливах происходи переуплотнение почв, особенно, подпахотного слоя, угнетаются почвенные животные и полезные микроорганизмы. На сегодняшний день в Мексике, Бразилии, США, Европе, Новой Зеландии, Пакистане многие фермеры уже переходят на систему земледелия с нулевой обработкой сельскохозяйственных культур на фоне минимальной обработки почвы [6, 10]. На наших взгляд, постановка задач о получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур на фоне минимальной обработки почвы при посеве на гребнях с чередований и ее решение дали бы повышение эффективность сельскохозяйственной производства на определенную степень.

Чрезвычайно важным является организация накопления большой массы органики, путем ежегодно оставляемой вегетативной частью выращиваемых сельскохозяйственных культур. Накопление их на поверхности почвы способствует задержанию влаги, созданию условий для размножения почвенных животных и микроорганизмов. Если бы удалось сильно сократить механизированную обработку почвы, во-первых - постепенно сформировалась бы нетронутая почва и, во-вторых - были бы исключены очень большие расходы на обработку почвы.

Цель работы - разработка новой технологии с чередованием сельскохозяйственных культур для восстановления плодородия естественное состояние почв и способы улучшения водного, питательного, микробиологического, воздушного термического и экологического режимов почвы. Рациональное использовании оросительных вод, удобрений, горюче-смазочных материалов, техники и рабочей силы.

Методика исследований. В условиях староорошаемых типичных сероземов Ташкентского оазиса и ново орошаемых луговых почвах Голодной степи закладывался полевые опыты. Из них с хлопчатником 4 варианта на типичном сероземе, два варианта с хлопчатником и пшеницей на луговой почве. В полевых опытах испытывали следующий варианты:1.Зяблевевая пахота + предпосевная обработка + посев хлопчатника - N-250, P-175, K-125; 2. Посев хлопчатника на гребнях без

пахоты – N-250, P-175, K-125; 3. Зяблевая пахота + предпосевная обработка+посев хлопчатника-N-150, P-125, K-50; 4. Посев хлопчатника на гребнях без пахоты - N-150, P-125, K-50. На луговых почвах закладывались следующие варианты: 1. Зяблевая пахота+предпосевная обработка+посев хлопчатника; 2. Предпосевная обработка+посев хлопчатника без пахоты; 3. Зяблевая пахота+посев пшеницы; 4. Предпосевная обработка+посев пшеницы без пахоты.

Полевые опыты закладывались по методике УзНИИХ и ИПА.

Результаты исследований. При рассмотрении влияние минимальной обработки почвы сельскохозяйственных культур, мы уделяли значительное внимание водным свойствам и режиму влажности. Результаты исследований показали, что на гребнях независимо от внесения дозы удобрения отмечается более глубокое и повышенное увлажнение почвы за счет осадков зимние - весеннего периода, создается за вегетацию хлопчатника на невспаханном варианте. Создаются более благоприятный режим и рациональный расход почвенной влаги. Результаты наблюдений показали (таблица № 1), что после поливов на 5-й день во всех периодах под хлопчатником на невспаханном варианте влажность была больше (18-20 %), чем вспаханном варианте (17-19 %). В конце вегетации влажность почвы по сравнению с вспаханным вариантом, где не проводилась пахота, влага сохранилась больше. Под влиянием поливов влага впитывалась больше на варианте без пахоты Благодаря созданию и сохранению благоприятных почвенных условий и более рыхлого расположения комочков и агрегатов наблюдаются на варианте без пахоты, более экономный расход воды и благоприятный режим влажности по сравнению с вспаханном вариантом. Режим влажности при минимальной обработке почвы под хлопчатником по сравнению с начальным периодам опыта благодаря накоплению за последующие годи на верхнем слое органических веществ водный режим улучшается.

Так, например по данным 2024 года на третий год после закладки опыта на верхнем слое (0-30 см), где вносились повышенные дозы удобрений на невспаханных вариантах, влажность составил после посева 18,6%, вспаханном варианте – 16,6 %. После посева низких дозах удобрений между вариантами особых различий не наблюдается разница между ними составляет всего 0,7% на пользу вспаханного варианта. Такая закономерность наблюдается более глубоких слоях почвы. После поливов на 5-й день под хлопчатниками во всех слоях почвенной толще на варианте

повышенной дозой удобрений с пахотой наблюдался по сравнению другими вариантами даже при пониженных дозах низкие значения режим влажности (от 14,8 до 19,5%). После полива на 5-й день высокие показатели влажности (18,6-22,5%) в слое 0-30 см на третий год наблюдений в невспаханном варианте с повышенной дозой удобрений. При минимальной технологии обработки почвы на режим влажности внесенные дозы удобрений существенных влияний не оказывает. Различные технологии обработки почвы влияет на режим влажности.

По нашим данным на третий год после закладки опыта без пахоты, где вносился минимальный дозы удобрений под хлопчатником после поливов на 5-й день за все периоды наблюдений в слое 0-30 см влажность составил от 18,2 до 19,7%, а на ежегодно вспахивающем варианте-17,2-19,0%. Такая закономерность наблюдался и в последующие годы. Водные свойства и режим влажности имеют большое значение при минимальной обработке почвы сельскохозяйственных культур. Результаты показывают, что независимо от нормы внесения удобрений, глубокая и высокая влажность почвы под гребнем создает благоприятный режим для сельскохозяйственных культур в вегетационный период, и почвенная влага используется эффективнее, чем при вспашке.

Таблица 1

Режим влажности почвы при минимальной обработке почвы под хлопчатником, %

Вариант	Глубина, см	На 5 день после поливов				Вариант	Глубина, см	На 5 день после поливов		Перед 4-м поливом
		1-го	2-го	3-го	4-го			2-го	3-го	
		30.04	30.05	8.07	12.08			16.06	30.05	8.07
		типичный серозём						луговой почве		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0-10	11,6	13,6	17,7	18,3	1	0-10	12,9	7,9	3,8
	10-20	15,4	16,9	15,1	18,1		10-20	14,6	6,8	3,2
	20-30	17,4	15,9	17,1	18,7		20-30	17,6	13,1	4,9
	30-40	20,9	22,0	18,5	18,9		30-40	16,4	13,7	3,0
	40-50	20,7	17,2	18,9	17,0		40-50	17,8	15,3	7,9
	50-60	19,8	24,8	18,3	18,4		50-60	18,2	15,8	7,9
	60-70	22,8	19,4	17,2	19,8		60-70	20,0	17,4	7,6
	70-80	21,0	16,1	18,2	16,9		70-80	17,9	16,6	8,2
	80-90	22,5	15,9	19,3	16,9		80-90	20,2	18,6	6,7
	90-100	22,8	14,0	18,4	15,9		90-100	19,7	17,6	7,7
Среднее в слое	0-30	14,8	15,5	16,6	18,4	Среднее в слое	0-30	15,0	9,3	4,0
	0-50	17,2	17,1	17,5	18,2		0-50	15,8	11,3	4,6
	0-100	19,5	17,4	17,9	17,9		0-100	19,1	14,3	6,1

Вариант	Глубина, см	На 5 день после поливов				Вариант	Глубина, см	На 5 день после поливов		Перед 4-м поливом
		1-го	2-го	3-го	4-го			2-го	3-го	
		30.04	30.05	8.07	12.08			16.06	30.05	8.07
		типичный серозём						луговой почве		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0-10	21,6	22,1	18,7	20,4	2	0-10	12,6	10,2	9,4
	10-20	19,9	22,8	18,4	20,7		10-20	16,3	12,1	10,4
	20-30	18,4	22,7	17,2	19,5		20-30	17,6	12,0	11,8
	30-40	19,3	23,6	19,7	17,9		30-40	18,1	15,2	9,4
	40-50	19,1	23,1	21,4	17,5		40-50	18,8	15,0	9,2
	50-60	19,7	19,3	21,4	21,4		50-60	18,7	15,8	8,3
	60-70	22,7	18,8	19,3	20,4		60-70	19,2	18,0	6,8
	70-80	22,9	19,1	21,0	18,6		70-80	19,6	17,3	5,2
	80-90	21,9	18,6	19,8	16,0		80-90	19,3	17,7	7,7
	90-100	21,8	19,2	18,1	15,1		90-100	19,6	18,7	7,7
Среднее в слое	0-30	20,0	22,5	18,1	20,2	Среднее в слое	0-30	15,5	11,4	10,5
	0-50	18,6	22,3	18,1	19,2		0-50	16,7	12,9	10,0
	0-100	20,7	20,9	19,5	18,9		0-100	18,0	15,2	8,5
3	0-10	16,9	18,7	18,8	17,5	3	0-10	8,1	9,6	10,2
	10-20	20,2	15,3	19,8	17,2		10-20	12,4	10,2	12,0
	20-30	19,7	17,5	18,3	16,9		20-30	17,9	10,2	12,8
	30-40	19,3	21,8	18,7	18,3		30-40	16,9	12,5	12,8
	40-50	19,1	18,2	20,8	20,0		40-50	21,2	12,8	14,1
	50-60	19,2	16,7	17,5	19,5		50-60	20,1	13,9	13,4
	60-70	18,3	16,5	16,1	17,8		60-70	20,7	15,9	12,8
	70-80	19,5	14,3	17,6	16,6		70-80	19,7	14,6	12,2
	80-90	20,6	19,7	19,4	16,3		80-90	21,5	15,6	12,0
	90-100	22,7	21,3	15,3	20,3		90-100	20,3	16,1	14,1
Среднее в слое	0-30	18,9	17,2	19,0	17,2	Среднее в слое	0-30	12,8	10,0	11,7
	0-50	19,0	18,3	19,3	18,0		0-50	15,3	11,1	12,4
	0-100	19,6	18,4	18,2	18,0		0-100	17,8	13,1	12,6
4	0-10	17,7	14,1	17,4	18,3	4	0-10	14,0	10,3	10,0
	10-20	20,0	19,1	22,6	20,2		10-20	16,6	10,9	12,7
	20-30	21,4	20,0	17,3	21,0		20-30	19,6	11,1	12,2
	30-40	24,0	16,8	21,7	21,5		30-40	17,7	14,2	15,5
	40-50	21,6	24,1	20,1	22,1		40-50	18,1	14,6	14,8
	50-60	22,2	23,9	19,8	20,1		50-60	17,9	16,2	14,9
	60-70	21,4	19,3	20,1	20,7		60-70	17,5	15,7	12,5
	70-80	20,8	22,6	18,4	15,1		70-80	19,0	16,7	12,9
	80-90	22,0	22,6	17,2	16,6		80-90	20,7	16,0	14,5
	90-100	14,8	18,6	17,9	18,7		90-100	21,7	17,3	12,1
Среднее в слое	0-30	19,7	17,7	19,1	19,8	Среднее в слое	0-30	16,7	10,7	11,6
	0-50	20,9	18,8	19,8	20,6		0-50	17,0	12,2	13,0
	0-100	20,6	20,1	19,7	19,4		0-100	18,2	14,3	13,2

В вариантах с хлопчатником в вегетационный период всегда наблюдалась более высокая влажность, чем в вариантах без вспашки, особенно в верхних слоях. Из данных таблицы 2 видно, что хлопчатник в основном поливали на уровне 57-80 % от влагоемкости почвы. В период вегетации хлопчатника влажность, измеренная после 2-го полива и перед 3-м поливом, показала, что в вариантах 1-2 с максимальным внесением удобрений влажность в слое почвы 0-30 см составляла 45-49 % от влагоёмкости почвы, тогда как в вариантах 3 и 4 с малым внесением удобрений ее содержание было несколько выше (62 и 65%). Уровни влажности после полива показали, что содержание влаги в слое 0-100 см после каждого полива составило 82-94%.

После второго полива содержание влаги в верхнем слое 0-30 см на не мульчированном вспаханном варианте с хлопчатником составило 12-13%, а на мульчированном невспаханном варианте 13-14%. Запас влаги составил соответственно 57 и 61-63%.

Таблица 2

Изменение влажности на площади посева хлопчатника под влиянием мульчирования и минимальной обработки почвы на типичных староорошаемых сероземах, %

Глубина, см	ППВ	Варианты							
		1	2	3	4	1	2	3	4
		30.04.2024 после посева				29.05.2024 до полива			
в среднем слое									
0-30	23,2	16.75	19.45	16.82	18.41	10.20	14.12	11.11	12.21
0-50	22,0	16.25	18.94	18.23	19.43	13.20	15.61	12.07	13.89
0 -70	21,6	16.47	17.94	17.48	20.49	13.99	16.54	12.41	13.95
0-100	21,6	15.8	16.46	17.21	18.75	16.64	17.93	13.97	17.0
% относительно полевой влагоемкости									
0-30		72.19	83.83	72.5	79.35	43.96	60.86	47.88	52.62
0-50		73.86	85.09	82.86	88.31	60.0	70.95	54.86	63.13
0 -70		76.25	83.05	80.92	94.86	64.76	76.57	57.45	64.58
0-100		73.14	76.20	79.67	86.80	77.03	83.00	64.67	78.70
		23.06.2024. до полива				23.06.2024. до полива			
в среднем слое									
0-30	23,2	14.83	16.90	14.05	15.56	14.02	19.16	10.11	16.21
0-50	22,0	17.43	19.91	15.25	17.24	13.58	17.88	12.00	16.23
0 -70	21,6	18.48	2062	15.98	18.35	13.59	20.0	13.40	17.17
0-100	21,6	20.33	20.59	17.24	21.03	15.59	18.02	16.37	18.85
% относительно полевой влагоемкости									
0-30		63.92	72.84	60.56	67.06	60.43	82.58	43.57	69.87
0-50		79.22	9050	69.31	78.36	61.72	81.27	54.54	73.77
0 -70		85.55	95.46	73.98	84.95	62.91	92.59	62.03	79.49
0-100		94.12	95.32	79.81	97.36	72.17	83.42	75.78	87.26
		07.07.2024 после полива				18.07.2024 перед поливом			
в среднем слое									

Глубина, см	ППВ	Варианты							
		1	2	3	4	1	2	3	4
		30.04.2024 после посева				29.05.2024 до полива			
0-30	23,2	16.16	15.14	13.0	15.36	15.11	18.46	16.8	17.02
0-50	22,0	13.33	16.92	13.90	16.04	17.80	18.97	17.63	18.14
0 -70	21,6	14.11	17.86	14.80	17.13	18.82	21.17	18.21	19.30
0-100	21,6	16.57	19.38	15.97	18.36	19.76	20.35	18.50	19.90
% относительно полевой влагоемкости									
0-30		69.65	65.25	56.03	66.20	65.12	79.56	72.41	73.36
0-50		60.59	76.90	63.18	72.90	80.90	86.22	8013	82.45
0 -70		65.32	82.68	68.51	79.30	87.08	98.00	84.30	89.35
0-100		76.71	89.72	73.93	85.0	91.48	94.21	85.64	92.12
		25.07.2024 перед поливом				8.08.2024 до полива			
в среднем слое									
0-30	23,2	12.07	12.51	12.09	12.20	11.99	12.68	12.66	14.06
0-50	22,0	12.04	13.52	13.57	14.42	12.54	14.52	14.05	16.24
0 -70	21,6	12.88	13.05	14.19	14.67	13.41	15.49	15.37	18.76
0-100	21,6	14.82	15.83	15.64	17.06	15.25	17.22	16.96	19.23
% относительно полевой влагоемкости									
0-30		52.02	53.92	52.11	52.58	51.68	54.65	54.56	60.60
0-50		54.72	61.45	61.68	65.54	57.00	66.00	63.86	73.81
0 -70		59.62	60.41	65.69	67.91	62.08	71.71	71.15	86.85
0-100		68.61	73.28	72.40	78.98	70.60	79.72	78.51	89.02

В целом можно отметить, что запас влаги достаточен для всех вариантов. Как показывают данные определения влажности после полива, видно, что невспаханные варианты имеют больше запасов влаги по сравнению со пахотными. После полива запас влаги увеличивается книзу. Это свидетельствует о том, что влага впиталась на определенной глубине, то есть в слоях, где развита корневая система. В результате малой обработки почвы в верхнем слое 0-30 см накапливается много запасов влаги, которые распределяются равномерно.

Таким образом, можно отметить, что в вариантах с нулевой обработкой достигается оптимальный водный режим, что свидетельствует о том, что хлопчатник эффективно использует воду, предоставленную для полива.

На участках, засеянных пшеницей, изменения влажности наблюдались в мульчированных вариантах с малой обработкой почвы, тогда как во все периоды мониторинга наблюдалась высокая влажность почвы. В годы из-за обильных весенних осадков полив проводили несколько позже, но, несмотря на это, уровень влажности почвы в мульчированных вариантах, засеянных пшеницей, был высоким и составил 12-14%.

В соответствии с созданием более благоприятных оптимальных почвенных условий и водных режимов на варианте без пахоты при

минимальной обработке отмечается лучшее развитие хлопчатника, чем на вспаханном поле. Урожай хлопка- сырца в полевых опытах на повышенных дозах удобрений, в среднем соответственно составил на гребнях без пахоты 40,6 ц/га, а с пахотой 38,6 ц/га. С минимальной доза удобрений урожайность хлопчатника в среднем соответственно составил без пахоты 37,3 ц/га, а с пахотой – 34,6 ц/га. При внесении минимальной дозы удобрений по сравнению с вспаханным вариантом прибавка урожая хлопка-сырца без пахоты соответственно составила – 2,7-2,8 ц/га, а с повышенной дозой составила – 2,0 ц/га.

Заключение. В условиях Узбекистана в период посев - всходы и ранние фазы развития хлопчатника в орошаемых почвах ощущается заметный недостаток тепла, влаги, почва сильно уплотняется и часто образуется почвенная корка, что задерживает появление полноценных всходов, замедляет рост и развитие растений и отрицательно сказывается на уровне урожая и качества хлопка-сырца. Оптимизация почвенных условий в этот период может быть обеспечена за счет мульчирования при гребневом способе посева хлопчатника. При минимальной обработке и мульчирование почвы под гребнями лучше и глубже увлажняются зимнее - весенними осадками и вегетационными поливами, интенсивнее прогреваются, меньше испаряются в период появления всходов и в последующие периоды развития хлопчатника по сравнению с вспаханным полем.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Қурвантаев Р. Оптимизация и регулирование агрофизического состояния орошаемых почв пустынной зоны Узбекистана. Автореферат диссертации на соискание ученой степени док. с/х наук. - Ташкент, 2000. - 45 с.

2. Мусурманов А., Курвантаев Р. Повышения плодородия орошаемых гидроморфных почв Мирзачульского оазиса путём мульчирования и минимализации их обработки. // Почвоведение - продовольственной и экологической безопасности страны VII съезд общества почвоведов им. В.В.Докучаева. Материалы докладов. Часть 1. - Москва-Белгород, 2016.- С.367-368.

3. Мусурманов А.А., Курвантаев Р., Макарычев С.В., Мазиров М.А. Влияние мульчирования на сумму активных температур в почве и урожайность хлопчатника. // Аграрная наука–сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. XIII Международная научно-практическая конференция. - Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018, кн. 1. - С.363-364.

4. Умаров М.У., Курвантаев Р. Повышение плодородия орошаемых почв путём регулирования их физических свойств. – Ташкент: «ФАН», 1987. - 6,7 уч. изд. 106 с.

5. Холикулов Ш.Т. Оптимизация свойств и режимов орошаемых почв сероземного пояса путем мульчирования и внесения компостов при возделывании хлопчатника. Автореф.докт.дисс. -Ташкент, 1996, - 45 с.

6. Rahmontoy Kurvantoev, Maxmuda Dadamhamedova. Regulation of agrophysical condition of irrigated soils of Uzbekistan //10 th international soil science congress on environment and soil resources conservation. Book of proceedings. - Almaty, Kazakhstan, 2018, - P. 72-77.

7. Rakhman Kurvantaev, Khalilova Z.F. Water Properties of Soils of the Chirchik Basin. NATURALISTA CAMPANO ISSN: 1827-7160 Volume 28 Issue 2, 2024. P. 241-245.

8. Broch, D. L., Pitol, C., Borges, E. P. (1997) Integrate Agricultura-Pecuaria: plantio direto da soja sobre pastagem na integrac.ao agropecuaria. Maracaju-MS, Fundasao MS para Pesquisa e Difusao de Tecnologias Agropecuarias, 1997. 24 p. (Informative tecnico, 1997).

9. Landers, J. N., Freitas, P. L. De, Guimaraes, V. and Trecenti, R. (2001) The Social Dimensions of Sustainable Farming with Zero Tillage. In: Anais do 4th International Congress on Land Degradation (CD ROM - no prelo), Rio de Janeiro, September, 2001.

10. Helvecio Mattana Saturnino, John N. Landers. The environment and Zero Tillage. Brasilia, DF 2002.

UDC: 631.6:004.4.

IMPROVEMENT OF DIGITALIZATION PLATFORM AND ONLINE MONITORING SYSTEM IN THE FIELD OF WATER MANAGEMENT

Shokhojayeva Zebo Safoyevna
Candidate of Economic Sciences, Professor
Head of the "Food Safety" Department of
the International Strategic Center for Agri-Food Development (ISCAD).
shoxujaeva@mail.ru https://orcid.org/0009-0004-1711-6568
F.Nazarova Fatima
Doktor of Economic Sciences Professor of
Tashkent State University of Economics.
Fotima-0147@mail.ru https://orcid.org/0000-0003-2964-200X
Seytimbetova Zibakhan Abduganiyevna
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Science. Senior Research Fellow.
Scientific Secretary of the International Strategic Center for Agri-Food Development (ISCAD).
zibakhan@mail.ru https://orcid.org/0009-0004-7599-8896
Sangirova Umida Ravshanovna
Candidate of Economic Sciences, dotsent. Associate Professor
at the National Research University "Tashkent Institute of
Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers".
u.sangirova1970@gmail.com https://orcid.org/0000-0001-8300-8187
Yakubova Khurshida Uraqovna
PhD in Economics. Senior researcher of
the International Strategic Center for Agri-Food Development (ISCAD).
xurshida.yaqubova@mail.ru https://orcid.org/0009-0007-7053-7152
Rasulova Nilufar Sabitovna
Chief Specialist of the "Digitalization Department" of the
Ministry of Investment, Industry and Trade of the Republic of Uzbekistan.
zkolin428@gmail.com
Nurbekova Rukhongiz Azizovna
Junior Researcher of the International Strategic Center for
Agri-Food Development (ISCAD).
ruhangiz.nurbekova@mail.ru. https://orcid.org/0009-0002-8203-3414
Mamanazarova Nasiba Juraevna
Senior Lecturers of University of Economics and Pedagogy in Karshi.
nasibajurayevna@86gmail.com https://orcid.org/ 0009-0006-9709-6142
Mirjamilova Hulkar Nurali kizi
Senior Lecturers of University of Economics and Pedagogy in
Karshi.mirjamilovahulkar@gmail.com. https://orcid.org/0009-0008-7223-0944

Annotation: In Uzbekistan over the past 30 years, the per capita water supply has shrunk by 53% and fell from 3048 cubic meters to 1438 cubic meters. This decline is mainly due to global climate change, decreased snow and precipitation, shrinking glaciers, and increased water use in large river basins, as well as smaller rivers and streams. The decision of the president of Uzbekistan dated February 24, 2021 (PD-5005)laid out plans for the improvement of Water Resource Management for 2021-2023. According to the plan, issues such as the installation of a “smart water” monitoring system on 18576 water farms, the introduction of online water monitoring devices at 1688 pumping stations, the integration of 6172 reclamation monitoring wells into an automated system, the automation of 60 water farms were defined as the main task. It is known that the water shortage in Uzbekistan is increasing from year to year, it is projected to reach 7 billion cubic meters in the near future and reach 12-13 billion cubic meters by 2050. This situation became particularly severe in provinces with significant water shortages, such as Kashkadarya. In this regard, the need to strengthen water conservation measures is of more urgent importance than ever. This article studied the problems of digitization of the water industry of the Kashkadarya region and developed proposals and recommendations aimed at improving the digital online platform of the water management system and online monitoring of water consumption.

Keywords: Water Resources, Water Management Technologies, rational use of water, digitization of the water industry, "HydroSMART system" platform, "Smart Watering" "smart irrigation" measuring tools, water distribution modeling and optimization, water facilities, artificial intelligence, monitoring.

Introduction. As a result of the reforms in the agrarian sector, large-scale work is being carried out to improve the relationship of Water Resources Management and water use between farms, to use water rationally, to develop water infrastructure, to promote the use of sustainable technologies and to improve the reclamation of irrigated land. However, the introduction into practice of new approaches to the application of modern digital technologies in ensuring the saving and saving of water resources being spent on agriculture, taking into account the sustainable growth of the economy, the development of social infrastructures and the needs of the population, is one of the pressing issues.

It is known that according to the research of the World Institute of Natural Resources and the British organization Economist Intelligence Unit, among the 33 countries that are estimated to have the most water shortages by 2040, the most deplorable situation is the presence of Central Asian countries, in particular the Republic of Uzbekistan. This, in turn, requires the transition from the ocean and large seas to the more economical use of resources available to Uzbekistan, which,

regardless of the extent to which assumptions are decided by going to this period, to prioritize this from the moment on.

In this regard, the decree of the president of the Republic of Uzbekistan dated July 10, 2020 PD-6024 "on approval of the concept of Water Development for 2020-2030" in order to prevent the problem of water shortage, adapt to climate changes and increase the economic efficiency of the application and use of water-intensive technologies in providing agriculture with guaranteed water, The decision of March 1, 2022 ”On measures to improve the introduction of water-saving technologies in agriculture again" PD-144 calls for the development of scientific proposals and practical recommendations aimed at determining the strategic directions.

Methods. From foreign economists-scientists on the issues of the effective use of Water Resources and the application of sustainable technologies, Blaine R. Hanson, Lawrence J.Schwankl, Allan Fulton, D.A. Goldhamer, Y.G.Bezborodov., Pavlov P.N., Pryazhinskaya V.G., Perry S., Ushakov E.P., Fedtsov V.G., Khachaturov t.S., Khafizov E.B., Khranovich I.L., Chaklikova D.S., Yaroslavsky V. and is reflected in the results of scientific research by others.

Blaine R. Hanson, Lawrence J. Schwankl, Allan Fulton conducted experiments in California to evaluate furrow irrigation. Studies have shown that when barriers are built every 3-4 meters in furrows with a slope of zero, the uniformity of irrigation is 80-85 percent. Y. G. Bezborodov, in managing and saving water resources, determined that in order to assess the state of the water source from an ecological point of view and implement it for a specific area. D. A. Goldhamer et al. conducted research on fields with light and heavy loamy soils, they found that in light loamy soils, continuous irrigation amounted to 2800 m3 per hectare, and when applied with pulses - 1770 m3, while the loss of water through seepage to deep layers was 1220 and 635 m3 per hectare, respectively. The efficiency of water distribution was proven to be 35% and 60.4%. In the USA, the discrete irrigation system equipment is mainly characterized by the fact that it is adapted to a precisely calculated constant area and constant pressure. Academician B.B. Shumakov noted that with periodic discrete irrigation, the correct selection of irrigation equipment elements and the distribution of moisture along the length of the furrow can reach up to 96%.

Resultations. In accordance with the Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan “On measures to further accelerate the introduction of water-saving technologies in agriculture”, the possibility of wider use of water-saving technologies is increasing in our regions [1]. As a result of the introduction

of water-saving technologies on 45,423 hectares of land in all directions within the framework of this Resolution, not only drip and discrete irrigation methods, but also laser leveling of land on 38,000 hectares of land were implemented.

In order to alleviate the water shortage observed in recent years, 26 million cubic meters of water were saved during the irrigation period due to the introduction of water-saving technologies, 133 million cubic meters of water were saved due to laser leveling of land, 197 million cubic meters of water were saved due to the repair and restoration of irrigation networks, and 42 million cubic meters of water were saved due to the introduction of digital technologies. water saving, as well as other agrotechnical measures and the use of ditch water, a proposal was made to introduce the platform in order to digitize the water management sector, taking into account the possibility of saving up to 2.5 billion cubic meters of water [2].

The implementation of digital water management technology (“Rubicon Water”) in the water management system of Kasbi district of Kashkadarya region will allow us to generalize the experience of using it, determine the conditions, possibilities and ways of using the system of automation and software control and monitoring of water resources use in other regions of our republic.

The platform proposed by us will allow us to distribute water resources by each type of crop among water consumers - economic entities, assess the status and level of use of water-saving technologies, determine water quality indicators, and monitor the consumption of supplied water [3].

Also, the efficiency of water supplied to water consumers through a single water intake point is systematically developed and included in the application platform automatic control processes. Through this platform, however, the efficiency of water use is regularly monitored.

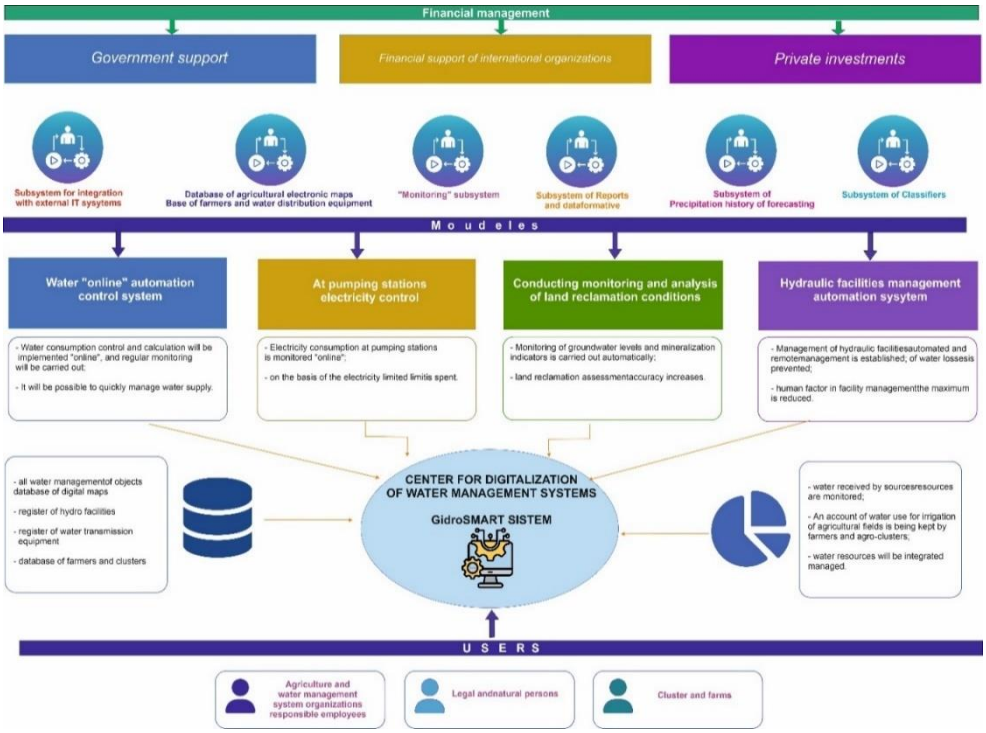


Figure 1. **Digital online platform and structural structure model of the water management system of the kashkadarya Region [3]**

The main goal of the “Hydrosmart system” platform is to increase the efficiency of water use based on the implementation of a digitization platform and an online monitoring system in the water industry of our country. The developed electronic platform will first be implemented on inter-farm channels and territories at a later Republican scale. This in turn serves to systematically monitor water management activities.

When the proposed platform is economically evaluated, the water resource utilization process management system is automated, a digitization-based software management system is widely implemented, monitoring the use of Water Resources in micro and meso areas is carried out, optimal water distribution mobilization options are developed and practical implementation is achieved by assessing the level of water use efficiency.

In Figure 1 below, a digital online platform and structural structure model of the Kashkadarya region's water management system was proposed. This platform describes a software package that collects, processes, analyzes and stores data from technically managed units.

This software package will be able to be used in the activities of objects of the rural and aquatic sector, including clusters and farmers, in the activities of individuals and legal entities. This system is managed and monitored by the basin administration of the province's Amu-Brown irrigation systems. And the

Department of Water Management directly to the Ministry of Water Management and Agriculture of the Republic, the bull fades. Also, data on the modeling and optimization of water distribution in irrigation systems, the optimal provision of water supply by the water farm complex in conditions of water scarcity are studied and analyzed.

As a result of the implementation of the platform, water savings will be achieved by 70 percent, water from irrigation canals will be increased by up to 90 percent to crops, as well as the efficiency of water use will be increased by up to 97 percent.

Discussion. On the basis of a technical task developed within the framework of the project” implementation of a digitization platform and online monitoring system in the field of Water Management", the delivery of irrigation water from the water source to consumers ensures systematic calculation of water consumption, water consumers of Water Resources on the basis of the platform – in the cross section of business entities, it allows you to distribute by each type of crop, assess the state and level of use of Water Plant Technologies, determine the quality indicators of water, monitor the cost of water supplied. Also, the efficiency of water supplied to water consumers through a single water intake point is systematically developed and included in the application platform automatic control processes. Through this platform, however, the efficiency of water use is regularly monitored.

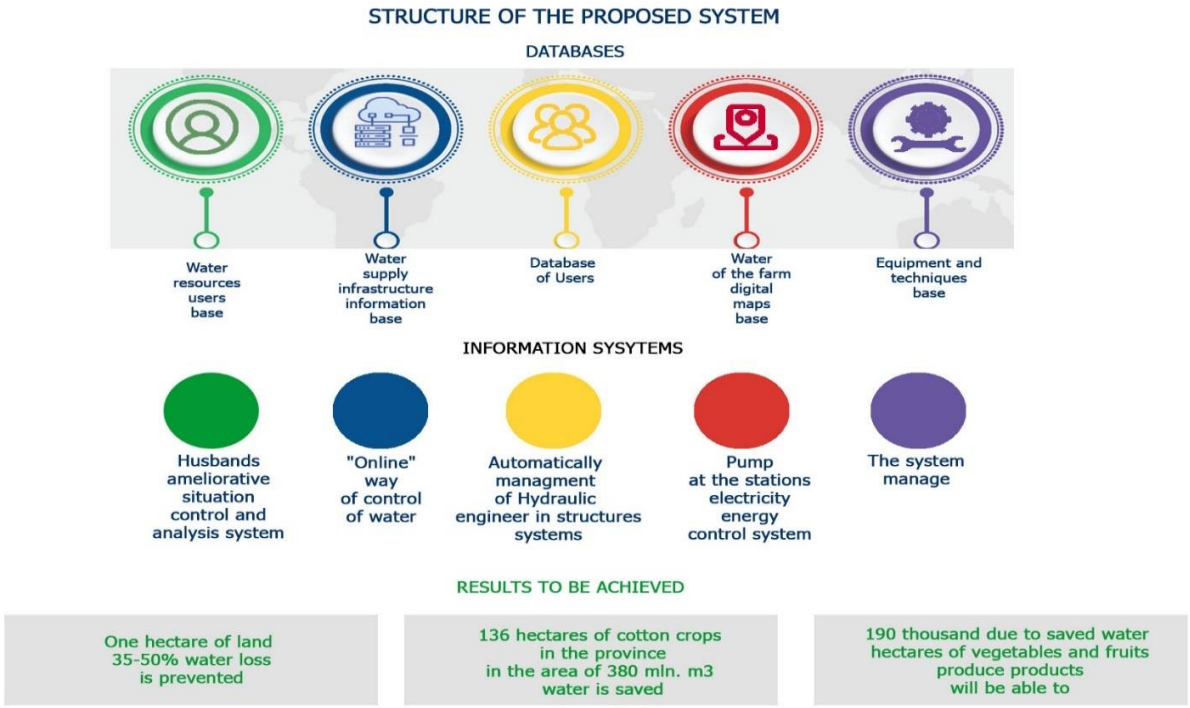


Figure 2. **Structural structure of the” hydrosmart System " System [3]**

The platform being created will serve as a database for irrigation systems Basin administrations, irrigation systems and most importantly for farmers, farmers, landlords and researchers in the regions. At the same time, integration with other virtual services will appear, for example, the location of the territories, natural climatic conditions, water sources, water volume and price, a water use graph, the introduced areas of Water Management Technologies, the possibility of connecting with electronic bases of transport services, etc. Through this, a complex system is formed, aimed at meeting the needs of consumers.

The activities of the platform are constantly improved. Due to the improvement of the application of sustainable technologies, the loss of 35-50% of water on one hectare of land during the growing season is obtained, and as a result of the introduction of the proposed platform, 380 million on one 136 thousand hectares of cotton crop of the region. m^3 saves water. Thanks to the saved water, it will be possible to grow 190 thousand hectares of vegetables and pulses.

Also, the main thing is that a remote control system is introduced in the canals, the water supply of 5,000 hectares of land irrigated through the Mirishkor and Qamashi canals is improved; water from the canal will be 33% water economy at the expense of an automated system, if in 2022 the cost of 1 m^3 of water-3.3 mlrd.so m is saved; as a result of the automated management of the water distribution, 2450 hectares of grain are irrigated 4 times, instead of 3 times watering the areas. As a result, the yield increases by an average of 8 centners, and an additional grain harvest of 1960 tons is obtained; through sluices installed from 27 water separation points in the canal, each water consumer is supplied with an equal amount of water, and in stages it is on these sluices that “smart irrigation” technologies are established; at the expense of mln.so m funds will be an economy only at the expense of wages.

The structural structure of the proposed system includes (Figure 2).

1. A database of users of Water Resources.

This database contains complete information about all water-using entities, i.e. cluster enterprises, farms and farmers, landlords and legal entities and individuals.

2. Water supply infrastructure data base.

This database will be created by entering existing and operational water structures - rivers and canals, ditches, reservoirs, hydro posts and locks, pumping stations, canals and ditches - into a digital electronic map of water management. A digital model of the irrigation network, consisting of all infrastructure and irrigation structures covering the route of water supply to the irrigation areas of

the Kashkadarya region, from water sources to the final irrigation contour, will be created.

Databases.

1. Equipment and equipment base.

There is an irrigation system and in practice related to irrigation (sluice, antenna machta, pump meter, etc.), and technical devices installed in canals and ditches, agricultural land are taken from the inventory and an electronic list of them is formed.

Information systems. The implementation of the water management system digitization platform and online management system provides for the development of the Information Systems listed below and ensuring their continuous connection within the framework of a single platform.

1. System of control and analysis of land reclamation.

Monitoring of the water level and mineralization indicators of Sizot is carried out automatically, and in this case, the accuracy of assessing the reclamation status of the lands increases.

2. Water control system "online".

Through the online management of the channels, the devices installed in the water bodies, the water control and the account book are carried out “online” and regularly monitored; the ability to quickly manage water is created.

3. Automation of control in hydraulic structures.

Control of hydraulic structures is automated and controlled remotely. Technical water losses are taken. In the management of structures, the human factor is reduced.

4. Electrical energy control system at pumping stations.

Power consumption control at pumping stations is carried out online. Electricity is used on a strictly limited limit basis.

5. Water Resources and irrigation information and analysis system.

Monitoring of Water Resources obtained by sources is carried out. In the case of water use and the cross section of farms and agroclasters, the calculation of irrigation of agricultural arable land is carried out. Water resources are managed integrally.

These information systems are created in a single interface and are linked to databases within the platform.

System users.

The system makes it possible to obtain useful analytical and statistical information for the Ministry of Water Management, the Ministry of Agriculture

and their system organizations, and for regional water management organizations and agencies, individuals and legal entities, agroclasters and farmers, to convert certain types of business processes into digital.

System management.

In the field of Water Management, the digitization platform and online management system are intended to be developed and managed from a single point by the Center for digitization of water management technologies under the Ministry of water management.

In overcoming the water problem in Central Asia, technologies specializing in artificial intelligence are developing. Of course artificial intelligence is the future of the water industry. Artificial intelligence technologies can be very important in bringing the current water infrastructure to a more robust, more profitable state again. The analysis shows that artificial intelligence is emphasizing water purification to bring characteristics that are used to in other areas of society's life. Online platforms that support artificial intelligence require consumers to offer a modified, attractive, and open method to view real-time water consumption, pay bills, and learn about dynamic water resource conditions.

Conclusion. In conclusion, the following creative results will be achieved by purposefully and efficiently using water resources in the Agriculture of our country and establishing a fair water distribution to water consumers, accelerating the use of sustainable technologies and creating a software product for managing the network on the basis of digital technologies and implementing an online monitoring system:

- ❖ the system of distribution of Fair water to water users, timely delivery and management of water management facilities on the basis of digital technologies within its territory will be improved;
- ❖ Smart Watering "smart irrigation" measuring tools for water use and water consumption accounting (1. The quality indicators of water in each area cross section: composition, mineralization and salinity level are quickly determined. 2. The use of waterproof Technologies is assessed on the level of efficiency. 3. The practical mechanism of the methodology for determining the cost of 1 m3 of water supplied was formed. 4. During the growing season, the water needs of crop species are achieved on the basis of a specified graph, and H.O.), the use of the introduced mechanism, as well as the application of digital technologies to the system are widely established;
- ❖ This system serves to improve the reclamation of irrigated lands and increase their stability, as well as reduce the level of salinity of the soil;

- Through the use of digital technologies” smart irrigation", water consumption is achieved to achieve an economy of 35-40%, thanks to which an additional increase in production by 20-25% is achieved by irrigating other cultivated areas;
- As a result of automated water distribution management, the number of irrigations given to crop species is increased by 1.2-1.4 times, resulting in an average yield increase of 8-10 centners;
- the methodology for calculating the cost of each m3 of water supplied to the aquaculture by applying market principles will be improved;
- in improving the efficiency of water consumption accounting, the installation of water measuring instruments on each limit of water users is based on ways of implementation through the economic levers of the state, that is, through the allocation of subsidies or preferential loans, proposals and recommendations are formed. This leads to the preservation of the ecological balance of the environment of the area;
- water accounting information system will be introduced when digitizing water access point management and supplying water to users, and this system will be used to calculate taxes for the use of water resources used to irrigate agricultural land;
- qualified personnel are trained for the water management sector, the system of orientation abroad is developed again to improve the qualifications of employees;
- In the preparation of undergraduate and graduate students of higher education institutions in the field of “Agriculture” and “Water Management”, the development of interoperability between the fields of Education, Science and production is established, and the efficiency of the sectors increases through the production of science achievements and know-how.

LIST OF BIBLIOGRAPHY:

1. Decree of the president of the Republic of Uzbekistan “On measures to rapidly organize the introduction of water-saving technologies in agriculture” PD-4919. 11.12.2020. Lex.uz.

2. Decree of the president of the Republic of Uzbekistan “On measures to improve the management of Water Resources in the lower reaches and improve the efficiency of the use of Water Resources” PD-5. 05.01.2024.

3. Z.S.Shoxujaeva. “Scientific and methodological foundations of increasing the economic efficiency of water use in agriculture.” Dissertation prepared for the degree of Doctor of Economic Sciences (DSc). 2025.

4. Z.S.Shoxujaeva, I.Normamatov. Scientific and practical basis of assessing the impact of water-saving technologies on crop productivity and product quality. E3S Web of Conferences jurnal 463, Q4. 02036 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346302036 EESTE2023, Page 1-7.

5. Z.S.Shoxujaeva, N.Mamanazarova, H.Mirjamilova. Ways of efficient use of water in conditions of water resources shortage. E3S Web of Conferences jurnal 463, Q4. 02035 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346302035 EESTE2023, Page. 1-12.

6. Z.S.Shoxujaeva, A.S.Eshev, N.O'.Murodova, F.S.Temirova. Changes, problems and solutions in the water system in the connections of innovative economy. AIP Conference Proceedings 2612, 050031 (2023); https://doi.org/10.1063/5.0113640 Published Online: 15 March 2023. Page.: 050031-1-8.

7. S.Z.Safoevna, M.N.Juraevna. Analysis of economic efficiency of the use of irrigated land in agriculture and factors on them. Journal of Contemporary Issues in Business and Government, 2021. №2, стр.4055-4061.

8. Z.S.Shoxo'jaeva, A.B.Kurbonov. Sustainable Development Of The Agrarian Sector Depends On The Efficient Use Of Water Resources. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 2019. №8, pp 5123-5126.

9. Z.S.Shokhujaeva. Foreign experience in agriculture on the use of water resources. Journal Economics, 2020. No. 1 (44), pp. 19-22.

10. Sh.Z.Safoevna, M.N.Utkirovna. Efficiency of formation and use of water resources in irrigated agriculture of the Republic of Uzbekistan. The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research. 2020/7/31.№07, стр. 99-113.

УЎТ: 633.511+631.5

ГЛОБАЛ ИСИШ ОМИЛЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ ВА ҒЎЗАНИ ТОМЧИЛАТИБ СУҒОРИШДА СУВДА ЭРУВЧАН ЎҒИТЛАРНИ ҚЎЛЛАШ САМАРАДОРЛИГИ

Авлиякулов Мирзоолим Авазович
қ.х.ф.д., профессор. Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти.
e-mail: mirzoolim89@mail.ru ORCID:0000-0003-3699-6017
Яхёева Нафиса Нуриддиновна
қ.х.ф.ф.д. (PhD) Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти.
e-mail: nyaxyoyeva@mail.ru ORCID: 0000-0001-7412-1495
Бахромов Жаҳонгир Аслонбой ўғли
кичик илмий ходим. Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти.
e-mail: baxromovjoxongir8@gmail.com

Аннотация. Ушбу мақолада глобал исиш омилларининг таҳлили, иқлим ўзгаришининг ҳозирги ҳолати, унинг оқибатлари, Ўзбекистон ва бутун дунёда юзага келиши мумкин бўлган келажакдаги иқлим кўрсаткичлари, ғўзани томчилатиб ва эгатлаб суғоришда сувда эрувчан минерал ўғитларни қўллаш бўйича маълумотлар келтирилган.
Калит сўзлар: глобал исиш омиллари, ғўза, томчилатиб суғориш, сувда эрувчан минерал ўғитлар.

Аннотация. В статье представлен анализ факторов глобального потепления, текущего состояния изменений климата, его последствий, возможных будущих климатических тенденций в Узбекистане и в мире, а также данные о применении водорастворимых минеральных удобрений при капельном и бороздковом орошении хлопчатника.
Ключевые слова: факторы глобального потепления, хлопчатник, капельное орошение, водорастворимые минеральные удобрения.

Abstract. The article presents an analysis of global warming factors, the current state of climate change, its consequences, possible future climate trends in Uzbekistan and the worldwide, as well as data on the application of water-soluble mineral fertilizers on cotton under drip and furrow irrigation.
Key words: global warming factors, cotton, drip irrigation, water-soluble mineral fertilizers

Кириш. Иқлим кўрсаткичларининг йил сайин тобора ёмонлашиб бораётганини инсоният ердан шафқатсизларча фойдаланишни давом эттираётгани билан боғлаш мумкин. Кўпчилик давлатлар томонидан бу

жараён хавфсизликка қарши энг катта таҳдид сифатида кўрилмоқда. Дунё бўйлаб содир бўлган аянчли ҳодисалар экологик хавфсизликни таъминлашнинг қўшимча механизмларини ишлаб чиқишга етарли даражада кучли туртки бериши керак. Йўқса кейинчалик жуда кеч бўлиши мумкин [1].

Глобал иқлим ўзгаришига сабаб бўлаётган катта муаммо - ҳавода карбонат ангидрид гази кўпайиши ва “иссиқхона эффекти” ҳисобланади. Қуёшдан келган иссиқликнинг ер сатҳида жамланиб, димланиб қолиши иссиқхона эффекти дейилади. Аслида карбонат ангидриднинг ҳавода кўпайиши ўсимликлар учун айни муддао. Улар бу газ билан озиқланади, лекин у ҳаддан зиёд кўпайса, ўсимликлар гуллашига тескари таъсир қилади. Буғдой ва ғўза инсониятга ҳаводаги карбонат ангидридни камайтиришда ёрдам берадиган олтита ўсимлик қаторида қайд этиляпти [12].

Иқлим ўзгаришини доимий кузатиб бориш, башоратлаш, таҳлил, қиёсий таҳлиллар ўтказиш билан Иқлим ўзгариши бўйича халқаро қўмита (Intergovernmental panel on climate change (IPCC)) шуғулланади. Айнан ушбу ташкилот томонидан тақдим қилинадиган маълумотлар дунё бўйича ягона порталга жойлаштирилиб, тасдиқланган ва тан олинган маълумот сифатида қабул қилинади. Ер юзида ҳарорат ошиб бориши билан ёғингарчилик камайиб, ўсимликларнинг сувга бўлган талаби кескин ошиб бормоқда. Аммо сув ресурслари ҳажми йилдан йилга камайиб бормоқда.

Бугунги кунга келиб Ўзбекистонда сув ресурсларидан тежамли фойдаланиш йўналишидаги давлат сиёсатининг натижаси ўлароқ фойдаланилаётган сувларнинг умумий миқдори 80-йилларга нисбатан 20 фоизга камайишига эришилди [11].

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 27 декабрдаги ПҚ-4087-сон ва 2020 йил 11 декабрдаги ПҚ-4919-сон қарорлари қабул қилиниб, қарорлар бўйича томчилатиб суғориладиган майдонлар кенгайди [9].

Israelsen томонидан деярли 90 йил олдин яъни 1932 йилда “Сувдан фойдаланиш самарадорлиги” атамаси фанга киритилган бўлиб, айнан қарийб бир аср давомида сув тақчиллиги муаммоси глобаллигини йўқотмаганлигини қайд этиш мумкин [7].

Халқаро сув ресурсларини бошқариш институти олимларининг уч хил суғориш технологияларини Қарши чўли шароитида ўрганиш бўйича ўтказган тадқиқотлари натижаларига кўра, энг юқори ҳосилдорлик кўрсаткичлари Порлоқ-4 ғўза навида томчилатиб суғориш қўлланилган

вариантларда ҳосилдорлик 35-46 ц/га, 1 $м^3$ суғориш суви билан эса 0,51-1,41 кг гача ҳосил олинганлиги аниқланган [6].

Туркияда ғўза томчилатиб суғорилганда сув ресурслари камида 25% тежалишига эришилиши, аммо олинадиган соф фойда 34% гача камайиши аниқланган. Шундай бўлсада, арид минтақаларда томчилатиб суғориш қўлланилганда 1-йилда сарф харажатлар ортсада аммо кейинги йилларда ушбу технология юқори самара бериши аниқланган [5].

Европа мамлакатларида ғўзани тупроқ намлик дефицити бўйича суғориш анъанавий усулда суғоришлар ўтказилган вариантларга нисбатан барг сатҳи 23-38%, яшил масса тўпланиши 27-29%, ҳосилдорлик 28 % ва кўсаклар сони 25 % гача камроқ бўлиши аниқланган [8].

Хориж олимларнинг тадқиқотларида энг юқори пахта ҳосили томчилатиб суғоришда 43,8 ц/га, эгатлаб суғорилганда 36,3 ц/га ва ёмғирлатиб суғорилганда эса 33,8 ц/га ҳосил олинганлиги аниқланган [4].

Яна савол туғилади. Томчилатиб суғоришда қўллашга мос сувда мутлоқ эрийдиган минерал ўғитлар мавжудми? Айни пайтда фосфорли ва калийли минерал ўғитларни сувда эритиб, томчилатиб суғориш технологиясида қўллашнинг имконияти йўқлиги, сувда мутлоқ эрийдиган хориждан келтириладиган фосфорли ва калийли ўғитлар нархининг анча қимматлиги сабабли айнан фосфор ва калийли ўғитлар йиллик меъёрнинг ҳаммасини 100 % кузги шудгор олдидан қўлланилмоқда. Бу эса ғўзанинг амал даврида фосфорли ва калийли минерал ўғитларга бўлган талабини қондира олмаётганлиги, ўсимликдаги гул ва шоналарининг тўкилиши кўпайиб, ўз навбатида ҳосилдорликнинг камайишига олиб келмоқда. Бунинг натижасида ғўзанинг биологик потенциалини кўрсата олмаслиги ҳолати кузатилмоқда.

М.Низомованинг тадқиқотларида аммофос ўғити сув ҳарорати 50 градус қиздирилганда ўғит 80% эриган, 20% чўкма ҳосил бўлган. Агар ушбу усулда ўғитларни эритиб қўллаган тақдирда ҳам чўкмалар томчилатгич шланглар тешикларига тиқилиб, ортиқча оворагарчиликларни юзага келтирмоқда [2].

Тадқиқот объекти ва услубиёти. Юқоридаги муаммолардан келиб чиқиб, Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқо институтида А-ҚХ-103 амалий лойиҳаси ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти олимлари билан ҳамкорликдаги илмий тадқиқотлар 2021-2023 йилларда амалга оширилди. Тажриба даласи тупроқлари сизот сувлари сатҳи 2,0 метрда жойлашган ўтлоқи бўз бўлиб, тадқиқотлар эгатлаб ва томчилатиб суғоришда икки хил минерал ўғит

меъёрлари ва муддатларида олиб борилди. Тажрибалар С-8286 ва Бухоро-102 ғўза навларида олиб борилди.

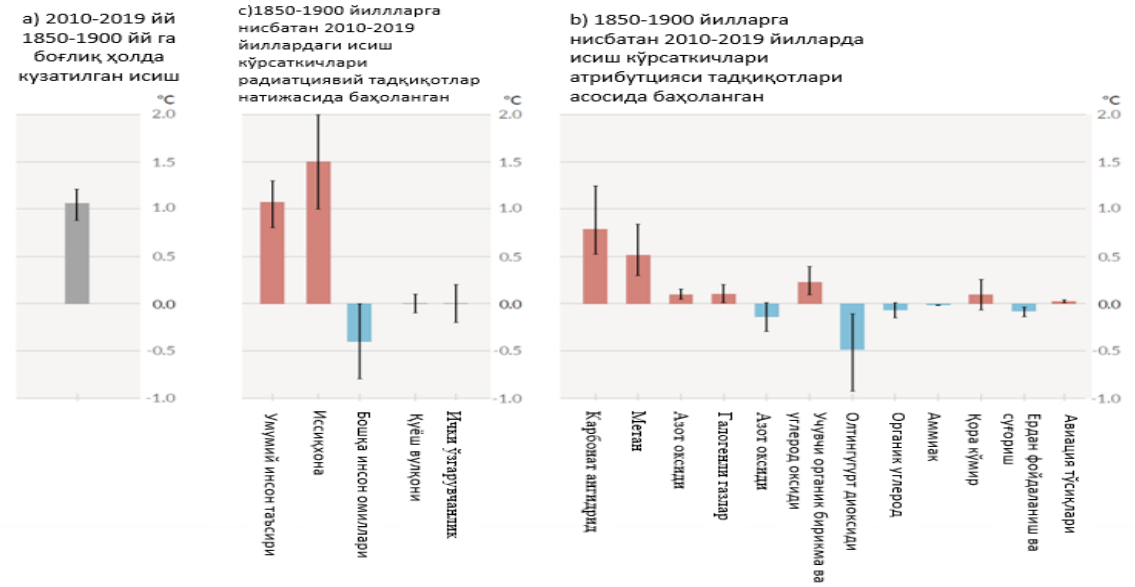
Глобал иқлим ўзгаришининг ҳозирги ҳолати. Иқлим бўйича халқаро қўмитанинг маълумотларига қараганда, 1850-йилдан буён сўнгги ўн йилликларнинг 4 тасида олдинги ўн йилликларнинг 4 тасига нисбатан ҳарорат иссиқроқ бўлганлиги кузатилди. XXI асрнинг дастлабки йигирма йиллигида (2001-2020) ер устки қатламидаги глобал ҳарорат 1850-1900 йиллардагига нисбатан 0,99 [0,84-1,10] °C юқори бўлганлиги аниқланган. Ер устки қатламидаги глобал ҳарорат кўрсаткичлари 1850-1900 йиллардагига қараганда 2011-2020 йилларда 1,09 [0,95 дан 1,20 гача] °C юқори бўлиб, қуруқликдаги ҳарорат ўсиш кўрсаткичлари (1,59 [1,34 дан 1,83 гача] °C, океан сатҳидаги ҳарорат ўсиши 0,88 [0,68 to 1,01] °C ни ташкил этиб, қуруқликдаги ҳарорат ўсиши кўрсаткичлари бирмунча юқори бўлганлиги аниқланган [3].

Антропоген омил таъсирида ер устки қатламидаги глобал ҳаво ҳароратининг эҳтимолий ортиши 1850-1900 йиллардан 2010-2019 йилларгача 0,8 дан 1,3 °C бўлганлиги аниқланган. Таҳлилларга кўра, 1950-йилдан буён қуруқликдаги ўртача глобал ёғингарчилик миқдори ортганлиги кузатилган. 1979-1988 ва 2010-2019 йилларда Арктикадаги музликлар майдонининг қисқариши сентябр ойларида тахминан 40%, март ойида эса 10% ни ташкил этган.

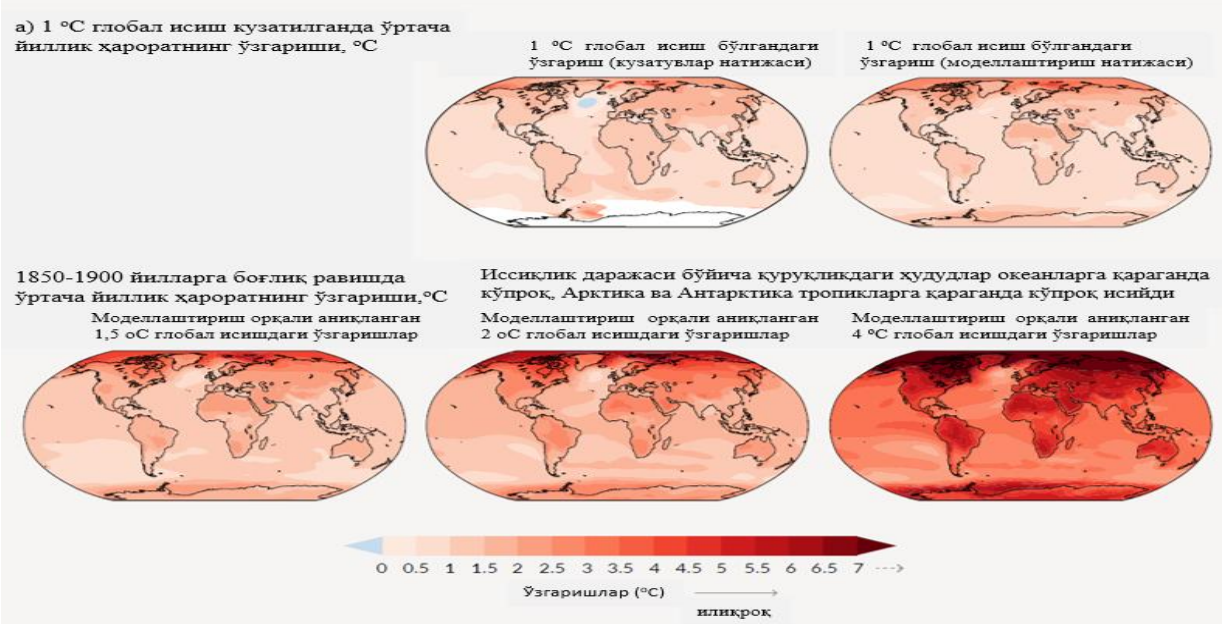
Глобал исишга олиб келаётган омиллар авиация тўсиқлари, учувчи органик бирикма углерод оксиди, галогенли газлар, азот оксиди, метан газлари ва энг кўп миқдори карбонат ангидриддир.

2019-йилда атмосферадаги CO_2 концентрацияси сўнгги 2 млн. йил давомидаги барча йиллардан кўра юқорироқ бўлганлиги, CH_4 va N_2O концентрациялари эса сўнгги 800 минг йил ичида барча йиллардаги кўрсаткичлардан юқорироқ бўлганлиги, 1750 йилдан буён CO_2 (47%) ва CH_4 (156%) концентрациясининг ошиши, шунингдек N_2O нинг ўсиши эса (23%) музлик давридаги кўп йиллик ўзгаришларга ўхшашлиги аниқланди.

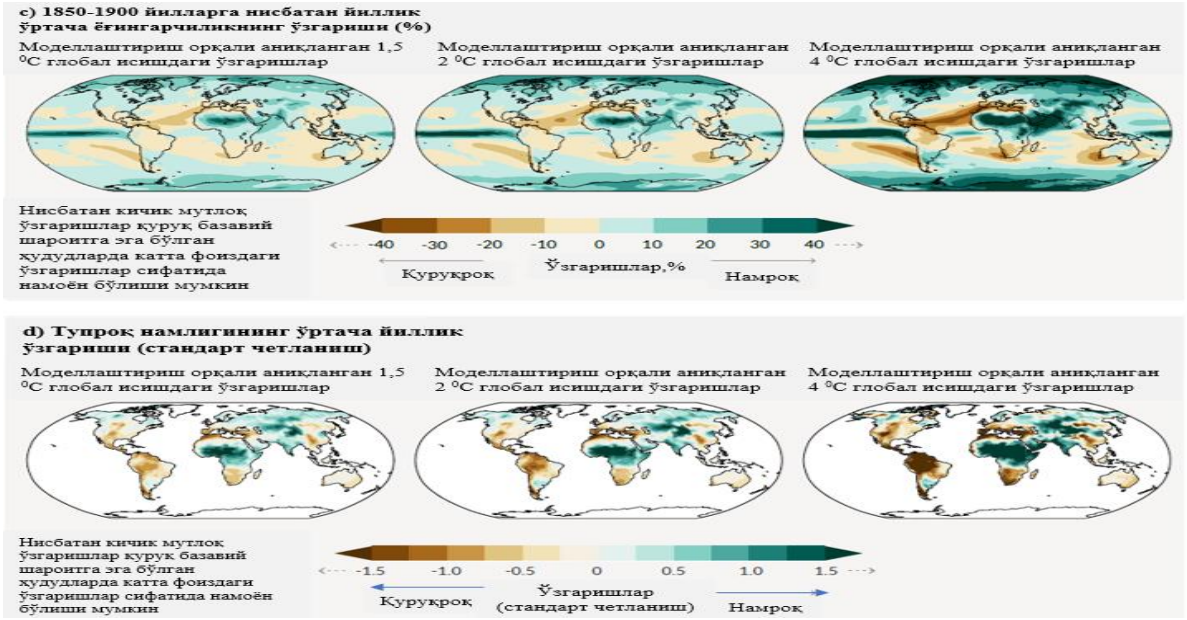
Глобал исиш кўрсаткичлари таҳлил қилинганда, ҳарорат 1,5 ^oC, 2 ^oC ошгандагига нисбатан 4 ^oC ошгандаги кўрсаткичлар ўта юқори эканлиги, глобал исиш натижасида ҳарорат кескин ортиб кетиши кузатилиши прогноз қилинмоқда (2-расм).



1-расм. **Глобал исиш омиллари таҳлили (Иқлим бўйича халқаро қўмита маълумоти (IPCC))**



2-расм. **Глобал исиш кўрсаткичларининг ошиши натижасида минтақавий ўртача ҳарорат, ёғингарчилик ва тупроқ намлигидаги ўзгаришларнинг ортиши (Иқлим бўйича халқаро қўмита маълумоти (IPCC))**



3-расм. **Глобал иқлим ўзгариши шароитида йиллик ўртача ёғингарчилик ва намлик ўзгариши динамикаси (Иқлим бўйича халқаро қўмита маълумоти (IPCC))**

Глобал иқлим ўзгариши шароитида келажакдаги глобал исиш муаммосининг 3 хил сценарийлари таҳлил қилиниб, глобал исиш яқин келажакда (2021-2040 йй.) 1,5 ^{0}C, ўрта келажакда (2041-2060 йй.) 2,0 ^{0}C ва узоқ келажакда (2081-2100 йй.) 4,0 ^{0}C га ортиши башоратланди.

Глобал иқлим ўзгариши шароитида йиллик ўртача ёғингарчилик миқдорлари 3 хил сценарий бўйича аниқланган. Бунда глобал исиш 1,5 ^{o}C, 2 ^{o}C, 4 ^{o}C олингандаги натижаларга эътибор қаратсак, ҳарорат қанчалик ортиб бориши билан ёғингарчилик миқдори ва намлик кўрсаткичлари пасайиб борганлиги аниқланди (3-расм).

Олинган натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Тадқиқотларда сувда эрувчан ўғитлар билан ғўзани томчилатиб суғориш биргаликда қўлланилганда ҳосилдорликка таъсири, навларнинг реакцияси аниқлаб борилди.

Тупроқнинг табиий унумдорлиги ҳисобига ҳар гектардан 12-14 ц гача пахта етиштириш мумкинлиги исботланган. Ҳозирги вақтда ғўза экини тупроққа қўлланилган азотли ўғитнинг 40 фоизини ўзлаштиради [10].

Эгатлаб суғориш технологиясида анъанавий минерал ўғитлар меъёрлари N-200, P-140, K-100 кг/га қўлланилганда ўртача ҳосилдорлик С-8286 ғўза навида 40,4 ц/га ни, Бухоро-102 ғўза навида 37,4 ц/га ни, худди шу меъёрда сувда эрувчан ўғитлар қўлланилганда ҳосилдорлик С-8286 ғўза навида 43,1 ц/га ни, Бухоро-102 навида 40,1 ц/га ни ташкил этди.

Томчилатиб суғориш технологиясида минерал ўғитлар N-200, P-140, K-100 кг/га меъёрда анъанавий ўғитлаш тизимида яъни фосфор ва калийли ўғитлар тўлиқ шудгор остига қўлланилиб, фақат азотли ўғитлар амал даврида сувда эритиб қўлланилганда С-8286 ғўза нави 43,9 ц/га ни, Бухоро-102 ғўза нави 41,2 ц/га ни, шу меъёрда сувда эрувчан янги ўғитлаш тизими ўсимликнинг амал даври давомида 6 маротаба кичик меъёрларда қўлланилганда С-8286 ғўза нави 50,8 ц/га ни, Бухоро-102 ғўза нави 47,9 ц/га ни ташкил этганлиги аниқланди (1-жадвал).

С-8286 ғўза навида янги ўғитлаш агротехнологияси ҳисобига эгатлаб суғорилганда 2,1-2,7 ц/га, томчилатиб суғорилганда 5,9-6,9 ц/га қўшимча ҳосил етиштирилган бўлса, томчилатиб суғориш технологияси ҳисобига анъанавий ўғитлашда 3,5-4,6 ц/га, янги ўғитлаш агротехнологиясида 7,7-8,4 ц/га қўшимча ҳосил етиштиришга эришилди.

1-жадвал

Ғўзани янги ўғитлаш агротехнологияси ва турли суғориш технологияларини қўллашнинг С-8286 ғўза нави ҳосилдорлигига таъсири

Вар. т/р	Суғориш технологиялари	Минерал ўғитлар меъёри, кг/га	2021 й	2022 й	2023 й
1	Эгатлаб	N-150, P-105, K-75 (назорат)	37,1	36,6	36,2
2		N-200, P-140, K-100 (назорат)	40,4	41,1	40,7
3		N-150, P-105, K-75	39,2	39,9	38,9
4		N-200, P-140, K-100	43,1	44,0	43,8
5	Томчилатиб	N-150, P-105, K-75 (фермер тажрибаси)	41,7	41,3	42,2
6		N-200, P-140, K-100 (фермер тажрибаси)	43,9	45,5	45,1
7		N-150, P-105, K-75	47,6	49,1	48,2
8		N-200, P-140, K-100	50,8	53,2	51,9

Шунингдек, Бухоро-102 ғўза навида янги ўғитлаш агротехнологияси ҳисобига эгатлаб суғорилганда 2,5-2,7 ц/га, томчилатиб суғорилганда 5,6-6,7 ц/га қўшимча ҳосил етиштирилган бўлса, томчилатиб суғориш технологияси ҳисобига анъанавий ўғитлашда 3,8-4,8 ц/га, янги ўғитлаш агротехнологиясида 7,8-7,9 ц/га қўшимча ҳосил етиштиришга эришилди.

2022 йилда энг юқори ҳосилдорлик томчилатиб суғорилган, сувда эрувчан минерал ўғитлар N-200, P-140, K-100 кг/га меъёрларда қўлланилган 8-вариантда олиниб, ҳосилдорлик С-8286 навида 53,2 ц/га, Бухоро-102

навида эса 48,6 ц/га ни ташкил этиб, назорат 2 вариантга нисбатан навлар кесимида 12,1 ва 10,4 ц/га юқори ҳосил олинди. Бунда сувда эрувчан ўғитлар ҳисобига С-8286 навида 7,7 ц/га, Бухоро-102 навида 5,9 ц/га ва суғориш технологияси ҳисобига эса С-8286 навида 9,2 ц/га ва Бухоро-102 навида эса 7,3 ц/га юқори ҳосил олишга эришилди.

2023 йилда ғўзанинг эртапишар С-8286 нави экилган майдонда энг юқори ҳосилдорлик томчилатиб суғорилган, сувда эрувчан ўғитлар N-200, P-140, K-100 кг/га меъёрда амал даврида 6-7 маротаба қўлланилган вариантларда олиниб, умумий ҳосил 51,9 ц/га ни ташкил этди. Ўртапишар Бухоро-102 ғўза навида эса айнан шу вариантдаги ҳосилдорлик 48,3 ц/га ни ташкил этганлиги кузатилди. Ушбу ҳосилдорлик кўрсаткичлари назорат вариантга нисбатан С-8286 ва Бухоро-102 навларида 11,2 ц/га га юқори бўлганлиги кузатилиб, томчилатиб суғорилган, фермер тажрибаси сифатида фосфор ва калийли ўғитлар тўлиқ шудгор остига қўлланилиб, азотли ўғитлар амал даврида қўлланилган вариантга нисбатан эса С-8286 навида 6,8 ц/га, Бухоро-102 навида эса 6,2 ц/га юқори бўлганлиги кузатилди.

Томчилатиб суғорилган, минерал ўғитлар меъёри N-150, P-105, K-75 кг/га гача камайтирилган, сувда эрувчан ўғитлар амал даврида қўлланилган 7-вариантда ҳосилдорлик С-8286 навида 48,2 ц/га, Бухоро-102 навида эса 43,9 ц/га ни ташкил этиб, эгатлаб суғорилган, N-200, P-140, K-100 кг/га меъёрда минерал ўғитлар анъанавий трактор ёрдамида тупроққа қўлланилган вариантга нисбатан С-8286 навида 7,5 ц/га, Бухоро-102 навида эса 6,8 ц/га гача қўшимча ҳосил олинган. Бунда азот 50 кг, фосфор 35 кг, калий 25 кг кам қўлланилишига қарамасдан ҳосилдорлик ортганлиги кузатилган. Бу эса айнан сувда эрувчан ўғитларнинг самараси ҳисобланади.

2-жадвал

Ғўзани янги ўғитлаш агротехнологияси ва турли суғориш технологияларини қўллашнинг Бухоро-102 ғўза нави ҳосилдорлигига таъсири

Вар. т/р	Суғориш технологиялари	Минерал ўғитлар меъёри, кг/га	2021 й	2022 й	2023 й
1	Эгатлаб	N-150, P-105, K-75 (назорат)	33,9	34,3	32,8
2		N-200, P-140, K-100 (назорат)	37,4	38,2	37,1
3		N-150, P-105, K-75	36,4	37,0	36,8
4		N-200, P-140, K-100	40,1	41,3	40,8
5	Томчилатиб	N-150, P-105, K-75 (фермер тажрибаси)	38,7	38,7	37,9

6		N-200, P-140, K-100 (фермер тажрибаси)	41,2	42,7	42,1
7		N-150, P-105, K-75	44,3	44,6	43,9
8		N-200, P-140, K-100	47,9	48,6	48,3

4-вариантда минерал ўғитлар N-200, P-140, K-100 кг/га амал даврида эгатлаб суғоришда сувда оқизилганда умумий ҳосил 43,8 ц/га, назорат анъанавий ўғит қўлланилганга нисбатан С-8286 навида 3,1 ц/га, Бухоро-102 навида эса 3,7 ц/га юқори ҳосил олинган (1-2-жадваллар).

Хулоса. Иқлим ўзгариши бўйича халқаро қўмита (IPCC) маълумотларига кўра, глобал иқлим ўзгариши шароитида келажакдаги глобал исиш муаммосининг 3 хил сценарийлари таҳлил қилиниб, глобал исиш яқин келажакда (2021-2040 йй.) 1,5 ^{0}C, ўрта келажакда (2041-2060 йй.) 2,0 ^{0}C ва узоқ келажакда (2081-2100 йй.) 4,0 ^{0}C га ортиши башоратланди. Бунда ер устки қатламидаги ҳарорат 1850-1900 йиллардагига қараганда 2011-2020 йилларда қуруқликда ҳарорат ортиши 1,59 °C, океан сатҳида 0,88 °C ни ташкил этиб, Арктикадаги музликлар майдонининг қисқариши 1979-2019 йилларда сентябрда 40%, март ойида 10% бўлганлигини қайд этиш мумкин.

Томчилатиб суғориш технологиясида минерал ўғитлар шудгор остига қўлланмасдан йиллик меъёр N-200, P-140, K-100 кг/га амал даврида 100 % сувда эритиб қўлланилганда энг юқори ҳосилдорлик, бир дона кўсакдаги пахта вазни ва 1000 дона чигит вазни С-8286 ғўза навида тегишлича 50,8 ц/га, 6,1 г, 129,8 г ни ташкил этиб, назорат анъанавий ўғит қўлланилганга нисбатан ҳосилдорлик 10,4 ц/га, бир дона кўсакдаги пахта вазни 0,7 г, 1000 дона чигит вазни 10,9 г, Бухоро-102 ғўза навида 43,6 ц/га, 6,8 г, 133,1 г ни ташкил этиб, назорат анъанавий ўғит қўлланилганга нисбатан ҳосилдорлик 10,5 ц/га, бир дона кўсакдаги пахта вазни 1,1 г, 1000 дона чигит вазни 16,6 г га юқори бўлган.

Ғўзадан юқори ва сифатли пахта ҳосили (48-50 ц/га) етиштириш мақсадида ўрта толали эртапишар С-8286 навини томчилатиб суғориш технологиясида ЧДНСга нисбатан 75-75-75-70 % суғориш олди тупроқ намлигида 1-2(3)-5-2 тизимда 10-11 марта, суғориш меъёри 225-250 м^3/га, мавсумий суғориш меъёри 2300-2600 м^3/га, суғориш давомийлиги 6,5-11,5 соат давомида, 8-12 кун оралиғида суғориш ҳамда сувда эрувчан минерал ўғитларни ($N_{150}P_{105}K_{75}$ кг/га) 2-4 чинбарг даврида N_{25}, P_{20}, K_{10} кг/га, шоналашда 2 марта N_{25}, P_{15}, K_{15} кг/га, гуллаш – ҳосил тўплаш даврида 4 марта, яъни биринчи ва иккинчи муддатларда N_{30}, P_{15}, K_{10} кг/га меъёрда,

учинчи муддатда N_{15}, P_{15}, K_{10} кг/га, тўртинчи муддатда P_{10}, K_5 кг/га меъёрда сувда эритиб қўллаш тавсия этилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2021 йил «Янги Ўзбекистон Стратегияси» номли китоби. - Тошкент 2021. - б. 1-45.
2. Низомова М. Ўзбекистон шароитида гидропоника усули билан помидор етиштириш технологиясини ишлаб чиқиш. Диссертация автореферати. Т. 2017 й. Б.1-14.
3. Arias, P., Bellouin, N., Coppola, E., Jones, R., Krinner, G., Marotzke, J., ...& Zickfeld, K. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group14 I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Technical Summary.
4. Cetin, O., and L. Bilgel. "Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton." Agricultural Water Management 54.1 (2002): 1-15.
5. Dağdelen, N., et al. "Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey." Agricultural Water Management 96.1 (2009): 111-120.
6. Djumaboev, K., Manthrithilake, H., AYARS, J., Yuldashev, T., Akramov, B., KARSHIEV, R., & Eshmuratov, D. (2019). Growing cotton in Karshi Steppe, Uzbekistan: water productivity differences with three different methods of irrigation. Indian National Committee on Surface Water (INCSW)-CWC Ambassador Ajanta, Aurangabad, India 16 Jan-18 Jan 2019 Publishers: IvyLeagueSystems. com, 391.
7. Israelsen, O.W. 1932. (1st Edition). Irrigation Principles and Practices. John Wiley, New York.
8. Papastylianou, Panayiota T., and Ioannis G. Argyrokastritis. "Effect of limited drip irrigation regime on yield, yield components, and fiber quality of cotton under Mediterranean conditions." Agricultural Water Management 142 (2014): 127-134.
9. https://lex.uz/docs/5157168
10. https://staff.tiiame.uz/storage/users/104/books/wneekpcv8zbi6jqyak1frh08tmq7fs52kklqy0gf.pdf
11. https://www.agro.uz/uz/information/about_agriculture/434/5220/
12. https://yuz.uz/uz/news/global-iqlim-ozgarishi.

УЎТ: 633.19; 633.511

ҚЎШ ЭКИНЛАРНИНГ КЎЧАТ ҚАЛИНЛИГИНИ ҲОСИЛДОРЛИККА ТАЪСИРИ

Намозов Фазлиддин Баҳромович
қишлоқ хўжалиги фанлари доктори, профессор
Тошкент давлат аграр университети
Турсунов Авазбек Абдулвохидович
мустақил изланувчи
Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти Наманган илмий-тажриба станцияси

Аннотация. Ушбу мақолада плёнка остида томчилатиб суғориш технологияси қўлланилган майдонларда ғўза билан қўш экин сифатида мош, нўхат ва ловияни 60(20х20х20)х10х1 схемада 2 қатор, кўчат қалинлиги 166 минг туп/га, 60(30х30)х10х1 схемада 1 қатор кўчат сони 83 минг туп/га кўчат қалинлигида парваришланганда ўсимликларни ҳосилдорлигига таъсири тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Калит сўзлар: Ғўза, қўш экин, мош, нўхат, ловия, экиш схемаси, кўчат сони, ўсув даври, ҳосилдорлик.

Аннотация. В статье приведены данные по влиянию совмещения маша, гороха и фасоли с хлопчатником на участках с применением технологии капельного орошения под пленкой на продуктивность растений при выращивании в 2 ряда по схеме 60(20х20х20)х10х1 при плотности посадки 166 тыс. растений/га и в 1 ряд по схеме 60(30х30)х10х1 при плотности посадки 83 тыс. растений/га.

Ключевые слова: Хлопок, повторный урожай, маш, горох, фасоль, схема посадки, количество всходов, вегетационный период, урожайность.

Annotation. This article presents data on the effect of intercropping mung beans, peas, and beans with cotton in areas where drip irrigation technology is used under a film on plant productivity when grown in 2 rows in a 60(20x20x20)x10x1 scheme, with a seedling density of 166 thousand plants/ha, and in 1 row in a 60(30x30)x10x1 scheme, with a seedling density of 83 thousand plants/ha.

Key words: Cotton, double crop, mung bean, pea, bean, planting pattern, seedling number, growing season, productivity.

Дунё миқёсида иқлим шароитини ўзгариши ва аҳоли сонини кўпайиб бориши натижасида озиқ-овқатга бўлган талабни ортишига олиб келмоқда. Иқлим шароитини ўзгариши ўз навбатида қишлоқ хўалигида ресурслар танқислигига олиб келмоқда. Жумладан сув ресурсларигаҳам. Ушбу

муаммоларни ҳал этишда янги ресурс тежамкор технологияларни жорий этиш орқали ҳал этиш мумкин.

Ғўза ўсимлигини парваришлашда томчилатиб суғориш технологисини қўллаш орқали сув ресурсларидан тежамли фойдаланиш имкониятини яратади. Ғўза ўсимлиги униб чиққандан сўнг дастлабки даврларда ўсиш ва ривожланиш нисбатан секин кечати. Бу даврда экин ерларидан самарали фойдаланиш, бир даладан икки турдаги маҳсулот етиштириш устида бир қатор тадқиқотчиллар изланишлар олиб боришган. Ғўза билан соя қўшиб экиш натижасида тупроқ унумдорлиги ошади, маҳсулот етиштирувчининг бир бирлик ердан икки хил ҳосил олиши натижасида оладиган даромади кўпаяди, соя илдизлари орқали тупроқда соф азот қолдирилиши натижасида, кейинги йилларда экиладиган экинлардан олинадиган ҳосилдорлик 8-10 ц/га ошишини таъкидлаб ўтишган [3].

Андижон вилоятининг суғориладиган майдонларида ғўза билан ҳамкор экин сифатида ер ёнғоқни парваришлаш технологияси устида олиб борилган изланишлари натижасида, ер ёнғоқни эгат оралатиб экиш орқали бир майдон бирлиги ҳисобида олинадиган ҳосилдорлик миқдори ва сифатининг 15-17 фоизга ортиши, шунингдек майдон бирлигидан олинадиган иқтисодий даромат юқори бўлишини таъкидлашган [11].

Ғўза қатор ораларига дуккакли экинларни экиш технологиясини ишлаб чиқишда маъқбул дуккакли экин турларини танлаш орқали, дуккакли экинлар ғўзанинг қуёш нури билан таъминланишига салбий таъсир этмайди [6].

Ғўза ва соя ҳамкор экин сифатида экилганда улар орасига ишлов беришда бир қатор вазифаларни ўрганишни тақоза этади. Жумладан, ғўза ва соя бирга экилганда улар орасига ишлов беришни механизатсиялаш маҳаллий тупроқ-иқлим шароитга мос култиваторга қўйиладиган талабларни ишлаб чиқиш, култиваторнинг экинлар оралиғига ишлов берадиган такомиллаштирилган ишчи қисмларини схемаларини ишлаб чиқиш, Такомиллаштирилган ишчи қисмларнинг талаб даражасида ишлов беришини таъминлайдиган параметрларини асослаш. Натижада ҳамкор экинлар орасига ишлов берувчи култиваторнинг конструктсияси такомиллаштирилади ҳамда экинлар орасига ишлов беришда энергия ва ресурс сарфларини камайтиришга эришилади [1, 2].

Тошкент вилоятининг типик бўзтупроқлари шароитида, ирригация эрозияси жараёнларини камайтириш ваа сақлаш, қишлоқ ҳўжалик

экинларидан юқори ҳосил етиштириш, мавжуд ресурслардан самарали фойдаланиш, бир майдондан икки турдаги махсулот етиштириш, екин ерларидан юқори даромад олиш мақсадида, ғўзан қатор ораларини 60 см кенгликда парваришлаб, қатор ораларида сабзи, турп, шолғом, лавлаги ва мош экиб парваришлаш ижобий самара беради [7].

Ғўза билан дон-дуккакли экинларини бирга парваришланганда пахта ҳосилининг пишиб етилиши ва униг ҳосил юқори бўлишига ижобий таъсири аниқланган. Фақат ғўза парваришланган назорат варианда ўртача 39,9 ц/га пахта ҳосили олинган. Ғўзани дон-дуккакли экинлар бирга парваришланган вариантларда 2,1-3,1 ц/га қўшимча пахта ҳосили олинган. Юқори қўшимча пахта ҳосили ғўза ва мош бирга парваришланган вариантда қайт этилганини таъкидлаган [8].

Ғўза билан қалампир, ер ёнғоқ, нўхат, кўк нўхат, ва соя етиштириш ўрганилганда оралиқ экинлар орасида кўк нўхат пахта ҳосилдорлигига бошқа экинлар нисбатан энг кам таъсир кўрсатади. Ғўза, қалампир ва яшил нўхат экиб парваришланганда тупроқ ва атроф-муҳит ресурсларидан самарали фойдаланиш имконияти яратилади [9].

Мош ҳамда чигитни аралаш ва қўшиб экиш усуллари орқали экинларни парваришланганда, экиш усули ва схемаларини экинлар бўйига таъсир мавжудлиги кузатилди. Қўш қатор экиш усулида парваришланганда ғўза ва мошни экиш меъёри ортиши билан ўсимликларни баландлиги юқори бўлган. Қаторлаб экилган мош ва ғўзани баландлиги нисбатан паст бўлганлигини аниқланган [5].

Ғўза билан ҳамкор экин сифатида илдиз мевали экинлар сабзи, шолғом, турп, қизил лавлаги биргаликда етиштиришда қатор оралатиб суғориш ҳисобига йиллик умумий сув сарфини 15-20 % га камайтириб, тупроқдаги гумус ва озуқа элементларнинг сув билан бирга ювилиб кетиши 15-20 % га камайиши ва экин еридан ҳамда суғориш сувларидан самарали фойдаланиш коиффитсиенти ортиб, пахта ҳосили 8-10 ц/га ортишини таъкидлашган [4].

Тадқиқотни олиб бориш услублари. Тадқиқот Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти Наманган илмий-тажриба станциясининг плёнка остида томчилатиб суғориш технологияси қўлланган ер майдонида, ғўза билан қўш экин сифатида мош, нўхат ва ловия ўсимликлари экиб ўрганилди. Ер майдони азалдан суғорма деҳқончилик қиқлиб келинадиган оч тусли бўз тупроқ бўлиб, сизот сувлари 16-18 метр чуқурликда жойлашган ва эрозияга

учрамаган. Тажрибани олиб боришда “Дала тажрибаларини олиб бориш услублари” (ЎзПИТИ 2007) асосида олиб борилиб, 7 та вариант 3 такрорланишда жойлаштирилди. Ғўза қатор ораларида мош, нўхат ва ловияни 60(20х20х20)х10х1 схемада 183 минг туп/га, 60(30х30)х10х1 схемада 83 минг туп/га назарий кўчат қалинлигида ўрганилди.

Натижа ва муҳокамалар. Бир майдонда икки хил экин турини парваришлашда кўплаб эътибор қаратиш зарур бўлган жиҳатлар бор. Буларга ўсимликларни биологияси, ўсиш ва ривожланиш шароити, кўчат қалинлиги ва бошқалар киради. Ушбу жихатларни эътиборга олган холда ғўза билан қўш экин сифатида мош, нўхат ва ловияни турли кўчат қалинлигида парваришлаб ҳосилдорлик кўрсаткичлари ўрганилди. Олиб борилган изланишларда ҳосилдорлик қўш экинлар кўчат қалинлигига боғлиқ ҳолда ўзгариши кузатилди.

Ғўза билан бирга қўш экинларни парваришланганда ҳосилдорлиги кўрсаткичлари қуйидагича бўлди. 2022 йилда ғўза қатор ораларида мош уруғларини 60х(20х20х20)х10х1 схемада экиб 166 минг туп/га кўчат қалинлигида парваришланганда ҳосилдорлик кўрсаткичи 13,5 ц/га ни ташкил этди. Мошни 60х(30х30)х10х1 схемада экиб 83 минг туп кўчат қалинлигида парваришланганда ҳосилдорлик 10,8 ц/га ни ташкил этди. Кўчат қалинлиги 166 минг туп/га бўлганда ҳосилдорлик 83 минг туп кўчат бўлган вариантга нисбатан 2,7 ц/га юқори бўлди.

Ушбу ҳолат нўхат ва ловиядаҳам кузатилди. Жуладан кўчат сони икки баробар юқори бўлганда нўхат ўсимлигидан 8,2 ц/га, кўчат сони 83 минг туп/га бўлган вариантда 6,1 ц/га ни ташкил этиб, кўсат сони юқори бўлган вариантда 2,1 ц/га юқори бўлди. Ловияни 166 минг туп кўчат қалинлигида парваришланган вариантда 9,3 ц/га, 83 минг туп кўчат қалинлигида парваришланганда 7,9 ц/га ҳосил олиниб, кўчат сони юқори бўлган вариантда 1,4 ц/га ортиқ бўлди.

Хулоса. Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, оч тусли бўз тупроқлар шароитида плёнка остида томчилатиб сўғориш технологияси қўлланилган майдонларад, ғўза билан мош, нўхат, ловия ўсимликларини бирга парваришланда, қўш экинлар ҳосилдорлиги кўчат қалинлигига боғлиқ холда ўзгариши кузатилди. Лекин, кўш экинлар кўчат қалинлиги икки баробар фарқ қилишига қарамасдан ҳосилдорлик кўрсаткичи юқори даражада фарқ қилиши кузатилмади. Плёнка остида томчилатиб суғоришни жорий этган ҳолда қўш экинлар етиштиришда мавжуд ресурслардан

самарали фойдаланиши натижасида кўчат сони кам бўлишига қарамасдан яхши ҳосил олиш имкониятини яратади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Абдирахмонов Р.А, Турсунов М.А. Ғўза ва соя хамкор экин сифатида экилганда қатор орасига ишлов бериш // Барқарорлик ва етакчи тадқиқотлар онлайн илмий журнали.Тошкент, 2022-№ 5.-б. 100-103.
2. Абдирахмонов Р.А, Турсунов М.А. Ғўза ва соя хамкорликда экилганда улар орасига ишлов бериш сифатини ошириш // Gospodarka i Innowacje. 2022. -№ 23.-б. 62-64
3. Ёрматова Д, Хушвақтова Ҳ. Ғўза қатор ораларига соя экиш // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журнали. Тошкент, 2020.-№ 12.-б 15.
4. Мирзажонов Қ.М, Нурматов Ш.Н, Зокирова С.Х. Юқори ҳосил олиш омиллари. // Пахтачилик ва Дончилик журнали. Тошкент, 2001. -№. 1.-б. 8-12.
5. Равшанова Н.А, Отаёрова Г.У, Рахимова Д.И, Полвонов С.А. Ҳамкор ва аралаш экилган мош ва ғўза экинларининг ривожланиши // Пахтачилик ва дончилик илмий-амалий журнали. Тошкент, 2022. -№ 2 (6). -б. 71-76.
6. Рўзметов Р, Машарипов А, Адамова Х, Ганжаев Ш. Ғўза далалари тупроқлари унумдорлигини оширишда дуккакли экинлардан фойдаланиш муаммолари // Хоразм маъмун академияси ахборотномаси. Хива, 2012. -№. 2 (23). -б. 26-27 б.
7. Хошимов И.Н, Таджиев С.С, Хусанбоева Х.С. Ирригация эрозиясига мойил тупроқларда экинлардан мўл ва сифатли ҳосил етиштириш омиллари. International Conference on Advance Research in Humanities, Applied Sciences and Education. Hosted from New York, USA, 2022. -б. 165-171.
8. Эгамбердиева А.Ш. Суғориладиган майдонларда бир мавсумда ғўза ва дуккакли дон экинларини биргаликда етиштириш технологияларини қўллаш // Ирригация ва мелиорация журнали. Тошкент, 2017**.-№ 4(10). -б.28-30.**
9. Patil S.B, Sheelavantar M.N. Studies on intyercropping in chilli cotton mixed cropping i. growth yield and yield components of intyercrops chilli and cotton. Mysore Journal of Agricultural Sciences. 1988. 22(1). Pp 6-14.
10. https://nauchtrud.com/9405/20200821100301176 61.

УДК: 539.26:54-14

АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ВОДЕ: ТРАДИЦИОННЫЕ, НАУЧНЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ

Эргашев Шухратжон Абдунабиевич
Нарын-Карадарьинское бассейновое управление ирригационных систем
Эргашев Шохрухбек Шухратжон угли
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем
Эргашев Дилшодбек Шухратжон угли
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий.

Аннотация. В статье рассмотрены различние методы определения потребности в воде растений, проведён анализ исследований учёных по определению потребности растений в воде, влияние гидрологических и почвенно-климатичеких условий на потребность к воде, приведены традиционные и современные методы определения водопотребления.

Ключевые слова: водопотребление, расчётные методы, испарение, транспирация, эвапотранспирация.

Annotatsiya. Maqolada o‘simliklarning suvga bo‘lgan ehtiyojini aniqlashning turli usullari ko‘rib chiqilgan, o‘simliklarning suvga bo‘lgan ehtiyojini aniqlash bo‘yicha olimlarning tadqiqotlari tahlil qilingan, gidrologik va tuproq-iqlim sharoitlarining suv ehtiyojiga ta’siri yoritilgan. An’anaviy va zamonaviy suv iste’molini aniqlash usullari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: suv iste’moli, hisoblash usullari, bug‘lanish, transpiratsiya, evapotranspiratsiya.

Annotation. The article discusses different methods for determining the water needs of plants, analyzes the research of scientists to determine the water needs of plants, the influence of hydrological and soil-climatic conditions on the need for water, and presents traditional and modern methods for determining water consumption.

Key words: water consumption, calculation methods, evaporation, transpiration, evapotranspiration.

Введение. Изменение климата оказывает значительное влияние на различные регионы мира, включая Узбекистан. Рост среднегодовой температуры вызывает таяние ледников и уменьшение снежного покрова, что ведёт к нарушению водного баланса: к наводнениям и к дефициту воды. В этих условиях особенно важно рациональное использование водных ресурсов и внедрение водосберегающих технологий. Одним из ключевых аспектов водного управления является определение потребности растений в воде, для чего применяются как традиционные, так и современные методы.

Традиционные методы. Визуальное наблюдение основывается на оценке внешнего состояния растений - таких признаков, как увядание, скручивание листьев, изменение цвета. Например, у хлопчатника здоровые листья имеют насыщенно-зелёный цвет. Побледнение листьев может указывать на нехватку влаги. Скручивание или понижение упругости листьев, замедление роста — также признаки водного дефицита, поскольку вода необходима для фотосинтеза и транспортировки питательных веществ. Некоторые растения опускают листья, чтобы снизить испарение при недостатке влаги. Не менее важна оценка влажности почвы. Сухая почва указывает на потребность в поливе. Регулярное измерение влажности на разных глубинах помогает эффективно управлять водоснабжением. Различные учёные проводят исследования по оценке водопотребности растений на базе опытных станций научных институтов.

Методы определения водопотребления. Способы оценки водопотребления растений делятся на полевые измерения, расчётные методы и эмпирические зависимости. Одним из ключевых направлений исследований стала оптимизация водопотребления и режима орошения сельхозкультур. В рамках этих работ изучалась эвапотранспирация различных культур в разных климатических условиях, совершенствовались методы измерения влажности почвы, а также исследовалось влияние почвенно-климатических и гидрологических факторов на потребление воды.

Метод весового определения влажности. Весовой метод измеряет содержание влаги в почве по разнице массы образца до и после сушки. Это один из самых простых и распространённых способов оценки влажности, широко применяемый для определения водопотребности растений.

Для расчёта влажности почвы используется следующая формула:

$$\text{Влажность}\ (\%) = \frac{\text{Масса начальная} - \text{Масса поле сушки}}{\text{Масса начальная}} \cdot 100; \qquad (1)$$

Метод позволяет точно определить процентное содержание влаги в почве и оценить необходимость полива. Он помогает оптимизировать режим орошения, так как растения нуждаются в воде при снижении влажности до критического уровня. Метод отличается высокой точностью и используется как лабораторный стандарт, но его применение в полевых условиях ограничено из-за необходимости сушильного оборудования и затрат времени.

Водопотребление растений считается величиной суммарного испарения, а за рубежом эту величину принимают как эвапотранспирацию. Водопотребление Е определяется как сумма транспирации через растение E_T и испарения из почвы $E_П$:

$$E=E_T+E_П; \quad (2)$$

Определение долей транспирации (E_T) и испарения с почвы ($E_П$) в общем водопотреблении представляет определенные трудности, поэтому обычно их рассматривают как единое целое [1, 3, 7, 20].

А.Алпатьева, А.Константинова и М.Будыко утверждают, что водопотребление тесно связано с климатическими, почвенными, гидрогеологическими и хозяйственными условиями, биологическими особенностями культуры, ее урожайностью, методами полива и имеет важное значение для управления водным балансом поля [1, 3, 6, 7, 10]. Эти факторы, вместе с биологическими характеристиками сельхоз культур, определяют необходимые запасы воды в почве и, следовательно, обоснованность орошения. Испарение с поверхности почвы зависит от характеристик самой почвы и метеорологических условий, в то время как транспирация определяется взаимным воздействием внешних и внутренних факторов растений, а также климатическими условиями [1, 2, 3, 4, 6, 8, 10].

Метод водного баланса основан на вычисление водного баланса:

$$E=\alpha P+M+\Delta W+W_{гр}+W_{сб}; \quad (3)$$

где: Е-суммарное водопотребление, мм; αР-осадки, используемые растением за вегетационный период, мм; α-коэффициент, показывающий долю осадков, используемых растением; Р-естественные осадки, выпадающие за вегетационный период, мм; *М*-оросительная норма, мм; *ΔW*-количество воды, используемое растением из корнеобитаемого слоя почвы, мм:

$$\Delta W=W_н-W_к; \quad (4)$$

где: $W_н$ и $W_к$-запас воды в корнеобитаемом слое соответственно в начале и конце вегетационного периода, мм; $W_{гр}$-подпитывание корнеобитаемого слоя почвы грунтовыми водами, мм; $W_{сб}$-потери оросительной воды на поверхностный и глубинный сброс, мм.

Этот метод даёт достоверные данные и используется в случае глубокого расположения уровня грунтовых вод (>5 м). В таких случаях при оценке водопотребления и установлении поливных норм можно пренебрегать обменом влаги между грунтовыми и почвенными водами. С помощью данного метода можно рассчитывать водопотребление за

декадные и месячные периоды [1, 3, 7]. Одним из недостатков данного метода является его высокая трудоемкость и недостаточная оперативность, он предоставляет лишь усредненные значения водопотребления. В свою очередь, эмпирические методы основываются на установлении корреляционных связей между испарением и одним или несколькими климатическими показателями.

Метод зависящей от урожайности был предложен А.Костяковым [14]:

$$E=K_в \cdot У; \quad (4)$$

где: *E*-суммарное водопотребление, м^3/га; $K_в$-коэффициент потребления воды на единицу урожайности, м^3/т; *У*-расчетная урожайность сельхоз культур, т/га.

Преимуществом этого метода является учет воздействия урожая на расход воды. Однако он предполагает однородные почвенно-геологические, климатические и агротехнические условия на всей территории, а также использование определенного сорта культуры. А недостатком данного метода является получение общего водопотребления за весь вегетационный период, а не в расчетные промежутки времени [3].

Эмпирическая зависимость между испарением с водной поверхности (испаряемостью) и фактическим расходом влаги хлопчатником для легко- и среднесуглинистых почв установлена в Узбекистане, как и во всем Среднеазиатском регионе, на основе обобщения данных опытных станций [4]:

$$E=Eo \cdot 1,58/31,62; \quad (5)$$

где: E-среднемесячные значения эвапотранспирации, мм; Eo-среднемесячные значения испаряемости по Иванову с поправкой Молчанова, мм.

Формула может быть упрощена для среднемесячных значений до следующего вида:

$$E=Kc \cdot Eo; \quad (6)$$

где: Kc-коэффициент культуры для среднемесячных значений. Среднемесячные значения испарения с водной поверхности определяются по следующей формуле:

$$E =0,00144 \cdot (25+t) \cdot (100-a); \quad (7)$$

где: *t*-среднемесячная температура, °C; *a*-среднемесячная относительная влажность воздуха, %.

Формула не учитывает радиацию, ветровой режим, однако для многих районов сопоставление многолетних опытных данных по водному и тепловому балансу, по расходованию почвенной влаги растениями и испарению с водной поверхности показало достаточно высокую точность определения среднемесячных значений эвапотранспирации.

Метод теплового баланса основан на применении уравнений теплового баланса поверхности земли с учетом обмена теплом и водой в ближнем слое воздуха:

$$E=(R-B-P')/L; \quad (7)$$

где: *E*-испарение, мм; *R*-радиационный баланс, ккал/см^2; *B*-количество тепла, идущее на нагревание почвы, ккал/см^2; *P*-турбулентный поток тепла, ккал/см^2; *L*-скрытая теплота испарения, кал/г.

Используя данный метод, можно получать значения в течение небольших временных интервалов, что в сочетании с методом водного баланса облегчает изучение водопотребления.

Предложенная зависимость Н.Ивановым нашло широкое применение при расчете водопотребления в условиях недостаточного увлажнения [13]:

$$E_0=0{,}0018\cdot(100-f)\cdot(25+t)^2\cdot 0{,}8; \quad (8)$$

где: E_0 – испаряемость за месяц, мм; f – среднемесячная относительная влажность воздуха, %; t – среднемесячная температура воздуха, °С.

Метод определения водопотребления в зависимости от температуры воздуха предложил И.Шаров [15]:

$$E=e\cdot\Sigma t+4\cdot\alpha; \quad (9)$$

где: *E*-водопотребление, м^3/га; *e*-модуль испарения, м^3/(га·°С); Σt-сумма среднесуточных температур воздуха в течение вегетационного периода, °С;
α-число дней вегетационного периода.

Данный метод дает возможность определить водопотребление за любой выбранный период времени.

Биоклиматический подход расчета водопотребления, предложенный А.Алпатьевым [1], получил более широкое распространение:

$$E=\Sigma d\cdot K_б; \quad (10)$$

где: *E*-суммарное водопотребление, мм; $K_б$-коэффициенты биологической кривой растения, мм/мбар; Σd-сумма дефицитов влажности воздуха за расчетный период, мбар.

Преимуществами данного метода являются его простота и доступность при проведении расчетов [18].

Биофизический метод расчета водопотребления был предложен Д.Штойко [17], включающий вычисления по двум зависимостям: общее испарение до полного затенения поверхности почвы растениями и в период созревания, которое рассчитывается по следующей формуле:

$$E=\Sigma t\cdot(0{,}1\cdot t-f/100); \quad (11)$$

где: E-водопотребление, м^3/га; Σt-сумма среднесуточных температур воздуха в течение вегетационного периода, °C; t-среднемесячная температура воздуха, °C; f-среднемесячная относительная влажность воздуха, %.

Во время наиболее интенсивного водопотребления с момента затенения поверхности почвы растениями до начала их созревания используется следующая формула:

$$E=\Sigma t\cdot(0{,}1\cdot t-(1-f)/100); \quad (12).$$

Согласно данным А.Черемисинова [3, 12], этот метод показывает удовлетворительные результаты при расчете общего испарения. Его недостатками являются использование двух различных формул с резким переходом от одной к другой, а также отсутствие учета биологических особенностей орошаемых культур.

Метод С.Харченко [19], включает две функции, применяемые в различных почвенных условиях, определяемых параметром γ, этот подход позволяет оценить водопотребление в различных фаз развития растений:

$$E=\frac{\beta+R_0}{0{,}12\times\gamma}(W_n+W_k) \quad \text{при} \quad \left(\frac{W_H-W_K}{2}\right)<\gamma; \quad (13)$$

$$E=16{,}7\times\beta\times R_0 \quad \text{при} \quad \left(\frac{W_H-W_K}{2}\right)>\gamma; \quad (14)$$

где: E-суммарное водопотребление, мм/месяц; β-параметр, определяемый опытным путем и зависящий от температуры воздуха; R_0-радиационный баланс орошаемого поля, Дж/(см^2·месяц); γ-параметр, учитывающий влагоемкость почвы, мм; Wн и Wк-продуктивные влагозапасы в начале и конце расчетного периода в метровом слое почвы, мм.

Метод ФАО (Food and Agriculture Organization) представляет собой систематизированный подход к оценке потребности растений в воде. Этот метод подробно описывается в 56 бюллетени ФАО (1990 г.) [20].

Метод, изложенный в публикации ФАО № 24 *«Требования растений к воде»*, используется для определения водопотребления растений с учётом климатических и почвенных условий. В нём эталонная эвапотранспирация

(ETo) отражает влияние климата, а коэффициент культуры (Kc)-влияние конкретного растения. Эталонная культура определяется как гипотетическое растение высотой 0,12 м с фиксированными параметрами поверхности.

Метод ФАО также учитывает фазы развития растений и соответствующие значения Kc. На водопотребность влияют температура воздуха, влажность, скорость ветра и солнечная радиация. Эталонная ETo служит универсальным стандартом для сравнения водопотребления различных культур в разное время года. В рамках экспертной оценки ФАО метод Пенмана–Монтейта был рекомендован как основной для расчёта ETo.

$$ET_o = \frac{0{,}408\Delta(R_n - G) + \gamma \times \left(\frac{900}{T+273}\right) u_2 \times (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \times (1 + 0{,}34u_2)}; \qquad (15)$$

где: ETo-эталонная эвапотранспирация [мм/сут]; Rn-чистая радиация на поверхности растений [МДж/м^2/сут]; G-плотность теплового потока почвы [МДж/м^2/сут]; T-среднесуточная температура воздуха на высоте 2 м [^{0}C];

u2-скорость ветра на высоте 2 м [м/с]; es-давление пара насыщения [кПа]; ea-фактическое давление [кПа]; (es-ea)-дефицит давления пара насыщения [кПа]; Δ-уклон кривой давления пара [кПа/^{0}C]; γ-психрометрическая постоянная [кПа/^{0}C].

Используя определение ETo по Пенману-Монтейту, можно рассчитывать коэффициент культуры, определив соотношение измеренной ETc с расчетной ETo.

$$Kc = \frac{ETc}{ETo}; \qquad (16)$$

Несмотря на широкое применение, метод ФАО имеет ряд ограничений. Среди них - универсальность коэффициентов, ограниченность по видам растений, недостаточный учёт почвенных условий, уровня грунтовых вод и региональных особенностей. Кроме того, метод требует доступа к точным климатическим данным. Тем не менее, он остаётся ценным инструментом для первичной оценки водопотребности растений.

Программы CROPWAT, AquaCrop и ISAREG разрабатывались и используются для моделирования водопотребления культурных растений в сельском хозяйстве. Они предоставляют инструменты для оценки эвапотранспирации и водного баланса в сельскохозяйственных системах.

Основная цель программы CROPWAT-определить потребность культур в воде через расчет эвапотранспирации. В основе программы лежат методы ФАО, учитывающие климатические условия и особенности

сельхозкультур. Расчёты базируются на трёх изданиях ФАО из серии «Ирригация и дренаж»: № 24 «Водопотребление культур», № 33 «Реакция урожайности на воду» и № 56 «Эвапотранспирация сельхоз культур».

AquaCrop представляет собой инструмент оценки производительности агросистемы. Модель прогнозирует урожай травянистых культур в зависимости от водопотребления, что важно при ограниченной влаге — основном факторе, влияющем на продуктивность. AquaCrop сочетает точность, простоту и надёжность, используя ограниченное количество легко определяемых параметров, что обеспечивает широкое применение.

ISAREG предназначена для моделирования и управления водными ресурсами орошаемых земель. Её задачи включают прогноз водных потребностей, оценку эффективности орошения и управление поливом в соответствии с культурным расписанием. Методика основана на подходах ФАО, учитывающих эвапотранспирацию различных типов почв и климат.

Спутниковые данные, включая информацию от NASA и других космических программ, широко используются для определения водопотребления растений. Они предоставляют данные о климате, состоянии почвы и растительности, что важно для мониторинга водных ресурсов на больших территориях. Спутники Landsat и MODIS дают информацию о температуре почвы, а измерения NDVI позволяют оценить зелёную массу и активность растений, связанную с потребностью в воде. Анализ спектральной рефлексии отражённого света помогает определить влажность и состояние почвы и растительности. Данные о количестве осадков и влажности воздуха, получаемые из космоса, также важны для оценки доступности воды.

Выводы. Каждый метод определения водопотребления сельхоз культур имеет свои плюсы и минусы. Выбор зависит от агрономических условий, доступности оборудования и требуемой точности. Современные технологии — моделирование, дистанционное зондирование и машинное обучение — значительно повышают точность оценки потребности растений в воде. Рекомендуется комбинировать различные методы и данные для более надёжного результата. Дополнительные исследования с использованием современных технологий помогут улучшить методы оценки влажности почвы и оптимизировать режимы орошения.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Алпатьев, А.М. Влагообороты в природе и их преобразования. А.М.Алпатьев. Л.: Гидрометеоиздат, 1969. 323 с.

2. Шукурлаев Х., Маматалиев А., Шукурлаева Р. Ерлар мелиорацияси. Тошкент-2008. 19-24 с.

3. Черемисинов А.Ю. Динамика климата, водных балансов и ресурсов Центрального Черноземья: моногр. А.Ю.Черемисинов, В.Н.Жердев, А.А.Черемисинов. Воронежский ГАУ, 2013. - 326 с.

4. Рамазанов А., Насонов В. «О величине водопотребления сельскохозяйственных культур на орошаемых землях. УДК 631.671. Сб.научных докладов. ТИИМСХ, Ташкент-2015. стр. 151.

5. Щедрин, В. Н. Особенности водопотребления овощных культур по периодам вегетации при орошении. В.Н.Щедрин, В.А.Кулыгин. Мелиорация и водное хозяйство. 2011. № 2. С. 28-31.

6. Раҳимбоев Ф., Хамидов М. Қишлоқ хўжалик мелиорацияси. Тошкент – 1996. “Ўзбекистон” нашриёти. 210-217 с.

7. Константинов, А. Р. Нормирование орошения: методы, их оценка, пути уточнения. А.Р.Константинов, Э.А.Струнников. Гидротехника и мелиорация. 1986. № 1. С. 19-28.

8. Беспалов Н. Отчёт “Гидромодульное районирование и режим орошения сельскохозяйственных культур Андижанской области”. Ташкент-1986.

9. Стулина Г., Солодкий Г. Использование усовершенствованной методики ФАО для ойенки водопотребления сельскохозяйственных культур в процессе орошения в Центральной Азии. НИЦ МКВК, Ташкент - 2020. 17-29 с.

10. Хамидов М., Шукурлаев Х., Маматалиев А. Қишлоқ хўжалиги гидротехника мелиорацияси. Тошкент-2008. “Шарқ” нашриёт АЖ 36-42 с.

11. Мезенцев, В. С. Увлажненность Западно-Сибирской равнины. В.С.Мезенцев, И.В.Карнацевич. Гидрометеоиздат, 1969. – 168 с.

12. А.Ю.Черемисинов, С.П.Бурлакин, И.П.Землянухин, А.А.Черемисинов, С.А.Плотников. Водопотребление и качество воды при орошении сельскохозяйственных культур. Агроэкологический вестник: сборник Воронеж: ГАУ, 2012. С. 53-58.

13. Иванов Н.Н. Об определении величин испаряемости. Известия ВГО 1954. Т. 86, № 2. С. 189-196.

14. Костяков А.Н. Основы мелиораций. Учебное пособие. А.Н.Костяков. 6-е изд. Гос.изд-во Сельскохозяйственной литературы. 1980. 52-66 с.

15. Шаров И.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. Сельхозгиз, 1959. 448 с.

16. Молчанов А.А. Суммарное испарение и транспирация в лесу и на безлесных площадях. А.А.Молчанов. Лес и воды: сборник. М.: Географгиз, 1963. С. 55–76.

17. Штойко Д.А. Нормативы проектирования режимов орошения сельскохозяйственных культур и гидромодуля в условиях интенсивного использования орошаемых земель / Д. А. Штойко // Орошаемое земледелие в ЕЧ СССР. – М.: Колос, 1965. – С. 171–185.

18. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. С.И.Харченко. Гидрометеоиздат, 1975. 375 с.

19. Руководство ФАО № 56 “Ирригация и дренаж”. Почвы и почвенная влага. Рим, 2000.

UDC: 631.6:005:

THE MECHANISM FOR THE ESTABLISHMENT OF AN “EDUCATIONAL-LABOR-PROFESSIONAL DEVELOPMENT CENTER " IN THE DEVELOPMENT OF HUMAN RESOURCES IN THE WATER MANAGEMENT SYSTEM

Shokhojayeva Zebo Safoyevna
Candidate of Economic Sciences, Professor
Head of the "Food Safety" Department of the International Strategic Center for Agri-Food Development (ISCAD).
shoxujaeva@mail.ru https://orcid.org/0009-0004-1711-6568
Sangirova Umida Ravshanovna
Candidate of Economic Sciences, dotsent. Associate Professor
at the National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers".
u.sangirova1970@gmail.com https://orcid.org/0000-0001-8300-8187
Seytimbetova Zibakhan Abduganiyevna
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Science. Senior Research Fellow.
Scientific Secretary of the International Strategic Center for Agri-Food Development (ISCAD).
zibakhan@mail.ru https://orcid.org/0009-0004-7599-8896
Yakubova Khurshida Uraqovna
PhD in Economics. Senior researcher of
the International Strategic Center for Agri-Food Development (ISCAD).
xurshida.yaqubova@mail.ru https://orcid.org/0009-0007-7053-7152
Nurbekova Rukhongiz Azizovna
Junior Researcher of the International Strategic.
Center for Agri-Food Development (ISCAD).
ruhangiz.nurbekova@mail.ru https://orcid.org/0009-0002-8203-3414

Annotation. The average per capita water supply in the world is 24,600 m3 per capita, compared to 1,589 m3 in Uzbekistan. Comparing with neighboring countries, this figure is 8,000 m3 in Kyrgyzstan, 7,100 m3 in Tajikistan, 5,500 m3 in Kazakhstan and 4,200 m3 in Turkmenistan [1]. This means that our country suffers more from the problem of water scarcity among the countries of Central Asia, and this situation requires that people working in the water sector today further improve their knowledge and skills, and learn the culture of rational and efficient use of natural resources.

In this regard, this article examines the issue of personnel operating in the water management system and the problems of training specialists in higher education institutions in the Kashkadarya region and the employment of personnel, analyzed in the cross-section of years. Also, conclusions are drawn and proposals are made on the placement of personnel in the water management

system in the Kashkadarya region, improving the skills of specialists, and exchanging their experience with foreign countries.

Keywords: Water shortage, water management sector, personnel issues, specialists, managers, production and technical personnel, higher education personnel, personnel with secondary specialized and secondary education, Training, re-training and qualification of Personnel, non-landing coefficient

Introduction. Uzbekistan ranks 25th out of 164 countries in the ranking of countries suffering from “water stress”. On the quintuple scale, it was among the states that suffered water shortages at Level 2, the “high” level. According to research, Uzbekistan is among the 27 countries with the highest water shortages. Among them are Afghanistan (ranked 27th), Turkey (32nd), Portugal (41st) and Italy (44th). Also in this ranking, Qatar (1st), Israel (2nd), Lebanon (3rd), Iran (4th) and Jordan (5th) are included in the top five countries with extremely high water shortages, while Tajikistan and Kazakhstan from Central Asia occupy 51st and 60th places, respectively [1].

The population of Uzbekistan is projected to reach about 40 million by 2030, which will lead to a reduction in available water resources by 7-8 km3. Under such conditions, the level of water scarcity is expected to increase from 13-14% to 44-46%. This, in turn, will have a negative impact on the development of agriculture and industry. Water scarcity, deforestation and rapid deforestation, degradation of natural ecosystems, and food security are among the most serious issues that await resolution in the near future. The World Bank estimates that by 2050, the decrease in water flow may reach 2-5% in the Syrdarya basin and 10-15% in the Amu Darya basin [1].

The above figures certainly require every person to radically change their attitude towards nature. They also require people working in the water sector to further improve their knowledge and skills, learn the culture of rational and efficient use of natural resources, and work diligently and continuously improve their knowledge to eliminate current problems.

Analysis of literature on the topic. Scientific research has been carried out by many foreign scientists, such as X.Zhao, B.Chen, Z.F.Yang, Dabo Guan, Klaus Hubacek, Allan, Esther Velázquyez, Fabio Fiorilloa, Antonio Palestrini, Paolo Polidori, Claudio Socci, Joaquim Jose Martins Guilhoto, Umberto Antonio Sesso Filho, on improving the theoretical and methodological foundations of water resources use in economic sectors and agriculture. Issues of improving the effective use of water resources in Uzbekistan have been studied in the scientific works of R.Abdullakhanov, A.Sultanov, Z.Ya.Khudaiberganov, B.Hasanov,

Sh.Hasanov, S.Umarov, V.A.Dukhovny, Sh.Khamrayev and others. However, few scientific research works have been carried out on personnel activities in the water management system in the regions. For example, in the doctoral dissertation of Umarov Sukhrob Rustamovich entitled “Improving the scientific and practical foundations of the development of innovative activities in the water management system”, the role and current state of the personnel supply system in the use of innovative potential were studied at the republican level, and the potential of personnel working in the water management system in 2012-2014, their status in advanced training, and the status of students studying in the field of water management in higher educational institutions of the republic were studied and conclusions were drawn. From this point of view, it was the lack of scientific research on the issue of personnel in the water management system in the Kashkadarya region, their qualifications and experience, that prompted the choice of this topic and the conduct of research.

Research methodology. In the writing of the article, the law of the Republic of Uzbekistan “on education”No. 637, decrees and decisions of the president of the Republic of Uzbekistan, decisions of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan, as well as the research of Uzbek scientists and foreign experiments were used. In the coverage of the topic, methods of logical thinking, a systematic approach were used, and positive feedback and suggestions were made by the authors.

Results. As is known, on September 23, 2020, the new edition of the Law of the Republic of Uzbekistan "On Education" No.637 was adopted, which set the task of training highly qualified and competitive specialists who can perfectly carry out the reforms being carried out in agriculture and the operation, repair, reconstruction and design of existing hydraulic structures in the republic's water management, and by radically reforming the system of advanced training and retraining.

For the same reason, it is advisable to organize training, advanced training of specialists for the agricultural and water management system of the Kashkadarya region, in harmony with the achievements of our region in the field of agrotechnology, land reclamation and hydraulic engineering, as well as the rich historical experience of our people in these areas.

Since 1976, the Karshi branch of the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers has been operating in the Kashkadarya region and began to train engineers in hydraulic engineering and agricultural mechanization specifically for the development of the Karshi steppe. Today, the

status and prestige of this institute have increased, it operates under the name of the Karshi Institute of Engineering and Economics, and students in 27 educational areas are studying at the institute. Also, in 2019, another higher education institution was established in the region, namely the Karshi Institute of Irrigation and Agrotechnologies of the National Research University "TIIAME", and this institute also trains personnel specifically for the water management system (Table 1).

Table 1

Information about graduates of the National Research University TIIAME who graduated in the water management system at the Institute of counter irrigation and agrotechnologies[2]

Years	Master's degree specialization	Number of graduates, people	Bachelor's degree programs	Number of graduates, people
2022	Melioration and irrigation farming	17		
	Use and diagnosis of pumping stations and devices	11		
	Total	**28**		
2023	Melioration and irrigation farming	6	Water management and land reclamation	50
	Use and diagnosis of pumping stations and devices	8	Use of hydraulic structures and pumping stations	38
	Water-saving irrigation technologies	7		
	Total	**21**		**88**

Table 1 data shows that at the Institute of counter-irrigation and agrotechnologies of the National Research University” TIIAME", specialists were trained in 3 Master's specialties and 2 bachelor's degrees in 2022, 28 Masters in 2023 and 21 Masters and 88 Bachelor's degrees in 2023. 10 of the undergraduates who graduated in 2022 continue their work in the regional universities, and the remaining 18 are employed in enterprises and organizations operating under the water management system of the region.

At the Karshi Institute of Engineering and Economics, a total of 13 students graduated in 2023 with a master's degree and a total of 144 students graduated with a bachelor's degree. In 2022, 150 students graduated with a bachelor's degree, which is 6 more than in 2023 and 44 more than in 2021 (Table 2).

Table 2

Information about graduates of the Karshi Institute of Engineering and Economics in the field of water management[3]

Specialization and directions	Number of graduates, people					
	2018 y.	2019 y.	2020 y.	2021 y.	2022 y.	2023 y.
Master's degree specialization						
Use and diagnosis of pumping stations and devices	5	6	6	11	-	-
Hydraulics and engineering hydrology	-	-	-	-	-	6
Hydrotechnical structures (by type of structure)	-	-	-	-	-	5
Agricultural mechanization	4	7	7	6	-	-
Construction of hydroelectric and pumping stations	-	-	-	-	-	2
Total:	**9**	**13**	**13**	**17**	**-**	**13**
Bachelor's degree program						
Use of hydraulic structures and pumping stations	69	74	75	65	66	62
Agricultural mechanization	33	27	27	25	38	37
Service equipment and technology	20	18	19	16	46	45
Total:	**122**	**119**	**121**	**106**	**150**	**144**

No personnel were trained in the water management system in 2022, because new specialties were opened in 2021, and the students who entered them graduated in 2023, as can be seen from the data presented in Table 2. There are a total of 6 higher education institutions in the Kashkadarya region (excluding private institutions), and 2 of these higher education institutions mainly train specialists in the field of water management, and Table 3 analyzes the data on the placement of personnel trained at the Karshi Institute of Engineering and Economics in the regional economic sectors. From the analysis of the data in this table, it can be seen that 29% of graduates in the region are working in the industrial sector in 2023, 23% in the agricultural sector, 13% in education, and 11% in the entrepreneurship sector.

Those employed and operating in the water management sector accounted for only 13% or 190 in 2023. We have studied and analyzed data on personnel working in the water management sector of the region in the tables below. One of the largest organizations in the Kashkadarya region is the Amu-Kashkadarya Irrigation Systems Basin Directorate, which has 7 departments under its control.

The departments have a total of 1,636 staff units, of which 68 are administrative staff and 1,568 are production and technical staff. In 2023, 1,602 employees actually work there, of which 412 are higher education, 720 are secondary specialized and 470 are secondary education. The Amu-Kashkadarya Irrigation Systems Basin Directorate has 128 staff units, of which 20 are in management and the remaining 108 are production and technical personnel, of which 49 have higher education, 33 have secondary specialized education, and 43 have secondary education (Table 4).

Tabel 3

Analysis of indicators of training and employment of specialists in the regional economic sectors at the Karshi Institute of Engineering and Economics[3]

Branchs and spheres		Years								Change in 2023 compared to 2016, in %
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Total graduates	number of	1360	1456	1744	1958	1984	1975	2149	1716	126,2
Employed students	%	99,5	100	100	100	100	100	92,2	86,1	Decreased by 1.16 points
employed by branch and sphere:										
Industry	number of	334	236	341	291	234	919	314	426	127,5
	%	25%	16%	20%	15%	12%	47%	15%	29%	Increased by 1.16 points
Construction	number of	86	65	60	87	76	106	134	52	60,5
	%	6%	5%	4%	6%	6%	8%	10%	4%	Decreased by 1.5 points
Agriculture	number of	240	292	343	473	426	321	446	339	141,2
	%	18%	20%	20%	24%	21%	16%	21%	23%	Increased by 1,28 points
Including water management	number of	122	145	190	200	200	186	214	190	155,7
	%	9%	10%	11%	10%	10%	9,4 %	11%	13%	Increased by 1,44 points
Transport and communications	number of	88	39	67	67	93	21	49	45	51,1
	%	6%	3%	4%	3%	5%	1%	2%	3%	Decreased by 2,0 points
Economics (banking, taxation, insurance and finance)	number of	52	20	28	20	124	10	27	48	92,3
	%	4%	1%	2%	1%	6%	1%	1%	3,2%	Decreased by 1,25 points
Law	number of	21	1	9	10	14	2	2	4	19,0

Branchs and spheres		Years								Change in 2023 compared to 2016, in %
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
	%	2%	0%	1%	1%	1%	0%	0%	0,3%	Decreased by 6,7 points
Healthcare	number of	31	11	18	14	66	29	29	19	61,3
	%	2%	1%	1%	1%	3%	1%	1%	1,3%	Decreased by 1,5 points
Education	number of	159	325	399	330	256	159	235	200	125,8
	%	12%	22%	23%	17%	13%	8%	11%	13%	Increased by 1,1 points
In science and research	number of	8	12	10	20	17	8	10	13	162,5
	%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%	0,9%	Decreased by 1,1 points
Тадбиркор-лик ва бошқа соҳа ва тармоқларда	number of	48	165	213	229	254	48	26	156	325,0
	%	4%	11%	12%	12%	13%	2%	1%	11%	Increased by 2,75 points
In the service sector	number of	230	127	223	384	379	255	565	160	70,0
	%	17%	9%	13%	20%	19%	13%	26%	11%	Decreased by 1,54 points
In state administration bodies and public organizations	number of	56	163	33	33	45	97	145	62	110,7
	%	4%	11%	2%	2%	2%	5%	7%	4,2%	Increased by 1,05 points
Total for Karshi Institute of Engineering Economics:	**number of**	**1353**	**1456**	**1744**	**1958**	**1984**	**1975**	**1982**	**1477**	**109,2**
	%	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**-**

There are 14 District Irrigation departments operating in the provincial districts, consisting of a total of 656 leaders and production and technical staff in 2023, of which 179 are higher, 306 are mid-specialist and 171 are secondary educated staff. There are also water-based exploitation organizations operating in the province, and these organizations have a total of 1,142 workers, employees, of which 215 have higher education, 420 have secondary-special and 507 have secondary education.

The number of people working in the water management system in Kashkadarya region in 2023 amounted to 3,525 people, of which 24.3 percent (852) are employees with higher education, 42 percent (1,479) are employees with secondary specialized education, and 33.7 percent (1,191) are employees with secondary education. In the management of the organization, 22.3 percent of

employees with higher education, or 191, and 1.6 percent of employees with secondary specialized education, or 24, work in the management apparatus of the organization.

Despite the fact that 200 specialists graduated from higher education in the region in 2023, the number of highly educated personnel in the water management system is only 24.3 percent or 855. This indicates that the integration between higher education institutions and enterprises and organizations of the region on personnel issues is very low. Table 5 below analyzes the indicators of the age of specialists working in the water management system of the region, and specialists under 30 years old are 429, which is 11% of the total, those aged 31-45 are 40%, those aged 46-59 are 36.4%, and those over 60 are 104, which is 2.6% of the total.

Table 4

Analytical information on the activities of employees in the water management system of Kashkadarya region (2023)[4]

Indicators	**Amu-Kashkadarya Irrigation Systems Basin Administration**	**Organizations under the Amu-Kashkadarya Irrigation Systems Basin Management**	**District irrigation departments**	**Water management exploitation organizations**	**Total**
Total number of employees:	**125**	**1602**	**656**	**1142**	**3525**
Of which:					
A) Number of people with higher education.	49	412	179	215	855
of which the number of managers with higher education	20	59	86	26	191
People with higher education compared to the total, %	39,2	25,7	27,3	18,8	24,3
Б) Number of people with secondary education	33	720	306	420	1479

Number of managers with secondary and specialized education	-	7	15	2	24
People with secondary specialized education compared to the total, %	26,4	45,0	46,6	36,8	42,0
B) The number of secondary educated people	43	470	171	507	1191
Secondary education to total, %	34,4	29,3	26,1	44,4	33,7

Table 5

Analytical information on the age of specialists in the water management system of Kashkadarya region (2023) [4]

Indicators	**Amu-Kashkadarya Irrigation Systems Basin Administration**	**Organizations under the Amu-Kashkadarya Irrigation Systems Basin Management**	**District irrigation departments**	**Water management exploitation organizations**	**Total**
Under 30 years old	22 /5,1%	182/42,4%	63/14,7%	162/37,8%	429/11%
From this in management	4	7	19	1	31
Ages 31-45	42/2,7%	651/41,7%	289/18,5%	579/37,1%	1561/40%
From this in management	10	32	52	17	111
Ages 46-59	57/4,0%	724/50,6%	281/19,6%	369/25,8%	1431/36,4 %
From this in management :	5	24	30	14	73
Ages 60 and over	4/3,8%	45/43,3%	23/22,1%	32/30,8%	104/2,6%
From this in management	1	3	1	5	10
Employees not suitable for specialist	-	186/45,4%	169/41,2%	55/13,4%	410/10,4%

positions (number)					
Total:	125	1788	825	1197	3935/100%

The number of people who are not suitable for the position of a specialist is 410 according to the water management system, which is 10.4% compared to the total. It can be seen that personnel whose specialty is other is also a sign that they work in the field of water management. From the analysis of the data of this table, it can be seen that the age of employees working in the water industry is mainly 31-45 and 46-59 years old. Therefore, the average age of personnel in the field of water management is 40-55 years.

The implementation of production plans in the organization will depend on structural changes in the structure of the production staff of the water farm. Throughout the year, the composition of the organization's staff changes at the expense of recruitment and discharge. Such changes are determined by the Labor Turnover coefficient. In the process of analysis, the implementation of the established measures for the training of personnel and their qualification is monitored. And for this, the average discharge of workers is determined. the negative impact of non-landing of employees on production leads to a decrease in production efficiency.

Table 6

Analysis of worker dissatisfaction in the Amu-Kashkadarya irrigation system basin management [4]

Indicators	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2023 й.да 2019 yilga nisbatan o‘zgarishi (±)**
Average annual number of workers	122	122	114	120	125	+3
Number of employees hired during the year	695	13	21	15	22	-673
Number of workers laid off during the year	695	21	15	10	15	-680
Including:						
a) At will	695	16	13	10	10	-685
б) For violation of labor discipline	-	2	-	0	-	-

в) due to enrollment, retirement, military service	-	3	2	0	5	+5
Recruitment Turnover (%) (2/1)	5,7	10,6	18,4	12,5	17,6	+11,9
Layoff turnover (%) (3/1)	5,7	17,2	13,2	8,3	12,0	+6,3
Staff Dissatisfaction Coefficient (3a +3b) /1	5,7	14,7	11,4	8,3	8,0	+2,3

To determine the coefficient of insolvency, it is determined by dividing by the sum of the number of employees who quit according to their application and quit for violation of labor discipline, by the average number of employees on the list. This indicator is compared with past years and relevant conclusions are made. In the AMU-Kashkadarya irrigation systems basin management and Mirishkor Irrigation System Administration under analysis, the employee landing coefficient is slightly eliminated in the current year (Table 6). From the analysis of the data in Table 6, it can be seen that in 2023 the employee turnover rate was 8.0, while in 2022 this indicator was 8.3. It can be positively assessed that turnover decreased by a coefficient of 0.3.

However, in this organization in 2019 the turnover rate was 5.7, because in accordance with the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-5418 dated April 17, 2018 “On measures to radically improve the state management system of agriculture and water management”, the system departments were merged into the Amu-Kashkadarya irrigation system basin department. And with the Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan No. 995 dated December 7, 2018 "On Amendments and Additions to Certain Resolutions of the Government of the Republic of Uzbekistan", the departments of this system began to operate separately.

The layoff turnover was 12.0% in 2023, 8.3% in 2022, 13.2% in 2021 and 17.2% in 2020. So, such results indicate that the socio-economic environment is not good in the organization. Indeed, in order to reduce the turnover rate at dismissals, it is necessary to properly organize labor in the organization and establish a system of motivating specialists. The most important thing is that low monthly salaries in the organization are the cause of increased staff dissatisfaction. The average salary in the department is 2.075 million soums, and in the district departments the average monthly salary is 1.6-1.7 million soums. Of course, in such a situation, even the best specialist prefers to engage in entrepreneurial activities.

Conclusion and discussion. To conclude, the average age of personnel working in water management system enterprises is 45-55 years old. Also, if we take into account that personnel with other specialties also work in the systems, their number is 410 people or 10.4% of the total number of people in the water management system, this indicates that there are a number of shortcomings and problems that are waiting for their solution. This requires continuous professional development of specialists.

The requirements for the advanced training and training of specialists in the field of water management should be fundamentally different from the requirements for the advanced training and retraining of specialists in other fields. Instead of the concept of retraining, it is advisable to improve the skills of specialists with education in other fields in a short time based on differentiated curricula and through retraining.

The mechanism of the “Center EWPD Education-Work-Professional Development” (Figure 1) is proposed, which will allow solving such issues as the systematic improvement of the skills of specialists in the field of water management, the rejuvenation of the personnel structure by employing graduates trained in the field in higher educational institutions, and their improvement (Figure 1).

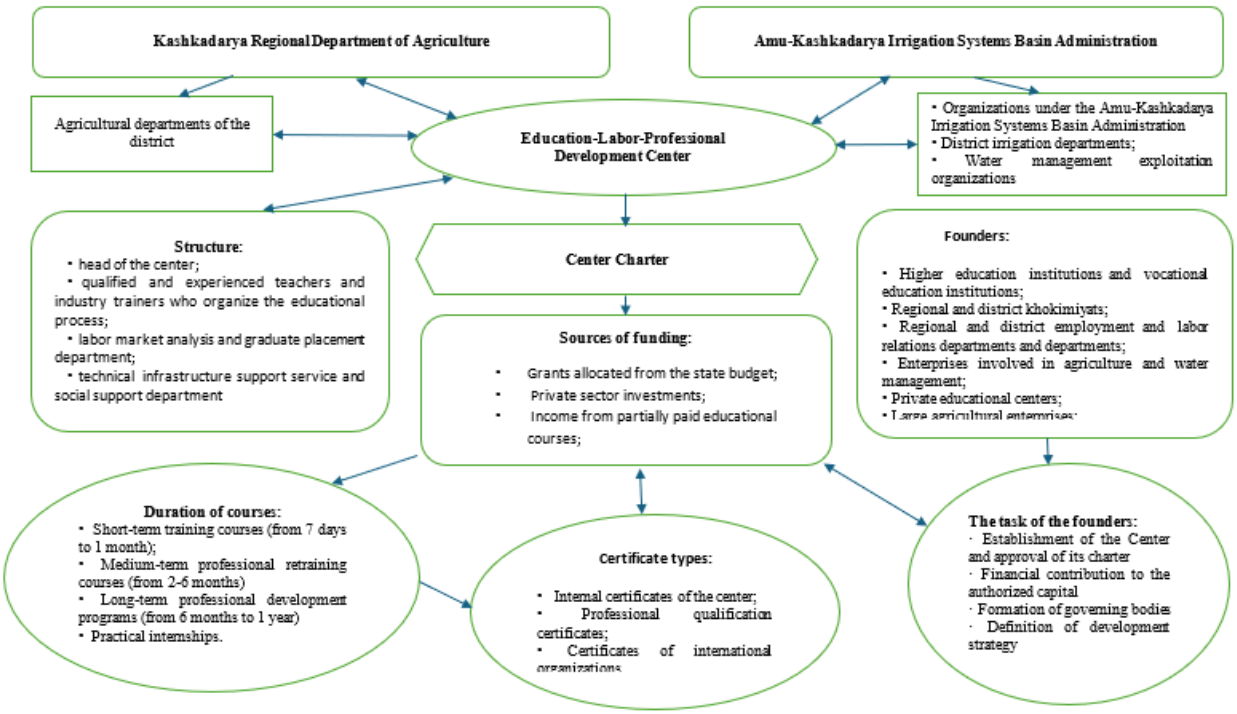


Fig. 1. **Organizational, legal, economic and social mechanisms of the "Educational-Labor-Professional Development Center" activity on the basis of public-private partnership**

This center, which will be established in the region, will be established on the basis of a public-private partnership, the center will conclude an agreement with the marketing department of an existing higher education institution, and the center's employees will register information about each graduate based on a computer program, and an agreement will be signed in the concluded agreement for the training (adaptation) of the necessary specialists for practice (the agreement can be tripartite. In this case, the local water management structures, universities and the Center will carry out individual selection of students based on the payment of the student's contract fee for the 3rd year of study).The activities of the Center EWPD allow the Center for Education, Labor and Advanced Training to effectively support its clients in achieving their educational and career goals. This approach is based on cooperation with employers and constant adaptation of programs to the requirements of the labor market.

So, to summarize, this “Center for Education, Work and Professional Development (Center EWPD)” model of activity allows the center for education, work and professional development to effectively support its clients in achieving their educational and career goals. It is based on an individual approach, cooperation with employers and constant adaptation of programs to the requirements of the labor market. Also, the specific structure of the center’s financing will depend on its goals, location, target audience and the strategic partnerships it has established.

LIST OF REFERENCES:

1. https://www.ekogazeta.uz/xabarlar/5878
2. Data from the Karshi Institute of Irrigation and Agrotechnologies of the National Research University "TIIAME".
3. Information from the marketing department of the Karshi Institute of Engineering and Economics.
4. Datas from the Amu-Kashkadarya Irrigation Systems Basin Directorate..
5. N.S.Khushmatov, Z.S.Shokhozhaeva. Assessment of the relationship between water resources and the sustainable development of the agricultural sector. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences journal №3, 2022. Page 1121-1129.
6. Z.S.Shokhujaeva, A.S.Eshev, N.O'.Murodova, F.S.Temirova. Changes, problems and solutions in the water system in the connections of innovative economy. AIP Conference Proceedings. 2023/3/15.
7. Z.S Shokhujaeva, HN Mirjamilova. Innovative processes in the water sector and factors influencing their development. Asian Journal of Research in Business Economics and Management, №5, 2022. Стр.18-27.

8. Z.S.Shoxujaeva, N. Mamanazarova, H.Mirjamilova. Ways of efficient use of water in conditions of water resources shortage. E3S Web of Conferences jurnal 463, Q4. 02035 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346302035 EESTE2023, Page. 1-12.

9. Z.S.Shoxujaeva, A.S.Eshev, N.O'.Murodova, F.S.Temirova. Changes, problems and solutions in the water system in the connections of innovative economy. AIP Conference Proceedings 2612, 050031 (2023); https://doi.org/10.1063/5.0113640 Published Online: 15 March 2023. Page.: 050031-1-8.

10. S.Z.Safoevna, M.NJuraevna. Analysis of economic efficiency of the use of irrigated land in agriculture and factors on them. Journal of Contemporary Issues in Business and Government, 2021. №2, стр.4055-4061.

11. Z.S.Shoxo'jaeva AB Kurbonov. Sustainable Development Of The Agrarian Sector Depends On The Efficient Use Of Water Resources. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 2019. №8, pp 5123-5126.

12. Z.S.Shokhujaeva. Foreign experience in agriculture on the use of water resources. Journal Economics, 2020. №1(44), p.19-22.

13. Z.S.Shokhujayeva. "Scientific and methodological basis of increasing the economic efficiency of water use in agriculture". Dissertation prepared for the degree of Doctor of Economic Sciences (DSc). 2025.

14. Z.S.Shoxujaeva, I.Normamatov. Scientific and practical basis of assessing the impact of water-saving technologies on crop productivity and product quality. E3S Web of Conferences jurnal 463, Q4. 02036 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346302036 EESTE2023, Page 1-7.

УДК: 633.631.559.633.18.1

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОСЕВА РИСА РАССАДНЫМ СПОСОБОМ В КАРАКАЛПАКСТАНЕ

Хожамбергенов Ганибай Аметович
к.с.-х.н., к.и.с. Научно-производственное объединение зерна и риса.
Утамбетов Дуйсенбай Уснатдинович
к.с.х.н., (PhD) к.и.х. Научно-производственное объединение зерна и риса.

Аннотация: Целью настоящего исследования является разработка водосберегающей технологии выращивания риса рассадным способом в качестве повторной культуры после озимой пшеницы. Предлагаемый метод позволяет эффективно использовать ирригационные ресурсы, повысить урожайность и улучшить качество продукции. Научная и практическая ценность работы заключается в оптимизации агротехнических приёмов, сокращении расхода воды и внедрении устойчивой модели рисоводства в условиях дефицита водных ресурсов.

Ключевые слова: рис, рассада, питомник, повторный посев, озимая пшеница, водосбережение, ирригация, сорт, технология, традиционный метод, агротехника.

Abstract: The aim of this study is to develop a water-saving technology for rice cultivation using the seedling method as a second crop following winter wheat. The proposed method enables efficient use of irrigation resources, increases yield, and improves product quality. The scientific and practical significance of this work lies in optimizing agronomic techniques, reducing water consumption, and implementing a sustainable rice cultivation model under conditions of water scarcity.

Keywords: rice, seedlings, nursery, second cropping, winter wheat, water saving, irrigation, variety, technology, traditional method, agronomy.

В последние годы в республике ведётся системная работа по наращиванию объёмов сельскохозяйственного производства, стабилизации цен на продовольствие и внедрению современных агротехнологий. Однако на фоне нарастающего дефицита водных ресурсов и увеличивающегося спроса на продукцию, особенно при возделывании влаголюбивых культур, всё более актуальным становится переход к водосберегающим технологиям.

Одним из перспективных решений является выращивание риса рассадным способом как повторной культуры после озимой пшеницы. В рамках эксперимента ранней весной был заложен питомник для выращивания рассады. Для исследования были отобраны скороспелые сорта риса: “Гулистан” и длиннозерный “Алмаз”. Всхожесть семян предварительно оценивалась в лабораторных условиях. Питомники

площадью 5×2 м на каждый сорт были подготовлены вручную, и 25–26 мая проведён посев. Уже к концу мая появились дружные всходы.

В период с 1 по 2 июля саженцы были пересажены на освободившиеся после уборки озимой пшеницы поля. Рост, развитие и урожайность рассады сравнивались с показателями риса, выращенного традиционным методом прямого посева. Проводились фенологические, морфологические и визуальные наблюдения, а также измерения расхода воды и анализ экономической эффективности.

В условиях Хорезмской области рассадный метод применяется в основном на участках, освобождённых от озимых культур. Посадка проводится во второй–третьей декаде июня (примерно с 15 по 25 июня). Схемы посадки зависят от сроков созревания сортов: для среднеспелых — 15×15 см, для позднеспелых — 20×15 см, по 1–2 саженца в гнездо. Предварительно поля очищаются от пожнивных остатков, вспахиваются на глубину 15-20 см и боронуются, после чего формируются карты и запускается полив. В дальнейшем агротехнические мероприятия аналогичны тем, что применяются при традиционном способе выращивания риса.

Эксперименты показали, что рассаду раннеспелых сортов можно высаживать на основную площадь через 25–30 дней после посева в питомник, тогда как среднеспелые и позднеспелые сорта требуют 30–35 дней. Тем не менее, у метода есть определённые недостатки: пересадка требует значительных ручных трудозатрат. Для получения высокого урожая необходимо обеспечить плотность посева 250–300 саженцев на 1 м². Такая плотность достигается при норме высева 5–6 млн всхожих зёрен на гектар, в зависимости от сорта [1].

Экспериментальные исследования показали, что при механизированной посадке рассады сорта риса “Искандар” урожайность была на 10% выше, чем при ручной посадке, и на 13,6% выше по сравнению с традиционным посевом семенами. У сорта “Лазурный” урожайность зерна и соломы увеличилась на 7% по сравнению с ручной посадкой и на 13,8% - по сравнению с посевом семенами [2].

Посадка сортов “Искандар”, “Гулжахон”, “Нукус-2” и “Нукус-70” рассадным способом проводилась после предварительного затопления почвы слоем воды 4–6 см. Наиболее эффективными показали себя схемы посадки с междурядьем 15 см, расстоянием между гнездами 10 см и высадкой 2–4 саженцев в каждое гнездо [3].

Подготовка к опытным работам началась в мае. Для питомника была выделена площадь 10 м² на участке рисового поля (из расчёта: рассада с 100 м² питомника позволяет засадить до 1 гектара). После вспашки и выравнивания почвы участок удобрялся перегнойной смесью из расчёта 40 т/га, затем увлажнялся и засеивался замоченными семенами ультраскороспелого сорта “Гулистан” и длиннозерного сорта “Алмаз”.

После уборки озимой пшеницы на основном поле были выполнены предпосевные агротехнические мероприятия: вспашка, выравнивание и подготовка чеков. Через 30-35 дней после посева рассада в фазе кущения была пересажена на постоянное место. За 3-4 дня до пересадки была проведена подкормка азотными удобрениями в дозе 50 кг/га. Для контроля расхода воды на участке был установлен водомер в точке подачи воды.

В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения, анализ роста, отбор образцов, измерение урожайности и её структурных элементов. Экономическая эффективность определялась по итогам полного цикла выращивания.

Опыт проводился по следующей схеме с трёхкратной повторностью. Площадь каждой делянки составляла 6 м²:

1. Контроль (ручной посев);
2. Рассадная посадка по схеме 15×10 см, 3 растения в гнезде;
3. Рассадная посадка по схеме 10×10 см, 3 растения в гнезде.

Таблица 1

Всхожесть семян риса в рассаднике и сохранение растения в конце вегетации

Сорта	Показатели %	В лабораторных условиях	Полевые условия
Гулистан	Энергия роста, %	93.	-
	Всхожесть, %	97.	49.
	Сохранено, %	-	71.
Алмаз	Энергия роста, %	94.	-
	Всхожесть, %	98.	52.
	Сохранено, %	-	63.

Следует отметить, что в рисоводстве получение полных и равномерных всходов - сложный процесс, требующий тщательной подготовки поля и создания оптимальных условий для прорастания. В условиях Каракалпакстана была отдельно изучена всхожесть семян в лабораторных условиях в контексте применения рассадного метода при повторном посеве риса, с учётом различных плотностей посадки.

Согласно данным таблицы 1, в лабораторных условиях энергия роста семян сорта риса “Гулистан” составила 93%, всхожесть - 97%. У сорта “Алмаз” эти показатели были на 1% выше, соответственно 94% и 98%. Однако в полевых условиях наблюдалось снижение всхожести: она составила 49-52% в зависимости от сорта.

При анализе сохранности растений до конца вегетационного периода было установлено, что у сорта “Гулистан” сохранилось 71% растений, тогда как у сорта “Алмаз” этот показатель был на 8% ниже. Это может быть связано с разной устойчивостью сортов к стрессовым условиям среды и технологией пересадки.

Тем не менее, семена обоих сортов - “Гулистан” (сверхскороспелый) и “Алмаз” (длиннозерный) - продемонстрировали высокую лабораторную всхожесть и достаточную сохранность в полевых условиях, что позволяет рекомендовать их для рассадного метода выращивания в повторной культуре.

Таблица 2

Влияние различных способов посева риса на биометрические показатели элементов урожая

Варианты	Схема посева	Длина растения, см	Общий количество стеблей	Продуктивный количество стеблей	Мешок длина, см	В метелке число зерен	Вес одной метелки, г	Масса 1000 зерен, г
Сорт "Гулистан"								
1.	Разбрызгивать вручную	73.2.	85,6	54,3	15.6.	107.2.	3.4.	33.0
2.	15x10x3	77,6	83.3	67,0	16.7.	157,8	4.8.	33.4.
3.	10x10x3	79.1.	79,3	61.5	16.5	150.0	4.1.	33.1.
Сорт "Алмаз"								
1.	Разбрызгивать вручную	75,7	112.1.	77.1.	16.2.	89,6	2.5.	29.3.
2.	15x10x3	82,5	110.1	83.3.	18.2.	95,0	2.6.	32.4.
3.	10x10x3	82.8	110,6	78,9	17.5	90,6	2.5.	29.6.

Одним из ключевых факторов, влияющих на урожайность риса, являются его биометрические показатели. Установлено, что такие характеристики, как длина метёлки, количество полноценных зёрен в одной метёлке и масса 1000 зёрен, прямо влияют на продуктивность растения [8].

В ходе эксперимента были отобраны образцы растений для анализа биометрических параметров, включая оценку компонентов структуры урожая. Эти данные легли в основу определения сортовой продуктивности при различных методах посадки.

Биометрические показатели урожайных элементов сорта “Гулистан” при ручном способе посева составили: высота растения - 73,2 см, общее количество стеблей - 85,6 шт., продуктивных стеблей - 54,3 шт., длина метёлки - 15,6 см, количество зёрен в метёлке - 107,2 шт., масса одной метёлки - 3,4 г, масса 1000 зёрен - 33,0 г, урожай с делянки - 3,7 кг.

Во втором варианте - при посадке рассады с плотностью 15×10 см, по 3 саженца в гнезде - отмечены улучшенные показатели: высота растения - 77,6 см, общее количество стеблей - 83,3 шт., продуктивных стеблей - 157,8 шт., масса метёлки - 4,8 г, масса 1000 зёрен - 33,4 г, урожай с делянки - 4,7 кг.

В третьем варианте (альтернативная плотность посадки) по сравнению со вторым вариантом продуктивных побегов было меньше на 5,5 шт., длина метёлки - на 0,2 см, количество зёрен в метёлке - на 7,8 шт., масса метёлки - на 0,7 г, масса 1000 зёрен - на 0,3 г.

Для сорта “Алмаз” при ручном посеве были зафиксированы следующие биометрические показатели: высота растения - 75,7 см, общее количество стеблей - 112,1 шт., продуктивных - 83,3 шт., длина метёлки - 16,2 см, число зёрен - 89,6 шт., масса метёлки - 2,5 г, масса 1000 зёрен - 29,3 г.

При рассадном способе с плотностью 15×10×3 по сравнению с прямым посевом наблюдалось снижение общего количества стеблей на 2 шт., увеличение числа продуктивных побегов на 6,2 шт., удлинение метёлки на 2 см, увеличение количества зёрен в метёлке на 15,4 шт., массы метёлки - на 0,1 г, массы 1000 зёрен - на 3,1 г.

Сравнительный анализ показал, что как у ультраскороспелого сорта “Гулистан”, так и у длиннозёрного сорта “Алмаз” максимальные значения биометрических показателей были зафиксированы при рассадной посадке с плотностью 15×10 см по 3 растения в гнезде.

Таблица 3

Урожайность зерна риса, выращенного различным способом посева

Способ посева	**Повторения**			**Средняя урожайность, ц/га**
	I	**II**	**III**	
Сорт "Гулистан"				
Ручной посев семян в воду	65.7.	63,6	68,1	65.8

Посадка рассадой плотностью 15x10x3	71.3.	76.1.	71,9	73.1
Посадка рассадой плотностью 10x10x3	66.2.	70.2.	70,6	69,0
Сорт "Алмаз"				
Ручной посев семян в воду	56,3	54,9	58,9	56,7
Посадка рассадой плотностью 15x10x3	68,4	62.2.	61.7.	64,3
Посадка рассадой плотностью 10x10x3	60,9	58.3.	61.7.	60.1.

Данные по урожайности при различных способах посева и густоте стояния представлены в таблице 3.

ЭКФ% для сорта "Гулистан"=7,04 ЭКФ 05=4,88. Для сорта "Алмаз" ЭКФ%=8,81 ЭКФ 05=5,32

По результатам проведённых исследований установлено, что средняя урожайность сорта риса “Гулистан” при ручном посеве семян в воду составила 65,8 ц/га. При использовании рассадного способа с плотностью посадки 15×10 см по одному растению урожайность достигла 73,1 ц/га, а при плотности 10×10 см по три растения - 69,0 ц/га.

Для сорта “Алмаз” урожайность при ручном посеве в разбросанную воду составила 56,7 ц/га. При пересадке рассады с плотностью 15×10×3 получено 64,3 ц/га, а при посадке 10×10×3 — 60,1 ц/га.

Таблица 4

Расход воды различными способами посева риса влияние на количество

Месяцы	**Июнь**	**Июль**			**Август**			**Сентябрь**	**Поле делянки, м²**	**Расход воды, м³**	**Поливная норма, м³/га**
Десяти-дневки	**III**	**I**	**II**	**III**	**I**	**II**	**III**	**I**			
Способ посева	Высеянный вручную - контроль										
Содержание воды, м³	5.8.	4.8.	5.9.	5.6.	7.8.	6.9.	5.8.	5.8.	205.2.	48.4.	23592
Способ посева	Высаженный рассадой										
Содержание воды, м³		3.8.	4.2.	4.6.	3.9.	3.6.	3.4.	-	161,6	23.5	14542

Наивысшие показатели урожайности у обоих сортов были зафиксированы в вариантах с рассадой, посаженной по схеме 15×10×3, что обусловлено лучшими биометрическими показателями: повышенным числом продуктивных стеблей, большей длиной метёлки, количеством зёрен и массой 1000 зёрен. У сорта “Гулистан” при этой схеме урожай был выше на 7,3 ц/га, чем при ручном посеве, и на 3,2 ц/га - по сравнению с рассадой,

высаженной по схеме 10×10×3. У сорта “Алмаз” аналогичная тенденция: разница составила 7,6 ц/га и 4,2 ц/га соответственно.

Кроме того, при схеме 15×10×3 обеспечена высокая урожайность при меньшем расходе рассады, что делает этот способ более рентабельным и ресурсосберегающим. Также одной из задач эксперимента было определение водопотребления в зависимости от способа посева. Для этого на участках был установлен водомер, фиксировавший ежедневный объём воды, подаваемой насосом. Это позволило точно определить суточное и общее водопотребление при ручном и рассадном способах выращивания риса.

При посеве риса семенами, рассеянными в воде, подача воды на поле началась в третьей декаде июня и составила 5,8 кубометра. В течение июля расход воды увеличивался, колеблясь от 4,8 до 5,9 м³ по декадам. В первой декаде августа наблюдалось резкое увеличение расхода воды до 7,8 м³, а во второй и третьей декадах он снизился до 6,9 и 5,8 м³ соответственно. Рост водопотребления связан с фазами трубкования и цветения растений риса, в которых интенсивно активируется транспирация, сопровождающаяся усиленным испарением воды растениями. К концу вегетационного периода, в первой декаде сентября, потребность в воде уменьшилась до 5,8 м³.

Суммарный расход воды за весь вегетационный период на поле с ручным посевом составил 23,5 тыс. кубометров.

При выращивании риса рассадным способом измерения расхода воды велись с момента пересадки рассады из питомника в поле. В первой декаде июля расход воды составил 3,8 м³. В последующие декады июля, в связи с завершением фазы выращивания в питомнике (30-35 дней) и началом фазы трубкования в поле, расход воды увеличился до 4,2–4,6 м³. В августе наблюдалось постепенное снижение расхода воды: 3,9 м³ в первой декаде, 3,6 м³ во второй и 3,4 м³ в третьей декаде. По итогам расчетов расход воды на гектар при рассадном способе составил 14,5 тыс. кубометров, что на 9000 м³ меньше, чем при посеве семенами в воду. Это объясняется тем, что в течение первых 30-35 дней вегетационного периода растения выращивались в питомнике, где отсутствовал слой воды значительной толщины, необходимый для подавления сорняков.

Выводы

При выращивании риса рассадным способом на территории Каракалпакстана вегетационный период составляет 90–100 дней, всхожесть в полевых условиях 49-52%, а к концу вегетационного периода сохраняется

63-71% растений. Это подтверждает, что сверхскороспелые сорта риса «Гулистан» и длинный сорт «Алмаз» являются удобными и перспективными для подготовки рассады.

Поскольку рассада выращивается в помещении в течение 30–35 дней, а вегетационный период в поле увеличивается на 20–23 дня, при подготовке рассады почва дополнительно увлажняется. В результате, при рассадном способе расход воды оказался на 9 000 м³ меньше, чем при традиционном посеве семенами в воду.

Биометрический анализ показал, что при посеве рассадой с плотностью 15x10x3 наблюдается увеличение количества продуктивных стеблей на 6,2-15,7 штук, длины метелки на 1,1-2,0 см, что в совокупности обеспечивает прирост урожайности на 7,5 центнеров с гектара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Методические пособия по эффективному использованию льготных кредитов, выделенных каждой семье-предпринимателю в рамках Государственной программы, подготовленные Главным управлением финансов Хорезмской области и Советом фермеров, дехканских хозяйств и владельцев приусадебных земель Хорезмской области.Страницы 7-8.Хорезм 2019.
2. Мусаев А. Высокие урожаи получают благодаря корейской технологии в выращивании риса. УзА. 29.05.2019. С. 4-6.
3. Эргашев М.А. Рекомендации для фермеров по выращиванию риса рассадным способом. 2017 Ташкент. С.11-18
4. Чош Д.К., Сингх Б.П. Растительность сельскохозяйственных культур для влажного рисоводства. Environ и Ecol. 2005; 16 (2) P.446-449.
5. Зайцев В.Б. Рисовая оросительная система. Третье, переработанное и дополненное издание. Москва. "Колос," 1975. 351 с.
6. Зайцев В.Б. Методика гидромелиоративных исследований при орошении риса. Краснодар, 1977. С. 109.
7. Ерыгин П.С. Физиология риса. Москва. "Колос." 1981. 207 с.
8. Ginigaddara S.G., Ranamuxhaarachchi A. Study of Age of Seedlings at Transplanting on Growth on dynamics and yield of rice under alternating flooding and suspension of irrigation of water management. Недавняя res.Sci.Technol. 2011. С.76-88.

UO‘T: 631.6

ARAB ANORI (MOMORDIKA) O’SIMLIGINI YETISHTIRISHDA TUPROQ IQLIM SHAROITI VA SUG’ORISH ME’YORLARI

Xoshimov Xojiakbar Shokirjon o‘g‘li
Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti
“Tuproq tadqiqotlari va meliorativ jarayonlar” laboratoriyasi tayanch doktorant,
xoshimovx71@gmail.com;
Paluashova Gauharay Qalbayevna
Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti
“Tuproq tadqiqotlari va meliorativ jarayonlar” laboratoriyasi mudiri,
PhD, katta ilmiy xodim.
gavhar2005@rambler.ru; https://orcid.org/0000-0001-7380-8367.

Annotatsiya. Mazkur maqolada Arab anori (Momordika charantina) o’simligining o’sishiga ta’sir etuvchi muhim agrotexnik omillar xususan tuproq-iqlim sharoiti va sug’orish me’yorlari o’rganiladi. Farg’ona vodiysi sharoitida olib borilgan kuzatuvlar asosida optimal agrotexnik tadbirlar keltirilgan. Tadqiqot natijalari ushbu ekinning unumdorligini oshirish hamda ekologik jihatdan samarali agrotexnikani joriy etish imkoniyatlarini ko’rsatadi**.**

Kalit so’zlar: Arab anori, Momordika, sug‘orish me’yorlari, agrotexnika, Farg‘ona vodiysi, unumdorligi

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные агротехнические факторы, влияющие на рост горькой дыни (Momordica charantia), в частности, почвенно-климатические условия и нормы орошения. На основе наблюдений, проведённых в условиях Ферганской долины, приведены оптимальные агротехнические мероприятия. Результаты исследования показывают возможности повышения урожайности данной культуры и внедрения экологически эффективной агротехники.

Ключевые слова: аравийский гранат момордика, нормы полива, агротехника, Ферганская долина, плодородие

Annotation. This article examines the key agrotechnical factors influencing the growth of bitter melon (Momordica charantia), particularly soil-climatic conditions and irrigation norms. Based on observations conducted in the Fergana Valley, optimal agrotechnical practices are provided. The results of the research demonstrate the potential to increase crop productivity and implement environmentally efficient agricultural techniques.

Key words: Arabian pomegranate, momordica, irrigation rates, agricultural technology, Fergana Valley, productivity.

Kirish. Mavzuning dolzarbligi So’ngi yillarda global miqyosda iqlim o’zgarishlari, tuproq va resurslarining kamayib borishi, ekin turlarining xilma-xilligi va hosildorligini oshirish bilan bog’liq muammolar qishloq xo’jaligi sohasida dolzarb masalaga aylangan. O’zbekiston Respublikasi hududida ayniqsa suv resurslarining cheklanganligi qishloq xo’jaligida resurs tejovchi texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etishni talab qilmoqda. Bunday sharoitlarda yetishtirilayotgan qishloq xo’jalik ekinlari uchun sug’orish tizimini optimallashtirish, suvdan foydalanish samaradorligini oshirish eng muhim agrotexnik tadbirlar qatoriga kiradi.

Bugungi kunda dunyo bozorida biologik faol moddalarga boy, dorivor va oziq-ovqat sifatida foydalaniladigan o‘simliklarga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Shunday o‘simliklardan biri bu - Momordika (Momordica charantia) bo‘lib, u biologik faolligi yuqori bo‘lgan kukurbitatsinlar, vitaminlar, antioksidantlar va boshqa moddalarni o‘zida mujassam etgan. Mazkur o‘simlik xalq tabobatida qandli diabet, yurak-qon tomir kasalliklari, virusli infektsiyalar va boshqa kasalliklarga qarshi vosita sifatida qo‘llaniladi. Shu bilan birga, momordikaning mevalari, urug‘lari va barglari oziq-ovqat sanoatida ham muhim ahamiyatga ega [1, 2].

Shu sababli uning eksportbopligi va iqtisodiy samaradorligi yuqori bo‘lganligi sababli, mamlakatimizda ushbu ekinni keng miqyosda joriy etish uchun ilmiy asoslangan agrotexnologiyalarni ishlab chiqish zarurati mavjud [7].

Ayni vaqtda O‘zbekistonning turli agroiqlimiy zonalarida momordika usimligini yetishtirish tajribalari juda kam, mavjud tadqiqotlar esa faqat o‘simlikning ayrim morfologik yoki biologik xususiyatlariga qaratilgan. Shu sababli, momordika o‘simligining o‘sish va rivojlanish bosqichlarida suvga bo‘lgan ehtiyojini aniqlash, optimal sug‘orish muddatlari va me'yorlarini belgilash, hosil shakllanishiga ta’sir qiluvchi omillarni o‘rganish ilmiy-amaliy jihatdan muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Momordika ekini o‘zining termofil (issiqsevar), yorug‘likka talabchan va intensiv o‘suv xususiyatlari bilan ajralib turadi. U vegetatsiya davrida muayyan miqdorda namlikni talab qiladi, biroq ortiqcha sug‘orish yoki noto‘g‘ri tanlangan sug‘orish meyori va muddati meva sifatining pasayishiga, kasalliklarning kuchayishiga va resurslarning isrofgarchiligiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun ham momordika o‘simligiga moslashtirilgan, ilmiy asoslangan sug‘orish texnologiyasini ishlab chiqish zarurati yuzaga kelmoqda.

Shuningdek, momordika yetishtirishda suv resurslaridan tejab foydalanishga yo‘naltirilgan agrotexnik tadbirlar nafaqat hosildorlikni oshirishga,

balki atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirishga, yer resurslarini muhofaza qilishga ham xizmat qiladi. Bu esa barqaror qishloq xo‘jaligi tamoyillarini amaliyotga joriy etishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot ishining dolzarbligi. Dorivor va iqtisodiy jihatdan muhim bo‘lgan momordika o‘simligini O‘zbekiston agroiqlim sharoitida yetishtirishning ilmiy asoslarini ishlab chiqishda; ikkinchidan, suv tanqisligi sharoitida sug‘orish rejimini takomillashtirish orqali yuqori sifatli hosil olishni ta’minlashda; uchinchidan, resurs tejovchi agrotexnologiyalarni ishlab chiqish va amaliyotga joriy etishdan namoyon bo‘ladi.

Tadqiqotning maqsadi. Farg’ona vodiysi agroiqlim sharoitida momordika (Momordica charantia) o‘simligini yetishtirishda sug‘orish muddatlari va me'yorlarining o‘simlikning o‘sishi, rivojlanishi, hosildorligi hamda meva sifatiga ta’sirini aniqlash orqali suv tejamkor agrotexnologiyalarni ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot uslublari va materiallari. Andijon viloyati tuproqlari sharoitida Arab anori (Momordika) o’simligini parvarishlashda sug’orish muddatlari va me’yorlari o’rganildi (1-rasm).

1-rasm. **Tajriba maydonida arab anorini ekish sxemasi va yetishtirish**

Dala tajribalarini o’tkazish, ekish, fenologik kuzatishlar, biometrik o’lchovlar, ekin parvarishi, hosilni aniqlash, O’zbekiston Respublikasi qishloq va suv xo’jaligi vazirligining (1991), Butunrossiya o’simlikshunoslik ilmiy-tadqiqot institutining (1984; 1986), O’zbekiston o’simlikshunoslik ilmiy-tadqiqot institutining (1999), qishloq xo’jaligi ekinlarining yangi navlarini sinash

bo’yicha; Davlat nav sinash komissiyasining (1974), B.A.Dospexovning “Metodika polevogo opita (1985) singari manbaalari, tavsiyalari, ko‘rsatma va uslublari asosida olib borildi.

Tajribalarda quyidagi tadqiqotlar va kuzatishlar amalga oshirildi;

- fenologik kuzatishlar; poyaning o‘sish dinamikasi (10 ta o‘simlikda har 20 kunda aniqlanadi); bitta o’simlik mahsuldorligi; hosildorlik;

- sug’orish me’yorlarining o’simlik hosiliga ta’siri.

Natijalar va munozaralar. Dala tadqiqot ishlari Andijon viloyati Andijon tumani “Bahodirjon” bog’dorchilik fermer xo’jaligi sharoitida olib borildi. Sizot suvlarining sathi 3-5 metrni tashkil etadi.

Tajriba maydoni tuprog’ining mexanik tarkibi yengil va o’rtacha qumoq tuproq hisoblanadi. Tadqiqot maydonining dastlabki tuproq namunalari 0-30, 30-50 sm, 50-70smli qatlamlaridan olindi va 0-30 sm li qatlamlarining mexanik tarkibi, yengil qumoq tuproqlar, 30-50 smli qatlamlari og’ir qumoq, 50-70 smli qatlamlari esa yengil gil tuproqlar hisoblanadi. Laboratoriya sharoitida kimyoviy tahlili o’tkazildi va ularning unumdorlik ko’rsatkichlari aniqlandi (1-jadval). Tuproqning genetik qatlami bo’yicha bitta tuproq qirqimi qazildi va tavsiflandi.

1-jadval

Tajriba dalasi tuprog’ining dastlabki agrokimyoviy tavsifi

Tuproq qatlamlari, sm	Umumiy shakllar, %			Harakatchan shakllar, mg/kg			
	Chirindi	Azot	Fosfor	$N\text{-}NN_4$	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
0-30	0,961	0,089	0,182	4,85	8,72	38,6	300
30-50	0,919	0,084	0,174	5,15	5,47	33,0	200
50-70	0.5	0.03	0.120	5.20	5.20	25.0	250

Bu tuproqlarda ekinlardan yuqori hosil olish va qo’llanilayotgan ma’dan o’g’itlar samaradorligiga erishish uchun sug’orish va mavsumiy sug’orish me’yorlarini to’g’ri belgilash kerak bo’ladi.

Viloyat hududida yog’ingarchilik umumiy miqdorining taqsimlanishi bir xilda emas. Bunga sabab- yer relefining (yer ustki tuzilishi) dengiz sathidan balandligi va shamol yo’nalishidir.

Yilning yoz faslida yog’ingarchilik nihoyatda kam, ayrim yillarda esa yog’ingarchilik yoz faslida bo’lmasligi ham mumkin. Havo issiqligi sababli tuproq yuzasidan ko’p miqdordagi suv bug’lanib ketadi. Bu esa o’z navbatida qishloq xo’jalik ekinlarini yetishtirishda sun’iy sug’orishni talab qiladi. Shuni ta’kidlash lozimki, Andijon viloyatida yog’ingarchilik miqdori g’arbdan sharqqa tomon ortib boradi.

Andijon viloyati iqlimi quruq iqlim hisoblanadi yillik o’rtacha harorat 13,6°S, yuqori harorat iyul oyida 42-43°S ni tashkil etadi. Dastlabki sovuk kunlar oktyabr oyi ohirida kuzatiladi. Yillik yog’in miqdori 220-280 mm ni tashkil etadi (2-jadval). YOg’inlarning taxminan 90% kuz qish va baxor oylarida yog’adi. Bu namlik o’simlikning 40-45% extiyojini ta’minlaydi. Havoning nisbiy namligi o’rtacha 46-48% ni tashkil etadi.

2-jadval

2023– 2024 yillardagi o’rtacha oylik yog’in miqdori (mm)

Oylar / yillar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2023	32,1	32,2	64,2	10,4	25,5	13,4	8,5	5	13,5	19,8
2024	27,4	33,5	68,4	14,2	20,6	11,5	2,6	1	12,1	21,8

Andijon viloyatining iqlim sharoitlari uzoq davom etadigan (194-214 kun) sovuqsiz davr bilan xususiyatlanadi, o’rtacha yillik yog’inlar miqdori 230 mm bo’lib, uning 60 % qismi kuz-qish fasllariga to’g’ri keladi. Eng sovuq yanvar oyi (-15-18°S) hisoblanib, eng issig’i esa iyuldir (+35-+42). Bu mintaqada bahor asosan erta, fevral ohiri va mart boshidan boshlanadi. Lekin iqlim bu davrda bir xilda saqlanmaydi.

Arab anori (Momordika) – bu o’simlik qovoqdoshlar (Cucurbitaseae) oilasiga mansub tropik o’simliklar turklumi bo’lib, mevalari va barglari dorivorlik xususiyati bilan mashhurdir. O’zbekistonda bu o’simlik araba nori, achchiq qovoq yoki achchiq bodring nomi bilan tanilgan. Momordika o’simligi kelib chiqishi Hindiston va Janubiy-Sharqiy Osiyoga borib taqaladi. Keyinchalik u Afrika va boshqa qitalarga tarqalgan. Momordika miloddan avvalgi XIV asrdan boshlab Xitoyda dorivor o’simlik sifatida yetishtirila boshlagan [1, 3].

Ishlatilishi. Momordika ko’plab dorivorlik xususiyatlari bilan mashhur bo’lib, asosan oshqozon-ichak kasalliklarini davolashda va immunitetni mustahkamlashda qo’llaniladi. Oshqozon-ichak muammolari momordika mevalari va barglaridan tayyorlangan damlamalar hazm qilishni yaxshilaydi, oshqozon shilliq qavatini himoya qiladi va ichaklarni tozalaydi. Qandli diabet kasalligida momordika qondagi qand miqdorini pasaytiruvchi xususiyatga ega. Undan damlama yoki choy sifatida foydalaniladi. Immunitetni kuchaytirishda antioksidantlarga boy bo’lgani sababli, organizmni erkin radikallardan himoya qilib, immunitetni mustahkamlaydi. Terini davolashda yaralar, eczema va boshqa teri kasalliklari uchun momordika barglaridan surtma tayyorlanadi. Zararlantiruvchi xususiyatlari o’simlikning urug’lari va barglari tabiiy parazitga qarshi vosita sifatida ishlatiladi. Yurak-qon tomir tizimida momordika tomirlarni mustahkamlaydi, xolesterin darajasini pasaytiradi va yurak faoliyatini qo’llab-

quvvatlaydi. Og’riqni kamaytirishda uning infuziyalari revmatizm va bo’g’im og’riqlariga qarshi ishlatiladi. Tana haroratini tushirishda tabiiy issiqni tushuruvchi vosita sifatida ishlatiladi [3].

Arab anori yetishtirishda tuproq sharoitlari bilan birga iqlim sharoitlarini ham hisobga olish kerak. Iqlim sharoitlari ham o’ziga xos talablari bor. Momordika yetishtirishda o’rtacha harorat 20-30 C bo’lishi kerak. Momordika sovuqqa chidamsiz o’simlik hisoblanadi. O’simlik uchun o’rtacha minimal harorat 12 C dan past bo’lsa o’simlik o’sishi sekinlashadi. Yuqori harorat esa o’rtacha 35 C bo’lishi kerak. Harorat 35 C dan oshsa o’simlikda stress holati kuzatilishi mumkin. Bunda o’simlikni ko’proq sug’orish kerak bo’ladi. Momordika asosan yorug’ sevar o’simlik hisoblanadi. To’g’ridan to’g’ri tushadigan quyosh nurlarini yoqtiradi. Soya joylarda o’simlik o’sishi sekinlashadi [4].

Momordika namlikni yaxshi ko’radigan o’simlik hisoblanadi. Uni yetishtirishda sug’orish me’yorlari muhim sanaladi. Hozirgi kunda suv yeryuzida global muammo bo’lganligi sababli, tejamkor texnologoiyalardan foydalanish zamon talabi hisoblanadi. Momordika o’simligi ham sersuv talab o’simlik bo’lganligi sababli tejamkor texnologiyalar orqali yetishtirish maqsadga muvofiq hisoblanadi [2].

Momordika o’simligini tomchilatib sug’orish orqali suvni bevosita o’simlikni ildiz qismiga yetkaziladi. Bu sug’orish orqali tuproqda normal namlikni ham saqlanadi. Momordika o’simligini sug’orishda o’simlik rivojlanish davrlarida turlicha bo’ladi. Nihollash bosqichida 1 tup o’simlik 2-3 martadan sug’oriladi va 2-3 litr suv qabul qiladi. O’sish va chinbarg chiqarish davrida haftasiga 2-3 marta sug’oriladi va 5-7 litr suv qabul qiladi. Gullash va meva hosil qilish davrida haftasiga 2-3 marta sug’oriladi va 7-10 litr suv qabul qiladi. Meva yetilish davrida haftasiga 1-2 marta sug’oriladi va 5-6 litr suv qabul qiladi [5, 6]. O’simlikni sug’orish ishlari asosan erta tongda va kechki payt amalga oshiriladi. Kunduzi sug’orish suv ko’p sarflanishiga olib keladi. Chunki issiqda suv tez bug’lanib ketadi.

Xulosa qilib aytganda Momordika yetishtirishda tuproq-iqlim sharoiti va sug’orish me’yorlarini bilish muhim hisoblanadi. O’simlikning o’sishi va hosil berishi shu sharoit va me’yorlarning to’g’ri qo’llanishiga bog’liq. Tuproq doimiy nam bo’lishi kerak, hosil yaxshi bo’lishi uchun o’simlikni gullash va mevalash davrida ko’proq sug’orish kerak. Mevalar pishgandan so’ng sug’orish kamaytirish maqsadga muvofiq bo’ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. A.A.Nuriddinov, A.B.Boqiyev “Sabzavotchilik, polizchilik va kartoshkachilik”. 1987.
2. X.Ch.Bo’riyev, V.I.Zuyev, O.K.Qodirxo’jayev “Ochiq joylarda sabzavot yetishtirish progressiv texnologiyasi”. 2002
3. R.H.Ayupov “Dorivor o’simliklar va ulardan foydalanish”. 2015
4. O’.Ahmedov, A.Ergashev, A.Abzalov, M.Yulchiyeva “Dorivor o’simliklar yetishtirish texnologiyasi va ekologiyasi”. 2018
5. X.A.Ahmedov “Sug’orish melioratsiyasi” 1977
6. F.M.Raximov. “Qishloq xo’jaligida sug’orish melioratsiyasi” 1994
7. Paluashova G., Xoshimov X.Sh. Arab anori (momordika) o’simligining yetishtirish texnologiyasi. // Modern education and development. Выпуск журнала №-15 Часть-7. Dekabr-2024. С. 158-160.

УДК: 631.6.02(574.43)

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ АКДАЛИНСКОЙОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Мауленова Жадыра Каметбайқизи
PhD докторант кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет».
e-mail:jadyra1996.kz@mail.ru
Ишангалиев Тимурлан Серикович
к.т.н., доцент, ассоциированный профессор кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет».
e-mail: timurlan.ishangaliyev@kaznaru.edu.kz.
https://orcid.org/0000-0003-4349-2685
Зулпибекова Сандугаш Бекболатовна
PhD докторант кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет».
e-mail: sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz.
https://orcid.org/.0000-0002-2236-0678
Джарасова Джамал Табынбаевна
PhD докторант кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет».
e-mail: 515819@kaznaru.edu.kz kz.
Orcid=0000-0002-2236-0678
Жанымхан Курманбек
PhD доктор, ассоциированный профессор кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет». e-mail:
kurmanbek.zhanymkhan@kaznaru.edu.kz.
Orcid=https://orcid.org/ 0000-0002-8868-4683
Ауэлбек Ермек Кенжебекович
PhD докторант кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет».
e-mail: auyelbek.yermek@kaznaru.edu.kz
Онласын Улжан Куанышбеккызы
PhD доктор, старший преподаватель кафедры "Водные ресурсы и мелиорация", НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет».
e-mail: ulzhan.onglassyn@kaznaru.edu.kz.
https://orcid.org/0000-0001-5789-5464.

Исмаилова Гакхаркуль Кулпыбековна
к.г.н., старший преподаватель кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет». e-mail: ismailova.gauharkul@kaznaru.edu.kz.
Orcid=0009-0008-4038-8544

Аннотация: Водоснабжение отраслей народного хозяйства является важным вопросом, для успешного развития каждого государства водоснабжение является необходимым решением. В условиях засушливых регионов Республики Казахстан этот вопрос особенно важен, так как водоснабжение играет ключевую роль в улучшении мелиоративного состояния орошаемых земель. В данной статье приведены научные данные о современном состоянии Акдалинской оросительной системы Алматинской области. По данным гидрогеологических наблюдений уровень грунтовых вод в течение вегетационного периода колебался в пределах от 0,3 до 5,5 м. Участки близкого залегания грунтовых вод в основном встречаются на земельных участках ТОО «Бірлік», «Тамшыбулак» и «Отес-Акдала», относящихся к Бакбактинскому и Акдалинскому сельским округам. Результаты исследования 2024 года показали, что на орошаемых землях преобладают пресные и слабосолоноватые грунтовые воды.

Ключевые слова. засоление, грунтовые воды, интеллектуальное орошение, водосбережение.

Введение. Нерациональное использование и потребление водных ресурсов привело ко многим сложным ситуациям, негативным последствиям для экологических зон. Для сельскохозяйственных и пахотных водопотребителей на побережье озера Балхаш эффективное использование воды является актуальной проблемой. Эти условия приводят к снижению объема воды, поступающей в озеро Балхаш через реку Или.

Чтобы не повторить судьбу Аральского моря, необходимо иметь экосистемную научную методологию природопользования в речных бассейнах, где нет стока.

Цель исследования. Мелиоративное состояние орошаемых земель оценивается в основном по глубине залегания грунтовых вод, степени их минерализации и уровню засоления почвенного покрова. По результатам анализа, проведенного с учетом этих показателей, доля земель с хорошими мелиоративными условиями в Акдалинском орошаемом поле составляет 27,2тыс.га, или 8 5% от общей посевной площади.

Площадь земель, признанных находящимися в удовлетворительном состоянии, составляет 3,3 тыс. га (10%). Площадь орошаемых земель с

неудовлетворительным мелиоративным состоянием составляет 1,3 тыс. га (5%). Это будет способствовать их эффективной и экономичной эксплуатации и оптимизации мелиоративного состояния орошаемых земель. В ближайший период планируется реализовать третий этап проекта по модернизации оросительных систем на оставшейся части массива.

Задачи работы. Из-за устаревания всей ирригационной системы и улучшения мелиоративных условий на орошаемых землях массива необходимы работы по реконструкции. Государством ведется работа по восстановлению оросительных систем, учитывая важность орошаемого земледелия для республики. Так, в настоящее время в Акдалинском массиве ведутся работы 1 этапа проекта «Совершенствование ирригационных и канализационных систем».

Результаты и новизна исследования: влияние повышения уровня грунтовых вод на некоторых территориях приводит к засолению почвы. По результатам почвенно-солевой съемки на площади выявлено около 7 тыс. газа соленных земель, которые в основном расположены в Баканасской части поля. Процесс засоления почв в этой зоне формируется в основном из-за неэффективной работы канализационных систем и тяжелого гранулометрического состава почвенного покрова. Рациональное использование водного фонда источников, регулирующих речной сток, с целью сохранения природных комплексов, рационального водопользования и решения проблем охраны окружающей среды.

Орошаемый массив Акдала является одним из крупнейших орошаемых сельскохозяйственных регионов Казахстана. Эффективное использование водных ресурсов в этом районе играет важную роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и обеспечении продовольственной безопасности страны. Данный район, относящийся к Балхашскому району Алматинской области, охватывает около 30,7 тыс. га пахотных земель, из которых 25,2 тыс. га орошаемых земель используются для выращивания сельскохозяйственных культур. Ежегодно здесь преобладают такие культуры, как кукуруза, зерновые, люцерна, сахарная свекла, в том числе рис. В последние годы из-за нехватки поливной воды отмечается сокращение площадей рисовых полей, которые не превышали 7,0 тыс. га.Ситуация с дефицитом воды в районе с каждым годом ухудшается, основными причинами чего являются изменение погодных условий, изъятие водных ресурсов, старые оросительные системы и недостаточно эффективное управление водными ресурсами. Эти условия

приводят к снижению объема воды, поступающей в озеро Балхаш через реку Или.

Обеспечение водой столь больших орошаемых земель является вопросом стратегической важности. Поэтому анализ фактического состояния водного баланса в массиве Акдала и определение направлений его будущего развития являются актуальными.

Рисунок 1. **Состояние роста сельскохозяйственных культур в Акдалинском массиве**

Изменение климата также оказывает непосредственное влияние на водные ресурсы в этой районе. По данным Казгидромета, температура воздуха в течение последних пяти лет неуклонно растет. Например, в 2024 году количество дней с температурой выше +35°C в летний сезон достигло 32 дней. Это, в свою очередь, увеличивает уровень испарения и усугубляет дефицит воды. Кроме того, уменьшилось и количество осадков, которые могут покрыть лишь малую часть необходимой для сельского хозяйства воды.Основу оросительной системы составляет река Или. Однако из-за технического состояния каналов при доставке воды на поля происходят потери воды в размере 30-45%, т.е. до полей доходит только половина забираемой воды. Эти потери воды в основном обусловлены износом водоподводящих каналов, процессами испарения и фильтрацией воды.

РГУ «Зональный гидрогеолого-мелиоративный центр» на протяжении многих лет проводит мониторинг мелиоративного состояния орошаемых земель Балхашского района. По данным гидрогеологических наблюдений уровень грунтовых вод в вегетационный период колебался в пределах 0,3–

5,5 м. Участки близкого залегания грунтовых вод в основном встречаются на земельных участках ТОО «Бирлик», «Тамшыбулак» и «Отес-Акдала» в Бакбактинском и Акдалинском сельских округах. Результаты исследований 2024 года показали, что на орошаемых территориях преобладают пресные и слабосолоноватые грунтовые воды. Показатель минерализации грунтовых вод в целом по площади находился в пределах 0,3–0,97 г/дм³. А на отдельных небольших участках (в Бакбактинском, Бирликском и Акдалинском сельских округах) этот показатель превышает 2 г/дм³.

Рисунок 2. **Рост и состояние орошения сельскохозяйственных культур Бирликского ирригационного поля**

Рисунок 3. **Проведение анализов уровня грунтовых вод и состава почвы**

Таблица 1

Результаты анализа водной вытяжки

№	Название	Глубина отбора проб, см	Водная вытяжка из абсолютно сухой почвы							Общий		Na	K	pH
			Солевой раствор %	Щелочность		CI	SO_4	Ca^{++}	Mg^{++}	анион	катион			
				Общий HCO^{-3}	От нормальных карбонатов CO^{-2}									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Перед посевом семян весной	0-10	0,273	0,022 0,36	нет	0,012 0,34	0,160 3,34	0,050 2,50	0,009 0,74	4,04	4,04	0,016 0,70	0,004 0,10	8,14
2		10-20	0,194	0,022 0,036	нет	0,08 0,23	0,109 2,27	0,032 1,60	0,007 0,58	2,86	2,86	0,015 0,65	0,001 0,03	8,35
3		20-40	0,097	0,032 0,52	нет	0,003 0,08	0,037 0,78	0,012 0,60	0,006 0,49	1,38	1,38	0,006 0,26	0,001 0,03	8,77
4		40-60	0,065	0,027 0,44	нет	нет	0,022 0,45	0,008 0,40	0,004 0,33	0,89	0,89	0,003 0,13	0,001 0,03	9,09
5		60-80	0,051	0,024 0,39	нет	нет	0,014 0,29	0,008 0,40	0,002 0,16	0,68	0,68	0,002 0,09	0,001 0,03	9,13
6		80-10	0,063	0,024 0,39	нет	нет	0,024 0,49	0,007 0,35	0,005 0,41	0,88	0,88	0,002 0,09	0,001 0,03	9,19
7		100-130	0,051	0,024 0,39	нет	нет	0,014 0,29	0,008 0,40	0,002 0,16	0,68	0,68	0,002 0,09	0,001 0,03	9,21

Влияние повышения уровня грунтовых вод на некоторых территориях приводит к засолению почвы. По результатам почвенно-солевой съемки на площади выявлено около 7 тыс. га засоленных земель, которые в основном расположены в Баканасской части массива. Процесс засоления почв в этой зоне формируется в основном из-за неэффективной работы канализационных систем и тяжелого гранулометрического состава почвенного покрова.

Мелиоративное состояние орошаемых земель оценивается в основном по глубине залегания грунтовых вод, степени их минерализации и уровню засоления почвенного покрова. По результатам анализа с учетом этих показателей доля земель с хорошим мелиоративным состоянием в

Акдалинского орошаемогомассиве составляет 27,2 тыс. га или 85% от общей площади пашни. Площадь земель, признанных находящимися в удовлетворительном состоянии, составляет 3,3 тыс. га (10%). Площадь орошаемых земель с неудовлетворительным мелиоративным состоянием составляет 1,3 тыс. га (5%). Данные площади в основном расположены в Акдалинском сельском округе.

В связи с устарелостью всей оросительной системы и для улучшения мелиоративного состояния орошаемых площадей массива необходимо проведение реконструкционных работ. Учитывая важность орошаемого земледелия для республики, государство проводит работы по восстановлению оросительных систем. Так, в настоящее время в Акдалинском массиве реализуется 1-й этап проекта «Улучшение оросительных и дренажных систем». Ожидается, что строительно-монтажные работы проекта будут полностью завершены к концу 2025 года. В рамках данного проекта на сегодняшний день отремонтировано и забетонировано более 180 километров водоводов. Это позволило сократить сток воды. В другом проекте в 25 хозяйствах внедрена технология капельного орошения для кукурузы, сахарной свеклы, люцерны и бахчевых культур. В общей сложности это составляет около 500-700 гектаров. Этот метод доставляет воду непосредственно к корням растений, минимизируя отходы.Кроме того, одной из важных реализуемых программ является активное внедрение цифровых технологий для совершенствования системы орошения. В частности, на водораспределительных системах устанавливаются автоматические приборы учета. На сегодняшний день автоматизировано 12 точек распределения. Данная система позволяет контролировать расход воды в режиме реального времени, предотвращать лишние расходы и справедливо распределять воду. Кроме того, в рамках проекта «Умное орошение» фермеры могут контролировать количество воды на своих полях, погодные условия и уровень влажности почвы с помощью специальных мобильных приложений. Такие современные инициативы являются первыми важными шагами в переходе к цифровому и эффективному управлению сельским хозяйством.

Однако не все решения должны ограничиваться технологическими инновациями. Для повышения эффективности работы оросительных систем необходимо решать и инфраструктурные вопросы. В настоящее время отремонтирована треть основных гидротехнических сооружений и около

половины мостовых переходов. Полное завершение этих работ будет способствовать улучшению технического состояния оросительных систем, их эффективной и экономичной эксплуатации, оптимизации мелиорации орошаемых земель. В предстоящий период планируется реализация третьего этапа проекта по модернизации оросительных систем на оставшейся части долины.

Таким образом, в целях повышения продуктивности орошаемых земель, улучшения мелиоративного состояния и предотвращения засоления почв мы предлагаем осуществить следующие организационные и хозяйственные мероприятия:

- необходимо качественно и своевременно выполнять все подготовительные и агротехнологические мероприятия, включая работы по выравниванию полей для посева риса.

-учитывая неудовлетворительное состояние оросительных и коллекторно-канализационных систем, необходимо проведение комплексных работ по модернизации и восстановлению объектов всех уровней - картовых систем, гидротехнических сооружений и, в частности, внутрихозяйственных оросительных каналов. Внутрихозяйственные каналы в системе водоснабжения находятся в неудовлетворительном техническом состоянии, и поскольку длительное время находились в запущенном состоянии, требуют полномасштабной реконструкции.

-для предотвращения деградации земель необходимо проведение комплекса агротехнических, мелиоративных и мер, направленных на охрану земельных ресурсов. Прежде всего, важно поддерживать плодородие почвы путем чередования культур, использования органических и минеральных удобрений.

- эффективно внедрение водосберегающих технологий на кукурузе, сахарной свекле, люцерне, овощах и бахчевых культурах. Такие мероприятия позволяют рационально использовать земельные ресурсы и добиваться долгосрочной продуктивности.

Заключение. Акдалинскийоросительный массив является стратегическим бассейном, который влияет не только на сельское хозяйство, но и на экологическое и социальное развитие всего региона. Водные ресурсы в этом регионе необходимы не только для сельского хозяйства, но и являются основой жизнеобеспечения для тысяч жителей, источником дохода для сельских рабочих. Поэтому посредством

эффективного управления водными ресурсами можно сохранить водные ресурсы для будущих поколений.

ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Научные основы и практика рисовода в Казахстане. Сборник статей Института биологии и биотехнологии растений МОН РК. – Толганай, Алматы.-2012.

2. Амелин В.П., Владимиров С.А. Эколого-ландшафтное основы устойчивого рисоводства // Кубанский Государственный Аграрный Университет. – 2008. – №2.

3. Джамантинов Х. и др. Внедрение технологий устойчивого производства риса в условиях вторичного засоление почв Приаралья // Научный журнал / Рисоводство Краснодар, 2008. - №12. – С. 65-69.

4. Якуба С.Н. Натуральные исследования мелиоративного состояния рисового массива МЧОС// Научный журнал / Кубанского Государственного аграрного университета Краснодар , 2010. -№1. –С.158-160.

5. Отчёт за 2024 год о мелиоративном состоянии орошаемых земель Балхашского района Алматинской области / Региональный гидрогеолого-мелиоративный центр. – Алматы, 2024.

UO‘T: 631.52

TUPROQ ICHIDAN SUG‘ORISH ORQALI INGICHKA TOLALI G‘O‘ZANI YETISHTIRISHDA CHDNSNING O‘SUV FAZALARIGA TA’SIRINI ILMIY ASOSLASH

Butayarov Abduqodir Tuxtayevich. mustaqil tadqiqotchi t.f.f.d, (PhD)
Termiz davlat muxandislik va agrotexnologiyalar universiteti dotsenti
Orcid: 0009-0008-2300-6735

Annotatsiya. Hozirgi kunda global iqlimning o‘zgarishi oqibatida dunyoning xar bir nuqtasida o‘ziga xos dexqonchlikdagi muammolar mavjudligi, suvi yetishmovchiligi, ob-havoning tubdan o’zgarib ketish jarayonlari ko‘zatilmoqda. Mazkur maqolada ingichka tolali g’o’zani etishtirishda, xususan, “Surxon 14” navli g’o’zani turli xil resurstejamkor sug’orish texnologiyalari asosida yani ilk bor tuproq ichidan sug’orishni tashkil qilish asosida amalga oshirish muhum masala xisoblanmoqda, shu orqali yuqori va sifatli, bozorbop va raqobatbardosh maxsulot olinishida kerak bo’ladigan turli xildagi resurslarni tejalishi, maqbul sug’orish tartibini ishlab chiqish, xisobiy qatlamning namlanishdagi o’suv fazalariga ta’siri keltirilgan. Ingichka tolali g’o’zani sug‘orish ishlarini olib borishda, sug‘rish turlari, sug’orish texnika elementlarini aniqlash, xisobiy qatlamlarning namlanish jarayonlarida g’o’zaning o’suv fazalariga ta’sir doirasini aniqlash va ularni ilmiy - amaliy asoslash, turli xil resurslarning tejalishi, asosiy masala xisoblanmoqda.

Kalit so‘zlar: xisobiy qatlam, namlanish jarayoni, g’o’za, sug’orish texnikasi, ilmiy va amaliy asoslash, suv sarf, tuproq ichidan sug‘orish, iqlim o’zgarishi, resurs.

Аннотация. В настоящее время, в связи с глобальным изменением климата, в сельском хозяйстве возникают специфические проблемы, связанные с нехваткой воды и радикальным изменением погодных условий во всех уголках мира. В данной статье рассматривается внедрение различных ресурсосберегающих технологий орошения при возделывании тонковолокнистого хлопчатника, в частности сорта «Сурхон 14», т.е. впервые применено внутрипочвенное орошение, что является важным вопросом, позволяющим экономить различные ресурсы, необходимые для получения высококачественной, товарной и конкурентоспособной продукции, разрабатывать оптимальный режим орошения, а также изучать влияние почвенного слоя на фазы роста и увлажнения. При проведении поливных работ тонковолокнистого хлопчатника основными вопросами являются виды орошения, элементы технологии орошения, сфера влияния расчетных слоев на фазы роста хлопчатника при процессах увлажнения и их научно-практическое обоснование, а также экономия различных ресурсов.

Ключевые слова: расчетный слой, процесс увлажнения, хлопчатник, технология орошения, научно-практическое обоснование, водопотребление, внутрипочвенное орошение, изменение климата, ресурс.

Abstract. Currently, due to global climate change, there are specific problems in agriculture, water shortages, and radical changes in weather conditions in every corner of the world. This article considers the implementation of various resource-saving irrigation technologies in the cultivation of fine-fiber cotton, in particular, the "Surkhon 14" variety of cotton, i.e., for the first time, irrigation from within the soil, which is an important issue, thereby saving various resources needed to obtain high-quality, marketable and competitive products, developing an optimal irrigation regime, and the influence of the soil layer on the growth phases of moisture. When carrying out irrigation work on fine-fiber cotton, the main issues are the types of irrigation, the elements of irrigation technology, the scope of influence of the calculated layers on the growth phases of cotton during the wetting processes and their scientific and practical justification, and the saving of various resources.

Key words: calculated layer, wetting process, cotton, irrigation technology, scientific and practical justification, water consumption, subsoil irrigation, climate change, resource.

Kirish. Bugungi kunda hududlarda global iqlim o‘zgarish jarayonlari bir nechta salbiy oqibatlarga olib kelmoqda. Haroratning keskin ko‘tarilishi natijasida suvning bug‘lanish koeffitsiyenti yildan – yilga ortib borishi, hududlarda cheklangan suv resurslarning kamayib ketishi, chuchuk suv tanqisligiga ta’sirini ko‘rsatmoqda; ekologik taqchillik oqibatida yillar davomida umuman yog‘ingarchilik bo‘lmagan kunlar soni tobora ko‘paymoqda; qolaversa tuproqning namligi kamayishi hisobiga yaqin 15 yil xisobiga qurg‘oqchilik xavfi ortib bormoqda va hosildorlikdagi ko‘rsatkichlar dinamikasi pasayib bormoqda[4]; kasbiy, orol dengiziga quyiladigan suv hajmining kamayishi, daryo deltasining cho‘lga aylanishi va qurigan dengiz tubida yangi cho‘l maydonlari paydo bo‘lishini tezlashtirmoqda; atmosfera havosi esa tubdan katta maydonlarda changlanish ortib bormoqda; isish va sovish kabi anomal hodisalarning o‘zgarishi kun sayin ortib qishloq xo‘jaligi mahsulotlari va bog‘larni, mevalarning nobud bo‘lishiga sabab bo‘lmoqda [5, 6, 7]. Ekinlarni sug‘orishda, sug‘orish tartibi, sug‘orish davriyligi, sug‘orish elementlari, texnika va texnologiyasiga ta’sir etuvchi omillari quyidagilardan iborat: yer maydonlarining iqlim sharoiti; tuproq va meliorativ sharoiti; geologik va gidrogeologik sharoiti; gidrologik sharoiti; iqtisodiy xo‘jalik sharoiti; ekinlari navlarining turlari va geografik joylashishi; shaftolini biologik xususiyatlari; bog’ni sug‘orish usuli va texnika - texnologiyasi;

shaftolini yetishtirishda ilg‘or agrotexnik tadbirlarini tadbiq qilish darajasi ko’tarilmoqda [2].

Tadqiqot materiallari va uslubi. Yuqoridagi dolzarb vazifalardan kelib chiqib, dala tajribalarini o‘tkazish o‘slubiyatlari asosida tadqiqotlar amalga oshirilmoqda [3]. O’simlikdagi potensial bug‘lanuvchanlikni kamaytirish (evopatranspiratsiya)ni, tuproq-o‘simlik-atmosfera tizimidagi issiqlik, sovuqlikni, va namlik almashuvchan dinamikasini xarakterlovchi tenglamalarni qo‘llashga asoslangan hisob usullardan foydalanib aniqlanmoqda. Hisob usullarning maqbul suv ta’minotida bug‘lanuvchanlik (transpiratsiya, evopatranspiratsiya) kabi muammolarni oldini olish maqsadida resurstejamkor texnologiyalardan biri bo’lgan tuproq ichidan sug’orish tizimini qo’llash orqali xisobiy qatlamning namlanishdagi namlikning tarqalish jarayonlarini g’o’zani o’suv fazalariga ta’sirini aniqlashni bartaraf qilinsa katta muammolarni echimini qilgan bo’lardik. Shu sababli resurstejamkor texnologiyalardan biri bo’lgan tuproq ichidan sug’orish tizimi bilan ingichka tolali g’o’zani Surxondaryo viloyatining Angor tumanida “Zamin Angor Cluster” MCHJ xo’jaligida va Denov tumanida “Surxon Sifat Tekstil” MCHJ tajriba maydonlarini etishtirishni tashkil qilindi [9].

Bunungi kunda qishloq xo‘jaligida ekiladigan ekinlarni yetishtirish turli xil sug‘orish usulilari asosida amalga qo‘llanilmoqda, shu munosabat bilan sug‘orish usuli, tuproq ichidan sug‘orish usulini qo‘llash orqali suv berishdagi namlanish uchun CHDNSning g‘o‘zani o‘sishi, revojlanishi, hosil to‘plash fazalariga turlicha ta’sir qilingan xolda asoslanishi zarur.

Yekinlarni yetishtirishda, yekin turiga qarab turli xildagi sug‘orish usullarini tanlash, xo‘jalikning tuprog‘ining turi, iqlim sharoiti, tabiiy xo‘jaligi, suvning mavjudligi yoki suvning tanqisligi asosidan kelib chiqib har xil belgilanishi, sug‘orishga beriladigan suv turli me’yorda berilishi talab etiladi. Bu o‘z navbatida sug‘orish me’yorini turlicha bo‘lishiga olib keladi hamda g‘o‘zani usuv fazalariga qarab turlicha me’yorlarni keltirib chiqaradi.

Tuproq ichidan sug‘orishda daladagi suvni g‘o‘zaning ildiz qatlamiga bir tekis taqsimlash, sug‘orishni sifatli olib borish, sug‘orishning daladagi g‘o‘za rivojlanishidagi bosqichlari bo‘yicha tutgan o‘rni, sug‘orishni texnika va texnologiyasi, sug‘orishdagi maqbul elementlarini ishlab chiqish hamda aynan belgilangan hisobiy qatlamni namlantirishda ingichka tolali g‘o‘zaning usuv fazalariga moslash bugungi kunning muxim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo‘ladigan ishdir. [5; 10-11 b].

Biz ilmiy-tadqiqot ishlarimizni ingichka tolali Surxon 14 navli g‘o‘zani och tusli yengil qumoq, mexanik tarkibiga asosan o‘rta qumoq tuproqlari sharoitida sug‘orish ishlari amalga oshirdik.

1-jadval

G‘o‘zani tuproq ichidan sug‘orish usulidagi sug‘orish tartibini ishlab chiqish bo‘yicha tajriba tizimi

Variantlar	Sug‘orish usullari	Tuproq-ning mexanik tarkibi	Sug‘orish oldi tuproq namligi CHDNS ga nisbatan, %	Sug‘orish quvurining joylashgan chuqurligi, m	Sug‘orish quvurlari orasidagi masofa, m
1 (nazorat)	egatlab sug‘orish	ўрта кумоқ	70-75-65	-	-
2	tuproq ichidan sug‘orish		60-70-60	0.5	0,9
3	tuproq ichidan sug‘orish		70-70-60		
4	tuproq ichidan sug‘orish		80-80-60		

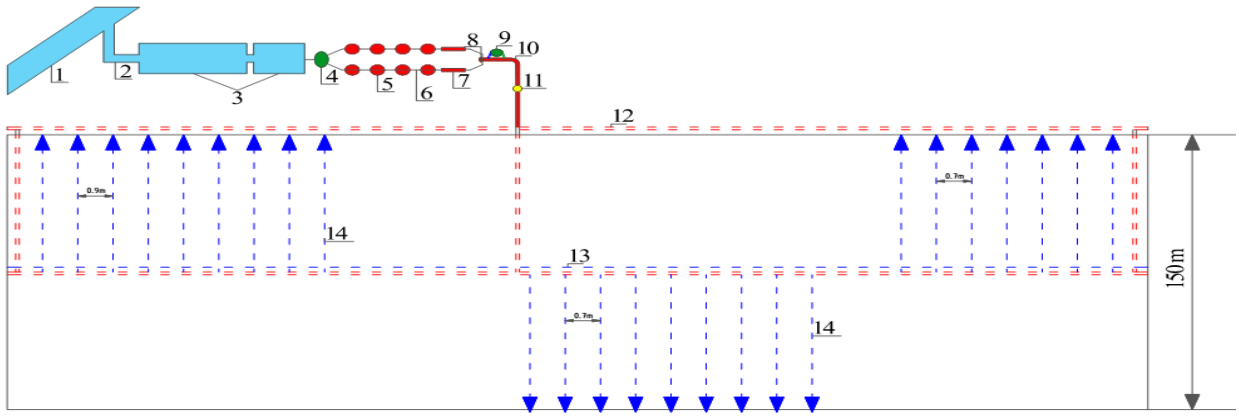
Eslatma: mineral o‘g‘itlar me’yorlari Surxandaryo viloyati uchun tasdiqlangan texnologik xarita asosida qabul qilinadi.

Bunda ingichka tolali Surxon 14 navli g‘o‘zani turli xil sug‘orishlarda amalga oshirdik xususan, nazorat 1-variantda sug‘orish oldi tuproq namligi CHDNS ga nisbatan, 70-75-65 % sug‘orish ishlari amalga oshirildi. Hisobiy qatlamni namlantirish bo‘yicha 5 marotaba sug‘orish ishlarini amalga oshirdik, mavsumiy sug‘orish me’yori 6040 m^3/ga tashkil qilganligini ko‘rdik. Ilmiy tadqiqotlarimizda tajriba variantlari quydagicha, ya’ni 2-tajriba variantda sug‘orish oldi tuproq namligi CHDNS ga nisbatan, 60-70-60 % sug‘orish ishlari amalga oshirildi, hisobiy qatlam asosida 8 marta sug‘orish ishlarini amalga oshirdik, umumiy sug‘orish me’yori 2010 m^3/ga teng bo‘ldi. Tajribamizning 3-variantida sug‘orish oldi tuproq namligi CHDNS ga nisbatan, 70-70-60 % sug‘orish ishlari amalga oshirilib, hisobiy qatlam asosida 10 marta sug‘orish ishlarini amalga oshirdik, mavsumiy sug‘orish me’yori 2350 m^3/ga teng bo‘ldi.

Tajribamizning 4-variantida sug‘orish oldi tuproq namligi CHDNS ga nisbatan, 80-80-60 % sug‘orish ishlari amalga oshirilib, hisobiy qatlam asosida 7 marta sug‘orish amalga oshirdik, mavsumiy sug‘orish me’yorini 2010 m^3/ga bo‘lganligini tashkil qilgan bo‘lsa, tajriba variantlari quydagicha, ya’ni 2-tajriba variantda sug‘orish oldi tuproq namligi CHDNS ga nisbatan, 60-70-60 % sug‘orish ishlari amalga oshirildi, hisobiy qatlam asosida 8 marta sug‘orish ishlarini amalga oshirdik, umumiy sug‘orish me’yori 2010 m^3/ga teng bo‘ldi.

Ilmiy taqiqotdagi har bir hisobiy qatlamda sug‘orish fazalari bo‘yicha tahlil qilganimizda va o‘rganganimizda sug‘orishning ingichka tolali Surxon 14 navli g‘o‘zani o‘sish, rivojlanish, hosil tuplash fazalari bo‘yicha nazorat variantga nisbatan tajribamizning 2-tajriba variantda sug‘orish oldi tuproq namligi CHDNS ga nisbatan, 60-70-60 % sug‘orish ishlari amalga oshirildi, hisobiy qatlam asosida 8 marta sug‘orish ishlarini amalga oshirdik namlantirishdagi hisobiy qatlamda yaxshi natijalarni oldik. Ingichka tolali Surxon 14 navli g‘o‘zani sug‘orish me’yorini aniqlash asosida tajribani 3-variantida 50-50-50 sm hisobiy qatlamlar bo‘yicha sug‘orishlar olib borildi.

Ilmiy tadqiqot olib borilgan har bir variant bo‘yicha hisobiy qatlamdagi usimlikning revojlanishidagi birinchi faza 50 sm gullashgacha bo‘lgan davr, bu davrda ingichka tolali g‘o‘zani ildiz qatlami yer yuziga yaqin joyda bo‘ladi, shu tariqa gullashgacha 50 sm hisobiy qatlamni sug‘orish maqsadga muvofiqligi asoslandi. Ikkinchi faza 70 sm gullash va hosil to‘plash davri, bu davrda ingichka tolali g‘o‘zaning suv ehtiyoji bo‘yicha ya’ni talabi juda yuqori bo‘lganligi hamda ildiz qatlami anchagina pastroqqa tushgan bo‘ladi, shu tariqa gullash va hosil to‘plash davrda 70 sm hisobiy qatlamda sug‘orish maqsadga muvofiq. O‘suv fazasining uchinchi faza 50 sm pishish davriga to‘g‘ri keladi, bu davrda ingichka tolali g‘o‘zani ildiz qatlami o‘zini har tomonlama oziqlantirish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Shunda g‘o‘zaning 50 sm hisobli qatlamini sug‘orish maqsadga muvofiq. Biz shu o‘suv davrdagi fazalarni hisobga olib boshqa variantlar bilan taqqoslab ko‘rganimizda, sug‘orishning g‘o‘za o‘suv fazalar bo‘yicha ta’siri nazorat variantga nisbatan tajribaning 2-tajriba variantidagi 50-70-50 sm hisobiy qatlamida yaxshi natijalarga erishildi.



1-rasm. **Ingichka tolali g‘o‘zani yetishtirishda tuproq ichidan sug‘orish tizimining sxematik ko‘rinishi**

Izoh: *1-Tadqiqot maydoniga yaqin magistral kanal, 2-yarim tarqatuvchi ariq, 3-sug‘orishdagi suv manba ikki (2) bosqichli tindirgichli hovuz; 4-elektro nasos (suvning bosimli asosga keltiruvchi qurilma); 5-tizimning qumli filtrlari; 6-nasos agrigatidan filtrga suvni yuboruvchi metalsimon quvur; 7-tizimning to‘rli va diskli filtrlari; 8-qumli filtrdan chiqqan tozza sug‘orishdagi suvni turli va diskli filtrlarga yuboruvchi quvur; 9-mineral o‘g‘itlarni suv asosida erituvchi idish; 10-suv sarfini o‘lchovchi manometr; 11-suvni nazoratlovchi ochib yopgich (dastak); 12-magistral quvur; 12-tarqatuvchi quvur; 13-tomizgichli shlang; (sug‘orish dalasida).*

Tadqiqot olib borilayotgan maydonda ingichka tolali “Surxon 14” navli g‘o‘zani tuproq ichidan sug‘orish orqali undagi texnika va texnologiya elementlarini o‘rganishimiz, biz o‘rganishda har bir tajriba sinov variantlariga 8 (sakkiz)ta egatdan iborat bo‘lib, unda himoya uchun - 4 (to‘rtta) ta egat olinib, tajriba sinov natijalari olinadigan tuproq ichidan utkazilgan tomizgichli shlang (egat)lar soni 4 (turtta) tani tashkil qildi. Tadqiqotning o‘tkazilish jarayonida tajriba maydoni uchun 4 ta variantdan iborat bo‘lib, shulardan (1 ta nazorat, 3 ta tajriba) xisoblanib, variantlar hisobi bo‘yicha 3 (uchta) ta qaytariqdan tashkil topgan. Tajriba maydonida namlatuvchi shlang (egat)lar orasidagi masofa (eni) 0,9 m ni tashkil qiladi. Namlatuvchi shlang (egat) uzunligi bo‘yicha 100, 200, 300-metrlarni tashkil qildi.

Ingichka tolali Surxon 14 navli g‘o‘zani tuproq ichidan sug‘orish texnika va texnologiya elementlarini ishlab chiqishda o‘rganilayotgan tajriba dalasining tabiiy-xo‘jalik sharoitiga, ekin turiga, elementar sug‘orish me’yori hamda sug‘orish tizimi elementlari, qabul qilib olingan sug‘orish tizimidagi ishchi bosim hisobiga bog‘liq bo‘lgan holda aniqlanadi. Bu yerda asosiy maqsad g‘o‘zani tomchilatib sug‘orish usuli, sug‘orish texnika elementlarini ilmiy asoslash orqali quyidagi - tomchilatib sug‘orish texnika elementlari bir variantda aniqlandi, har bir tajriba variant uchun 4-8 ta tomizgichli shlang (egat) olinib, ularni boshqa egatlardan ajralib turishi uchun chekkalaridan 2-4 tomizgichli shlang qoldirilib himoyachilar bilan chegaralandi, hisobli egat esa 4 ta ni tashkil etadi. Tomchilatib sug‘orish texnika elementlari tomizgichli shlangning har 0,25 m oraliqda tomizgich joylashishi, maqbul suv sarfi 1,6 l/soat bo‘lishi, yerning nishabligi i=0,006-0,009. Tomizgichli shlang (egat) uzunligi, 100 m, tomiz-gichli shlanglar orasidagi (egat eni) masofa, 0,9 m, tomizgichli shlang bir tekisda namlanish ishonchlilik koeffitsiyenti 0,93-0,98% gacha bo‘lishi. Sug‘orishdan oldin stvorlar har bitta 10 m dan bo‘lib chiqildi, sug‘orishdan 2-3 kundan so‘ng egatning ko‘ndalang kesimi bo‘yicha namlanishning chuqurligi o‘lchab borildi. Eng

maqbul variant 2-variantda 50-70-50 sm li ya’ni i=0.0036 nishablikda tomizgichli shlang uzunligi 100 m da, shlanglar orasidagi masofa 0.9 metrda, tuproqning sug‘orish oldi namligi CHDNS ga nisbatan 70-75-65% da, tomizgichli shlang uzunligi bo‘yicha bir tekisda namlanish koeffitsiyenti 0,98 bo‘lib, suv sarfi nazorat variantga nisbatan 2720 m^3/ga tejalishiga erishildi [5; 10-14 b., 7; 75-76 b].

Tahlil va natijalar. Ingichka tolali surxon 14 navli g’o’zani yetishtirilayotgan resurstejamkor sug‘orish texnologiyalaridan foydalangan holda sug‘orish ishlarini tashkil qilish, tuproq ichidan sug’orishda texnika va texnologiya elemintlarini takomillashtirish, eng maqbul sug‘orish tartibini ishlab chiqishdan iboratdir. Ingichka tolali surxon 14 navli g’o’zani egatlab sug‘orishda ChDNSga nisbatan 70-75-65 % sug‘orish oldi tuproq namligida 2-4-1 tizimda jami 6 marta sug‘orilib, Ingichka tolali surxon 14 navli g’o’zani zamonaviy tuproq ichidan sug‘orish texnologiyasini ChDNSga nisbatan 70-75-65 % sug‘orish oldi tuproq namligida 3-7-2 tizimida jami 12 marta sug‘orilib, yaxshi nateja olindi. Ingichka tolali “Surxon 14” navli g’o’zani sug’orishda tomizgichli shlangdan tomayotgan tomchidonlarning suv sarfini 1,8 l/soat suv berilganda 62,4 % ga, suv sarfini 2,2 l/soat suv berilganda 53,2 % ga suv iqtisod qilinganligi aniqlandi. Ingichka tolali surxon 14 navli g’o’zani sug’orishda tomizgichli shlang qator oralariga o‘tkazilgan ishlovlar 71-82 % ga qisqarganligi hisobiga, Shu koeffitsientlarni hisobga olib, jami suv iste’moli (mm) quyidagi bog‘liqlikdan aniqlanadi [2].

Sug‘orish me’yori quyidagi formula asosida aniqlanadi:

$$m_n = 100 \cdot \gamma \cdot h \cdot A \cdot (\beta_1 - \beta_2); \qquad (1)$$

Bu yerda: h-tuproqning namlanishdagi qatlam hisobiy chuqurligi, m; γ-tajriba tuproqning hajmiy massasi, t/m^3; A-tajribadagi namlantiriladigan maydon, m^2; β_1-sof quruq tuproq massasida kichik (namlik sig‘imini) namlanish hajmi, %. β_2-tuproqni optimal namlanishini pastki (quyi) chegarasiga to‘g‘ri keladigan sug‘orishdan oldingi haqiqiy namlik.

Bitta tomchilatgich bilan namlanadigan maydon quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$A_1 = n \cdot \frac{A}{(a \cdot b)}; \qquad (2)$$

Бунда: n-bitta g‘o‘zaga to‘g‘ri keladigan tomchilatgich soni; A-bitta suv chiqargich tomchidondan namlangan maydon, m^2; $a \cdot b$-g‘o‘zani (ekin)ni ekish sxemasi, m^2;

$$n = T_{ш} \div K_c \text{ dona;} \quad (3)$$

$T_{ш}$-tomizgichli shlang, dona;

K_c-ko‘chat soni, dona;

Suv beruvchanlik davomiyligi:

$$t = \frac{m}{E \cdot q \cdot n}; \quad (4)$$

E-suvdan foydalanish koeffitsiyenti;

$E = 0{,}74 \ldots . 0{,}97$ ga teng;

q-tomchilatgichning suv sarfi, l/soat;

n-1 gektar maydonga to‘g‘ri keladigan tomchidonlar soni.

Bir vaqtning o‘zida sug‘oriladigan maydon (ga) sug‘orish oralig‘ining minimal davri qiymatlari bo‘yicha aniqlanadi:

$$A = \frac{S}{\Delta t_{min}} \text{ ga teng;} \quad (5)$$

Bunda. S-modul (sug‘oriladigan) uchastkaning maydoni, ga;

Δt_{min}-sug‘orish oralig‘ining minimal davri, kun.

Ingichka tolali “Surxon 14” navli g‘o‘zani tomchilatib sug‘orish usulini qullash orqali sug‘orishning texnika va texnologiya yelementlarini takomillashtirish jarayonida o‘tkazilgan tajriba uchun hisobli qatlamning bir tekis namlanish koeffitsiyenti miqdari Kn=0,98 % ni tashkil etib, ko‘zlangan suv sarfini isrof qilmasdan ingichka tolali g‘o‘za o‘sish, rivojlanish, hosil to‘plashi uchun kerakli suvni me’yor asosida berilganligini isbotladi [3; 124-b., 2; 169-b., 5; 39 b].

Markazli namlantirishda elementar sug‘orish me’yorining qiymatlarini aniqlaymiz:

$$\mu_n = 0{,}67 \cdot \gamma \cdot \frac{\pi d^2}{4}\left(\beta_{ППВ} - \beta_i\right) \cdot K_1 \cdot K_2 = 0{,}67 \cdot 1{,}45 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 2^2}{4} \cdot \left(0{,}20 - 0{,}16\right) \cdot 0{,}6 \cdot 1 = 0{,}073 \ м^3$$

;

1. Elementar sug‘orish me’yorining suv chiqarishdagi minimal yo‘l qo‘yilishi mumkin bo‘lgan davomiyligini aniqlaymiz:

$$t = \frac{2P \cdot \alpha}{V_1 + V_2}; \quad (6)$$

3. Har bir shaftoli kuchatiga 4,0 l/soat sarfiga ega 2 dona tomizgichlarni qabul qilamiz.

4. Sug‘orishning ishchi davomiyligi quyidagi formula bo‘yicha

aniqlanadi:

$$t_p = \frac{1000 \cdot \mu_0}{n \cdot q}; \qquad (7)$$

Xulosa. Ingichka tolali g’o’zani yetishtirishda turli xil sug‘orish texnologiyalarini qo‘llanilishi bo‘yicha shunday hulosa qilish mumkinki, egatlab sug‘orilgan Ingichka tolali g’o’za hosildorlik va hosilning pishish darajasi turlicha ko‘rinishda bo‘lib, ularning ta’sir doirasiga nisbatan tuproq ichidan sug‘orish texnologiyasi qo‘llanilgan variantlarda iqtisod qilingan suv miqdori egatlab sug’orishga nisbatan 58-68% gacha tejalishiga, yoqilg‘i moylash materiallari xarajatlari 38-44% gacha, ishchi kuchi (qo’l mehnati) harajatlari 55-66% gacha, meniral o’g’itlar xarajat miqdori 41-47% gacha iqtisod qilinishga, lekin hosildorlikdagi rentabillik ko’rsatgichi 42-61% gacha ko’tarilishga erishildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Artikov A., Boltaev S.M., Turdiev B. G‘o‘za o‘sishi rivojlanishi va hosil to‘plashiga tomchilatib sug‘orilganda suvda erigan mineral o‘g‘itlar me’yorlari va qo‘llash usulining ta’siri. // Agro ilm. Toshkent. -2020, № 3(66),10-12 b. (ISSN 2091-5616).

2. Avliyoqulov M.A., Matyaqubov B.Sh. “Suv tanqisligi sharoitida sug‘orish texnologiyasini takomillashtirish muammolari” Suv xo‘jaligi va sug‘oriladigan yerlarni melioratsiyasini dolzarb muammolari mavzusida Respublika miqyosida ilmi-yamaliy anjuman materiallari. –Toshkent,-2011. -4-son. –B. 31-34.

3. Allanov X.K. Surxondaryo viloyatining o‘tloqlashib borayotgan tuprog‘ida ingichka tolali Surxon-103 navini etishtirishda suvdan foydalanishni takomillashtirish Agro prosessing jurnal. Toshkent, 2022. 5-jild, № 7-son.b-44-49.

4. Butayarov A. T., Nazarov A. A. Scientific substantiation of technology of efficient use of water resources in irrigation of cotton //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 401. – S. 05048.

5. Serikbaev B., Butayarov A. Operational responsibility and operational reliability of cotton drip irrigation systems //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – T. 883. – №. 1. – S. 012037.

6. Butayarov A. T. Improvement of water use in farms in the territory of" Amu-Surkhan" ITSB //AGROILM" magazine special. – №. 4. – S. 60.

7. Butayarov A. T. Amu–Surxon //ITXB hududidagi fermer xo ‘jaliklarida suvdan foydalanishni takomillashtirish.//“AGRO ILM” jurnali maxsus son. – T. 4. – №. 60. – S. 79-81.

8. Serikbaev B., Butayarov A. Operational responsibility and operational reliability of cotton drip irrigation systems //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 883. – №. 1. – S. 012037.

9. Butayarov A. T. Amu-Surxon irrigatsiya tizim havza boshqarmasida suvdan foydalanish holati. Mejdunarodnaya konferensiya innovatsionnoe razvitie nauki i obrozovaniya. Noyabr 2020 g.«Sbornik nauchnых trudov Pavlodar, Kazaxstan» Noyabr, 2020 g.

10. Butayarov A. T. Amu-Surxon" improves water usage on farms in the ITXB region. Special issue of" AGRO ILM" journal 4.(60). – 2019.

11. Butayarov A. T. et al. Technology of efficient use of water in irrigated agriculture. Republican scientific-practical conference on the topic" Environmental problems of rational use of water and land resources in irrigated farming" Volume I //Tashkent. November. – 2017. – S. 24-25.

12. Serikbaev B. et al. Water circulation is the main factor of water savii in dry years //Water resources of Central Asia and their use" materis of the International Scientific and Practical Conference dedicati to summing up the results of the UN Decade" Water for Life" Almat Kazakhstan book. – 2016. – Т. 2. – S. 234-238.

13. G‘ulomov S. Tomchilatib sug‘orish tizimining ishlashidagi aniqliylik darajasi. Toshkent, 2019. 126-131-b.

14. Isaev S.X., Begmatov I.B. G‘o‘zani sug‘orishda suv tejamkor maqbul rejimlari va suv iste’molini aniqlash. // Mejdunarodnoy konferensiya. – Taraz, 2022. –St. 125-129.

15. Nurjanov S.Y. Tomchilatib sug’orish samaradorligini asoslash. Monografiya 2021. 310 – 320-b.

УЎТ: 633.51:631.811.98:633.562

ҒЎЗА ҲОСИЛДОРЛИГИ ВА ЧИГИТ МОЙДОРЛИГИГА ҲОСИЛДОР СТИМУЛЯТОРИНИ ТАЪСИРИ

Худайқулов Тохир Рашитович
Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти мустақил тадқиқотчиси.
https://orcid.org/0009-0007-5644-0194

Аннотация. Тошкент вилоятининг типик бўз тупроқлари шароитида ғўзанинг ўрта толали Андижон-37 ва Бухоро-102 навларида Ҳосилдор стимулятори билан чигитга экиш олдидан 0,5 л/т, ғўзанинг шоналаш даврида 0,4 л/га, гуллаш даврида 0,6 л/га меъёрларда ишлов берилганда, чигитнинг дала шароитида унувчанлиги яхшиланган, ғўзанинг ўсиб ривожланиши яхшиланиб, ҳосил элементлари ва ҳосил тўплаш жараёнлари жадаллашиб, Андижон-37 навида чигит мойдорлиги 3,05 % га, пахта ҳосили 3,3-5,5 ц/га, Бухоро-102 навида эса чигит мойдорлиги 4,3 % га, пахта ҳосили 7,9 ц/га юқори бўлган.

Калит сўзлар: Ҳосилдор, Фитовак, стимулятор, ғўза, чигит, мойдорлик, пахта ҳосили.

Аннотация. В условиях типичных сероземных почв Ташкентской области при обработке семян перед севом средневолонкистых сортов хлопчатника Андижан-37 и Бухара-102 стимулятором Хосилдор нормой 0,5 л/т и в фазах бутонизации хлопчатника нормой 0,4 л/га и в фазе цветения нормой 0,6 л/га улучшилась всхожесть семян в полевых условиях, а также улучшается усиливаются процессы рост развития хлопчатника, накопления плодоэлементов и урожая, у сорта Андижон-37 масличность семян повысилась на 3,05 %, урожай хлопка-сырца на 3,3-5,5 ц/га, а у сорта Бухара-102 масличность семян повысилась на 4,3%, урожай хлопка-сырца на 7,9 ц/га.

Ключевые слова: Хосилдор, Фитовак, стимулятор, хлопчатник, семена, масличность, урожай хлопка-сырца.

Annotation. In the typical sierozem soils and natural climatic conditions of the Tashkent region, seed treatment with Hosildor stimulator at a rate of 0.5 l t^{-1} before sowing, in the conditions of typical boggy soils of the Tashkent region, medium-fiber cotton varieties Andijan-37 and Bukhara-102 were treated with a tuber stimulator at a rate of 0.5 l/t before sowing, when cotton is treated at the rate of 0.4 l/ha during the budding period and 0.6 l/ha during the flowering period, the germination of the seed in field conditions is improved the growth and development of cotton is improved, the harvest elements and harvesting processes are accelerated, in the Andijan-37 variety, the seed fat content was 3.05%, the

cotton yield was 0.33-0.55 t ha^{-1} and in the Bukhara-102 variety, the seed fat content was 4.3% and the cotton yield was 0.79 t ha^{-1}.

Key words*:* Hosildor, Fitovak, stimulator, cotton, seed, fertility, cotton crop.

Кириш. Дунёдаги пахта етиштирувчи давлатлар орасида Ўзбекистон энг шимолда жойлашганлиги сабабли, чигитни эртаги, соғлом ва бехато ундириб олиш, ғўзанинг баравж ўсиш-ривожланишига қулай шароит яратиш, юқори ва сифатли ҳосил етиштириш, чигитни оқсил миқдори ва мойдорлигини ошириш каби бир қанча муаммоларга дуч келинмоқда. Ушбу муаммоларни бартараф этишда мамлакатимиз олимлари томонидан ресурстежамкор инновацион агротехник тадбирлар ишлаб чиқилмоқда ва такомиллаштирилиб борилмоқда. Шулардан бири ўсишни созловчи моддалар билан чигитга ва ғўзанинг ўсув даврида ишлов бериш усули бўлиб, эртаги, мўл ва сифатли пахта ҳосили етиштиришда муҳим омиллардан бири агротехник тадбирлар ҳисобланади. Мамлакатимизда чигитни этраги соғлом ва бир текис ундириб олиш, ғўзани ўсиб ривожланишини, касаллик ва зараркунандаларга ҳамда ташқи стресс омилларга бардошлилигини оширишда ўстирувчи моддалар билан ишлов бериш борасида кўплаб илмий тадқиқотлар ўтказилган, уларни қўллаш меъёрлари ва муддатлари бўйича тавсиялар берилган, қуйида уларга қисқача тўхталиб ўтамиз.

Ш.Абдуалимов, Ш.Каримовларнинг [1, 256-259-Б.]. олиб борган тадқиқот ишларида янги стимуляторларини чигит экиш олдидан ва ғўзани вегетация даврида қўлланилганда ниҳолларнинг униб чиқиши жадаллашиб, ғўзанинг бўйи баланд, ҳосил шохлари сони ва ҳосил элементлар сони ортган, кўсаклар сони кўпайиб, ғўзадан юқори ва сифатли ҳосил олишга эришилган.

Ф.Шамситдинов, Ш.Абдуалимов [2, 169-172-Б.]. такидлашича Гумимакс стимулятори 1,0 л/т, ғўзани вигетатция даврларида 0,3 л/га ёки мочевина суспензияси 5-7 кг/га ва гумимакс 0,15-0,20 л/га меъёрларида қўшиб ишлов берилганда, ғўзанинг ўсиб ривожланиши яхшиланган, ҳосил шохлар ва кўсаклар сони ортган, юқори ва сифатли пахта ҳосили олишга эришилади.

Ш.Абдуалимов, Ш.Каримов, Ч.Улуғов, С.Улуғова [3, 123-125-Б.]. лар чигитга экишдан олдин Оберегъ стимулятори билан 1,0 мл/т+10 мл/га ва Фитовак 200 мл/т+400 мл/га меъёрда қўлланиллаб ўрганган. Стимуляторлар

чигитларни униб чиқиши жадаллашиб, ўсиб-ривожланиши яхшиланган, кўсаклар сони ортган, пахта ҳосили ва тола сифатига яхши таъсир қилиб чигит мойдорлиги 5,2-6,0% ошган.

К.М.Тожиев [4, -Б 15.]. таъкидлашича Витавакс 200 ФФ билан тукли ва туксиз чигитларга ишлов бериб экилганда илдиз чириш билан кам зарарланганлиги, гоммоз учрамаганлиги аниқлаган, нароратдан пахта ҳосили 3,0-3,5 ц/га чигит мойдорлиги 1,2-2,1% юқори бўлган.

Н.Н.Рахмонов [5, 310-312.]. фикрича Гуминли стимулятоларни чигитга 0,8-1,0 л/т ва ғўзани шоналаш-гуллаш даврида 0,3-10,3 л/га қўлланилганда чигит мойдорлиги 1,2-5,6% ошган. Бундан ташқари Гумимакс 0,6 л/т қўлланилганда 11% вилт билан кам зарарлангани маълум бўлган.

С.Раҳмонқулов [6, 12-14-Б.]. таъкидлашича ғўзани парваришлашда ва олиб борилаётган агротехник тадбирларнинг қойидаларига боғлиқ бунда агратехник тадбирлар яхши ўтказилса ғўзадаги барча мухим кўрсатгичлар яни чигитдаги ёғ миқдори 0,2 фоизга ошиши мумкин, ҳамда бошқа кўрсаткичлар самарали бўлади, агарда агротихникани ўз вақтида яхши ўтказилмаса акси бўлади.

Шуни таъкидлаш лозимки, Ҳосилдор стимулятори нафақат ғўзани ўсиши ва ривожланишига, пахта ҳосилдорлигига ва чигит мойдорлигига ижобий таъсир кўрсатди. Тошкент вилояти типик бўз тупроқлари шароитида ғўзанинг Андижон-37 ва Бухоро-102 навларида илмий тадқиқот ишлари олиб борилди. Бунда ғўзани ўсиши ва ривожланишига, пахта ҳосилдорлигига ва чигит мойдорлигига Ҳосилдор стимулятори ўзига хос таъсир кўрсатгани аниқланди. Тадқиқотда ғўзанинг бўйи, чин барглар сони, ҳосил шохлари, шона, гул ва кўсаклар сони, кўсакларнинг очилиш даражаси, чигит мойдорлиги ва пахта ҳосили бўйича таҳлиллар қилинди.

Тажриба услуллари ва шароити. Илмий тадқиқот ишида дала тажрибаларини ўтказиш, таҳлиллар, фенологик кузатувлар ва ҳисоблашлар ПСУЕАИТИ да қабул қилинган “Дала тажрибаларини ўтказиш услублари” [7, 147-б.]. қўлланмасига мувофиқ олиб борилган ва “Ўсишни созловчи моддаларни давлат синовидан ўтказиш бўйича қисқача услубий кўрсатмалар” дан фойдаланилган, олинган маълумотларга математик статистик ишлов бериш Б.А.Доспехов [8, 248-256-С.]. услубига мувофиқ амалга оширилган. Шунингдек, кимёвий моддаларни ишлатиш даврида «Ўсишни созловчи моддаларни давлат синовидан ўтказиш бўйича қисқача

услубий кўрсатмалар» [9, 405-с.]. ва «Инсектицид, акарицид, биологик актив моддалар ва фунгицидларни синаш бўйича услубий кўрсатмалар» дан фойдаланилди.

Дала тажрибаси 2019-2022 йилларда Тошкент вилояти Қибрай тумани ПСУЕАИТИ тажриба участкасида ғўзанинг Андижон-37 ва Бухоро-102 навларида типик бўз тупроқлар шароитида ўтказилди.

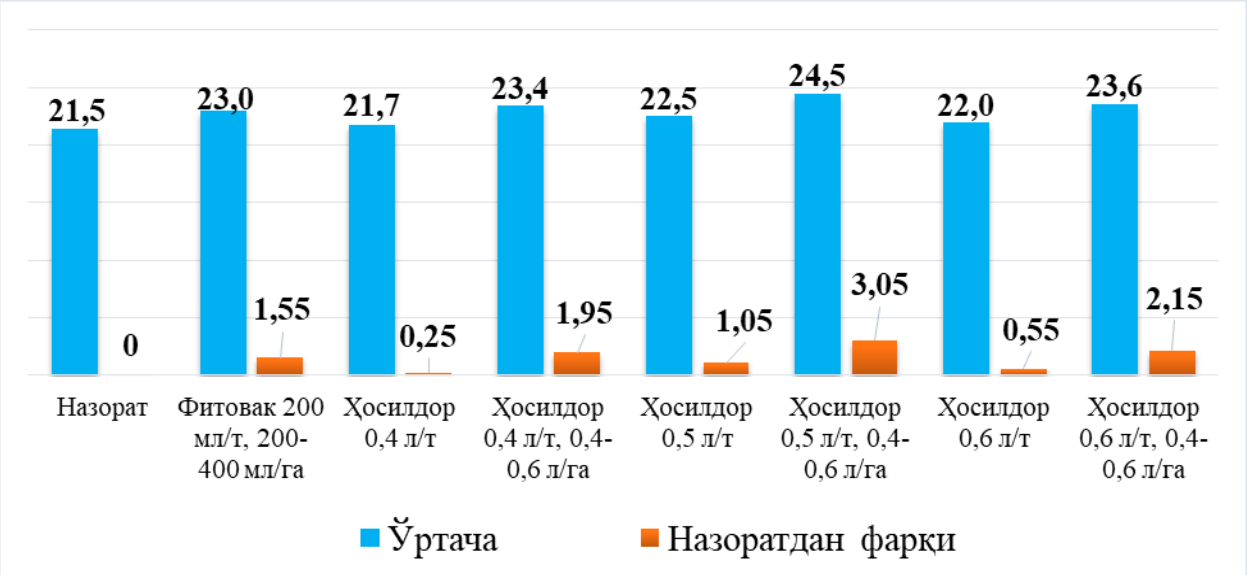
Тажриба вариантлари 4 қатордан иборат бўлиб, эни 2,4 м, бўйи 25 м, майдони 60 м^2, шундан ҳисоблаш майдони 30 м^2 ни ташкил этди ва 3 қайтариқда 3 ярусда жойлаштирилди. Тажрибада чигит 60х15-1 тизимда гектарига 45 кг уруғ сарфлаб экилди. Чигит экиш олдидан 1 т уруғлик чигит 600 л сув ҳисобида ҳар 3-4 соатда 200 л сув сарфлаб 3 марта намланди. Тажриба вариантларини таққослаш учун эталон сифатида Фитовак стимулятори билан чигитга 200 мл/т меъёрда ишлов берилган бўлса, Ҳосилдор стимулятори чигитга экиш олдидан 0,4-0,5-0,6 л/т меъёрларда қўлланилган. Шунингдек, ғўзанинг шоналаш ва гуллаш даврларида Фитовак 200-400 мл/га ва Ҳосилдор стимулятори 0,4-0,6 л/га меъёрларда 300-500 л/ га сувга аралаштирилиб қўл мосламали пуркагич ёрдамида сепилган.

Натижалари ва мунозара. Маълумки, пахтачиликда ҳар қандай тупроқ иқлим шароитида ҳам турли ташқи омилларга чидамли, касаллик ва ҳашоратларга бардошли навларни яратиш, уларни ўзига хос парваришлаш агротихнологиясини ишлаб чиқиш ҳамда эртаги, юқори ва сифатли ҳосил олиш, чигитни мойдорлигини ошириш долзарб ҳисобланади.

Ғўзанинг ривожланиш даврида агротихник тадбирлар тўғри олиб борилмаса, касаллик ва зараркунандаларга қарши кураш чоралари ўз вақтида ўтказилмаса ҳосилдорлик 30-40% ҳатто ундан ҳам кўпроқ камайишига олиб келади. Агар юқорида атилган табдирлар ўз вақтида сифатли ўтказилса, қўшимча ҳаражат ва меҳнатсиз ҳам юқори ва сифатли ҳосил олиш имконияти яратилади. Ўрганишлар натижасида Ҳосилдор стимуляторларининг таъсири фақатгина чигитларнинг униб чиқиш даражасига эмас балки, ўсимликнинг ўсиши ва ривожланишига, кўсакларнинг очилиш даражасига, пахта ҳосилдорлигига, ҳамда чигит мойдорлигига таъсири ижобий эканлиги аниқланган. Ҳар йили пахта теримидан олдин тажриба вариантлари бўйича намуналар териб олиниб, чигитнинг мойдорлиги ўрганилди. Адабиётлардан маълумки, чигит

мойдорлиги қанча юқори бўлса, унинг унувчанлиги ва стресс омилларга бардошлиги юқори бўлади.

Шу сабабли Тошкент вилоятининг типик бўз тупроқлари шароитида 2019-2022 йилларда ўтказилган дала тажрибасида Ҳосилдор стимулятори билан ғўзага турли муддат ва меъёрларда ишлов берилганда пахта ҳосилдорлигини ортиши ва чигит мойдорлигига таъсири аниқланди.



1-расм. **Ғўзани Андижон-37 нави чигит мойдорлигига Ҳосилдор стимуляторини таъсири, % ҳисобида ўртача 2020-2021 йиллар**

Ғўзанинг ўсув даври охирида пахта терими олдидан Андижон-37 навида назорат вариантида чигит мойдорлиги 21,5 % ни тишкил этган бўлса,Фитовак стимулятори билан чигитга экиш олдидан 200 мл/т, ғўзанинг шоналаш-гуллаш даврларида 200-400 мл/га меъёрларда қўлланганда чигит мойдорлиги 23,0 % ни ташкил этган ва назоратдан 1,55 % га ортган.

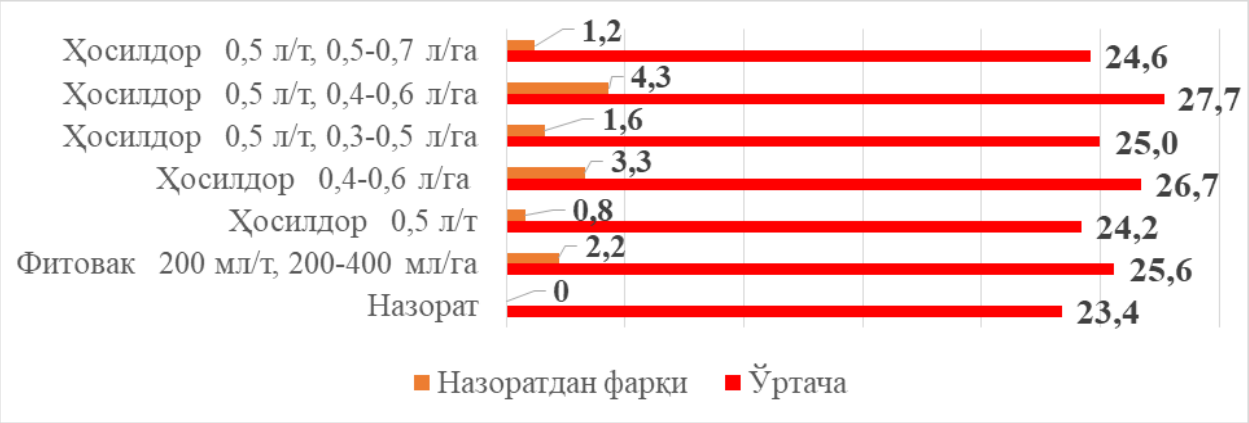
Ҳосилдор стимулятори билан чигитга экиш олдидан 0,4-0,5-0,6 л/т меъёрларда ишлов берилиб, шоналаш-гуллаш даврларида стимулятор қўлланилмаганда чигит мойдорлиги 21,7-22,5 % ни ташкил этган ва назоратдан 0,25-1,05 % га ортган.

Чигитга экиш олдидан 0,4-0,6 л/т, ғўзанинг гуллаш-гуллаш даврларида 0,4-0,6 л/га меъёрларда қўлланилганда чигит мойдорлиги 23,4-24,5 % ни ташкил этиб, назоратдан 1,95-3,05 % га % юқори бўлганлиги кузатилган (1 расм).

Таъкидлаш лозимки, ҳосилдор стимулятори билан ғўзани Андижон-37 навида чигит экиш олдидан 0,5 л/т, ғўзанинг шоналаш даврида 0,4 л/га ва

гуллаш даврида 0,6 л/га меъёрда ишлов берилганда 24,5 % ни ташкил этиб назоратдан 3,05 % га юқори бўлган.

Кейинги тажриба 2021-2022 йилларда ғўзанинг Бухоро-102 навида олиб борилди. Олинган маълумотларга кўра, 2022-йил чигит мойдорлигини ўрганиш мақсадида ғўзанинг Бухоро-102 навида Ҳосилдор стимуляторининг таъсири ўрганилган. Тажрибада назорат вариантда чигит мойдорлиги 23,4 % ни ташкил этган бўлса, Фитовак ситимулятори (200 мл/т, 200-400 мл/га) қўлланганда 25,6 % ни ташкил этган ва назоратдан 2,2 % га юқори бўлган.



2-расм. **Ҳосилдор стимуляторининг чигит мағзидаги мойдорлигига таъсири, % ҳисобида ғўзани Бухоро-102 нави, 2022 йил**

Ҳосилдор стимулятори билан чигитга 0,5 л/т, ғўзанинг шоналаш-гуллаш даврларида стимулятор қўлланилмаган вариантда чигит мойдорлиги назоратдан 0,8 % га ортган. Чигитни оддий сув билан намлаб экиб, ғўзанинг шоналаш-гуллаш даврларида 0,4-0,6 л/га меъёрларда стимулятор қўлланилганда чигитнинг мойдорлиги 3,3 % га ортган. Ҳосилдор стимулятори билан чигига 0,5 л/т, ғўзанинг шонлаш-гуллаш даврларида 0,3-0,7 л/га меъёрларда стимулятор қўлланилганда чигит мойдорлиги 1,2-4,3 % га назоратдан юқори бўлган (2-расм).

Мақбул вариантда яъни Ҳосилдор стимулятори билан ғўзани Бухоро-102 навида ҳам чигит экиш олдидан 0,5 л/т, ғўзанинг шоналаш даврида 0,4 л/га ва гуллаш даврида 0,6 л/га меъёрда ишлов берилганда 27,7 % ни ташкил этиб назоратдан 4,3 % га юқори бўлган.

Таъкидлаш лозимки, Ҳосилдор стимулятори чигитга 0,5 л/т, ғўзани шоналаш-гуллаш даврларида 0,4-0,6 л/га меъёрларда ишлов берилган мақбул вариантда ғўзанинг бўйи, ҳосил шохлари, кўсаклар сони, очилган кўсаклар, назоратдан юқори бўлди, ғўзани Андижон-37 навида пахтадан 3,3-

5,5 ц/га, чигит мойдорлиги 3,05 % га, ғўзани Бухоро-102 навида эса пахта ҳосили 7,9 ц/га, чигит мойдорлиги 4,3 % га юқори бўлганлиги аниқланган.

Хулоса. Хулоса қилиб айтиш мумкинки Тошкент вилоятининг типик бўз тупроқлари шароитида ғўзанинг ўрта толали Андижон-37 ва Бухоро-102 навларида Ҳосилдор стимулятори билан чигитга экиш олдидан 0,5 л/т, ғўзанинг шоналаш даврида 0,4 л/га, гуллаш даврида 0,6 л/га меъёрларда ишлов берилганда, ғўзанинг бўйи, ҳосил шохлари, кўсаклар сони, кўсакларнинг очилиш даражаси назоратга нисбатан ортган, бу эса пахта ҳосили ва чигит мойдорлигининг ортишига олиб келган, ғўзани Андижон-37 навида чигит мойдорлиги 3,05 % га, пахта ҳосили 3,3-5,5 ц/га, Бухоро-102 навида эса чигит мойдорлиги 4,3 % га, пахта ҳосили 7,9 ц/га юқори бўлган.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Абдуалимов Ш.Х., Каримов Ш. Ғўза парваришида янги стимуляторларининг самараси //Ўзбекистон пахтачилигини ривожлантириш истиқболлари. ПСУЕАИТИ мақолалар тўплами ИИ-қисм. -Тошкент, 2014. -Б. 256-259.

2. Шамситдинов Ф.Р., Абдуалимов Ш.Х. Наманган вилояти шароитида Гумимакс стимуляторининг ғўзадаги самарадорлиги // Ғўза ва ғўза мажмуидаги экинларни парваришлаш агротехнологияларини такомиллаштириш ЎзПИТИ мақолалар тўплами. -Тошкент, 2013. -Б.169-172.

3. Абдуалимов Ш., Каримов Ш., Улуғов Ч., Улуғова С. "Янги стимуляторларнинг чигит мойдорлигига таъсири" / Мойли экинларни етиштириш ва қайта ишлаш: ҳозирги ҳолати ва ривожлантириш истиқболлари мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Тошкент 2018 йил. –Б. 123-125.

4. Таджиев К.М. Тола сифати ва чигит мойдорлиги // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги журнали. -Тошкент, 2007. № 5. Б 15.

5. Рахмонов Н.Н., Абдурахмонов М.Н. Гуминли стимуляторлар чигит унувчанлигини оширади. // Кишлок хўжалиги селекцияси ва уруғчилиги сохасининг ҳозирги ҳолати ва ривожланиш истиқболлари номли Республика илмий-амалий анжумани илмий материаллари.. 1-қисм. Тошкен, 2015. –Б. 310-312.

6. Раҳмонқулов С. Ғўза чигитининг ҳалқ хўжалигидаги аҳамияти // Пахтачилик. –Тошкент, 1993. -№ 46. Б. 12-14

7. Дала тажрибалари ўтказиш услублари. ЎзПИТИ. –Тошкент, 2007. 147 б.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-ое изд. доп. и перераб. - Москва. Агропромиздат, 1985. –С. 248-256.

9. Калинин Ф.Л., Мережинский Ю.Г. Регуляторы роста растений. - Киев, 1965. 405 с.

3-SHO‘BA

SUV XO‘JALIGIDA ISLOHOTLAR, INNOVATSIYA VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNING AHAMIYATI

УДК: 627.8.064.4

ОБШИР СЕЛ-СУВ ОМБОРИ СИҒИМИНИНГ ЎЗГАРИШИ

Икрамова Малика Рахимбердиевна
техника фанлари доктори
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Ходжиев Алишер Қулдошевич
т.ф.ф.д. доцент (PhD)
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Жўраев Бахром Баҳриддинович
т.ф.ф.д. PhD.
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Икромов Отабек Эркин ўғли
таянч докторант
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти

Аннотация. Эксплуатация даврида сув омборлари косасини лойқа босиб, фойдали ҳажми камайиб боради. Натижада сув омборига бириктирилган майдонларнинг иқтисодий самарадорлигига таъсир кўрсатади. Ушбу жараён сув омбори иш режимига боғлиқ. Шунинг учун сув омборининг сув сиғимини аниқ билиш талаб этилади. Мақолада Сурхондарё вилоятидаги Обшир сел-сув омбори сиғимига аниқлик киритиш мақсадида олиб борилган натура ўлчов ишлари натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: сув омбори, ҳажм, космик маълумотлар, ГАТ, GPS, глобал навигация, лойқа босиш.

Аннотация. В период эксплуатации происходит заиление чаши водохранилищ и сокращается их полезный объем. В результате это оказывает влияние на экономическую эффективность подвешенных территорий. Данный процесс зависит от режима эксплуатации водохранилища. Поэтому требуется иметь точную информацию по емкости водохранилища. В статье представлены результаты натурных измерительных работ, проведенных с целью уточнения емкости селеводохранилища Обшир в Сурхандарьинской области.

Ключевые слова: водохранилище, объем, космическая съёмка, ГИС, GPS, глобальная навигация, заиление.

Annotation. During the operation period, water reservoir silts up and its useful volume decreases. As a result, this affects the efficiency of the command areas. This process depends on the reservoir operation mode. Therefore, it is necessary to have accurate information on the water reservoir capacity. The article

presents the results of measurement work carried out to clarify the Abshir mudflow reservoir capacity in the Surkhandarya region.

Key words: water reservoir, volume, space data, GIS, GPS, global navigation, siltation.

Кириш. Қишлоқ хўжалиги экин майдонларини, аҳолининг сувга бўлган эҳтиёжини самарали таъминлаш мақсадида сув омборларининг сув сиғимига аниқлик киритиш ва мониторингини юритиб бориш бўйича илмий-амалий ишлар олиб борилмоқда [1, 4, 11]. Маълумки, сув омборлари тўлдирилгандан сўнг, ишлаш жараёнида сув омбори соҳасида морфологик ўзгаришлар юз беради. Бундай ҳодисалар сув омбори иш режими ва иншоотлар техник ҳолатига салбий таъсир кўрсатади [2, 5]. Сув омборларининг юқори бьефини лойқа босиши натижасида унинг фойдали ҳажми камайиб боради ва иқтисодий самарадорликка таъсир кўрсатади [3, 7].

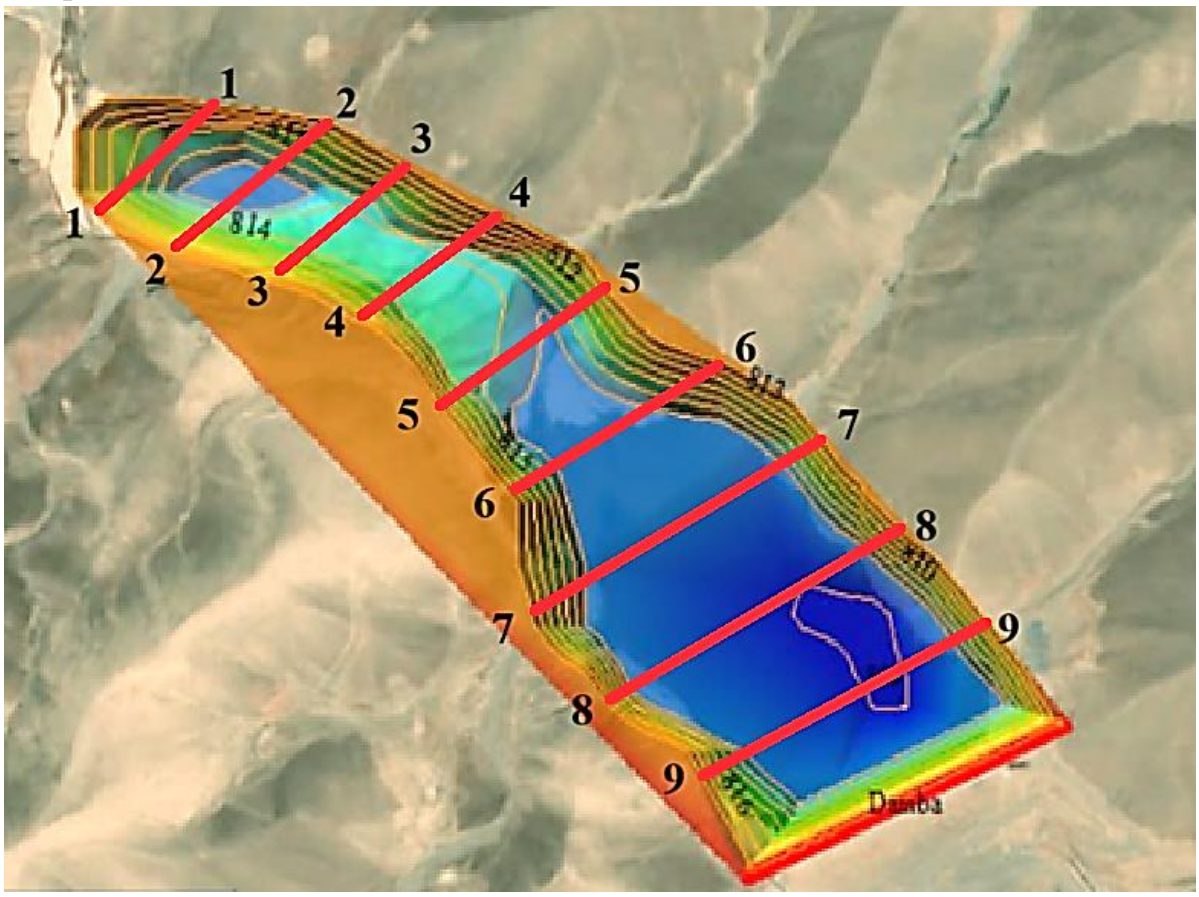
Кузатилаётган иқлим ўзгариши ва сув ресурсларининг бугунги ҳолатини баҳолаш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижаларига қараганда, табиатда табиий хавф-хатарларнинг пайдо бўлиш эҳтимоли ортиб бормоқда. Ўзбекистон бўйича сел келиши 2030 йилда ҳозирги даражага нисбатан 30-35% га ортади. Бу эса Республикамиз ҳудудларида сел-тошқинлар тез-тез содир бўлишини кўрсатади. Оқибатда қисқа муддатли сел оқимлари кўприкларни, йўлларни, каналларни, экин майдонлари ва гидротехник иншоотларни шикастлантиради. Шунинг учун сув ва сел-сув омборини эксплуатация қилиш давомида сув сиғимини аниқ билиш талаб этилади. Юқоридагиларни ҳисобга олган холда Сурхондарё вилоятидаги Обшир сел-сув омбори сиғимига аниқлик киритиш мақсадида натура ўлчов ишлари олиб борилди.

Тадқиқот объекти. Обшир сел-сув омбори Сурхондарё вилоятининг Олтинсой тумани марказидан 25 км Шимолий ғарбда жойлашган. Сел-сув омбори 2008 йилда ишга туширилган бўлиб, сув тоғ ҳудудида ҳосил бўладиган Вахшиворсой ирмоқлари орқали йиғилади. Лойиҳа бўйича сув тўплаш ҳажми 0,86 млн м^3, фойдали ҳажми 0,73 млн м^3 ни ташкил қилади. Сув омбори қишлоқ хўжалиги экинларини суғориш, балиқчилик ва аҳоли фойдаланиши учун сув етказиб беради. Тўғоннинг умумий узунлиги 130 м, баландлиги 18 м.

Тадқиқот усули. Обшир сел-сув омбори косаси ҳажмининг ўзгаришини аниқлаш учун бирламчи маълумотлари йиғилиб, таҳлили

амалга оширилди. Бунинг учун иш бажариш акваториясидаги геодезик пунктларнинг маълумотлари ва олдин бажарилган ишлар натижалари олинди. Ўлчов ишларини олиб бориш учун йўл харитасини ишлаб чиқилди. Бунда сув омбори лойиҳавий топографик чизмаси ўрганилиб, топографик чизмада ўлчов олиб бориш учун створлар аниқланди (1-расм). Дала ишларини бажариш учун объектга чиқиб, ўлчов ишларини амалга оширилди.

Космик съёмка орқали олинган координата ва белгиларни ишчи нуқталар билан боғланди. GNSS EFIX F4 ва F7 модел глобал навигация кузатув ускунаси ва Hi-Survey Road V2,1,3 дастури ёрдамида жойнинг координаталари аниқланиб, GPS антеннаси кўрсаткичининг WGS-84 тизимига киритилди ва объектни контури бўйича айланиб чиқилди. Ўзбекистонда белгиларни аниқлашда Болтиқ тизимидан фойдаланилганлиги учун WGS-84 тизими ёрдамида аниқланган белгиларни Болтиқ тизимига улаб, корректировка ва конвертация қилинди. Сўнгра сув омборидаги лойқа-чўкиндилар миқдорини ҳисоблаш ишлари амалга оширилди.

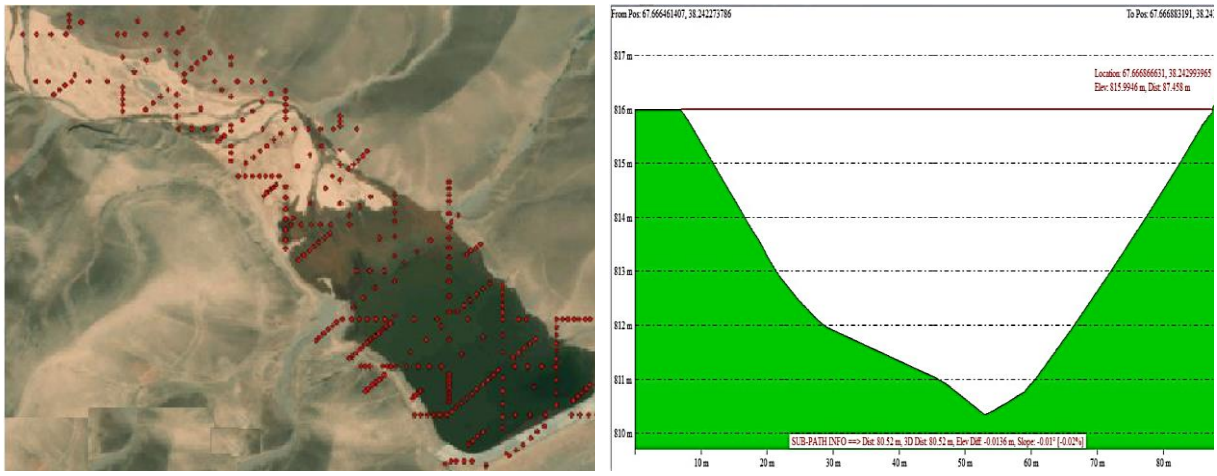


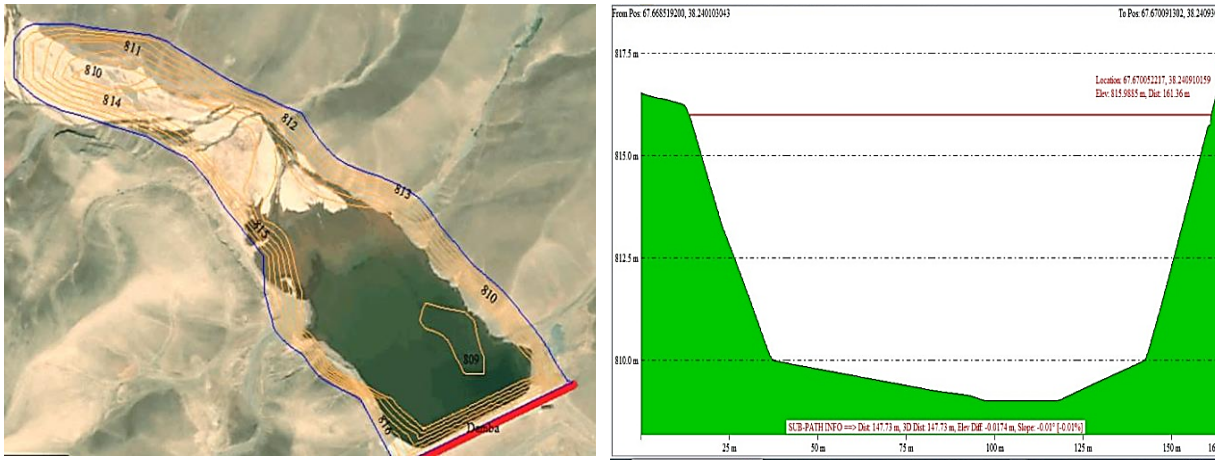
1-расм. **Автопланнер дастурида сув юзаси бўйлаб йўналиш ва створларни белгилаб олиш**

Дастлаб, геодезик ўлчашларда фойдаланилган GNSS EFIX F4 ва EFIX F7 асбоблар ёрдамида X, Y ва H координаталарини ўзида мужассамланган маълумотлар ArcGIS дастурий таъминоти қўллаб-қувватлайдиган ESRI shape (,shp) форматига экспорт қилиниб, ArcGIS дастурига юклаб олинди. Ўлчаш ишлари жараёнида реал вақт режимидаги сув омбори вертикаллари орасидаги масофа, олинган вертикаллар координаталаридан ташкил топган маълумотлар базаси яратилди. Олинган координата белгилари MS Excel (.xlsx) форматига экспорт қилиниб, ArcGIS дастурига юклаб олинган ҳолда қайта ишланди ҳамда маълумотлар ESRI shape (.shp) форматига конвертация қилинди. Сув юзаси бўйлаб сув омбори тўғонига параллел йўналишда створлар ва X, Y ва H координаталар аниқлаш учун машрут нуқталари белгилаб олинди.

Тадқиқот натижалари. Ўлчаш ишлари жараёнида сел-сув омборининг кўндаланг кесим юзаси оралиқлари 70-120 метрдан белгиланиб, X, Y ва Z координаталар бўйича отметкалар аниқланди. Сув омборининг кўндаланг кесим юзаси чуқурликлари бўйича белгилари аниқлаб олинди. Сув омборида ўлчов створлари ва кўндаланг профиллар 2-расмда келтирилган.

Сув омборнинг ҳозирги кундаги сув сиғимини ҳисоблашда ArcGIS дастурининг имкониятлари ва сув омбори косасининг кўндаланг кесимлари рақамли модели Digital Elevation Model (DEM) ёрдамида ишлаб чиқилди.





2-расм. **Сув омборида ўлчов створлари ва профиллари кўриниши**

DEM дан фойдаланиб, сув омборининг ҳажмини ҳисоблаш ArcGIS дастурида қуйидаги формула орқали амалга оширилди:

$$V = \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot (Z_i - Z_{ref}); \qquad (1)$$

Бу ерда: V-ҳажм, n-пикселлар сони, A_i-пиксел майдони, Z_i-тегишли пикселнинг баландлик қиймати, Z_{ref}-чегараловчи баландлик қиймат.

Формуладаги Z_{ref} ҳар бир баландлик белгисида қандай ҳажмдаги сув миқдори мавжудлигини аниқлаш мақсадида ўзгартирилиб борилади. Обшир сел-сув омбори косасининг энг паст белгиси 800 м ва энг юқори белгиси 816 м бўлганлиги сабабли, Z_{ref} 809 м дан 816 м гача бўлган қийматлар билан босқичма-босқич ўзгартириб борилди. Юқоридаги формулага асосан 816 м белгисида сув омборнинг ўлчанаётган вақтдаги ҳажми 0,36 млн м^3 эканлиги аниқланди. Сув омбори ҳудудида олиб борилган ўлчовлар натижасидан олинган маълумотларни умумлаштириб ҳисоблаш орқали сув омборининг хар бир сув сатҳи белгисида юза майдонлари ва сиғимлари ҳисобланди. Ҳисоблаш натижалари 1-жадвалда келтирилган.

Тадқиқот натижалари асосида шуни таъкидлаш мумкинки, ҳозирги кунда сув омборининг меъёрий димланган сатҳида яъни 347 м белгисидаги умумий ҳажми 113,34 млн м^3 ни ташкил этиб, бундан сув омборининг 335 м белгисидаги ўлик сув сатҳида ҳажми 16,37 млн м^3 ни ташкил этди.

1-жадвал

Ўлчовлар асосида аниқланган юза майдони ва сув сиғими

H, м	**Сув омбори ўлчов маълумотлари: W, млн м^3**	**Юза майдони, км^2**
	Лойиҳавий	**2024-йил**
800	0,032	Лойқа билан тўдган
801	0,060	
802	0,080	

803	0,100		
804	0,150		
805	0,160		
806	0,230		
807	0,260		
808	0,300		
809	0,350	0,00	0,0020
810	0,400	0,02	0,0200
811	0,450	0,05	0,0291
812	0,540	0,10	0,0370
813	0,600	0,16	0,0410
814	0,680	0,22	0,0460
815	0,760	0,29	0,0500
816	0,860	0,36	0,0548

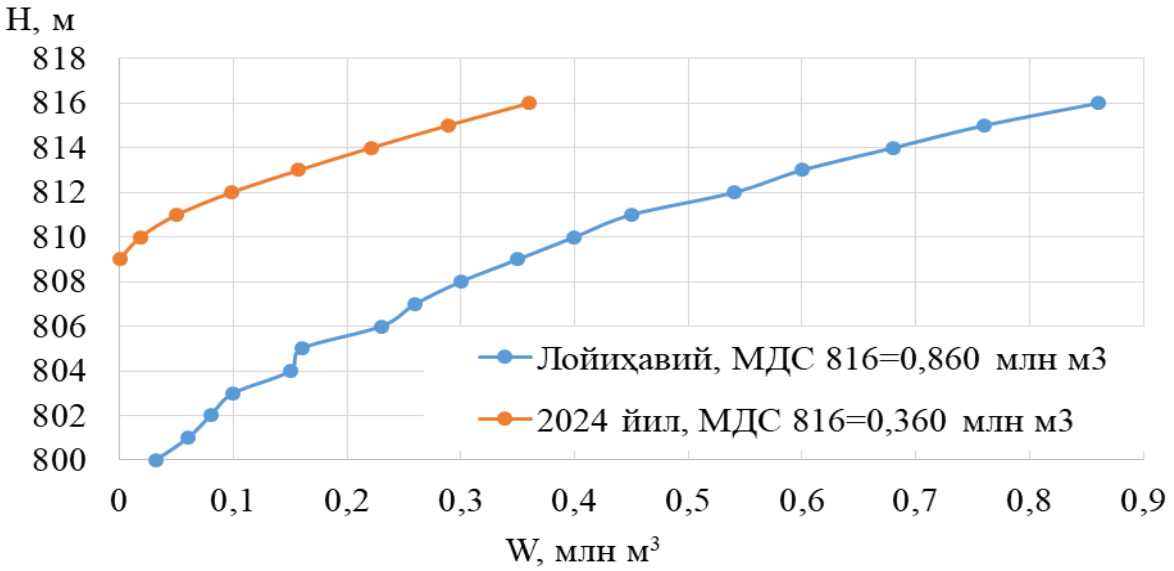
2024 йилги ўлчов ишларидан олинган маълумотларга асосан сув омбори ҳажми сув сатҳи белгиларига нисбатан эгри чизиғининг ординаталари ишлаб чиқилди. 2-жадвал ва 3-расмда сув омбори хажми эгри чизиғи графиги ва ординаталари келтирилган.

2-жадвал

Обшир сел-сув омбори ҳажми эгри чизиғи ординаталари (млн м^3)

H (м)	**см**									
	0	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**
809	0,00	0,002	0,003	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013	0,015	0,017
810	0,02	0,022	0,025	0,028	0,031	0,034	0,038	0,041	0,044	0,047
811	0,05	0,055	0,060	0,065	0,070	0,075	0,080	0,084	0,089	0,094
812	0,10	0,104	0,110	0,116	0,122	0,128	0,134	0,140	0,146	0,152
813	0,16	0,164	0,170	0,177	0,183	0,189	0,196	0,202	0,208	0,215
814	0,22	0,228	0,234	0,241	0,248	0,255	0,262	0,268	0,275	0,282
815	0,29	0,296	0,303	0,310	0,317	0,324	0,332	0,339	0,346	0,353
816	0,36									

Обшир сел-сув омбори косасининг ҳозирги кундаги сув сиғими геодезик ва топографик ўлчовлар натижаларини геоахборот тизимлари ArcGIS дастуридан фойдаланган ҳолда ҳисобланиб, қўйдаги натижалар олинди. Ҳозирги кунда сув омборининг меъёрий димланган сатҳи 816 м белгисидаги умумий сув ҳажми 0,36 млн м^3 ни, сув юзаси майдони 0,0548 км^2 га тенг эканлиги аниқланди. Ўлик ҳажми лойқа чўкиндилар билан тўлган.



3-расм. **Обшир сел-сув омбори ҳажмининг сатҳга боғлиқлиги**

Сув омборининг фойдали ҳажмининг лойиҳавий миқдори 0,86 млн м^3 бўлиб ўлчов асосида аниқланган ҳажми 0,36 млн м^3 ни ташкил қилди. Сув омборининг меъёрий димланган сув сатҳи белгисидаги умумий лойқа ҳажми 0,50 млн м^3 (48%) ни ташкил қилди. Сув омборининг энг чуқур нуқтаси 7,0 м, яъни 809 м абс. белгида эканлиги аниқланди.

Хулоса. Сел тошқинларнинг салбий оқибатларини камайтириш ва сел-сув омборларидан сув истеъмолчилари ва сувдан фойдаланувчиларни ўз вақтида, узлуксиз сув билан таъминлаш учун сув захираларини яратиш ва уни сақлаб туриш вазифаси долзарб саналади. Маълумки, сув омборлари тўлдирилгандан сўнг, ишлаш жараёнида сув омбори худудида морфологик ўзгаришлар юз беради. Бундай ҳодисалар сув омбори иш режими ва иншоотлар техник ҳолатига салбий таъсир кўрсатади. Сув омборларининг юқори бьефини лойқа босиши натижасида унинг фойдали ҳажми камайиб боради ва иқтисодий самарадорликка таъсир кўрсатади. Шунинг учун сув ва сел-сув омборини эксплуатация қилиш давомида сув сиғимини аниқ билиш талаб этилади. Сув омборини самарали тўлдириш ва бўшатиш учун диспетчерлик графигини тузишда унинг сув сатҳи белгиларига мос келувчи сув ҳажмни билиш муҳим саналади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Бакиев М., Хасанов Х. Руководство по определению площади и объема водохранилища с использованием геоинформационных технологий и дистанционного зондирования. Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. Ташкент , 2019 г. 25 с.

2. Баранова М., Филиппов О., Кочеткова А., Брызгалина Е. ГИС технологии и спутниковые данные как инструменты мониторинга геодинамических процессов Волгоградского водохранилища. Географический вестник, №2 (37). 2016г. С.148-160.

3. Жуковский О.И. Геоинформационные системы. Учебное пособие. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2014. 130 с.

4. Икрамова М. Р. Сув омборлари гидрологияси. Ўқув қўлланма. Тошкент, 2019 й. 210 бет.

5. Карманов А.Г., Кнышев А.И., Елисеева В.В. Геоинформационные системы территориального управления: Учебное пособие. СПб: Университет ИТМО, 2015. 121 с.

6. Лыгин А.Н. Методические указания по оцифровке растра в ArcGIS 9.3. М.: МИИГАиК, 2015. 56 с.

7. Магомедова А., Курбанова З., Гаджиев М. Геоинформационное моделирование водных объектов на примере Чографского водохранилища // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2013. Т. 3. С. 656–660. URL: http://e-koncept.ru/2013/53133.htm

8. Никифоров Д.А. Моделирование уровенного режима водохранилищ реки Енисей. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва 2016. С. 335.

9. Орлова Е.В., Бобровицкая Н.Н. и др. Определение гидрографических характеристик картографическим способом. Руководство. РОСГИДРОМЕТ, Санкт-Перетбург, 2018г. 179 с.

10. Пославский В.В., Бердишев В.Д. Заиление водохранилищ и борьба с ним. М.: Колос, 1970. 320 с.

11. Эдельштейн К.К. Геометрическая модель долинного водохранилища. Комплексные исследования водохранилищ. Вып. 5. М., 1980. С. 11–31.

12. Alfredo R. N., Carlos E.O. Dantas, José A. C. Hydrodynamic modelling in large reservoirs for water resources management. Federal University of Pernambuco, Brazil. Pp.10

13. Becker L., Yeh W. Optimization of real-time operation of a multiple reservoir system. Water Resourses Research, #10(6). 1974, P. 1107– 1112.

УДК: 532.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ПУТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ СТОЧНЫХ И РЕЧНЫХ ВОД

Худайкулов Савет Ишанкулович
т.ф.д. профессор, Ирригация сув муаммолари илмий тадқиқот институти.
Абдуллаев Бахром Халилжонович
Мустақил изланувчи, Фарғона давлат техника университети.
Жураев Хуршид Абдирахимович
Мустақил изланувчи, Наманган Давлат техника университети.

Аннотация. Маъқолада оқова ва дарё сувларининг тўлиқ аралашиш створигача бўлган масофани аниқлашнинг назарий ва амалий жиҳатлари кўриб чиқилган. В. А. Фролов, И. Д. Родзиллер, М. В. Потапов, Л. Г. Демидов ва бошқа тадқиқотчилар томонидан ишлаб чиқилган асосий формулалар ва методикалар келтирилган. Турбулент диффузия коэффициентини, дарё йўналишининг қайриқлик коэффициентини ҳисоблаш усуллари, шунингдек, оқова сувларни чиқариш шароитлари (соҳилдан, фарватердан, дарё эгилмаларидан) ҳисобга олинган. Айрим формулаларнинг камчиликлари ва ҳисоблаш аниқлигини ошириш учун турли муаллифлар томонидан таклиф этилган аниқлаштиришларга алоҳида эътибор қаратилган. Дарё ўzanининг турли геометрик шакллари ва чиқариш вариантлари учун ифодалар берилган. Шунингдек, турбулент аралашмани моделлаштиришнинг мураккаб усуллари, жумладан, Риммарнинг ниҳоятда аниқ усули – чекли айирмалар усули ҳам кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: сувларни аралаштириш, оқова сувлар, тўлиқ аралашиш створи, турбулент диффузия коэффициенти, қайриқлик коэффициенти, гидравлик шароитлар, Фролов формуласи, Родзиллер формуласи, Демидов формуласи, диффузия, циркуляция, аралашиш масофасини ҳисоблаш.

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты определения расстояния до створа полного смешения сточных и речных вод. Приведены основные формулы и методики, разработанные В.А.Фроловым, И.Д.Родзиллером, М.В.Потаповым, Л.Г.Демидовым и другими исследователями. Описываются подходы к расчету коэффициента турбулентной диффузии, коэффициента извилистости русла, а также учитываются условия выпуска сточных вод (у берега, у фарватера, на изгибах русла). Особое внимание уделено недостаткам некоторых формул и уточнениям, предложенным различными авторами для повышения точности расчетов. Представлены выражения для различных геометрических форм русла и вариантов выпуска. Работа также затрагивает

сложные методы моделирования турбулентного перемешивания, в частности метод конечных разностей Риммара.

Ключевые слова: смешение вод, сточные воды, створ полного смешения, коэффициент турбулентной диффузии, коэффициент извилистости, гидравлические условия, формула Фролова, формула Родзиллера, формула Демидова, диффузия, циркуляция, расчет длины перемешивания.

Annotation: This paper examines the theoretical and practical aspects of determining the distance to the complete mixing section of wastewater and river water. The main formulas and methodologies developed by V.A.Frolov, I.D.Rodziller, M.V.Potapov, L.G.Demidov, and other researchers are presented. Approaches to calculating the coefficient of turbulent diffusion and the river meandering coefficient are described, as well as considerations of various wastewater discharge conditions (from the bank, at the fairway, and on river bends). Particular attention is given to the limitations of certain formulas and refinements proposed by different authors to improve calculation accuracy. Expressions for different geometric configurations of the river channel and discharge options are provided. The paper also touches upon complex methods of modeling turbulent mixing, particularly Rimmar's finite difference method.

Keywords: water mixing, wastewater, complete mixing section, turbulent diffusion coefficient, meandering coefficient, hydraulic conditions, Frolov's formula, Rodziller's formula, Demidov's formula, diffusion, circulation, mixing length calculation.

Вопрос об отыскании створа полного смешения в теории смешения речных и сточных вод имеют важные значения. Нахождение створа полного смешения исследовались В.А.Фроловым, И.Д.Родзиллерым, М.В.Потаповым, Л.Г.Демидовым и многими другими авторами. В.А.Фролов для определения расстояния до створа, расположенного на расстоянии $l_{см}$ от выпуска сточных вод, предлагает формулу

$$l_{см} = \left[\frac{1}{\alpha} 2{,}3 \lg \frac{k_{ст} - k_к}{k_{\max} - k_к}\right]^3; \qquad (1)$$

где α -коэффициент, учитывающий гидравлические условия смешения; $k_{ст}$ -концентрация вещества в сточной воде; $k_к$ -конечная усредненная концентрация веществ в створе полного смешения; $k_{\max}$ - максимальная концентрация вещества в искомом створе.

Для определения коэффициента α В.А.Фроловым найдена эмпирическая зависимость

$$\alpha = \varphi\xi\sqrt{\frac{E}{q_{cm}}}; \qquad (2)$$

где φ-коэффициент извилистости реки, равный отношению полной длины русла l от сброса до заданного створа к расстоянию между этими створами по прямой l_1 т. е. $\varphi = \frac{l}{l_1}$; ξ-коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод; при выпуске у берега $\xi = 1$, при выпуске на середину $\xi = 1{,}5$; q_{cm}-расход сточных вод; E-коэффициент турбулентной диффузии.

Анализ формулы (1) показывает изменение расстояния $l_{см.max}$ в зависимости от изменения концентрации вещества в речной и сточной водах при постоянных величинах Q (расход реки), q и H. Эта формула, как совершенно правильно заметил И.Д.Родзиллер, приводит к некоторым несообразностям и расхождению с натурными наблюдениями. Он указывает, что створ полного смешения (при неизменных гидравлических факторах) должен находиться на строго определенном расстоянии от места выпуска сточных вод независимо от того, какое количество примесей содержится в речной и сточной водах (явление физической диффузии, несравнимо малое с диффузией турбулентной, здесь не учитывается). И.Д.Родзиллер дает следующую формулу, уточняющую формулу В.А.Фролова:

$$l_{см} = \left[\frac{1}{\alpha}\ln\frac{Q}{\left(\frac{100}{p}-1\right)q_{cm}}\right]^3 = \left[\frac{2{,}3}{\alpha}\lg\frac{Q}{\left(\frac{100}{p}-1\right)q_{cm}}\right]^3; \qquad (3)$$

Учитывая, что для целей водоснабжения обеспеченность смешения допустимо принимать равной $p = 85\%$, эту формулу можно переписать в виде:

$$l_{см} = \left[\frac{2{,}3}{\alpha}\lg\frac{5{,}68\cdot Q}{q_{cm}}\right]^3; \qquad (4)$$

Значение коэффициента турбулентной диффузии определяется для приближенных расчетов на равнинных реках (при $c \geq 50$) по формуле М.В.Потапова

$$E = \frac{1}{200} H_{cp} \vartheta_{cp};$$

а для более точных расчетов-по формуле В.М.Маккавеева или А.В.Караушева

$$E = \frac{g H_{cp} \vartheta_{cp}}{2mC};$$

где C -коэффициент Шези; m -коэффициент Базена-Буссинеска, равный 22,3. Формула В.М.Маккавеева позволяет учитывать гидравлические условия русла и поэтому применима для всех водотоков, а не только для равнинных.

Если по ходу расчета требуется определить только длину пути полного перемешивания (без последующего определения коэффициента разбавления в промежуточных створах) и если величина E может быть найдена по формуле М.В.Потапова, то формулу (4) можно переписать в относительно развернутом виде, а именно:

$$l_{см} = \frac{2{,}3^3 \cdot 200}{\varphi^3 \xi^3 H_{cp} \vartheta_{cp}} \left[\lg \frac{5{,}68 \cdot Q}{q_{ст}} \right]^3;$$

или

$$l_{см} = \frac{2433{,}4 q_{ст}}{\varphi^3 \xi^3 H_{cp} \vartheta_{cp}} \left[\lg \frac{5{,}68 \cdot Q}{q_{ст}} \right]^3; \qquad (5)$$

И.Д.Родзиллер предлагает определять E по формуле:

$$E = \frac{l_1}{l} \frac{\vartheta_{cp}}{\vartheta_3} E_1 + \frac{1}{l} \sum_{i=2}^{n} l_i E_i; \qquad (6)$$

где l - полная длина участка; $l_1, l_2, ..., l_n$ - длина участков с одинаковыми гидравлическими условиями; $\vartheta_{ст}$ -скорость подхода сточных вод к водотоку; ϑ_3 -скорость течения водотока в загрязненной струе; эта величина определяется только наблюдениями в натуре; для проектируемых сооружений вместо ϑ_3 можно подставить $\vartheta_{ср}$ реки в створе поступления стоков, при этом, если $\vartheta_{ст} < \vartheta_3$ или $\vartheta_{ст} < \vartheta_{ср}$. то принимается $\frac{\vartheta_{ст}}{\vartheta_3} = 1$.

Даже при уточнении величины E указанным методом получается санитарный запас около 10%.

Л.Г.Демидовым разработаны формулы определения длины пути перемешивания для двух очертаний речного русла в плане: по прямой и по дуге круга (разумеется, эти геометрические термины следует понимать приближенно), поэтому в приводимых ниже формулах Л.Г.Демидова непосредственно не участвуют величины коэффициента извилистости. Точно также Л. Г.Демидов дает отдельные выражения для условий выпуска сточных вод с берега и у фарватера. На этом основании в его формулах отсутствует коэффициент, учитывающий условия поступления загрязнений (сточных вод) в источник водоснабжения. Всего Л.Г.Демидовым предложено пять формул:

1) при выпуске с берега на прямом участке реки:

$$l_{см} = n\vartheta_{ср}\left(\frac{Q}{H_{ср}\vartheta_{ср}} - \sqrt[3]{q_{ст}}\right)\left(\frac{1}{\vartheta_n} + \frac{2}{\vartheta_n + A_0}\right); \qquad (7)$$

или, подставляя

$$c_1 = \left(\frac{1}{\vartheta_n} + \frac{2}{\vartheta_n + A_0}\right)$$

$$l_{см} = n\vartheta_{ср}c_1\left(\frac{Q}{H_{ср}\vartheta_{ср}} - \sqrt[3]{q_{ст}}\right); \qquad (8)$$

2) при выпуске у фарватера на прямом участке реки

$$l_{см} = n\vartheta_{ср}c_2\left(\frac{Q}{H_{ср}\vartheta_{ср}} - \sqrt[3]{q_{ст}}\right); \qquad (9)$$

где

$$c_2 = \left(\frac{2}{\vartheta_n + A_0}\right);$$

3) при выпуске с берега на выпуклом изгибе реки

$$l_{см} = \left(\frac{Q}{H_{ср}\vartheta_{ср}} - \sqrt[3]{q_{ст}}\right)\left[n_1\left(\frac{\vartheta_{ср}}{\vartheta_{п.и}} - tg\frac{180^\circ - \beta}{2}\right) + n\left(\frac{\vartheta_{ср}}{\vartheta_{п.и} + A_0} - tg\frac{180^\circ - \beta}{2}\right)\right]; \qquad (10)$$

здесь и далее $\vartheta_{п.и}$ - средняя по сечению скорость поперечной циркуляции на изгибе, определяемая по формуле

$$\vartheta_{п.и} = \sqrt{\frac{2\vartheta_{ср}^2}{r}} = \frac{\vartheta_{ср}}{\sqrt{0{,}5r}}; \qquad (11)$$

где r - радиус изгиба по оси потока, соответствующий углу изгиба β . Поэтому

$$\vartheta_{n.u} = \sqrt{\frac{2\vartheta_{cp}^2}{r}} = \frac{\vartheta_{cp}}{\vartheta_{n.u.}} = \frac{\vartheta_{cp}\sqrt{0{,}5r}}{\vartheta_{cp}} = \sqrt{0{,}5r}\,; \qquad (12)$$

и формулу (8.60) можно переписать в виде:

$$l_{cм} = \left(\frac{Q}{H_{cp}\vartheta_{cp}} - \sqrt[3]{q_{cm}}\right)\left[n_1\left(\sqrt{0{,}5r} - tg\frac{180^\circ - \beta}{2}\right) + n\left(\frac{\vartheta_{cp}}{\vartheta_{n.u} + A_0} - tg\frac{180^\circ - \beta}{2}\right)\right]; \qquad (13)$$

4) при выпуске с берега на вогнутом изгибе реки с учетом формулы (12)

$$l_{cм} = \left(\frac{Q}{H_{cp}\vartheta_{cp}} - \sqrt[3]{q_{cm}}\right)\left[n_1\left(\sqrt{0{,}5r} + tg\frac{180^\circ - \beta}{2}\right) + n\left(\frac{\vartheta_{cp}}{\vartheta_{n.u} + A_0} + tg\frac{180^\circ - \beta}{2}\right)\right]; \qquad (14)$$

5) при выпуске у фарватера на изгибе реки

$$l_{cм} = n\left(\frac{Q}{H_{cp}\vartheta_{cp}} - \sqrt[3]{q_{cm}}\right)\left[\left(\frac{\vartheta_{cp}}{\vartheta_{n.u} + A_0} - tg\frac{180^\circ - \beta}{2}\right)\right]; \qquad (15)$$

В этих формулах: n - доля ширины реки от берега до фарватера на прямом участке (обычно принимается $n = 0{,}6$) или от выпуклого берега до фарватера на изгибе; n_1-доля ширины реки от вогнутого берега до фарватера, следовательно, всегда $n + n_1 = 1$; A_0-линейный коэффициент турбулентной диффузии или глубина проникания молекул из одной области в другую; при ширине турбулентной диффузии, обычно принимаемой равной единице, и при площади сечения в области диффузии, также равной единице, числовые значения находятся по формуле

$$A_0 = 0{,}25\sqrt{H_{cp}^3 i}\,; \qquad (16)$$

ϑ_n - средняя по сечению скорость поперечной циркуляции на прямом участке:

$$\vartheta_n = 1{,}77k\sqrt{i}\,; \qquad (17)$$

k - коэффициент пропорциональности.

Л.Г.Демидов рекомендует принимать числовое значение k в зависимости от гидравлического уклона: при $i\,I$ от 0,1 до 0,0001 k принимается множитель

$$\left(\frac{Q}{H_{cp}\vartheta_{cp}} - \sqrt[3]{q_{cm}}\right);$$

При условии, что $q_{ст}$ невелико (обычно $q_{ст}$ колеблется от 0,1 до 3 м^3/с), величиной $\sqrt[3]{q_{ст}}$ можно пренебречь. Учет этой величины целесообразен только при расчете смешения вод со сточными водами, расход которых достигает 50% и более основного стока. В таком случае:

при выпуске с берега на прямом участке реки

$$l_{см} = \frac{0{,}5Qc_1}{H_{ср}}; \qquad (18)$$

при выпуске у фарватера на прямом участке реки

$$l_{см} = \frac{Qc_2}{H_{ср}}; \qquad (19)$$

Разработанный А.В.Караушевым метод решения задач смешения дает наиболее точные результаты, но он весьма трудоемок.

Это объясняется необходимостью иметь точные данные о скорости течения и глубинах потока по ширине и длине участков с одинаковыми скоростями и глубинами, что, разумеется, делает расчет громоздким. Для условия выпуска сточных вод в центре русла при равномерном поступлении их в источник водоснабжения с постоянной скоростью, равной скорости течения в водотоке, Риммар [46] предложил формулу для определения удаленности створа l_δ от створа поступления их в водоток. Эта формула получена для плоской задачи путем решения уравнения турбулентной диффузии методом конечных разностей

$$l_\delta = \frac{r_\delta N B^2}{H_{ср}}; \qquad (20)$$

где r_δ - безразмерный коэффициент, зависящий от $l_\delta(\%)$. Подставляя $N = \frac{MC}{g}$ в формулу (20), получим:

$$l_\delta = \frac{r_\delta MCB^2}{gH_{ср}}; \qquad (21)$$

где $M = 0{,}7C + 6$ при $10 \le C \le 60$; $M = 48$ при $C > 60$ (здесь C - коэффициент Шези). Из выражения (21) выходит, что при прочих равных условиях величина l_δ изменяется только в зависимости от величины r_δ, показывающей неравномерность полноты перемешивания сточных вод с водой водотока.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Ибад-Заде Ю., Гурбанов С., Азизов С. вопросу смешения разноплотностных жидкостей при донном выпуске отработанных вод в море. Материалы научно-технич. конференции по состоянию и перспективам использования и охраны водных ресурсов АзССР. Баку, 1973.
2. Ляхтер В.М. Условия формирования плотностного течения в водоемах. В кн.: Труды координационных совещаний по гидротехнике. М. - Л., Энергия, 1964, вып. XI.
3. Масс Е.И., Теплицкий Э.Ш., Какичашвили. Оптические методы в прикладной гидродинамике. Тбилиси, Сабчота Сакартвело, 1973.
4. Чўлпонов О.Ғ., Худайкулов С.И. Кўп фазали оқимларда ҳаво оқимининг тўла ички ҳажм бўйича тарқалишини ҳисоблаш. Фарғона политехника институти, илмий- техника журнали. 2022. Махсус сон. Том 26. № 2. 82-88.
5. Худайбердиев Н.Т., Худайкулов С.И. Сейсмические давление и разрушение уединенной волны. IQRO JURNALI / 2023 VOL – 1 ,ISSUE – 2. GUVOHNOMA № 060680 https://wordlyknowledge.uz/.
6. Khaydarov Sh.E., Khudaikulov S.I. Calculations of regulation of the drain front of the Rezaksay reservoir. novateur publications international journal of innovations in engineering research and technology [ijiert] ISSN: 2394-3696 Website: ijiert.org VOLUME 10, ISSUE 3, Mar. -2023. 55-59.
7. Khaydarov Sh.E., Khudaikulov S.I. Simulation of dispersed mixture particles impact in forced water conducts of the rezaksay reservoir. innovative technologca methdical research journal ISSN 2776-0987/ Volume 4,Issue 3 Mar 2023. 24-11.
8. N.Saidkhujaeva, S.Xudaykulov. Functions of particle distribution by residence time and moisture content in drying units. AIP Conference Proceedings 2612, 050006 (2023); https://doi.org/10.1063/5.0113505 2612, 050006 © 2023 Author(s).

УЎТ: 627.8.064.4

СУВ ОМБОРИ СИҒИМИНИНГ ЎЗГАРИШИ ВА СУВ БАЛАНСИ

Икрамова Малика Рахимбердиевна
т.ф.д., профессор,
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Ахмедходжаева Ифода Ахмеджановна
т.ф.н., профессор,
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Ходжиев Алишер Қўлдошевич
PhD, катта илмий ходим,
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Аллаёрова Дилбар Собиджон қизи
таянч докторант,
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Икрамов Нодир Дилмурадович
стажер,
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти

Аннотация. Ўзбекистон Республикасида элликдан ортиқ йирик сув омборлари фаолият юритади. Сув омборлари эксплуатация даврида лойқа босиши натижасида сув сиғимнинг ўзгариб бориши кузатилади. Ушбу мақолада сув омборларини лойқа босишини аниқлаш ва сиғими ўзгаришини эътиборга олган ҳолда ишлаб чиқилган сув балансини ҳисоблаш дастури натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: сув омбори, седиментация, сув баланси, сув йўқотишлар

Аннотация. В Республике Узбекистан действуют более пятидесяти крупных водохранилищ. В процессе эксплуатации водохранилищ наблюдается изменение емкости водохранилищ в результате заиления его чаши. В данной статье представлен метод определения заиления водохранилища и результаты расчета водного баланса по разработанной программе с учетом изменения емкости водохранилища.

Ключевые слова: водохранилище, заиление, водный баланс, потери воды

Annotation. More than fifty large reservoirs operate in the Republic of Uzbekistan. During the operation of reservoirs, a change in the reservoirs capacity is observed as a result of the reservoir silting. The article presents a method for determining of a reservoir silting and the calculation results the water balance by soft developed taking into account the change in the reservoir capacity.

Key words: water reservoir, sedimentation, water balance, water loss

Кириш. Ҳозирда Ўзбекистон Республикаси иқтисодиёт тармоқлари йил давомида 50-55 км^3 сув истеъмол қилса, шундан 20-22 км^3 қисми 55 та йирик ва бир қанча кичик сув омборлари томонидан бошқарилади. Қишлоқ хўжалигини сув билан таъминлаш, ҳамда энергия ишлаб чиқаришда сув омборларини самарали бошқариш муҳим рол ўйнайди. Сув омборлари тўлдирилгандан сўнг, ишлаш жараёнида сув омбори соҳасида морфометрик ўзгаришлар юз беради. Бундай ҳодисалар асосан сув тўпланган ҳудудда, айниқса ГЭС ва каналларга сув олиш иншоотлари, ҳамда сув ташлаш иншоотлари соҳасида фаол кузатилиб, сув омбори иш режими ва ишноотлар техник ҳолатига салбий таъсир кўрсатади. Сув омборларининг юқори бьефини лойқа босиши натижасида унинг фойдали ҳажми камайиб боради ва иқтисодий самарадорликка таъсир кўрсатади.

Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020 - 2030 йилларга мўлжалланган концепциясини тасдиқлаш тўғрисидаги Ўзбекистон Республикаси президентининг фармонида (№УП-6024 10.07.2020) сув хўжалигини ривожлантиришнинг устувор йўналишларини амалга ошириш тадбирлари белгиланган бўлиб, бунда сув объектларида рақамли технологиялар ёрдамида сувнинг мониторингини олиб боришда замонавий ахборот-коммуникация ва инновацион технологияларни жорий этиш, сув омборлари, сел-сув омборлари ва бошқа сув хўжалиги объектларида мониторинг тизимларини геоахборот технологияларидан фойдаланган ҳолда модернизация қилиш масалаларига катта эътибор қаратилган.

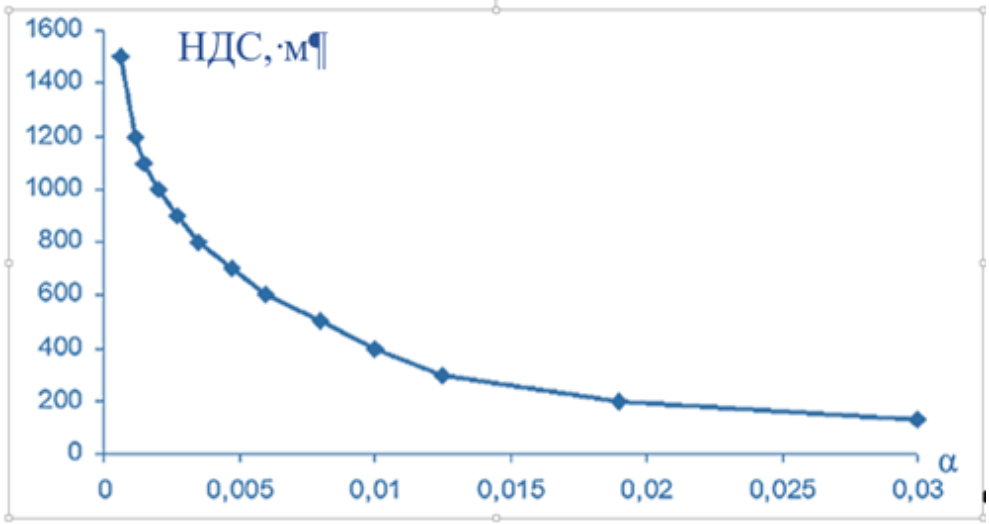
Ушбу мақолада Инновация агентлиги томонидан молиялаштирилган IL-402104352 “Сув омборлари иш режими ва лойқа босишини геоахборот технологиялари орқали бошқариш моделини ишлаб чиқиш” амалий лойиҳаси доирасида олиб борилган тадқиқотларнинг сув омбори сиғимининг ўзгариши ва сув балансини ҳисоблаш масалаларига тегишли натижалар келтирилган.

Методология. Сув омборларининг маълумотлари ўрганилиб, лойқа босиш ҳажми ва сув йўқотишларни аниқлашда юқори бьефда сув сатҳининг ўзгарувчанлиги ҳисобга олинди. Заррачаларнинг чўкиш жараёнини босқичларга бўлиб ўрганилди. Яъни кириб келаётган лойқа сув омбори косасида чўкади, заррачаларнинг бир қисми чўкади, бошқа қисми қуйи бьефга транзит бўлади ва дарё суви билан келган лойқа заррачалари пастки

бьефга ўтади. Сув омборларининг лойқа босиш жараёнини ўрганиш давомида сув омборининг лойиҳавий ва амалиётдаги лойқа босиши кўрсатгичлари нисбати $К_1 = W_{й.ум.л}/W_{пр.л}$ ва ўлик ҳажмдаги чўкинди миқдорининг умумий чўкинди миқдорига нисбати $K_2 = W_{ўхл.}/W_{ум.л.} = 0,17 + 0,13\ W_{ўхл.}/W_{фз}$ кўринишида қабул қилинди. Бу ерда $W_{ўхл}$-ўлик ҳажмдаги чўкиндилар миқдори, $W_{ум.л}$-чўкиндиларнинг умумий ҳажми, $W_{фз}$-сув омборининг ўлик ҳажми. Лойқа босишнинг биринчи босқичида ўлик ҳажм тўлиқ лойқа билан тўлиши ва заррачалар пастки бьефга оқиб чиқиши ҳолати $W_{зм}$=$W_м$ га мос келади. Сув омборини лойқа босишининг иккинчи босқичи учун - n қиймати $n = 3,33$ га, $К_2$=0,3 га тенг эканлиги аниқданди. Бунда ўлик ҳажм тўлиқ лойқа билан тўлган, заррачаларнинг бир қисми пастки бьефга транзит бщлиши кузатилади. $W_{зо}/W_м = n$ га алмаштирилиб, $W_{пб}/W_{фз} = (0,3 \cdot n - 1)/(1 - 0,13 \cdot n)$ ифода шакллантирилди.

Олинган натижалар. Юқорида келтирилган усул сув омборларини лойқа босишини босқичлар бўйича ҳисоблаш имконини берди. Ҳисоблаш натижси 1-расмда да келтирилган. Ҳисоблашда сув омбори бирламчи маълумотлари сифатида сув омборни эксплуатацияга тушган йили, умумий ҳажми W_0, НДС отметкаси, ЎҲС отметкаси, фойдасиз ўлик ҳажми $W_{фз}$ қабул қилинди.

Сув омборнинг юқори бьефдаги лойқа босиш жараёнининг интенсивлиги α=0,004(1600/НПУ − 1) кўринишида ҳисобланиб, бунда НДС-сув омборининг нормал димланган сатҳи, лойқа грунтлар ювилиши содир бўладиган максимал отметка $H_Н$=1600 м эканлиги, сатҳ баландлиги бундан ортиқ бўлганда, дарё сувларида чўкиндилар оқими нолга интилиши аниқланди.



1-расм. **НДС=f(a) боғланиш графиги**

Сув омборини дарё оқими билан кириб келган заррачалар чўкиши натижасида лойқа босишини ҳисоблашда Дарганата гидропостининг Амударё оқими лойқалиги бўйича маълумотларидан фойдаланилди. Бунда йилнинг сувлилик даражасини ҳисобга олган ҳолда ўртача лойқалик маълумотлари қуйидаги формулалар орқали аниқланди: январ-май ойлари учун, кг/м^3 - $\rho_{вх} = 0{,}0035 * Q^{0.9}$; июн-декабр ойлари учун - $\rho_{вх} = 0{,}0025 * Q^{0.9}$. Бунда сувнинг шаффофланиши коэффициенти каби параметр ҳам ҳисобга олинган. Ушбу параметр сув сатҳининг лойқалик даражасининг ўзгаришига таъсирини билдиради:

$$\varepsilon = 0{,}041 \frac{(W_r(\nabla_{NPU} - \nabla_{sovm}))^{-1,5}}{W_p(\nabla_{NU} - \nabla_{sovm})}; \quad (1)$$

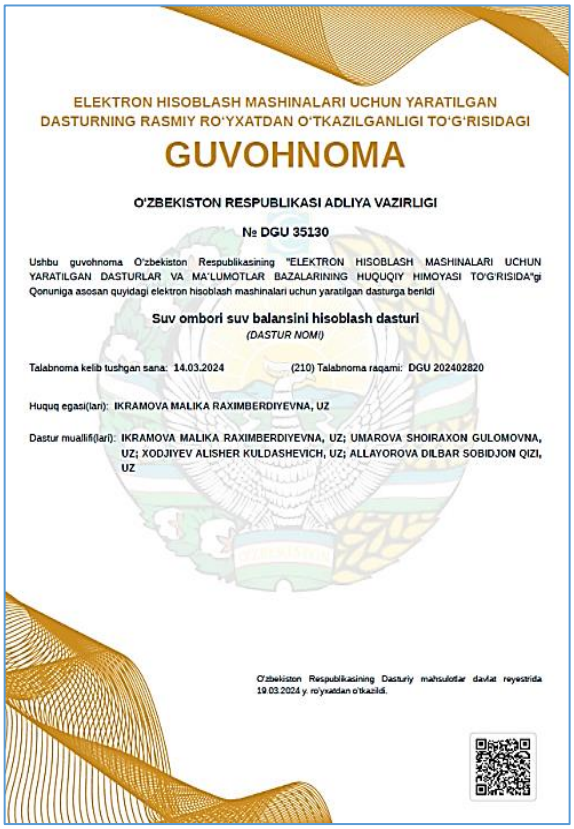
Бу ерда: W_p - ҳисоблар бажарилиш вақтидан олдинги сув омбори фойдали ҳажми ∇_{NPU}, млн м^3; ∇_{NU}-сув омборининг ҳисобий сатҳи (бошланғич); ∇_{sovm}-сув омборидаги сув ҳажмининг дарё ўзанидаги ҳажмига тенг бўлгандаги сув сатҳи, яъни W_p/W_n=1.

Кўрилган даврда Дарганата гидропостидан Ўзан сув омборигача буғланишга кетган сув миқдори йилига 220-310 млн м^3 ни, Ўзан сув омборидан сув йўқотиш йилига 220-340 млн м^3 ни ташкил қилган. Катта миқдорлар кўп сувлилик йиллари ва сув сатҳи баланд бўлган даврларга тўғри келади. Фильтрация сув йўқотишлари сув кам йиллари сув сатҳи интенсив ўзгарганда, ёки сув кўп йиллари сув тўлдириш интенсивлиги юқори бўлганда кўплиги кузатилган. Ўзан сув омборида аниқланган максимал фильтрация оқимлари ер ости сувлари инфильтрацияси 330 млн м^3 ва ер остига фильтрация 280 млн м^3 бўлган. Сув кам йиллари инфильтрация ҳисобига сув йўқотишлар камайган. Жами минимал сув йўқотишлар ҳисоби сув кам йилларда 150-170 млн м^3 бўлганини кўрсатади.

Сувдан фойдаланувчиларнинг эҳтиёжини қондириш учун сув омборидаги сув ресурсларини аниқлаш, сувни муҳофаза қилиш ва ундан фойдаланиш бўйича режалаштирилган чора-тадбирларнинг асосий параметрларини аниқлаш мақсадида сув омбори сиғимининг ўзгаришини эътиборга олган ҳолда сув балансини ҳисоблаш муҳимдир. Сув баланслари ГЭСларда энергия ишлаб чиқаришни назорат қилиш, суғориш, саноат ва коммунал хўжалик, балиқчилик, экология соҳалари учун сув олиш, сув таъминотини режалаштиришда, сув сифатини баҳолашда, сув сатҳи

мониторинги ва сув омборларидаги динамик жараёнларни прогноз қилишда муҳим аҳамиятга эга.

Бунинг учун “Сув омборининг сув балансини ҳисоблаш дастури” ишлаб чиқилди (DGU35130, 14.03.2024**)**. Бунда ҳар бир вақт интервали (декада, ой, йил) учун дискрет ҳисоблаб чиқилади. Сув омбори балансини ҳисоблаш унинг барча кирувчи, чиқувчи ва тўпловчи элементларини ҳисобга олишга асосланган. Дастур ишлаши учун “wrbc.exe” инсталляцион файлни *C:\Program Files\WRBC\WRBC.mdb* га ўрнатилади. 2-расмда дастур интерфейси келтирилган бўлиб, формада “Маълумот киритиш”, “Сув омбори баланси”, “Таҳлил” воситалари ва “Қўлланма” жойлашган.


ELEKTRON HISOBLASH MASHINALARI UCHUN YARATILGAN DASTURNING RASMIY RO'YXATDAN O'TKAZILGANLIGI TO'G'RISIDAGI

GUVOHNOMA

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ADLIYA VAZIRLIGI

№ DGU 35130

Ushbu guvohnoma O'zbekiston Respublikasining "ELEKTRON HISOBLASH MASHINALARI UCHUN YARATILGAN DASTURLAR VA MA'LUMOTLAR BAZALARINING HUQUQIY HIMOYASI TO'G'RISIDA"gi Qonuniga asosan quyidagi elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturga berildi

Suv ombori suv balansini hisoblash dasturi

(DASTUR NOMI)

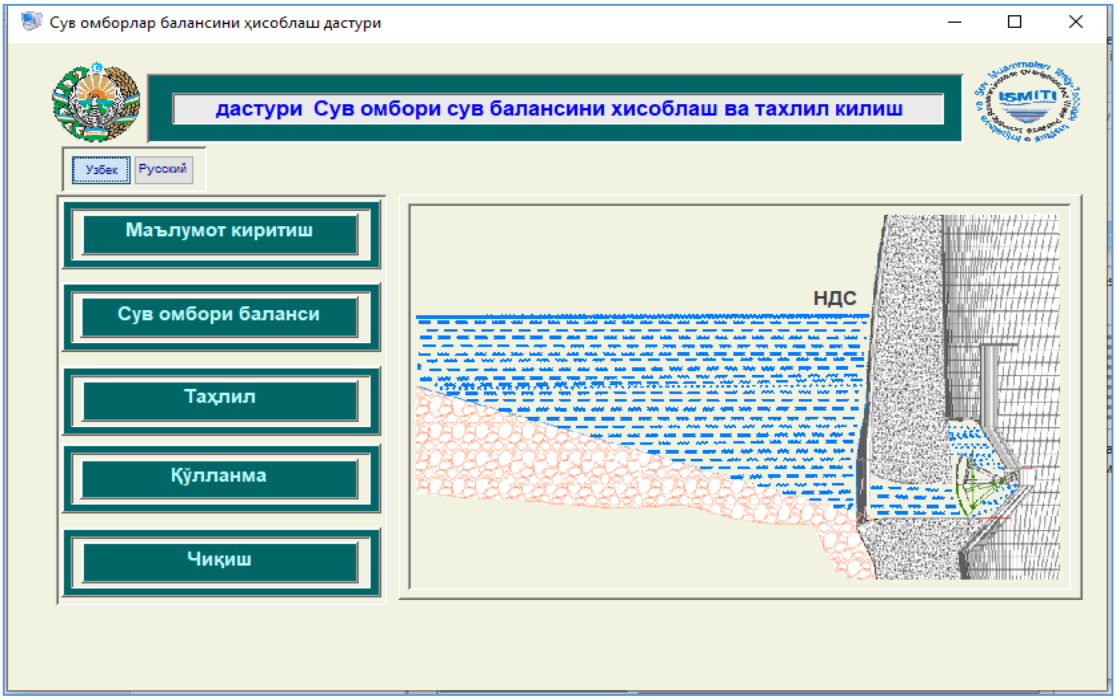
Talabnoma kelib tushgan sana: 14.03.2024 (210) Talabnoma raqami: DGU 202402820

Huquq egasi(lari): IKRAMOVA MALIKA RAXIMBERDIYEVNA, UZ

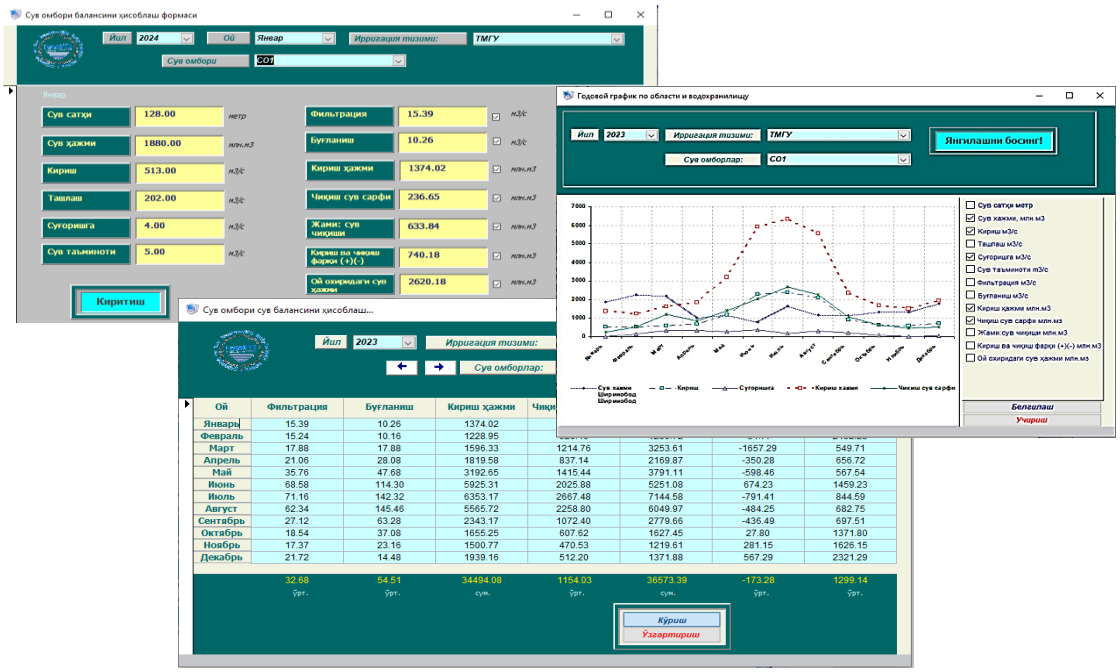
Dastur muallif(lari): IKRAMOVA MALIKA RAXIMBERDIYEVNA, UZ; UMAROVA SHOIRAXON GULOMOVNA, UZ; XODJIYEV ALISHER KULDASHEVICH, UZ; ALLAYOROVA DILBAR SOBIDJON QIZI, UZ

O'zbekiston Respublikasining Dasturiy mahsulotlar davlat reyestrida 19.03.2024 y. ro'yxatdan o'tkazildi.

Интерфейсдаги “Маълумот киритиш” воситаси орқали бирламчи маълумотлар, яъни талабга қараб сув омборига тегишли ойлик ёки кунлик маълумотлар киритилади. “Сув омбори сув балансини” ҳисоблаш формасида асосан ойлик маълумот киритилади. Қайд этиш жоизки ушбу “Сув балансини ҳисоблаш” формаси сув балансини ҳисоблаш ва таҳлил жараёнида муҳим ўрин эгаллайди, чунки киритилган маълумотларни жадвал кўринишида таҳлил қилиш имкониятини беради. “Таҳлил” формаси бир йил давомида киритилган маълумотларни график-схема кўринишида таҳлил қилиб, сув балансини ҳисоблаш имкониятини беради. Бу форманинг ўнг тарафида таҳлил қилинишида ишлатиладиган параметрлар кўрсатилган бўлиб, улар ёрдамида сув омбори сув баланси ҳисоби натижаларини диаграмма кўринишида шакллантириш ва таҳлил қилиш мумкин.

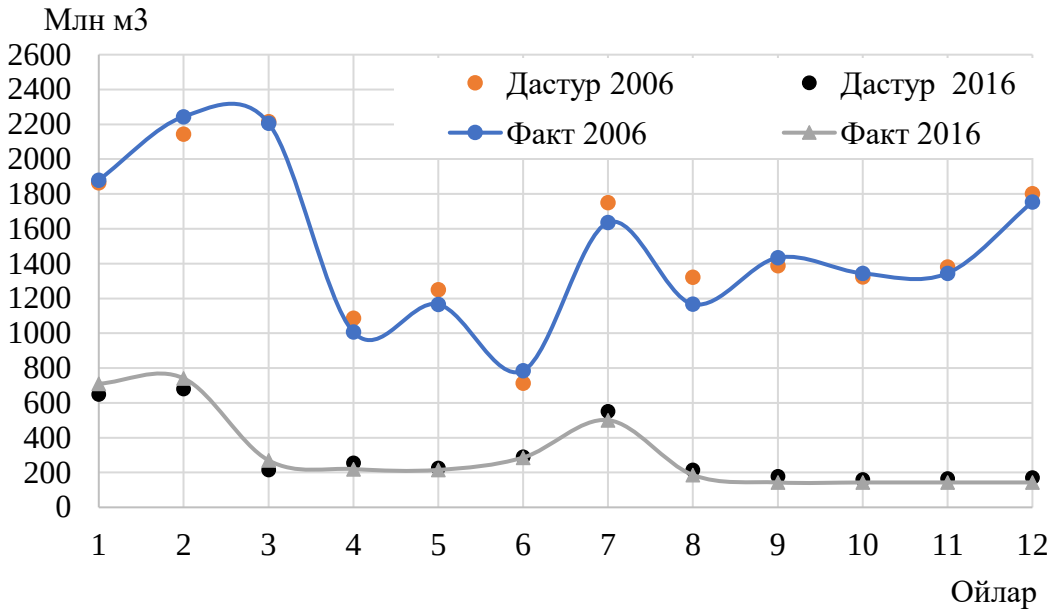


2-расм. **Сув баланси дастури интерфейси**



3-расм. **Сув омбори маълумотлари, сув балансини ҳисоблаш ва таҳлил формалари**

Ишланган дастур калибровкаси Туямуюн гидроузели таркибидаги Ўзан сув омбори мисолида амалга оширилди. Бунда 2006 ва 2016 йиллар учун амалда кузатилган маълумотлар ва дастурдан фойдаланиб ҳисобланган маълумотлар таққосланди (4-расм).



4-расм. **Сув омборида сув балансини ойлар кесимида ҳисоблаш натижалари**

Қуйида сув баланси ҳисоби дастур орқали олинган ва амалдаги рақамлар таққосланган келтирилган бўлиб, бунда оғиш коэффициенти K=0,03-0,7 ни ташкил қилди.

Хулоса. Олинган натижалар таҳлили асосида қуйидаги хулосалар шакллантирилди. Сув омборидаги сув балансини ҳисоблаш дастуридан фойдаланиб ТМГУ Ўзан сув омбори мисолида ҳисобланган натижалар амалдаги расмий рақамлар билан таққосланганда корреляция коэффициенти K=0,87-0,93 ни ташкил қилди. Сув омборларининг лойқа босиши жараёни ўрганилганда натижалар таҳлили шуни кўрсатдики, лойқаликлар 1/3 қисми ўлик ҳажмда, 2/3 қисми эса – фойдали ҳажмда чўккан. Ўзан сув омборининг ўлчаш ишлари натижасида сув сатҳи H=130 м да ҳажми 863 миллион $м^3$ бўлиб, юза майдони 248 $км^2$ ни ташкил этди. Ўзан сув омборидан сув йўқотишлар таҳлили шуни кўрсатадики, сув омборидан сув йўқотиш йилига 220-340 млн $м^3$ ни ташкил қилган. Катта миқдорлар кўп сувлилик йиллари ва сув сатҳи баланд бўлган даврларга тўғри келади. Ўзан сув омборида аниқланган максимал фильтрация оқимлари ер ости сувлари инфильтрацияси 330 млн $м^3$ ва ер остига фильтрация 280 млн $м^3$ бўлган. Сув кам йиллари инфильтрация ҳисобига сув йўқотишлар камайган. Жами минимал сув йўқотишлар ҳисоби сув кам йилларда 150-170 млн $м^3$ бўлгани аниқланди. Сув омборидаги 1447 млн $м^3$ лойқани тозалаш чора-тадбирларини ишлаб чиқишга зарурият мавжуд. Акс ҳолда ГЭС агрегатлари

ишлаши қийинлашади ва қуйилма сув омборларига сув ўтказиш шароити оғирлашади.

Сув омборлари сиғими ўзгариши ва лойқа босиши, сув омбори тубининг рельефи хариталарини шакллантириш, оқим ҳажмини бошқаришни такомиллаштириш ва сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш имконини яратади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Авакян А.Б. Водохранилища и окружающая среда. М.: Изд. «Знание», 1982, 48 с.
2. Икрамова М. Р. Сув омборлари гидрологияси. Ўқув қўлланма. Тошкент, 2019 й. 210 бет.
3. Милькис Б.Е. Изучение испарения с поверхности водоемов Узбекистана - В кн: Материалы междуведомственного совещания по проблеме изучения и регулирования испарения с водной поверхности и почвы - Валдай. Отпеч. на множит. аппарате ГГИ, 1984, с 90-98
4. Милькис Б.Е. Изучение испарения с поверхности водоемов Узбекистана. Материалы междуведомственного совещания по проблеме изучения и регулирования испарения с водной поверхности. Валдай, ГГИ, 1984. С. 90-98
5. Ольсон О., Норматов И., Сорокин А., Фроебрих Ж. Процессы седиментации и будущая емкость Нурекского водохранилища. Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе. Труды международной научной конференции. М., 2006 г. Секция 6. С.116-123.
6. Пославский В.В., Бердишев В.Д. Заиление водохранилищ и борьба с ним. М.: Колос, 1970. 320 с.
7. Результаты изучения заиления дна Нурекского водохранилища на р. Вахш (Таджикистан). ОАО «Гидропроект» № 922-34-700.Ташкент, 2005.
8. ЎзР Президентининг “Ўзбекистон республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020 - 2030-йилларга мўлжалланган концепциясини тасдиқлаш тўғрисида” 2020-йил 10-июлдаги ПФ-6024-сон Фармони.
9. Ҳикматов Ф., Сирлибоева З., Айтбаев Д. Кўллар ва сув омборлари географияси, гидрологик хусусиятлари. Т: Университет, 2000. 122 б.
10. Эдельштейн К.К. Геометрическая модель долинного водохранилища. Комплексные исследования водохранилищ. Вып. 5. М., 1980. С. 11–31.
11. Alfredo R., Carlos E., José A. Hydrodynamic modelling in large reservoirs for water resources management. Federal University of Pernambuco, Brazil. Pp.10

12. Becker L., Yeh W. Optimization of real-time operation of a multiple reservoir system. Water Resourses Research, #10(6). 1974, P. 1107– 1112.

13. Khosronejad A., Rennie C. D., Salehi Neyshabouri S. A. A., Townsend R. D. 3D Numerical Modeling of Flow and Sediment Transport in Laboratory Channel Bends. Journal of hydraulic engineering. 2007,133(10). Pp. 1123-1134

14. Olsson O., Ikramova M., Sorokin A. Modeling scenarios to identify a combined sediment-water management strategy for the large reservoirs of the Tuyamuyun hydro-complex // Irrigation and Drainage Systems. V.5, #1, P. 2011.

15. Sabah S. Fayaed, Ahmed El-Shafie, Othman Jaafar. Reservoir-system simulation and optimization techniques. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. Volume 27, Issue 7, October 2013, P. 1751–1772.

UO‘T: 627

CHEKLI ELEMENTLAR USULINI YORDAMIDA SUV OMBORINI SUV CHIQARISH QUVURINING KUCHLANGANLIK DEFORMATSIYA HOLATNI ANIQLASH

S.J.Razzakov. prof, Namangan Davlat texnik universiteti.
O.G‘.Cho‘lponov. PhD, Namangan Davlat texnik universiteti

Annontatsiya: Ushbu maqolada chekli elementlar usulini yordamida suv omborini suv chiqarish quvurining kuchlanganlik deformatsiya holatlari hamda suv omborini hafsiz ishlashi ko‘zda tutilgsn.

Kalit so‘zlar: chekli elementlar usuli, suv omborin, suv chiqarish quvuri, kuchlanganlik deformatsiya, elastiklik nazariyasi, ko‘chishlar, differensial tenglamalar, tugun nuqtalari

Аннотация: В данной статье рассматриваются напряженно-деформированные состояния водоотводящей трубы водохранилища с использованием метода конечных элементов, а также обеспечивается безопасная эксплуатация водохранилища.

Ключевые слова: Метод конечных элементов, водохранилище, водоотводящая труба, напряженно-деформированное состояние, теория упругости, перемещения, дифференциальные уравнения, узловые точки

Annotation: This article examines the stress-strain state of the water outlet pipe of a reservoir using the finite element method, and also considers ensuring the safe operation of the reservoir.

Keywords: finite element method, reservoir, water outlet pipe, stress-strain state, theory of elasticity, displacements, differential equations, nodal points

Kirish. Turli fizik masalalarni yechishda asosan differensial tenglamalardan foydalaniladi. Ayrim hollarda differensial tenglamalar murakkablashib ketadi va bunday hollarda ularni analitik usulda yechishning imkoni bo‘lmaganligi uchun sonli usullar ham qo‘llaniladi. Chekli elementlar usuli – bu sonli usul hisoblanib, ko‘plab texnik sohaga oid, xususan matematika va fizikaga taalluqli differensial tenglamalarga nisbatan o‘rganilayotgan sohaning geometriyasi va materialining fizik-mexanik xususiyatlarini hisobga olish imkoniyatini beruvchi usul deyish mumkin. Elastiklik nazariyasini tekis masalasini sonli yechimlarini topishda, texnik masalalarni yechish uchun asosan qulay hisoblangan chekli elementlar usuli (ChEU) qo‘llanilgan. Bu usul o‘zining har tomonlama qulayligi va moslashuvchanligi bilan tutash muhitlar mexanikasi va qurilish mexanikasi masalalarini yechishda katta ahamiyatga egadir. Hozirda

bir qator olimlar tomonidan bu usulni mukammallashtirish, fizika va texnikaning har xil masalalarini yechishda undan foydalanish ustida ko‘plab ishlar olib bormoqdalar [66-67].

Metod. elastiklik nazariyasining tekis masalasini yechishda ChEUdan foydalanishni ko‘rib chiqamiz. Bu quyidagi tartibda bajariladi:

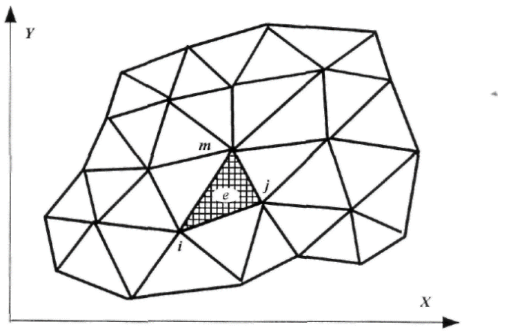
1. Ko‘rilayotgan to‘liq muhit bir qancha chekli elementlarga bo‘linadi.

2. Elementlar o‘zaro tugun nuqtalarida birikkan deb qabul qilinib, shu nuqtalarning ko‘chishlari asosiy noma’lumlar deb olinadi.

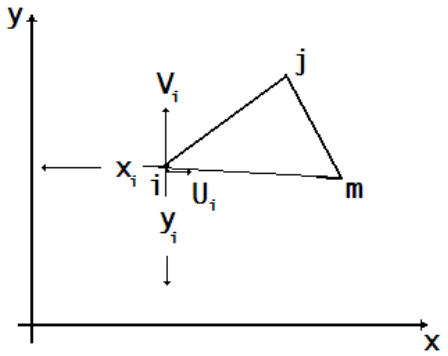
3. Har bir (element) bo‘lakdagi ko‘chishlarni tugunlar ko‘chishiga bir qiymatli bog‘lovchi funksiyalar sistemasi tanlanadi.

4. Ko‘chish funksiyalari har bir element ichidagi deformatsiyani tugunlardagi ko‘chishlar orqali aniqlab beradi. Elementlar elastiklik xususiyatlari va boshlang‘ich deformatsiyaga bog‘liq ravishda har bir elementning ichida chegaradagi kuchlanishlarni aniqlash mumkin.

5. Tugun nuqtalarga kuchlanishlar bilan muvozanatlashuvchi tik qo‘yilgan kuchlar va ba’zi bir yoyilgan kuchlar tizimi aniqlanadi va muvozanat tenglamalari tuziladi. Ixtiyoriy element i, j, m- tugun nuqtalari va chiziqli chegarasi bilan aniqlanadi.



1-rasm. **Olingan tekis yuzani chekli sondagi elementlarga ajratilgan holati**



2-rasm. **Tekis kuchlanish yoki tekis deformatsiya holati uchun tanlangan element**

Masalan, elementning ixtiyoriy ichki nuqtasining ko‘chishi quyidagi ustun-vektor ko‘rinishida berilgan bo‘lsin:

$$\{f\} = [N]\{q\}^e = [N_i, N_j, N_m \ldots] \begin{Bmatrix} q_i \\ q_j \\ q_m \end{Bmatrix}; \qquad (1)$$

Bu yerda: $[N]$ - umumiy holda har bir elementning holatini belgilovchi funksiya, $\{q\}^e$- vektor esa ko‘rilayotgan elementning tugun nuqtalarining

ko‘chishini bildiradi. Tekis kuchlanish holatida ustun-vektor quyidagi ko‘rinishda bo‘lib, element ixtiyoriy ichki nuqtasining gorizontal va vertikal ko‘chishini quyidagicha ifodalaydi.

$$\{f\}=\begin{Bmatrix}U(x,y)\\V(x,y)\end{Bmatrix};$$

$\{f\}$-ustun ko‘rinishidagi vektor

$_i$-tugun ko‘chishini ifodalaydi; N_i, N_j, N_m- funksiyalar shunday tanlanadiki, ularni (1) ga qo‘yganda koordinatalari shu tugunlarning ko‘chishlari bilan mos kelsin. Umumiy holda $N_i(x_i,y_i)=[I]$ - birlik matritsa $N_i(x_i,y_i)=(x_m,y_m)=0$ va hokazo. Xususiy holda x va y larga nisbatan chiziqli funksiya ko‘rinishida bo‘ladi. Mazkur masalani yechishda faqat uchburchak shaklidagi elementlardan foydalanilgan. (Element shaklini va ko‘chish funksiyasini har bir masala uchun tanlash tadqiqotchining ixtiyoriga bog‘liq). Har bir tugunning ko‘chishi ikki komponentga bog‘liq bo‘ladi.

$$\{q_i\}=\begin{Bmatrix}U_i\\V_i\end{Bmatrix}; \tag{2}$$

Elementnng oltita ko‘chish komponentlarini quyidagi vektor ko‘rinishida yozamiz:

$$\{q\}^e=\begin{Bmatrix}q_i\\q_j\\q_m\end{Bmatrix}; \tag{3}$$

Elementning ichki qismini ko‘chishi ko‘rsatilgan oltita kattalik bilan aniqlanishi kerak. Ma’lumki, u sodda ko‘rinishdagi ko‘phaddan iborat bo‘ladi.

$$\begin{aligned}U&=a_1+a_2x+a_3y\\V&=a_4+a_5x+a_6y\end{aligned}; \tag{4}$$

a_i- oltita o‘zgarmaslar qiymati uchta tenglamadan iborat ikkita tenglamalar tizimidan foydalanib aniqlanadi. Bu tenglamalar sistemasi (4) ga tugun koordinatalarini qo‘yish va mos tugun nuqtalari ko‘chishlariga tenglashtirish natijasida hosil qilinadi. Masalan:

$$\left.\begin{aligned}U_i&=a_1+a_2x_i+a_3y_i\\U_j&=a_4+a_5x_j+a_6y_j\\U_m&=a_1+a_2x_m+a_3y_m\end{aligned}\right\}; \tag{5}$$

Bunda a_1,a_2,a_3 lar noma’lum sifatida U_i,U_j,U_m orqali topiladi. Xuddi shunday V - vertikal ko‘chishni ham aniqlash mumkin.

$$U=\frac{f}{2\Delta}\{(a_i+b_ix+c_iy)U_i+(a_j+b_jx+c_jy)U_j+(a_m+b_mx+c_my)U_m\}; \tag{6}$$

Bu yerda,

$$\begin{aligned} a_i &= x_j y_m - x_m y_j \\ b_i &= y_i - y_m = y_{jm} \\ c_i &= x_m - x_j = _{mj} \end{aligned}; \quad (7)$$

Boshqa koeffitsientlar ham i, j, m larni davriy almashtirish yordamida aniqlanadi.

$\Delta - i, j, m$ uchburchakning yuzasi;

$$U = \frac{f}{2\Delta}\{(a_i + b_i x + c_i y)V_i + (a_j + b_j x + c_j y)V_j + (a_m + b_m x + c_m y)V_m\}; \quad (8)$$

(6) va (8) ni (1) ko‘rinishida standart shaklda yozamiz:

$$\{f\} = \begin{Bmatrix} U \\ V \end{Bmatrix} = [N]\{q\}^e = [IN_i, IN_m]\{q\}^e; \quad (9)$$

Bu yerda $I - 2x2$ o‘lchamli birlik matritsa va hokazo.

$$N_i = (a_i + b_i x + c_i y)/2\Delta; \quad (10)$$

Tanlangan ko‘chish funksiyasi yonma-yon elementlarning ko‘chishlari uzluksizligini ta’minlaydi. Agar element barcha nuqtalarining ko‘chishlari ma’lum bo‘lsa, ularning deformatsiyalarini aniqlash mumkin. Ularni quyidagi matritsa ko‘rinishidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$\{E\} = \{B\}\{q\}^e; \quad (11)$$

Tekis kuchlanish holatida elementning ixtiyoriy ichki nuqtasining to‘la deformatsiyasini uchta tashkil etuvchisi bilan aniqlanadi.

$$\{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \delta U/\delta x \\ \delta V/\delta y \\ \delta U/\delta y + \delta V/\delta x \end{Bmatrix}; \quad (12)$$

(9) yoki (6) va (8) tengliklarda foydalanib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\{\varepsilon\} = \begin{bmatrix} \frac{\delta N_i}{\delta x} & 0 & \frac{\delta N_j}{\delta x} & 0 & \frac{\delta N_m}{\delta x} & 0 \\ 0 & \frac{\delta N_i}{\delta x} & 0 & \frac{\delta N_j}{\delta x} & 0 & \frac{\delta N_m}{\delta x} \\ \frac{\delta N_i}{\delta x} & \frac{\delta N_i}{\delta x} & \frac{\delta N_j}{\delta x} & \frac{\delta N_j}{\delta x} & \frac{\delta N_m}{\delta x} & \frac{\delta N_m}{\delta x} \end{bmatrix} \bullet \begin{bmatrix} U_i \\ V_i \\ U_j \\ V_j \\ U_m \\ V_m \end{bmatrix} = \frac{1}{2\Delta}\begin{bmatrix} b_i & 0 & b_j & 0 & b_m & 0 \\ 0 & c_i & 0 & c_j & 0 & c_m \\ c_i & b_i & c_j & b_j & c_m & b_m \end{bmatrix}\{q\}^e; \quad (13)$$

Bular orqali (13) tenglikdan $\{B\}$ -matritsani aniqlash mumkin. Tekis kuchlanish holatida Guk qonunini quyidagi matritsalar ko‘rinishida yozish mumkin.

$$\{\sigma(t)\} = [D](1 - \dot{R})\{\varepsilon(t)\}; \quad (14)$$

Bu yerda $\dot{R}$ – relaksatsiya operatori;

$$[D]=\frac{E}{1-\nu^2}+\begin{bmatrix}1 & \upsilon & 0\\ \nu & 0 & 0\\ 0 & 0 & (1-\nu)/2\end{bmatrix};$$

Aytaylik, $\{F\}^e=\begin{Bmatrix}F_i\\F_j\\F_m\end{Bmatrix}$ - ustun ko‘rinishidagi vektor orqali tugundagi kuchlar berilgan bo‘lsin, bu elementga ta’sir qilayotgan yoyilgan kuchlarga ekvivalentdir.

Har bir tugunda $\{q_i\}$ ko‘chish nechta komponentga ega bo‘lsa, $\{F_i\}$ - kuchlar ham mos ravishda shuncha komponentga ega bo‘ladi. Faraz qilaylik, $\delta\{q\}^e$ - tugunning mumkin bo‘lgan ko‘chishi (14) va (11) formulalar orqali mos ravishda elementdagi ko‘chish va deformatsiyalarni aniqlaymiz.

$$\delta\{f\}=\{N\}\delta\{q\}^e \text{ va } \delta\{\varepsilon\}=[B]\delta\{q\}; \qquad (15)$$

Xuddi shuningdek, birlik hajmga to‘g‘ri keluvchi yoyilgan kuch va kuchlanishlar quyidagicha yoziladi.

$$\delta\{\varepsilon\}^T\{\sigma\}-\delta\{f\}^T\{P\}; \qquad (16)$$

yoki

$$(\delta\{q\}^e)^T[B]^T\{\sigma\}-[N]^T\{P\}; \qquad (17)$$

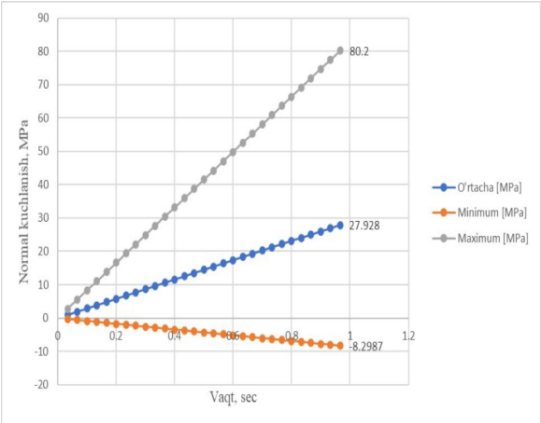
Tashqi kuchlarning bajargan ishini element hajmi bo‘yicha integrallab, topilgan ichki kuchlar bajargan ishiga tenglashtirib, munosabatga ega bo‘lamiz.

$$\left(\delta\langle q\rangle^T\{f\}^e=(\delta\{q\}^e)^T\right)\left(\delta\{q\}^e)^T(\int[B]^T\{\sigma\}dV-\int[N]^T\{P\}dV\right); \qquad (18)$$

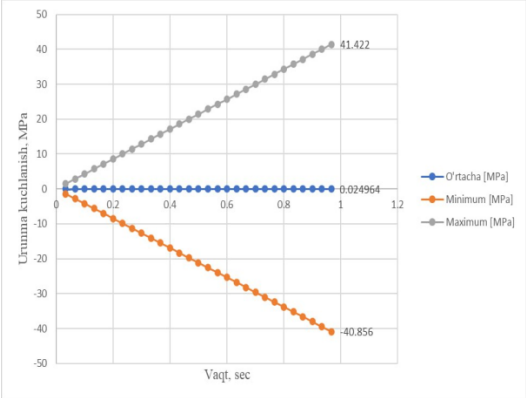
Bu munosabat ixtiyoriy mumkin bo‘lgan ko‘chishda o‘rinli bo‘lganligi uchun chap va o‘ng tomon koeffitsentlari o‘zaro tengdir. Chekli elementlar usuli elektron hisoblash mashinalarida masalani qo‘yilishiga qarab, har xil usullarda amalga oshiriladi.Elastiklik nazariyasining tekis statik masalalari yuqori tartibli algebraik tenglamalar sistemasiga keltiriladi va dasturlashtirilib, zamonaviy EHM larda yechiladi.

Natijalar va muhokama. Ixtiyoriy kuchlar ta’siridagi dinamik masalalarni yechish tizimning xususiy chastotalari va xususiy shakllarini topish natijasida yechimni xususiy shakllar bo‘yicha qatorga yoyishga yoki ikkinchi tartibdagi differensial tenglamalarning katta tizimini chekli ayirmalar usuli bilan yechishga keltiriladi. Elastik muhitda statsionar to‘lqinlarni tarqalishi haqidagi masala katta tartibdagi kompleks algebraik tenglamalar sistemasini yechishga keltiriladi, chunki bu holda bikrlik matritsasi kompleks sonlardan iborat bo‘ladi. Rezaksoy suv omborining suv o‘tkazish quvur devorida ichki va tashqi bosimlar ta’sirida hosil bo‘ladigan maksimal normal kuchlanishni qiymati 80,2 MPa, minimal

urunma kuchlanish 8,30 MPa ni o‘rtacha normal kuchlanish esa 27,93 MPa tashkil etishi kuzatildi (3-rasm).



3-rasm. **Suv chiqarish quvuridagi normal kuchlanishlar o‘zgarishi**



4-rasm. **Suv chiqarish quvuridagi urinma kuchlanishlarning o‘zgarishi**

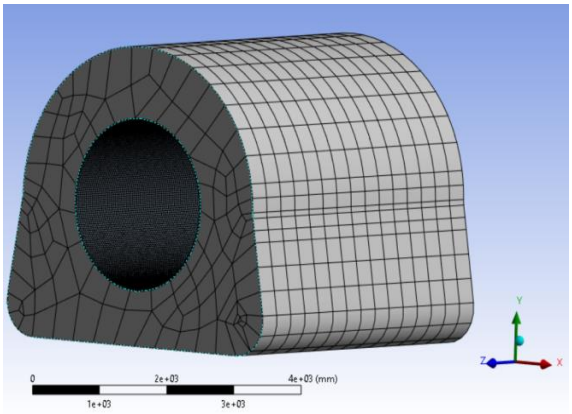
Chekli elementlar metodi bilan statsionar masalani yechish quyidagi bosqichlardan iborat: bikrlik, massalar va so‘ndirish matritsalarini shakllantirish va kompleks algebraik tenglamalar sistemasini yechish [85,86]. Suv omborining suv o‘tkazish quvurida ichki va tashqi bosimlar ta’sirida quvur devoridagi maksimal urunma kuchlanish 41,42 MPa ni tashkil etdi (3-rasm).

Bikrlik matritsasini shakllantirish bo‘yicha tuzilgan dastur quyidagi tartibda tuziladi:

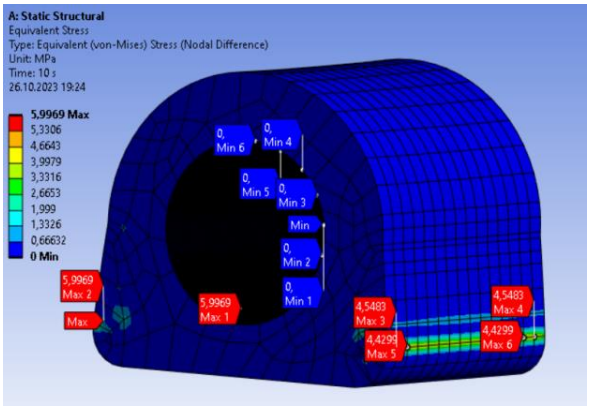
a) har bir elementni lokal koordinatalarda yozib chiqish;

b) $[B]^T \cdot [D] \cdot [B]$-ko‘paytmani hosil qilish.

Bikrlik matritsani shakllantiishga tuzilgan dastur orqali massa matritsasini ham shakllantirish mumkin, chunki ularning strukturasi bir xil. Chekli elementlar metodini tadbiq etib, masalani yechishga tuzilgan dasturda asosiy rolni algebraik tenglamalar sistemasini yechish bo‘yicha tuzilgan dastur egallaydi. Tanlanadigan usul tenglamalar soniga va ishlatiladigan EHM imkoniyatlariga bog‘liq. Qaralayotgan masala uchun hisob sxemasini 5-rasmdagidek tanlab olamiz. Hisob ishlarini bajarishda suvning bosimini, quvur materialini, uning geometrik o‘lchamlarini, quvurni o‘rab turuvchi temir beton qobiqning o‘lchamlari, shakli va materialini hisobga olamiz.



5-rasm. **Hisoblash sxemasi**



6-rasm. **Modeldagi ekvivalent minimum va maksimum zo`riqish nuqtalari**

Qabul qilingan modelni 44595 ta chekli elementlarga bo‘lamiz. Elementlar 306488 ta tugunlar orqali bir biri bilan bog‘langan. Hosil bo‘lgan sistema uchun muvozanat tenglamasi tuziladi, uning tartibi 612976 ga teng bo‘lgan chiziqli tenglamalar sistemasi bo‘ladi. Bu tenglamalar sistemasini yechib har bir tugunning ko‘chishini va ular orqali elementdagi kuchlanishlar aniqlanadi.

Hisoblash ishlari zamonaviy «ANSYS workbench» dasturlar kompleksi yordamida amalga oshirildi. Hisob ishlari shuni ko‘rsatdiki, su omborining suv chiqarish quvurning kesimida maksimal kuchlanishlar 5-rasmda, maksimal ko‘chishlar 6-rasmda ko‘rsatilgan. Agar po‘lat uchun ruhsat etilgan kuchlanish 250 *MPa* ekanligini e’tiborga olsak, hosil bo‘lgan kuchlanishlar undan 50-80 barobar kichik ekanligini ko‘rish mumkin. Ya’ni katta ehtiyot zahirasiga ega bo‘lib, suv omborining suv chiqarish quvuri ekspluatatsiya davrigacha doimiy ravishda xizmat qiladi.

Xulosa: Quvurdagi g‘adir-budirliklar tub va devorlar yuzasidagi tezlikni kamaytiradi. Bevosita har bir g‘adir-budirliklarning elementlari ortidagi uzilishlar xududi yaxshi aeratsiyani ta’minlaydi va uzilish hududlarida po‘lat qoplamalar bilan kontaktlar bo‘lmasligini kafolatlaydi.

Aeratsiyali oqimlardagi qalin devorli quvurlarni ichki va tashqi bosimlar ta’sirini hisoblash usullari aniqlandi.

Elastiklik nazariyasining tekislikdagi masalalarini yechishda chekli elementlar usuli qo‘llandi.

Turli fizik masalalarni yechishda asosan differensial tenglamalardan foydalaniladi. Ayrim hollarda differensial tenglamalar murakkablashib ketadi va

bunday hollarda ularni analitik usulda yechishning imkoni bo‘lmaganligi uchun sonli usullar ham qo‘llaniladi.

FOYDANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Худайкулов Б.С., Якубова Х.М., Гаппаров Ф.А., Нишонов Ф.Х. Математическое моделирование динамики минерализации дренажных вод. // «Проблемы механики» 2015 г. №2. с.30-33.

2. Худайкулов. С.И., Гаппаров Ф.А., Аджимуратов Д.С. Осаждение неоднородных по крупности наносов при действии ветровых волн. // «Проблемы механики» 2015. №3. с.35-38.

3. Худайкулов С.И., Гаппаров Ф.А., Арипов И.К., Абиров А.А. Осаждение неоднородных по крупности наносов при действии ветровых волн // Журнал «Проблемы механики». – Т., 2015 г. № 3-4. с 44-48

4. Гаппаров Ф.А., Нишонов Ф.Х., Фатхуллаев А.М., Худайкулов С. И. Возникновения кавитации в дисперсной смеси // Проблемы механики. 2015 г. №2 с.18-22.

5. Jurayev X., Chulponov O. Simulation of the lift of two sequentially installedgates of the Karkidon reservoir // E3S Web of Conferences 452, 02006 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345202006 (Scopus).

6. Chulponov O.G., Khudaykulov S.I. Modeling air penetration through the free surface of the flow // Journal of Civil, Structural, Environmental, Water resources and Infrastructure Engineering Research // Issue 2, Dec 2022, 26. (05.00.00.№26). Osiyo mamlakatlari nashri.

7. Чулпонов О.Г., Худайкулов С.И., Шербоев М.Р. Моделирование расхода воды на испарение из ирригационных каналов и водохранилищ (НИИИВП) // Научно-технический журнал ФерПИ. 2023 г., Т.27, №1.с 9-15 (05.00.00.№20). Milliy nashr.

8. Razzakov S.J., Cho‘lponov O.G‘. Elastiklik nazariyasi tekis masalasini yechishda chekli elementlar usulini qo‘llash // FarPI ilmiy-texnik jurnali. 2023 y., T.27, №4 103-110 b. (05.00.00.№20). Milliy nashr.

9. Чулпонов О.Г., Худайкулов С.И., Каниев Ж.М. Методика расчета распределения концентрации аэрированного потока // Научно-технический журнал ФерПИ. 2022 г. Т.26. №2. с 27-30 (05.00.00.№20). Milliy nashr.

10. Чулпонов О.Г., Худайкулов С.И. Расчет распределения воздуха по глубине многофазного потока // Научно-технический журнал ФерПИ. 2022 г. с 82-88 (05.00.00.№20). Milliy nashr.

11. Чулпонов О.Г., Худайкулов С.И., Хайруллаев Р.С. Моделирование объема захватываемого воздуха при нормальной компоненты скорости водосброса // Научно-технический журнал ФерПИ. 2022 г., Т.26, №3. с 143-152 (05.00.00.№20). Milliy nashr.

12. Cho‘lponov O.G‘., Xudaykulov S.I. Beqaror erkin va tashlama suvlarning havzalar va daryolarga qo‘shilish joyidagi aeratsion oqimning

tadqiqoti // Namangan muhandislik-texnologiya instituti ilmiy-texnika jurnali. 2022 yil. T.7 №2. 91-94 b. (05.00.00.№33). Milliy nashr.

13. Cho‘lponov O.G‘., Jurayev X.A., Xudaykulov S.I. Yopiq kesimli suv o‘tkazgichdagi aeratsiyasiz oqim erkin sirti yuzasidagi havo harakati // Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali. NamMQI, № 3 (8), 2022 y. 75-81 b. (05.00.00.№79). Milliy nashr.

14. Cho‘lponov O.G‘. Aeratsiyali oqimlardagi qalin devorli quvurlarni katta ichki va tashqi bosimlar ta’sirini hisoblash // Qurilish va ta’lim Ilmiy jurnali. 2023 y, №5-6. NamMQI, 91-96 b. (05.00.00;31.10.2023 y dagi rayosati №345). Milliy nashr.

15. Чулпонов О.Г., Худайкулов С.И. Моделирование турбулентного течения смеси вязких жидкостей // “Материалы международной научно-практической конференции” / Республика Таджикистан. Худжанд-2023. С.181-185 б.

16. Чулпонов О.Г., Худайкулов С.И., Журахонова Ш.М. Энерго-сберегающая технология в использовании водных ресурсов // Материалы международной научно-практической конференции «Инновации в сельскохозяйственном машиностроении, энергосберегающие технологии и повышение эффективности использования ресурсов» / посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина. Часть I. 24 мая 2022 г., г. Рязань, с. 297-300.

17. Chulponov O.G‘. Suv omboridagi suv o‘tkazgich quvurining kuchlanish va deformatsiya holatini tadqiq qilish // “Bino va inshootlar zilzilabardoshligi sohasida kadrlar tayyorlashning istiqbollari” / Respublika ilmiy-amaliy anjuman materilalari to‘plami. TAQU, 2023 y. 23-24 dekabr. 258-261 b.

18. Cho‘lponov O.G‘., Xudaykulov S.I., Usmanov T. Aeratsiyali oqimda mahalliy

19. Cho‘lponov O.G‘, Xudayqulov S., Mamadov B. Havo konsentratsiyasining shiddatli oqim chuqurligi bo‘yicha tarqalishini hisoblash dasturi // свид. №DGU 16307. Авторское свидетельство для ЭВМ / заявитель и патентобладатель. – 2022 г. – Ташкент.

20. Cho‘lponov O.G‘. Shiddatli aeratsion oqimda, uning quyuqlik konsentratsiyasinig tarqalish darajasini va oqimning to‘la ichki hajmi bo‘yicha tarqalishini hisoblash dasturi // свид. № DGU 23468. Авторское свидетельство для ЭВМ / заявитель и патентобладатель. – 2023 г. – Ташкент.

УЎТ: 627.8.034.6/7

ЧИМҚЎРҒОН СУВ ОМБОРИ ЛОЙҚА БОСИШИДА ҚИРҒОҚЛАР ЭРОЗИЯСИНИНГ УЛУШИНИ БАҲОЛАШ

Икрамова Малика Рахимбердиевна
т.ф.д. профессор
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Эшқуватов Қувончбек Шавкатович
т.ф.ф.д. (PhD)
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мухандислари институти” миллий тадқиқот университети

Аннотация. Олиб борилган тадқиқот ишида сув омборининг фойдали ҳажми камайишига таъсир этувчи омиллар, жумладан қирғоқларнинг қайта шаклланиш жараёнлари натижасида сув омбори косасининг тўлиб боришидаги улуши ўрганилган ва уларни миқдорий ҳисоблаш усули таклиф этилган. Тадқиқод Чимқўрғон сув омборида олиб борилган. Сув омборини эксплуатацияси даврида турли таъсирлар оқибатида қирғоқларининг ўзгариши ва ҳавзанинг (сув омбори косаси) морфометрик кўрсаткичи баҳоланган. Чимқўрғон сув омбори ҳавзаси чап қирғоқларининг кўчиши ва пластлардаги босимнинг ўзгариши ҳамда қирғоқ қатламларининг сувга тўйиниши туфайли емирилиш ҳолатларидаги ўзгаришларнинг математик статистик ҳисоблари келтирилган.

Калит сўзлар: Сув омбори, қирғоқ буйи чизиғи, сув билан қопланган майдон, эксплуатация, ўпирилиш, силжиш, қирғоқ шаклланиши, кўчувчи масса, фойдали ҳажм.

Аннотация. В проведённом исследовании были изучены основные факторы, влияющие на уменьшение полезного объёма водохранилища. В частности, была оценена доля заиления чаши водохранилища, происходящего в результате процессов перераспределения и эрозии берегов. Также была предложена методика количественного расчёта данных процессов. Исследование было выполнено на примере Чимкурганского водохранилища. В ходе эксплуатации водохранилища были проанализированы изменения геометрии береговой линии под воздействием различных факторов, а также даны оценки морфометрических показателей чаши. Особое внимание уделено левому берегу, где происходят смещения грунтов, изменения давления в пластах и насыщение береговых слоёв водой, приводящие к активным процессам разрушения. Эти изменения были проанализированы с использованием математико-статистических методов.Полученные результаты имеют важное практическое значение для обеспечения устойчивой эксплуатации

водохранилищ и разработки рекомендаций по предотвращению потерь объёма.

Ключевые слова: водохранилище, береговая линия, затопленная площадь, эксплуатация, обрушение, смещение, формирование берегов, перемещающаяся масса, полезный объём.

Abstract. This study investigates the key factors contributing to the reduction of the useful storage capacity of reservoirs, with a particular focus on sediment accumulation resulting from shoreline deformation processes. A quantitative method for assessing the impact of these processes is proposed. The research was conducted on the Chimkurgan Reservoir, where changes in shoreline configuration and basin morphometric parameters were analyzed over the course of its operational period. Special attention was given to the left bank of the reservoir, where ground displacement, variations in subsurface pressure, and water saturation of bank strata have led to active erosion. The study presents mathematical and statistical evaluations of these phenomena, providing insights into the dynamics of reservoir sedimentation and implications for sustainable reservoir management.

Optimized Keywords: Reservoir, shoreline deformation, erosion, displacement, sedimentation, useful volume, reservoir operation

Кириш. Дунёда сув омборларининг кўп йиллик эксплуатация даврида юз берадиган морфологик ва морфометрик ўзгаришлари, уларнинг дарё оқимни бошқариш потенциалига таъсирини, сув омбори косаси рельефининг ва қирғоқларининг шаклланиш ҳолатларини ўрганиш, уларнинг ишончлилигини таъминлаш, гидрологик ва гидравлик ҳисоблаш ва мониторинг олиб боришнинг янги усулларини яратишга қаратилган илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, сув омборларининг иш режими, лойқа босиши ва сиғимининг камайиши, ростланган оқим таъсирида дарё гидрологик режими ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда бошқаришнинг самарадор усулларини яратиш, қирғоқлардаги юзага келаётган эрозия жараёнларини вақт давомида ўзгаришини ифодаловчи қирғоқ профилларини ишлаб чиқиш ва моделлаштириш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга, қирғоқларнинг ўзгаришида тўлқин таъсирида тушадиган босим, ўсимликларнинг таъсири. лойқа босиши ва фойдали ҳажмининг камайишида қирғоқлар эрозиясининг улушини баҳолаш, сув босиш чегараларини белгилаш, қирғоқ горизонтал силжишларининг фаоллашиш чегараларини аниқлаш ва сув омбори ҳажмини ҳисоблашнинг илмий ва амалий аҳамиятга эга бўлган назарий

асосларини ишлаб чиқишга қаратилган илмий тадқиқот ишларини олиб бориш долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

Тадқиқот ва олинган натижалар таҳлили. Дунёда дарёлар оқимини сув омборлари барпо қилиш ёрдамида ростлаш мавжуд сув ресурсларидан комплекс ва самарали фойдаланишнинг муҳим масалаларидан бири ҳисобланади. Шунингдек мавжуд сув омборларидан ишончли ва самарали фойдаланиш, вегетация даврида истеъмолчиларни бир маромда сув билан таъминлаш, эксплуатация даврида йўқотилган фойдали ҳажмни ва турли таъсирлар натижасида қирғоқлар шаклланишини аниқлаш, сув омборлари тубидаги чўкиндилар миқдорини ҳисоблашни такомиллашган усулларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамиздаги мавжуд сув омборларнинг косасини йилдан йилга лойқа-чўкиндиларга тўлиши ва фойдали ҳажмининг камайишига асосан сув омбори қирғоқлари ўпирилиши, емирилиши ва уларни силжиши, дарё оқимидаги оқизиқлар, сабаб бўлмоқда. Бунинг натижада сув омборларидан режадагидек фойдаланиш, яъни керакли сувни йиғиш ва уни етказиб беришда ноқулайликлар ва сувга бўлган талабни юмшатишда бир мунча муаммолар юзага келмоқда [3, 5, 10]. Ҳозирда эксплуатация қилинаётган аксарият сув омборларидан ишончли ва самарали фойдаланишда сув омборлари қирғоқларининг шаклланиши ва уларни баҳолаш масалалари долзарб ҳисобланади.

1-расм. **Сув омбори косасидаги юзага келаётган эрозия**

(а) (б)

2-расм. **Дарё оқими таъсирида сув омбори косасида юзага келаётган ички эрозия (а) 2.13 м, (б) 9.76 м**

Чимқўрғон сув омборини тўлдирувчи манба Қашқадарё дарёси муаллақ ва лойқа оқизиқлар миқдори юқори дарёлардан бири ҳисобланади. Унинг юқори оқимида дарё сувининг ўртача лойқалиги Темирчи қишлоғида 0,908 кг/м^3 га тенг, Шарқ юлдузи қишлоғи яқинида эса 2,90 кг/м^3 ни сув омборининг Чимқўрғон қишлоғи ҳудудида вегетация даврида 3.90 кг/м^3 ташкил этади. Демак, Темирчи ёнидагига нисбатан Шарқ юлдузи ва Чимқўрғон қишлоғи ҳудудларида қирғоқлардан бўладиган эрозия натижасида дарё сувининг лойқалиги уч мартадан ҳам ортиқлиги кузатилди. Кўриниб турибдики, Марказий Осиёнинг кўпчилик дарёларида бўлганидек, Қашқадарёда ҳам, лойқа оқизиқлар миқдори дарёнинг қуйи оқими томон дарё қирғоқларидаги эрозия натижасида ортиб бормоқда.Айниқса сув омбори ичида яъни қуйилиш қисмидан тўғон томонга дарё ўзани кескин ўзгариб борганлигини, яъни бази жойларда 7-9.76 метргача вертикал эрозия юзага келганлигини кўришимиз мумкин (1-2 расм).

Олиб борилган тадқиқотлар сув омбори қирғоқлари ва косасида турли даражадаги эрозия жараёнларининг жадаллик билан ривожланиб бораётганлигини кўрсатмоқда. Қашқадарёда юзага келган эрозия жараёнида сув омборига кириб келаётган лойқа ва муаллақ оқизиқлар сарфининг йил давомида ўзгариши 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Қашқадарёда лойқалик ва муаллақ оқизиқлар сарфларининг йил давомида ўзгариши

Ойлар	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**Йиллик 2019**
Лойқалик, кг/м^3	0,3	0,4	2,8	3,1	4,3	4,14	1,92	0,9	03	06	0,2	0,7	2,32
Оқизиқлар сарфи, кг/сек	21	34	145	492	1069	901	209	46	11	17	9	22	248

Сув омборларининг лойқа оқизиқлар билан тўлиб бориш жадаллигини баҳолашда уларнинг фракцион таркибини билиш муҳимдир. Қашқадарёдаги муаллақ оқизиқларнинг фракцион таркиби 1-жадвалда, сув омбори косасида чўккан лойқа оқизиқларнинг фракцион таркиби эса 2-жадвалда келтирилди.

2-жадвал

Қашқадарё муаллақ оқизиқларининг фракцион таркиби, фоизда (2021-йил)

Заррачалар диаметри, мм	0,25 дан ортиқ	0,25÷0,10	0,10÷0,05	0,05÷0,01	0,01 дан кам
апрел-сентябр	3,6	10,5	20,1	26,8	48,2
октябр-март	6,1	26,3	14,8	19,3	42,2
Йиллик ўртача	4,85	18,4	17,45	23,05	45,2

Юқоридаги ва қуйидаги жадваллар маълумотларини солиштирадиган бўлсак, уларда келтирилган лойқа оқизиқларнинг ўлчамлари бир-биридан кескин фарқ қилади. Масалан, муаллақ оқизиқларнинг диаметри 0,25 мм ва ундан кичик бўлса, чўкмаларнинг ўлчамлари бир неча см гача боради. Қашқадарёда юзага келган эрозион ҳолат натижасида сув омбори тубида чўккан лойқа оқизиқларнинг фракцион таркиби 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

Муаллақ оқизиқларнинг фракцион таркиби

Заррачалар диаметри, мм	40 дан ортиқ	40÷29	29÷10	10÷5	5 дан кам
Май ойида	3,6	10,5	20,1	26,8	45,2
Ўртача йиллик	5,7	28,9	14,8	17,1	38,5

Юқорида келтирилган 2 ва 3-жадвалларда Қашқадарёнинг лойқа оқизиқлари тавсифи келтирилиб ўтилди. Унга кўра, дарёнинг ўртача кўп йиллик муаллақ оқизиқлар (Чироқчи гидропости бўйича) миқдори сув омборида 7,9 миллион тоннани ташкил этади. Агар уларнинг солиштирма оғирлиги 1,2 т/м^3 га тенг бўлса, бу йилига 37,8 млн.м^3 ҳажмга тенг бўлган оқизиқлар миқдорини ифодалайди.

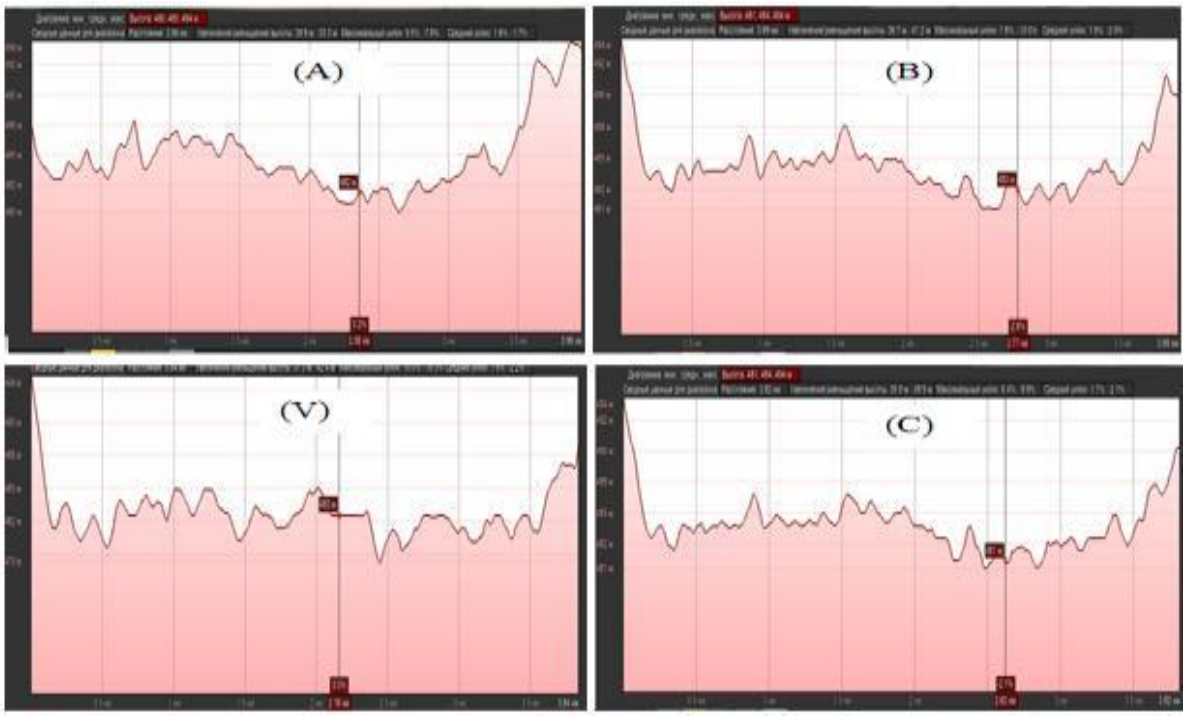
Дарёларнинг геологик иши, бошқа баъзи бир экзоген факторлар сингари, одатда алоҳида олиб кўриладиган, лекин кўпинча бир вақтда ривожланадиган қуйидаги уч босқичдан иборат.

- тупроқни бир жойдан иккинчи жойга оқизиб келтириб қатлам ҳосил қилиши

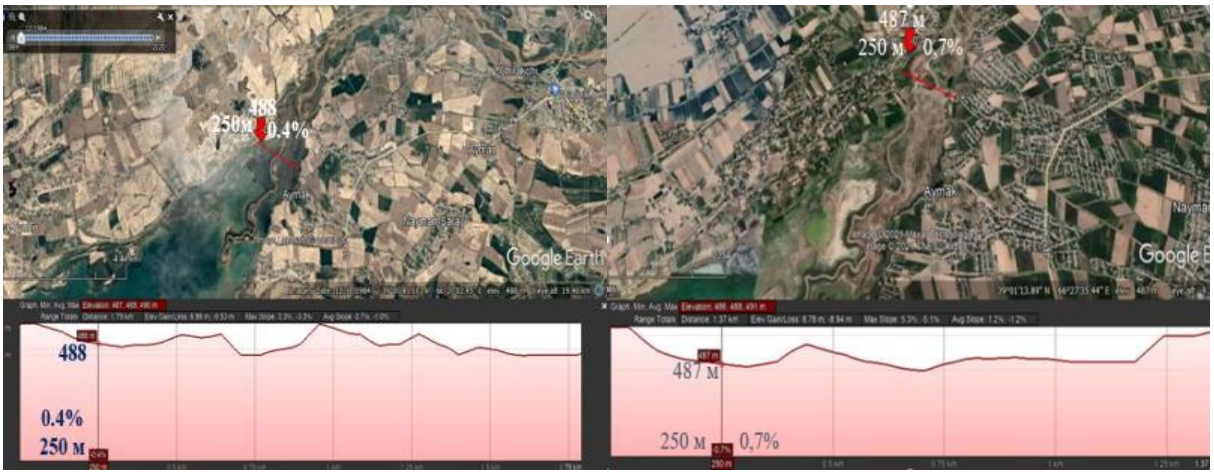
- вертикал эрозия ва горизонтал эрозияга учрашда ўзини номоён қилади.

Эрозия жараёни ривожланиб бориш жараёнида қирғоқ чизиғининг ўзгариб бориши кузатилмоқда. Масалан; Чироқчи туманидаги Чимқўрғон қишлоғига сув сатҳи НДСга кўтарилганида сув чиқиб бориши натижасида ёнлама эрозия ривожланаётгани аниқланди.

Чимқўрғон сув омборининг космик сёмкасида қирғоқнинг шакли 1984-йил денгиз сатҳидан 488 метрда, 2022-йилга келиб 487-метрга тенг бўлганлигини, йиллар давомида сув омборининг 12,58 км.да сув эрозияси натижасида қирғоқ бир метрга ўзгарганини профилда (4-расм) кўришимиз мумкин. Сув омбори эни (координата 39.035067, 66.472071) 0,250 км бўлиб, 1985 йилдаги қирғоқ профилида нисбий хатолик 4 фоиз, 2023 йилдаги маълумотларда 7 фоизга ошган.



3-расм. **Чимқўрғон қишлоғи қирғоқларида юзага келаётган эрозия**



4-расм. **Қирғоқ профили 1-1984 йил, 2-2023 йил**

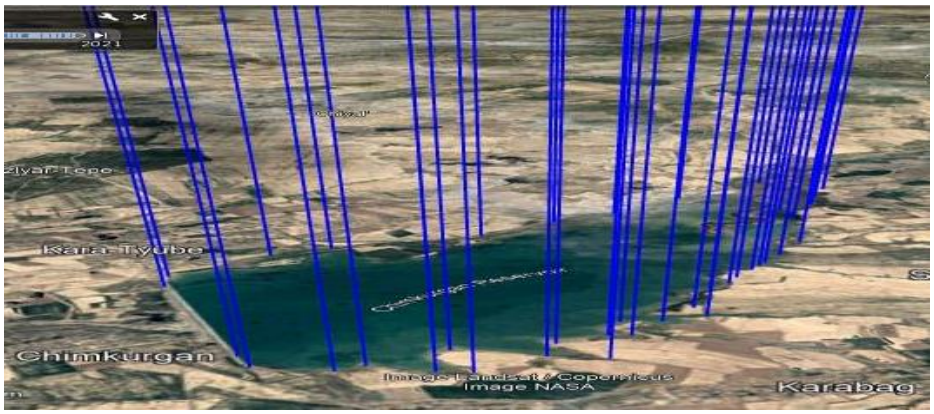
5-расм. **Сув омбори қирғоқ зоналарини ўрганиш жараёни**

Сув омбори ҳажмининг ўзгаришини ўрганиш учун дастлаб қирғоқ чизиқлари белгилаб олинди. Бунинг учун сув омборининг Нормал димланган сатҳ белгиси (∇ 490 м баландликда жойлашган) тўғон устидаги реперлар орқали белгилаб олинди ва маълумотни қабул қилувчи iBase GNSS ускунаси сув омбори тўғонида Нормал димланган сатҳига ∇ 488,2 м баландлик нуқтасига жойлаштирилди. Сув омборининг қирғоқ бўйи

чизиғини абсолют баландлик белгиси ∇ 488,2 м бўлгандаги қиймати қирғоқ бўйлаб ҳар 30 м масофада аниқлаб чиқилди.

Қирғоқ чизиғининг ўзгаришини аниқлаш мақсадида Нормал димланган сув сатҳи белгиси ∇ 488.2 метрда абсолют баландлик нуқталарини аниқлаш ишлари V-30 plus GNSS RTK маълумотни ўзида сақловчи ровер қурилмаси орқали сув омборининг ҳар-бир метрдаги абсолют баландлик нуқталари тўғрисидаги маълумотлар тўпланди.

Олинган ўлчов натижалар асосида бир хил баландликлар бирлаштирилиб қирғоқ маълумотлар Сентинел-2 спутник тизимига боғлаш орқали чегаралар ҳосил қилинди.



6-расм. **Олинган маълумотларни спутник билан боғлаш**

Сув омборлари ҳажмини ҳисоблаш учун сув омборларининг олдинги йиллардаги эксплуатация давридаги сув балансини ташкил этувчилари, яъни кирувчи ва чиқувчи сув миқдорлари йиғиндиси ҳамда ушбу йилларнинг охирги ойларидаги сув сатҳларидан фойдаланилди. Сув омборининг меъёрий димланган сатҳи (НДС) белгисигача тўлган ёки шу сатҳга яқин бўлган ҳамда минимал сув сатҳи ўлик сув сатҳига (ЎСС) яқин бўлган йиллар танлаб олинган. Ҳисоблашда сув омборлари лойиҳавий ҳажмининг ундаги сув сатҳига боғланиш графигидан фойдаланилди.

Чимқўрғон сув омборига келаётган сув миқдорлари маълумотларига асосан сув омбори ҳажмининг камайишини Қашқадарё дарёсидаги 1980 йилдан 2021 йилгача сув ҳажмининг ўзгаришига боғлиқлиги аниқланди.

Фойдали ҳажмнинг камайиши $\Delta V_{\text{фойдали}} = 0{,}019{O_c}^{0{,}82}$

Тўла ҳажмнинг камайиши $\Delta V_{\text{тўла}} = 0{,}033{O_c}^{0{,}79}$ (1)

Сув омбори хавзасининг съемка кузатув маълумотлари асосида сув омбори ҳажмининг камайишини тубидан то ҳар бир сатҳигача бўлган боғланиши Чимқўрғон сув омбори учун ишлаб чиқилди.

$$\frac{\Delta V_{\text{Н}}}{\Delta V_{\text{МДС}}} = 0{,}95\left(\frac{H}{\text{Н}_{\text{МДС}}}\right)^{1{,}26} \quad (2)$$

4-жадвалдан фойдаланиб сатҳнинг камайиши асосида исталган йил учун сув омбори ҳажмининг сув сатҳига боғлиқ маълумотларини аниқлаш мумкин (2, 3-жадвал).

4-жадвал

Сув омбори ҳажмининг сатҳига нисбатан камайиш ҳисобий коэффициенти

Сатҳ, м	462	464	466	468	470	ЎСС 471	472	474	476	478
$\Delta V/\Delta V_{\text{МДС}}$	0	0,044	0,083	0,14	0,212	0,267	0,267	0,314	0,37	0,4

Сатҳ, м	480	482	484	486	488	НДС488,2
$\Delta V/\Delta V_{\text{МДС}}$	0,466	0,584	0,686	0,854	0,996	1

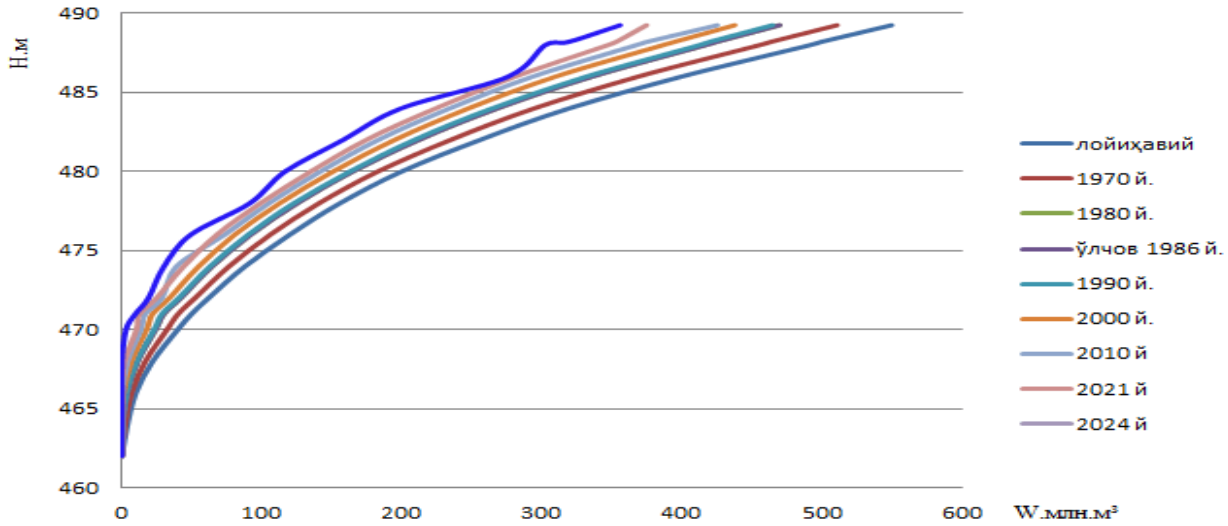
5-жадвал

Сув омбори ҳажмининг турли йиллардаги ўзгариши

Отметка, м	Лойиҳавий	1970	1980	Ўлчов 1986	1990	2000	2010	2021	2024
462	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0
464	4	2,4	1,33	0,67	0,5	0	0	0	0
466	10	6,99	4,96	3,79	3,38	1,28	0,33	0.19	0,05
468	22	16,8	13,3	11,29	10,6	6,98	4,19	2,08	1,54
470	40	32,3	27,1	24,11	23,1	17,7	13,6	10,47	4,22
471	50	40,3	33,8	30	28,7	22	16,75	12,8	8,06
472	62	52,3	45,8	42	40,7	34	28,75	24,8	15,06
474	88	76,6	68,9	64,48	63	55	39,09	44,26	29,67
476	120	106	97,3	91,96	90,2	80,7	73,42	67,9	40,25
478	156	141	131	125,39	123	113	105,1	99,16	85,27
480	200	183	172	165,06	163	151	141,9	135,0	125,1
482	256	235	221	212,23	209	195	183,2	174,6	166,2
484	320	295	278	268,52	265	248	234,5	224,4	192,5
486	400	369	348	335,98	332	310	293,6	281,0	244,3
488	492	456	432	417,3	413	387	367,9	347,5	319,5
488,2	500	464	439	425	420	395	375,4	353,3	320,7
489,25	550	511	485	470	465	438	425,4	374,9	345.9

Сув омбори хажмининг камайишини ҳисоблаш ва сув омборининг сувли жойида олиб борилган съемка кузатувлар натижасида олинган маълумотларини солиштириш шуни кўрсатадики, назарий ҳисоблаш усуллари ҳам яхши натижаларни бериши, яъни фойдали ҳажмнинг камайиш фарқи (+1%) дан кам, яъни /$\frac{55,3}{57,6} = 0,96$/ни ташкил килади.

5-жадвалдан фойдаланиб исталган йил учун сув омбори ҳажмининг сув сатҳига боғлиқлик графигини келтириш мумкин.



7-расм. **Турли йиллар учун Чимқўрғон сув омбори ҳажмининг сув сатҳига боғланиш графиги**

Хулоса. Сатҳнинг кескин кўтарилиши натижасидаги қирғоқлар силжиши асосан сув омборига келадиган сел-тошқин пайтларида сув омбори сатҳини кескин кўтарилиб кетиши натижада қирғоқ грунтларида ўпирилишлар, сув босими натижасида қирғоқлар юза қисмларини ювилиши, юмшоқ грунтларнинг емирилиши ва чўкиши каби ҳолатлар кузатилган. Олиб борилган кузатувлар ва ҳисоб китоблар натижасига кўра сув омборининг лойиҳавий ҳажмига нисбатан ҳозирги вақтдаги йўқотилиши жуда катта ҳисобланиб бу кўрсаткич 180.4 млн. м^{3}ни ташкил қилмоқда. Лойқа оқизиқларнинг асосий қисми дарё ўзанининг эрозияси натижасида ҳосил бўлган бўлса, қисман 6-7% қирғоқлар эрозияси ҳиссаси мавжуд. Сув омборида юзага келаётган қирғоқлар эрозияси жараёни юқорилиги ва эрозия материалларининг чўкиндига айланиши сабабли сув омборларининг фойдали ҳажми йўқотилмоқда, натижада сув омборига бириктирилган суғориш майдонларининг сув таъминоти камайиб, кўплаб майдонлар фойдаланишдан чиқиши ҳолатлари кузатилмоқда.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Арифжанов А.М., Гаппаров Ф.А., Апакхужаева Т.У., Хошимов С.Н. Сув омборларини лойқа босишининг назарий ва табиий дала тадқиқотларининг таҳлили //«Ирригация ва мелиорация» журнали.– Тошкент, 2020. № 3(21). –б.63-65

2. Гаппаров Ф.А. Сув омборларидан фойдаланишнинг гидравлик ва гидрологик режимини такомиллаштириш. Тошкент 2020 45-50 б

3. Гаппаров Ф.А., Назаралиев Д.В., Эшқуватов Қ.Ш., Assessment of Chimkurgan water reservoir sedimentation processes IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 883 (2020) 012039 https://doi:10.1088/1757-899X/883/1/012039

4. Гаппаров Ф.А., Мансуров С.Р., Эшқуватов Қ.Ш., Гаффарова М.Г., Assessment shoreline formation of reservoirs E3S Web of Conferences 264, 01004 (2021) CONMECHYDRO–2021 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403072

5. Иконников, Л. Б. Формирование берегов водохранилища / Л. Б. Иконников. – М. : Наука, 1972. – 95 с.

6. Хикматов Ф. Водная эрозия и сток взвешенных наносов горных рек Средней Азии. –Ташкент: Изд-во «Fan va texnologiya», 2011. -248 с.

7. Хикматов Ф. Водная эрозия и сток взвешенных наносов рек Средней Азии, усовершенствование методики их расчета и прогноза: Автореф.… д-ра геогр. наук. -Ташкент, 2002. - 50 с.

8. Ҳикматов Ф.Ҳ., Айтбаев Д.П., Каримов Б.Л. Сув омборларининг
седиментация баланси ва уларнинг лойқа оқизиқлар билан тўлиш жадаллигини баҳолаш (Чорбоғ сув омбори мисолида) // Илмий мақолалар тўплами. – Тошкент: Университет, 2004. –Б.165-171.

9. Икрамова М.Р., Ходжиев А., Алибеков И. Совершенствование методика расчёта заилиния русловых водахранилиш. Федералное агенство научний организатсий Россия. Соленое Заимше, 2017 й 250-256 б

UO‘T: 627.26 69.059.2

TEMIR-BETON VA BETONLI GIDROTEXNIK INSHOOTLARDA PAYDO BO‘LGAN SHIKASTLANISHLARNI TA’MIRLASH ISHLARI

Seytmuratov Azizbek Rashid o‘g‘li

Irigatsiya va Suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti tayanch doktoranti

Kurbanbaev Sagit Erejepovich

PhD, katta ilmiy xodim, Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti Qoraqalpog‘iston mitaqaviy markazi direktori.

Annotatsiya: Maqolada beton va temir-betondan qurilgan gidrotexnik inshootlarda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan shikastlanishlarni ta’mirlash usullari, yo‘nalishlari hamda alohida holatlarda qo‘llaniladigan choralar haqida so‘z boradi.

Kalit so‘zlar: Gidrotexnik inshoot, shikastlanish, usul, beton, opalubka.

Annotation: The article talks about the methods, directions and measures used in particular cases to repair damage that may occur in hydrotechnical structures built of concrete and reinforced concrete.

Key words: Hydrotechnical construction, damage, method, concrete, decking.

Kirish: Beton konstruksiyalari qurilishda eng keng tarqalgan va ishonchli materiallardan biri hisoblanadi. Biroq, tashqi muhit ta’siri, dinamik yuklamalar va materialning tabiiy yeskirishi natijasida vaqt o‘tishi bilan betonda turli xil shikastlanishlar yuzaga keladi. Ushbu maqolada shikastlanishlarning turlari, ularning kelib chiqish sabablari va zamonaviy ta’mirlash texnologiyalari tahlil etiladi. Gidrotexnik inshootlar davlatning strategik obyekti hisoblanadi. Bu turdagi inshootlarni muhofaza qilish, modernizatsiya qilib borish eng dolzarb vazifalardan hisoblanadi. O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda Vaziyatlar Vazirining 2018-yil 16-iyuldagi “Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi qoidalarini tasdiqlash to‘g’risida”gi 3039-sonli buyrug’ida soha bo‘yicha tegishli vazifalar, qoidalar va tartiblar belgilab berilgan. Unga ko‘ra:

- -Gidrotexnik inshootlarni, tarmoq va asbob-uskunalarni kapital, o‘rta va joriy ta’mirlash ishlari har yili texnik rahbar tomonidan tasdiqlanadigan rejalashtirilgan ta’mirlash grafigi orqali amalga oshiriladi;
- -Kapital ta’mir va montaj ishlaridan so‘ng gidromexanik uskunalardan foydalanishni boshlashdan oldin dalolatnoma tuzish orqali mustahkamlik va zichligi sinovidan o‘tkazilishi kerak;

- Gidromexanik uskunalar shikastlangan hollarda, ta’mirlashni olib borish uchun suvtkazish oraliqlar (devorlari)da shandorali tirqish (paza)da joylashgan avariya-ta’mir zatvor (to‘siq)lari bo‘lishi shart;
- Ta’mirlash ishlarini amalga oshirish uchun doimiy shandora kameralarida moy bo‘yoq qilingan va moylangan holda inshootda tayyor turishi shart.

Gidrotexnik inshootlarni ishonchli va xavfsiz ekspluatatsiya qilish uchun avariya va zaxira materiallari xavfsizlik dekloratsiyasida ko‘rsatilgan miqdorda saqlanishi kerak, asosiysi uning ishonarli texnik soz holatda bo‘lishini ta’minlashdir, bu esa inshootni vizual va instrumental (asbob uskunalar) kuzatuvlari natijasida amalga oshirilishi shart. Xizmat ko‘rsatish bo‘yicha olib boriladigan tashkiliy-texnik ishlarni amalga oshirishning asosiy qoidalari «Ishlab chiqarish binolari va inshootlarining rejali-ogohlantiruv ta’mirini olib borish to‘g’risida nizom»da keltirib o‘tilgan.

Ushbu tadbirlarni amalga oshirishdan maqsad, asosiy inshootlarning keraklicha parvarish qilish ishlarini olib borish, shuningdek sozlash ishlarini yo`lga qo‘yish va uning tannarxini pasaytirish yo‘li bilan ko‘p vaqt ekspluatatsiya qilishdan iborat. Gidrotexnik inshootlarni vaqtida ta’mirlash, shikastlangan holatida esa zudlik bilan ta’mirlash ishlarini olib borish muhim ahamiyatga ega. Vaqtida bajarilmagan ish turli texnogen hodisalarga sabab bo‘lishi mumkin. Betondan qurilgan gidrotexnika inshootlarining shikastlanishlari kimyoviy, fizik, fizik-mexanik korroziya, kavitatsion ta’sir natijasida, deformatsiyalar, og’ir yuk ko‘taruvchi texnikalarning inshoot ustidan harakatlanishi, zarbalar va shunga o‘xshash holatlar ta’sirida darz ketib shikastlanishlar va boshqa sabablarga ko‘ra yuzaga keladi. Beton va temir-betondan qurilgan gidrotexnik inshootlarni nafaqat davriy ta’mir balki favqulotda ta’mirlash holatlari ham mavjud. Buning bir qancha usullari mavjud:

Kichik yoriqlarni betonlab ta’mirlash. Bu usul inshootning ustki qismiga darz ketganda qo‘llaniladi. Jarayon “beton sirtini ta’mirlash uchun beton aralashmasini tayyorlash va ko‘rsatilgan joyga quyish tartibida amalga oshiriladi. Bunda beton 7 sutka davomida suv sepib namlab turiladi va 14 sutka davomida suvga plastik qiluvchi qo‘shimcha qo‘shib namlab turiladi. Shikastlanish katta bo‘lgan holatlarda odatda taxta opalubka (qolip) va metallardan foydalaniladi.

Germetizatsiyalash. Deformatsion choklarga shikast yetganda uning zichlagichlari orqali yuqori filtratsiya kuzatiladi. Bunday holat sovuq harorat paytida choklar orasida muz qatlami paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Choklar yoki yoriqlar orasida suv muzlashi oqibatida mahalliy kuchlanish oshib ketadi, u esa

o‘z navbatida betonning buzilishiga sabab bo‘ladi. Shuning uchun choklarni o‘z vaqtida ta’mirlash talab qilinadi. Bu holatda germetizatsiyalash usulida ta’mirlash samarali hisoblanadi.

Gidrotexnika inshootlari elementlarida kavitatsiya va kavitatsiya yemirilishlari suv oqimi tezligi 12-15 m/s bo‘lganda sodir bo‘ladi. Hozirgi paytda o‘rta va yuqori bosimli gidrouzellarning qurilishi, ularning tarkibidagi suv tashlovchi inshootlardagi suv oqimi tezligining 55-60 m/s gacha ortishiga sabab bo‘ladi. Bunday katta suv tezliklarida ishlaydigan inshoot elementlarida kavitatsiya va kavitatsiya yemirilishlari sodir bo‘lishi tabiiydir. Inshoot elementlarinikavitatsiya va kavitatsiya yemirilishlaridan saqlash asosiy vazifalardan biri va ularni saqlash chora tadbirlariga quyidagilar kiradi:

1) kavitatsiya hosil bo‘lishiga yoki uning boshlang’ich bosqichida rivojlanishiga yo‘l qo‘ymaslik;

2) yemirilishga uchramaydigan konstruksiyalarni qo‘llash;

3) vakuum zonalariga havo yoki suv yuborish;

4) kavitatsiyaga nisbiy chidamli materiallardan foydalanish.

Ushbu bo‘limda kavitatsiya va kavitatsiya yemirilishlariga qarshi choralardan bo‘lgan vakuum zonalariga havo yuborish va kavitatsiyaga nisbiy chidamli materiallar ko‘rib chiqiladi. Ma’lumki, suv oqimining havo bilan to‘yinishi (aeratsiya) gidrotexnika inshootlari elementlarida kavitatsiya eroziyasini qisman va to‘laligicha to‘xtatishi mumkin.

Havo bilan to‘yinish, ayniqsa, turbulent tuzilishli oqimlarda kuchliroq darajada kuzatiladi. Bunda suv pufaklarining havo bilan to‘yinishi, ularning yemirilishidan hosil bo‘ladigan bosim impulsini kamaytiradi va inshoot qismlarini ushbu impulslar ta’siridagi yemirilishlardan saqlaydi.

Betonning kavitatsion shikastlanishlari ko‘p holatlarda epoksid smolalar, epoksidli-kauchikli materiallar, polimerbetonlar, polimer aralashmalar, polimer yelimlar, mastikali polimerli lok-bo‘yoq qoplamalar va hokazolar bilan ta’mirlanadi.

Beton konstruksiyalarini kavitatsiyaga chidamliligini va yeyilishga qarshiligini oshirish uchun yuqori zichlikdagi va mustahkamlikdagi (35-40 dan kam bo‘lmagan va 50 gacha bo‘lgan sinfdagi), mayda va o‘rtacha donadorlikdagi (30-40 mm gacha) to‘ldiruvchi va tuzilishida minimal, mikrodefektli beton qo‘llanilishi lozim. Yemirilishga chidamli betonni tayyorlash uchun juda sinchiklab materiallar tanlab olinadi: o‘ta zich va mustahkam sement tosh (yuqori sinfdagi suv sement nisbatan 0,4-0,45 dan katta bo‘lmagan Portlandsement)

to‘ldiruvchi donalari orasida mumkin qadar yupqa qatlam bilan bir tekis taqsimlanishi kerak. Maydalangan tosh (shag’al yo‘l qo‘yilmaydi) yuqori yopishqoqlikka ega mustahkam toshdan tayyorlanadi. Qum o‘tkir qirrali shaklidagi zarralaiga ega yirik donador kvarsli bo‘lishi kerak.

Natijalar va muhokama. Kuzatuvlardan ma’lum bo‘lishicha, betondagi shikastlanishlar asosan quyidagi turlarga bo‘linadi:

Yoriqlar (tazyiq yoki harorat ta’siri natijasida), eritma bilan qoplangan yuza shikastlanishi (karbonatlashuv), armaturaning zanglashidan kelib chiqqan beton parchalanishi.

Ta’mirlash ishlarida quyidagi usullar yuqori samara berdi:

Epoksidli in’eksiya - kichik yoriqlar uchun, polimer-beton qatlami bilan tiklash - yuzadagi shikastlanishlar uchun, antikorroziyali qoplamalar - armatura himoyasi uchun.

Ta’mirlashdan so‘ng dinamik yuklamalarga chidamlilik 25-35% ga oshdi, suv o‘tkazuvchanlik 60% ga kamaydi. Bular ta’mirlashning samaradorligini ko‘rsatadi.

Transhey qazib ta’mirlash. Bu usul dambada yoriq yoki cho‘kish kuzatilganda amalga oshiriladi. Dambada hosil bo‘lgan yoriqni tiklash uchun yoriq (darz) yuz bergan joyda transhey qaziladi. Transheyning chuqurligi va kengligi yoriq o‘lchamlariga va ishni bajarish texnologiyasiga asosan belgilanadi. Bu usul o‘pirilgan qiyaliklarni qayta tiklash yoki ularni yotiqroq qilish ko‘chib tushgan gruntni surish yoki yangi grunt solish bilan amalga oshiriladi.

Xulosa o‘rnida aytish mumkinki, yuqorida ko‘rib chiqilgan usullar orqali gidrotexnik inshootlar butligini doimiy nazoratga olish, shikastlanish holatlarida tezkor ta’mirlash ishlarini olib borish hamda soha rivojlanishini ta’minlash mumkin. Бетон конструкциялари мустаҳкамлиги ва узоқ муддатли хизмат қилиши учун мунтазам техник назорат ва сифатли таъмирлаш ишлари муҳим ҳисобланади. Таъмирлаш усуллари танланганда шикастланиш тури ва ҳажми инобатга олиниши керак. Заманавий полимерли ва инъекция технологиялари нафақат конструкциянинг механик ҳолатини тиклайди, балки унинг хизмат муддатини узайтиради.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirining buyrug’i, 16.07.2018 yilda 3039-sonli ro‘yhatdan o‘tgan. (https://www.lex.uz/docs/-3825900?ONDATE2=28.07.2021&action=compare)

2. Bakiyev M., Nosirov B., Xo‘jaqulov R. Gidrotexnika inshootlari, O‘quv qo`llanma. T. O‘MQTM., «Vilim» nashriyoti, 2014. - 264 b.

3. Bakiev M.R., Tursunov T.N., Durmatov J. Suv xo‘jaligi tashkilotlari ekspluatatsiya xizmati ishini tashkil etish bo‘yicha ko‘rsatmalar. O‘zR Qishloq va suv xo‘jaligi vazirligi, TIMI. –T.: 2016 y. - 24 b.

4. Замарин Э.А. Фандеев В.В. Гидротехнические сооружения. - изд. 3 э, - М.: Гос изд. Сельхоз.литература, 2014, - 560 с.

5. Кавешников Н.Т. Эксплуатatsiя и ремонт гидротехнических сооружений. - М.: Агропромиздат, 1989. - 272 с.

6. Петров.А.А., Курбанбаев.С.Е., Сейтмуратов.А.Р., Бетонли гидротехника иншоотларидан фойдаланиш ишончлилигини ошириш усуллари: совуқ композит материаллар ва уларнинг амалий тадбиқи. Международнқй научно-практический журнал ENDLESS LIGHT IN SCIENCE. Астана, Казакстан. 2024.

7. Петров А.А. Холодные битумно-полимерные композиции для антикоррозионной и герметизирующей защиты элементов конструксий ГЦ. Журнал Гидротехника XXИ век, №2 2019 г. С. 50;

8. Петров А.А., Садиев У.А. Прогнозирование долговечности конструксий ГЦ с антикоррозионным и герметизирующим покрытием. Журнал Гидротехника. № 3 (56) 2019 г. С. 76-77.

УЎТ: 556.048 672.116

АМУДАРЁ ДАРЁСИ СУВ ОҚИМИ ТАРКИБИНИ ТЎЛДИРУВЧИ ЛОЙҚА-ОҚИЗИҚЛАРНИНГ КЎРСАТГИЧ-ЛАРИНИ АНИҚЛАШ ВА БАҲОЛАШ

Шакиров Бахтиёр Махмудович
т.ф.д., проф. Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти.
bshakirov@mail.ru
Ботиров Урал Умарович
ассистент, Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти
Тешабоев Бобуржон Расулжон ўғли
ассистент, Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти.
kozimovbobur99@gmail.com

Аннотация. Ушбу мақолада Амударё дарёси сув оқими таркибини тўлдирувчи лойқа оқизиқларнинг курсатгичларини аниқлаш ва баҳолаш бўйича илмий асосланган тадбир ва тавсияларни ишлаб чиқиш масалалари ёритилган.

Калит сўзлар: Ён бағирлар эрозияси, сувлар таъсирида ер юзасидаги грунтларнинг ювилиши улар тупроқ ва грунтларнинг юза ювилиши хамда чуқурлик бўйича ювилиш.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разработки научно обоснованных мер и рекомендаций по определению и оценке показателей мутности в бассейне реки Амударья.

Ключевые слова: Эрозия склонов, смыв почвы на поверхности земли под воздействием воды, поверхностный смыв почвы и грунта и смыв в глубину.

Abstract. V state rassmatrivayutsya voprosy razrabotki nauchno obosnovannyx mer i rekomendatsiy po opredeleniyu i otsenke pokazateley mutnosti v basseyne reki Amudarya.

Key words: Erosion of slopes, soil erosion, surface soil erosion, surface soil erosion, surface soil erosion, soil erosion.

Кириш: Амударё дарёси сув оқими таркибидаги лойқа-оқизиқлар Ўрта Осиёдаги бошқа дарёлар каби ўзининг сув йиғиш хавзаси юзаларининг хамда дарё тизимидаги ўзанларнинг ювилишидан хосил бўлади. Дарёларни асосий лойқа-оқизиқлар билан таъминлаб турувчи омиллардан бири сув эрозияси хисобланади. У ёнбағир ва узанлар эрозиясига бўлинади.[6; 45 б.].

Ён бағирлар эрозияси сувлар таъсирида ер юзасидаги грунтларнинг ювилиши бўлиб, улар тупроқ ва грунтларнинг юза ювилиши хамда чуқурлик бўйича ювилиш куринишларида бўлади [4; 271 б., 2; 35-40 б; 5;50

б]. Дарёлар сув оқими таркибидаги лойқа –оқизиқларининг пайдо булишида сув эрозиясининг жадаллиги мухим роль ўйнайди. Уларни таъсир этиш шароитларига боғлиқ холда табиий ва антропоген турларга бўлиш мумкин.

Табиий таъсир этувчи омилларнинг асосийлари қуйидагиларидан иборат: жойнинг иқлим шароити, релъефи, ер жинсларининг литологик таркиби, геологик тузилиши, ўсимлик қоплами, уларнинг жойлашиш зичлиги, турлари ва хоказо.

Антропоген сув эрозияси инсониятнинг турли хил хўжалик фаолияти таъсиридаги жадаллашишига айтилади.

Бундан ташқари кимёвий емирилиш туфайли хосил бўладиган дарё сув оқими лойқа-оқизиқлари ҳам мавжуд. Бу холатда ер усти ва ости сувлари хамда ташқи ҳаво ҳарорати жадаллашиш жараёнида бевосита қатнашади. Демак, сув эрозиясининг ҳар қандай йуналишда кечишидан қатъий назар лойқа-оқизиқларнинг пайдо бўлишида юқоридаги ходисаларнинг хар бири ўзига хос таъсирини кўрсатади.

Амударё дарёси сув оқими таркибидаги муаллақ лойқа - оқизиқларининг асосий кўрсатгичларидан бири Ўрта Осиёнинг купчилик дарёларида бўлганидек, уларинг миқдори дарёнинг қуйи томон ортиб боришидир.

Амударёнинг Айритом худудида (Сурхондарё вилояти) ташкил қилинган учта гидропостдан оқиб ўтувчи муаллақ лойқа-оқизиқларининг ўртача йиллик миқдорини 2006-йил июнь - 2007-йил май ойлари учун аниқлаганимизда $\rho_{ўр}$=1,44 кг/ м^{3}ни ташкил этди, ваҳоланки бу ҳудуддан тахминан 150 км қуйида жойлашган Керки гидропостида эса ўртача куп йиллик лойқалик $\rho_{ўр}$=3,58 кг/м^3 ни ташкил этган.[3; 6-б.].

Маълумки, Амударё қор ва музликлардан тўйиниб оқувчи дарёлар турига киради, шунинг учун дала тадқиқотларимизни ўтказишимиз пайтида дарёдан йил давомида турли хил миқдорда лойқа – оқизиқларнинг оқиб утишининг гувохи бўлдик.

Шунингдек, кўп йиллик музликлардан бошланиб оқадиган дарёларнинг муаллақ лойқа-оқизиқларининг хосил бўлишида хаво харорати хам жуда мухим ўрин тутади. Ҳаво харорати таъсири, В.Л.Шулъц таснифи бўйича қор, қор-музлик ва музлик-қор сувларидан туйинадиган дарёларда янада сезиларли бўлади [1].

Амударё дарёси Айритом худудидаги ўрнатилган гидропост да сув оқимининг ўртача ойлар бўйича бир йиллик ўлчанган хароратини қуйида 1-

жадвалда бундан ташкари Амударё дарёси сув оқимининг Термиз гидропостида улчанган охирги беш йиллик хароратини таққослаш мақсадида олинган маълумотларни эса 2-жадвалда келтирдик. Иккала олинган маълумотлар асосида Амударё сув хароратининг ўртача ойлар ва йиллар бўйича тебраниш графигини туздик.

Амударё хавзасида ва унинг келиб қўшиладиган ирмоқларида апрель-сентябрь ойларида сел-тошкинлари хамда хаво хароратининг юқори бўлишларини хисобга олсак, муаллақ лойқа-оқизиқларининг хосил бўлиши асосан ушбу ойларга тўғри келади.

Амударё дарёси Айритом худудидаги №1 гидроствордан ўтган энг куп лойқа-оқизиқлар миқдори 2007 йилнинг 5-апрелида 17,8 кг./м^{3}ни ташкил этганлиги кузатилди. Бу холатнинг сабабини шу кунларда Амударё дарёсига қуйиладиган ирмоқларда сел тошқинлари бўлиб ўтганлиги билан хамда шу йилнинг март ойи охири ,апрел ойининг бошида йиллик ёққан ёғингарчилик миқдорининг 37,8 % ини ташкил этганлиги билан изохлаб беришимиз мумкин бўлади.

Вақт бирлиги ичида сув оқими жонли кесим юзасидан оқиб ўтадиган муаллақ лойқа оқизиқларнинг сарфини қуйидаги формула билан аниқлаймиз [4; 258 б.].

$$G_л = \rho_{ўр}. Q_{ўр}; \quad (1)$$

Бу ерда: $G_л$ - сув оқими ичида муаллақ ҳаракатланувчи лойқа оқизиқларнинг ўртача ойлик сарфи, кг/с.

1-жадвал

Йиллар	**2006 йил**							**2007 йил**					**Ўртача йиллик**
Ойлар	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**t^{0}C**
Сув ҳарорати С	22,1	23,2	23,3	19,8	19	12,9	6,7	6,3	8,8	12,3	18,1	20,6	16,1

2-жадвал

Йил/ой	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**t^{0}C ўр.йиллик**
2018	5	5,4	12	16,1	17,0	18,0	19,0	18,0	16,5	13,3	8,0	6,1	12,9
2019	4,6	4,6	8,2	14,0	17,0	18,0	19,3	19,0	15,3	13,5	9,6	6,7	12,5
2020	4,3	4,3	10,5	13,7	16,2	18,6	19,8	19,4	16,0	11,1	6,6	2,2	12,7
2021	1,3	1,3	7,5	14,9	18,3	22,2	20,7	21,8	20,7	12,7	7,1	4,7	13,1
2022	3,6	3,6	8,0	16,5	20,0	22,2	24,2	22,8	20,6	14,6	10,3	3,3	14,1

Ўртача 5-йиллик	3,8	3,8	9,2	15,0	17,8	19,7	20,6	20,2	17,8	13,0	8,3	4,6	13,0

3-жадвал

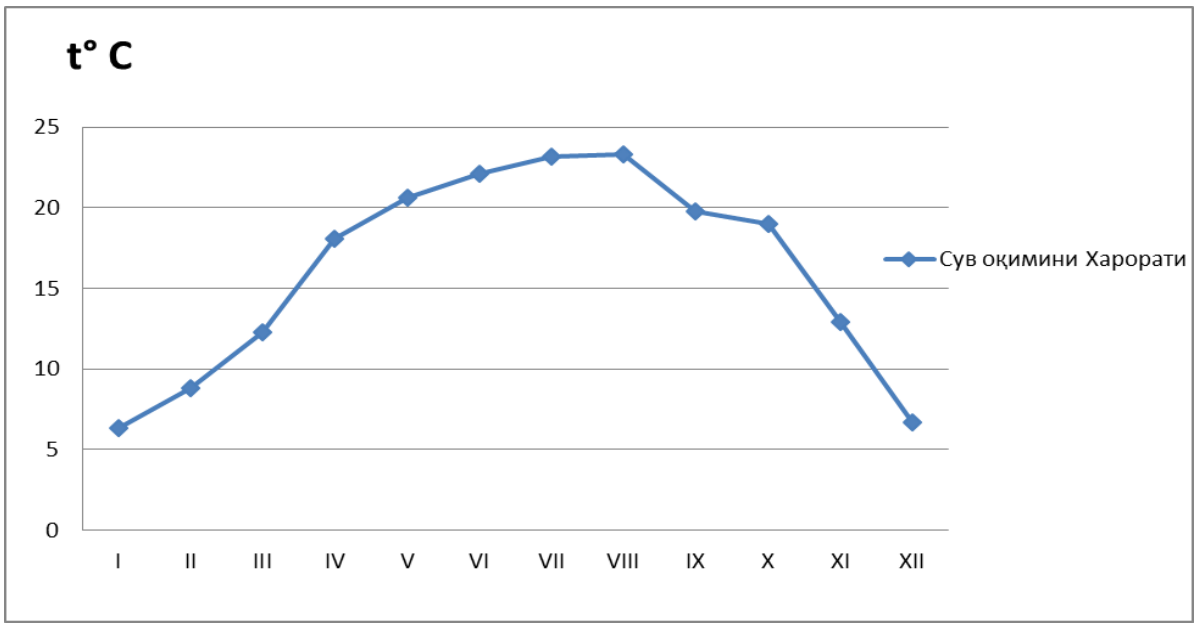
Йил	**2006 йил**							**2007 йил**					**Ўртача йиллик**
Ой-лар	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	
Лойқа-лик кг/м^3	1,90	2,02	1,96	1,57	1,33	1,34	0,37	0,27	0,23	0,363	3,69	1,66	1,44
Сув сарфи м^3/с	527	1415,8	1142,5	1195,5	482,6	342,0	420,0	498,0	188,0	116,0	433,0	380,0	595,0
Оқизиқ-лар сарфи кг/с	1001,7	2858,3	2239,3	1877,0	666,0	458,3	155,4	135,0	43,2	143,0	1598	630,8	983,8

$\rho_{ўр}$ - оқимнинг ўртача ойлик лойқалиги, кг/м ^{3}

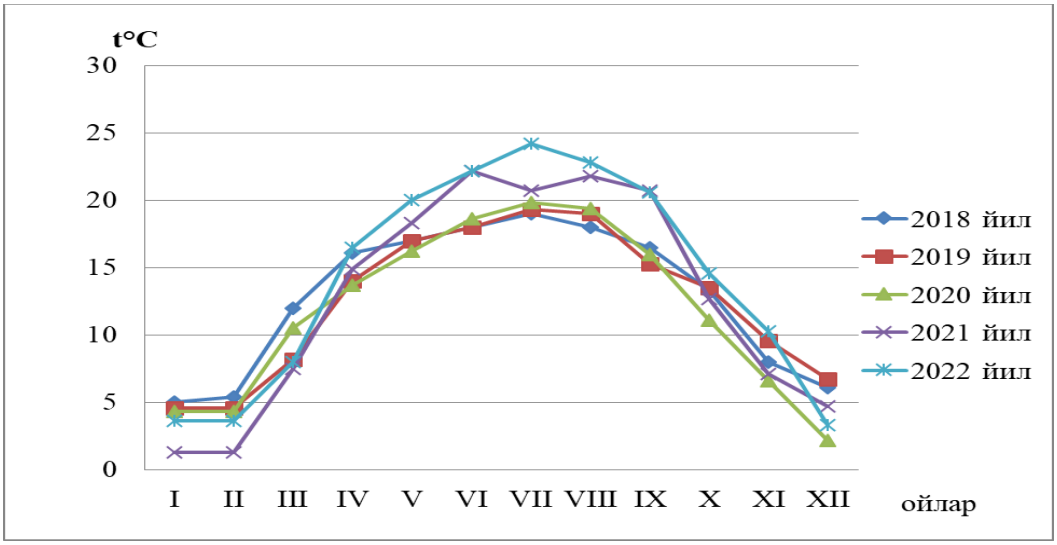
$Q_{ўр}$ - дарё сув оқимининг ўлчанган ўртача ойлик сарфи, м ^{3}/с.

Амударё дарёси сув оқими таркибидаги муаллақ лойқа - оқизиқларининг 2006 йилнинг июнь -2007 йил май ойлари учун ўртача ойлар бўйича бир йиллик миқдори хамда сарфларининг ўзгаришини 3-жадвалда қайд этиб, уларнинг ўзаро боғлиқлик тебраниниш графигини баҳолаб ўтамиз (1, 2 ва 3-расмлар).

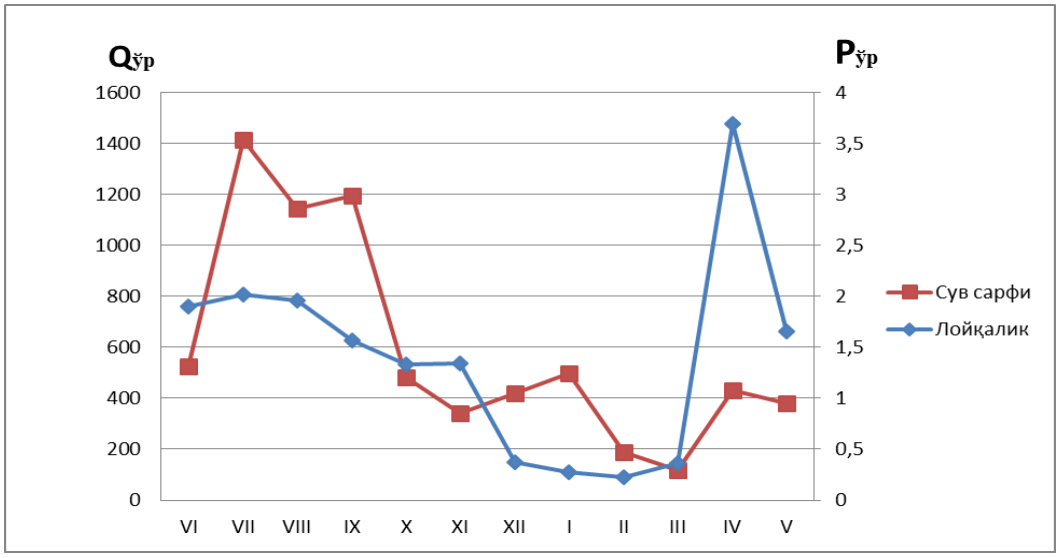
Амударё дарёси сув оқимидаги муаллақ лойқа-оқизиқлари миқдори ва сарфдарининг метеорологик боғланишларини ўрганиш мақсадида Термиз гидро постида хамда метеорология стансиясида кузатилган хаво хароратининг маьлумотларидан фойдаландик (4 ва 5-жадваллар). Ушбу жадваллар асосида ўртача ойлик ҳаво ҳарорати маьлумотлар асосида тебраниш графигини чиздик (4 ва 5 расмлар).



1-расм. **Амударё дарёси Айритом гидропостидаги 2007-йил I-V ойлар ва 2006-йил VI-XII ойлар сув оқимининг ҳарорати тебраниш графиги**



2-расм. **Амударё дарёси Айритом гидропостидаги сув оқимининг ҳарорати тебраниш графиги (2018-2022 йиллар)**

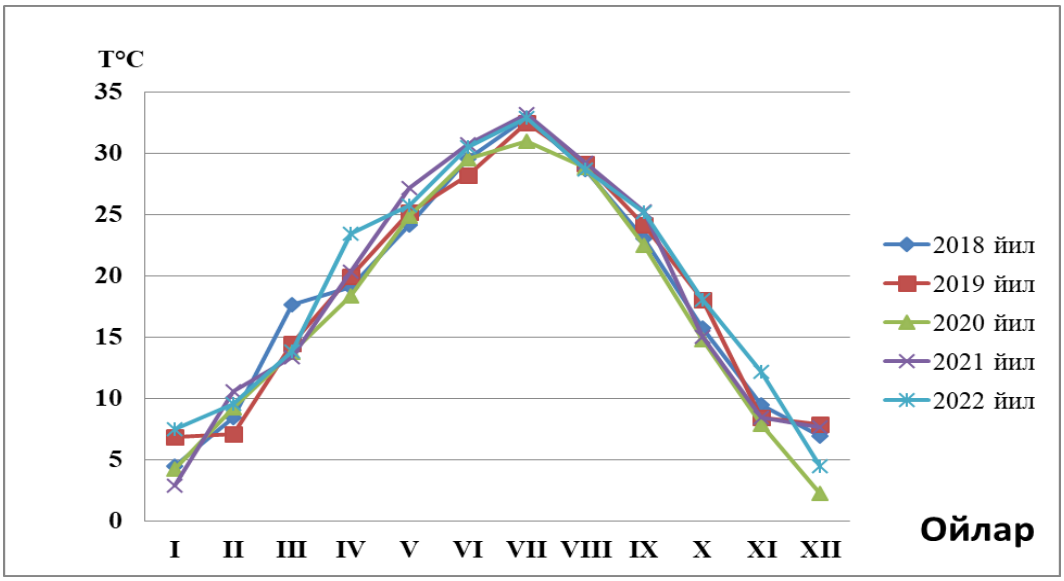


3-расм. Амударё дарёси Айритом №1 гидропостидаги сув сарфи ва лойқалигининг тебраниш графиги

Амударё сувининг максимал ўртача ойлик лойқалиги 3,69кг/ м^3 ни, ўртача йиллик сув сарфи 595,0/м^3/с ни ва ўртача йиллик лойқа - оқизиқлари сарфи эса 983,8 кг/с ташкил қилар экан.

Амударё дарёсининг Айритом гидропостида ўлчанган ўртача йиллик сув сарфларининг максимал ва минимал қийматлари нисбати 12,2 ни ташкил этса, ўртача йиллик сув сарфи билан унинг минимал қифматлари нисбати 3,6 га тенгдир. Агарда бундай нисбатларни дарё сув оқимининг муаллақ лойқа оқизиқлари максимал ва минимал сарфларида текширсак 66,2 марта кичикдир, Ўртача лойқа оқизиқлар сарфининг унинг минимал қийматларига нисбати эса 22,8 ни ташкил қилди.

4-расм. **Амударё дарёси сув ҳавзасидаги ҳаво ҳароратлари 2007-йил I-V ойлар ва 2006-йил VI-XII ойлар тебраниш графиги (Термез метеостанция маьлумотлари)**



5-расм. **Амударё дарёси сув ҳавзасидаги ҳаво ҳароратлари тебраниш графиги (Термез метеостанция маьлумотлари) 2018-2022 йиллар учун**

4-жадвал

Амударё дарёси ҳавзасида ўртача ойлик ҳаво ҳароратлари тўғрисида маьлумотлар (Термез метеостанцияси) 2006-йил июн ва 2007-йил май ойлари

Ой-лар	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Йиллик ўртача ҳарорат
T0C	20,9	30,2	29,0	22,5	17,0	11,7	2,0	4,5	8,2	11,3	21,7	25,5	17,7

5-жадвал

Амударё дарёси ҳавзасида ўртача ойлик ҳаво ҳароратлари тўғрисида маьлумотлар (Термез метеостанцияси) 2018-2022 йиллар учун

Йил-лар	Ойлар												Йиллик ўртача ҳарорат
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2018 й	4,5	8,5	17,7	19,1	24,2	29,6	32,9	28,7	23,1	15,8	9,5	7,0	18,3
2019 й	6,9	7,1	14,5	20,0	25,2	28,2	32,5	29,2	24,2	18,1	8,5	7,9	18,5

2020 й	4,3	9,3	13,8	18,4	24,9	29,6	31,0	28,9	22,5	14,8	7,9	2,3	17,3
2021 й	2,9	10,6	13,4	20,4	27,2	30,8	33,2	29,3	25,3	15,1	8,5	7,7	18,7
2022 й	7,5	9,6	13,9	23,5	25,8	30,5	32,9	28,7	25,2	18,1	12,2	4,5	19,3
5 йиллик	5,2	9,0	14,7	20,3	25,5	29,7	32,5	29,0	24,1	16,4	9,3	5,9	18,4

Хулосалар. Амударё дарёси сув окимини муаллақ лойқа-оқизиқлар билан тўйинишида бошқа дарёлар каби асосий лойқа-оқизиқлар билан таъминлаб туришида сув эрозияси катта аҳамият касб этади.

Ҳамма дарёлар каби Амударё дарёсининг муаллақ лойқа-оқизиқларнинг ҳосил бўлишига таъсир этувчи омиллардан бири метеорологик ўзгаришлар катталиклари ҳисобланади.

Амударё дарёси суви оқимидаги муаллақ лойқа-оқизиқларининг кунлик олинган намуналарининг ўртача йиллик миқдори 1,44 кг/м^3 ни ташкил этди.

Амударё дарёси суви оқимидаги муаллақ лойқа-оқизиқларининг максимал ўртача ойлик миқдори 3,69 кг/м^3 ни, ўртача йиллик сув сарфи 595,0 м^3/с ни ва ўртача йиллик лойқа-оқизиқлари сарфи эса 983,8 кг/с ни ташкил қилди.

Дарё суви оқимидаги муаллақ лойқа-оқизиқларининг асосий кўрсатгичларидан бири улар миқдорларининг дарё оқимининг қуйи томон ортиб бориши бошқа Ўрта Осиё дарёлардаги каби бизнинг кузатувларимизда ҳам ўз тасдиғини топди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Шулъц В.Л. Реки Средней Азии Ч.1.2-Л. Гидрометеоиздат. 1965.691с

2. Константинов Н.М. Гидравлика и гидрометрия. М. “Высшая школа” 1980, 198 с

3. Шапиро Ш.Х. Регулирование твердого стока при водозаборе в оросительные системы. М. “Колос”, 1983. 272 с.

4. Железняков Г.В. Гидравлика и гидрология. М., “Транспорт”. 1989 247-261.

5. Расулов А.Р, Саидова С.Р. Количественная оценка интенсивности проявления процессов водной эрозии в зоне Чарвакского водохранилища. Уз ГЖ ахбороти. Тошкент, 1997. т.18 146-151 б

6. Мансуров С.Р. Диссертация т.ф.ф.д. (PhD). Тошкент, 2022 й 134б

7. Мамажонов М. Повышение эффективности эксплуатации центробежных и осевых насосов насосных станций оросительных систем: /Диссертация/ Андижон 2005.

8. Мамажонов М., Хакимов А., Мажидов Т., Уралов Б., Насос ва насос станцияларидан амалий машғулотлар//Андижон 2005. № 1. 72-73.

9. Шакиров Б.М., Эрматов К.М., Абдухалилов О.А., Шакиров Б.Б., Экспериментальная установка по исследованию центробежных насосов на кавитационный и гидроабразивный износ. // Международный научный журнал. 2022, № 5, с.692-697.

10. Shakirov B.M., Abduxalilov O.A., Sirochov A.M., Carrying out hydraulic calculation of the aquifer of pumping stations and work with sediments (in the example of the Ulugnor pumping station)// Eurasian Journal of Engineering and Technology. 2022, № 4, с.88-92.

11. Шакиров Б.М., Абдухалилов О.А., Тешабоев Б.Р., Экин –тикин насос станциясининг сув олиш иншоотидаги гидравлик қаршиликларини хисоблаш усулини такомиллаштириш.// Proceedings of International Conference. 2023, №6, с.210-217.

12. Mamajonov M., Shakirov B.M., Qo’chqarboyev A., Sodiqov E., Recommendations for determining the sizes of the water receiving chamber of the pumping station // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Volume 7, Issue 1, January 2020, - 12583-12588.

13. Shakirov B.M., Ermatov K.M., Shakirov B.B., Economik Indicators of Recommendations for Increasing the Efficiency of Pumping Stations // Middle European Scientific Bulletin, Volume 30 / nov-2022/ 71-75. https://cejsr.academicjournal.io ISSN 2694-9970.

14. Shakirov B.M., Abduxalilov O.A., O‘rinov I.SH., Maxmudov D., Botirova N.M., Evalution of the texnical and economic efficiency of centrifugal pumps at irrigation pumping stations// Универсум техничтские науки №10(127) октябр, 2024, с. 52-54.

15. Shakirov B.M., Matyakubov B., Mamazhonov M., Shakirov B.B., Forebays of the poligonal cross-section of the irrigating pumping station // Международная научная конференция "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO - 2020) в режиме онлайн. 23 апреля в 10.00 по Ташкентскому времени.

16. Mamajonov M., Shakirov B.M., Aynakulov Sh.A., Karimova Kh., Alibekov S., Constructive device for sediment flushing from water acceptance

structure //Международная конференция по физике материалов, строительным конструкциям и технологиям в строительстве, промышленности и производстве (МПКПЭ 2020) 27-28 апреля 2020 года, Владимирский государственный университет имени Александра и Николая Столетовых, Владимир, Российская Федерация.

17. Mamazhonov M., Matyakubov B., Shakirov B.M., Makhmudov A., Polymer materials used to reduce waterjet wear of pump parts // HIRM-2021. IOP Publishing. Journal of Physics: Conference Series 2176 (2022) 012048 doi:10.1088/1742-6596/2176/1/012048 (Скопус базасига киритилган).

18. Шакиров Б.М., Беккулов.Б.Р., Шакиров.Б.Б., Ахмадалиев Н.М., Гидравлические сопротивления во входной части всасывающего трубопровода насоса // Всероссийская научно-практическая конференция «Машиностроение: Новые конценции и технологии» 28 октября 2022 г. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технололгий имени акамдемика М.Ф.Решетнева».

19. Mamajonov M., Shakirov B.M., Shakirov B.B., Forecasting factors affecting the water prevention of centrifugal pumps // European science review Scientific journal.Vienna, Austria № 5–6, 2018 (May–June), -304-307.

20. Mamajonov M., Shakirov B.M., Shermatov R.Yu., Hydraulik operating mode of the water receiving structure of the polygonal cross section // European science review Scientific journal.Vienna, Austria № 7–8, 2018 (July – Auqust), -241-244.

УЎТ: 555.5.04

ЧИРЧИҚ ДАРЁСИ-ҒАЗАЛКЕНТ ШАҲРИ ВА ЧИРЧИҚ ДАРЁСИ-ЧИНОЗ ШАҲРИ ГИДРОПОСТЛАРИДА СУВ САТҲИ РЕЖИМИ ЎЗГАРИШИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Карабаева Барно Хасановна., PhD, Ўзгидромет мутахассиси.
Ахмедова Тамара Абдурахмоновна. DsC. ГМИТИ катта илмий ходими.
Иргашева Оҳиста Таджибаевна

Аннотация: Маълумки, ҳозирги кунда Чирчиқ дарёсининг ўзани ҳудудида норуда маҳсулотларини қазиб олиш ишлари тадбиркорлар томонидан кенг қўлланиляпти. Бу эса дарёнинг деформациясига жиддий хавф солмоқда. Мазкур мақолада бир хил табиий географик шароитда, ўзаро яқин масофада жойлашган дарёлардаги постларда қайд этилган сув сатҳларининг ўзгаришида ҳам кўриш мумкин. Мана шу ўхшашлик ва мосликни ўрганиш мақсадида, тегишли постлардаги кузатишлар натижалари асосида сув сатҳларининг йил давомида тебраниш графиклари таҳлил қилинди.

Калит сўзлар: дарё, ўзан, қуруқлик гидрологияси, гидропост, сув сатҳи, гидрологик режим, аналитик усул.

Аннотация: Как известно, в настоящее время в районе русла реки Чирчик предпринимателями широко используется добыча нерудных продуктов. Это создает серьезную угрозу деформации реки. В данной статье также можно увидеть изменения уровней воды, зафиксированные на постах на реках, расположенных на близком расстоянии друг от друга в одних и тех же физико-географических условиях. С целью изучения этого сходства и соответствия на основе результатов наблюдений на соответствующих постах были проанализированы графики колебаний уровня воды в течение года.

Ключевые слова: река, створ, гидрология суши, гидропост, уровни воды, гидрологический режим, аналитический метод.

Annotation. As is known, non-metallic products are currently being extracted by entrepreneurs in the Chirchik Riverbed area. This creates a serious threat of river deformation. In this article, you can also see changes in water levels recorded at posts on rivers located at close distances in the same physical-geographical conditions. To study this similarity and correspondence, based on the results of observations at the corresponding posts, graphs of water level fluctuations over the year were analyzed.

Key words: river, gate, land hydrology, hydropost, water levels, hydrological regime, analytical method.

Кириш. Бугунга келиб, антропоген омиллари таъсирида дарёларнинг гидрологик режими тубдан ўзгариб кетмоқда. Қирғоқ ҳудудида бино ва гидротехник иншоотларни барпо этилиши, тадбиркорлар томонидан норуда маҳсулотларини қазиб олиниши дарёларнинг гидрологик режими ўзгаришига олиб келмоқда. Бу жараёнлар дарёларнинг иқлим ўзгариши жараёнидан ҳам хавфли ишлари тадбиркорлар томонидан кенг қўлланиляпти. Мазкур жараён дарёнинг морфометрик кўрсаткичларини тубдан ўзгартириб юбормоқда.

Юқорида келтирилган хавфларни олдини олши мақсадида, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2024 йил 5 январдаги “Қуйи бўғинда сув ресурсларини бошқариш тизимини такомиллаштириш ҳамда сув ресурсларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида” ПҚ-5-сон қарори ишлаб чиқилди.

Муаммонинг юзага келишида, республиканинг ижтимоий-иқтисодий ривожланиши, аҳоли сонини жадал ўсиши, суғориш майдонларини ортиши, тупроқшунослик соҳасида илмий янгиликлар олиб бориш ва аҳоли яшаш ҳудудларини кенгайтириш ҳам етарлича сабаб бўлмоқда.

Тадқиқот материаллари ва усули (ёки услублари). Юзага келаётган муаммоларга янада аниқлик киритиш мақсадида, Чирчиқ дарёси тадқиқот объекти сифатида танланди. Чирчиқ дарёсидаги 2 та кузатув нуқтасида кузатилган сув сатҳлари графиги орқали дарёнинг гидрологик режимини таҳлил қилишдан иборат. Дарёнинг мослашган сув сатҳларини графикларини тиклаш, кузатилган маълумотларни қайта ишлаш, сув сатҳининг йил давомида ўзгариши, кузатилган сув сатҳларининг такрорланиши ва таъминланганлигини баҳолашдан иборат. Ишни бажариш жараёнида Ўзбекистон Республикаси Тошкент вилоятининг Бўстонлиқ ва Чиноз туманларида жойлашган Чирчиқ дарёси – Ғазалкент шаҳри ва Чирчиқ дарёси-Чиноз шаҳри гидрологик кузатув постларининг (гидропост) 2022 йилда кузатилган кунлик сув сатҳи маълумотларидан фойдаланилди.

Келтирилган маълумотлар ишончли бўлиб, Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлигининг Гидрологик кузатувлар, прогнозлар ва ер усти сувлари кадастри бўлимининг стандарт кузатишлар натижасидир.

Мослашган сув сатҳлари - бир дарёда бир нечта сув ўлчаш пости бўлса, уларда қайд этилган сув сатҳларининг тебраниши бир-бирига ўхшаш ва мослашган бўлади. Бундай ҳолатни бир хил табиий географик шароитда,

ўзаро яқин масофада жойлашган дарёлардаги постларда қайд этилган сув сатҳларининг ўзгаришида ҳам кўриш мумкин. Мана шу ўхшашлик ва мосликни ўрганиш мақсадида тегишли постлардаги кузатишлар натижалари асосида сув сатҳларининг йил давомида тебраниш графиклари биргаликда чизилади. Графиклар махсус таққосланади ва улардаги мослашган сув сатҳлари белгилаб олинади.

Мослашган сув сатҳлари деб, сув режимининг ўзгариши бир хил фазаларда кузатилувчи сув сатҳларига айтилади. Мослашган сув сатҳлари орасидаги боғланиш графигидан бир неча амалий мақсадларда фойдаланиш мумкин. Масалан, қуйи постдаги сув сатҳини олдиндан прогноз қилишда, у ёки бу постдаги кузатилмай қолган сув сатҳларини тиклашда ва бошқа мақсадларда бу график жуда катта ёрдам беради.

Гидрометрияда сув объектларининг сув сатҳларини кузатишга, уларни аниқ ўлчашга алоҳида эътибор берилади. Сув объектларидаги сув миқдори вақт мобайнида ўзгариб туриши натижасида сув сатҳи ҳам тебраниб туради. Мана шу ўзгариш жараёнини кузатиш, унинг ўзига хос қонуниятларини очиш, ўзгаришга сабаб бўлувчи омилларни аниқлаш муҳим вазифа ҳисобланади.

Сув сатҳининг тебранишини муддатларга бўлиб ўрганиш. Вақт нуқтаи-назаридан сув сатҳининг тебранишини қуйидаги муддатларга бўлиб ўрганиш анча қулай. Сув сатҳининг тебраниши муддатлари.

- сув сатҳининг кунлик тебраниши;
- сув сатҳининг фаслий тебраниши;
- сув сатҳининг йиллик тебраниши;
- сув сатҳининг кўп йиллик тебраниши.

Мазкур мақолада сув сатҳининг 2022 йилдаги йиллик тебраниш муддати танланди. Бунлан ташқари, сув сатҳини махсус қайта ишлаб чиқиш, сув сатҳининг йиллик ўзгариш графигини чизиш, сув сатҳининг такрорланиши ва давом этиш (таъминланиш) графикларини чизиш, мослашган сув сатҳлари орасидаги боғланиш графигини чизиш вазифалари амалга оширилди.

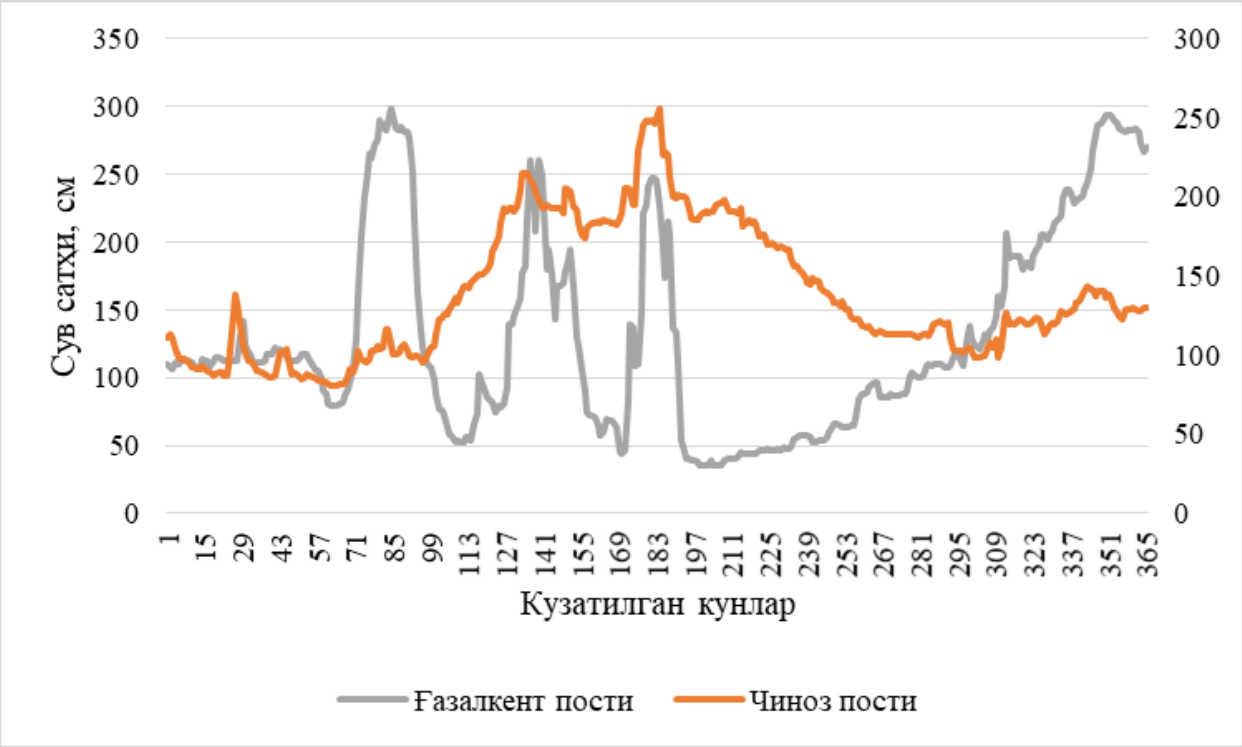
Қуруқлик гидрологиясида сув объектларининг сув сатҳларини кузатишга, уларни аниқ ўлчашга алоҳида эътибор берилади. Сув объектларидаги сув миқдори вақт мобайнида ўзгариб туриши натижасида сув сатҳи ҳам тебраниб туради. Мана шу ўзгариш жараёнини кузатиш,

унинг ўзига хос қонуниятларини очиш, ўзгаришга сабаб бўлувчи омилларни аниқлаш муҳим вазифа ҳисобланади.

Мослашган сув сатҳларни графигини яратишда, ўрганилаётган кузатув нуқталари, яъни гидропостлар битта дарёда жойлашиши шарт. Шунинг учун тадқиқот объекти сифатида Чирчиқ дарёсининг юқори оқимида Чирчиқ дарёси-Ғазалкент шаҳри ҳамда қуйи оқимда Чирчиқ дарёси-Чиноз шаҳри гидропостларининг гидрологик кузатув маълумотлари асосий манба сифатида танланди.

“Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши”нинг 2022 йилги нашридан 2 та гидропостнинг (Чирчиқ дарёси - Ғазалкент шаҳри ва Чирчиқ дарёси - Чиноз шаҳри гидропостлари) кунлик сув сатҳи жадвали маълумотиларидан сув сатҳи гидрограф тузилди (1-расм).

Натижага кўра, яъни 8-расмдаги графикка кўра, Чирчиқ дарёсининг 2 та гидропостида 2022 йилда кузатилган сув сатҳлари деярли бир-бирига мос тушмаган. Маълумки, Чирчиқ дарёси 1963 йилдан бошлаб, бошқариладиган дарё ҳисобланади. Дарёнинг гидрологик режими инсон омили туфайли ўзгарувчан бўлиб қолди.



1-расм. **Чирчиқ дарёси - Ғазалкент шаҳри ва Чирчиқ дарёси - Чиноз шаҳри гидропостларининг сув сатҳи гидрографи**

Чирчиқ дарёсининг юқори оқими билан қуйи оқимидаги гидропостларнинг гидрологик маълумотларини ўзаро боғланиши мутлақо мос эмас. Бунга дарёга бир қатор каналларнинг қўшилиши ёки каналларнинг сув олиши, дарёнинг ўрта оқимида сув тақсимлагич иншоотларнинг барпо этилиши, ГЭСларнинг қурилиши яққол сабаб бўлиши мумкин. Балки дарёнинг табиий ирмоқлари ҳам қисман таъсир кўрсатиши мумкин.

Маълумки, Чирчиқ дарёси - Ғазалкент шаҳри гидропости Тошкент вилояти Гидрометеорология маркази Ходжикент ГС га тегишли бўлиб, гидрометеорология станциясининг тасдиқланган йиллик иш режасига мувофиқ кузатиш ишлари амалга оширилади.

Жумладан, сув сатҳи кузатув ишлари маҳаллий вақтда эрталаб соат 08:00 ва кечки 20:00 да ўлчанади. Ўртача кунлик сув сатҳи уларнинг ўртачасидан ҳисобланиб, шу тарзда декадали, ойлик ва йиллик сув сатҳи кузатув ишлари юритилади.

Сув сатҳи деб, “0” график тексиликдан сув юзасигача бўлган вертикал текисликка айтилади.

Сув сатҳининг ўзгариши (амплитуда) Чирчиқ дарёсининг кўрсаткичларидан келиб чиқиб оралиқларга бўлинади. Оралиқлар максималь сув сатҳидан бошланиб минималь сув сатҳи билан тугайди.

Сув сатҳини такрорланиш кунларини кўп йиллар давомида ҳисоблаш учун маълумотлардан (1-жадвал) фойдаланиб, ҳар бир ой учун ҳар бир оралиқга мос келувчи сув сатҳи танланади (3-расм).

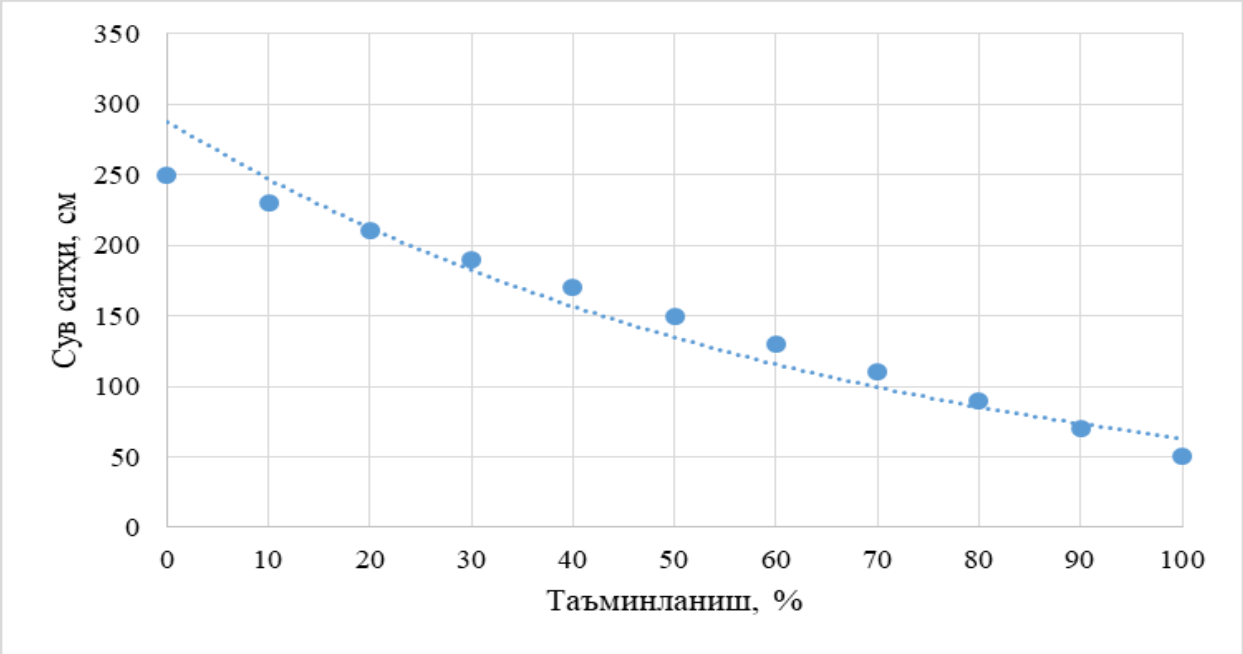
1-жадвал

Чирчиқ дарёси – Ғазалкент шаҳри гидропостини 2022 йил учун такрорланиш ва таъминлаганлик жадвали

Оралиқ-лар, см	Сув сатҳларини оралиқда сақланганлик куни												Такрор-ланиш		Таъмин-ланиш	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	кун	%	кун	%
250-200							1						1	0	1	0
200-150				4	21	21	7	31					84	23	85	23
150-100	10	3	15	22	10	9	23		30	28	28	31	209	57	294	81
100-50	21	25	16	4						3	2		71	19	365	100

жами	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	100		

Сув сатҳининг такрорланиш ва таъминланиш графиклари амалий мақсадларни кўзлаб чизилади. Ундан ўрганилаётган дарё сувидан халқ хўжалигининг кўпгина эҳтиёжларини қондиришда фойдаланилади. Масалан, каналларга чиқариладиган сувнинг меъёрини ва вақтини белгилашда, кема қатновини ва ёғоч оқизиш ишларини ташкил этишда ва ҳоказо.



3-расм. **Чирчиқ дарёси - Ғазалкент шаҳри гидропостини 2022 йилда сув сатҳининг такрорланиш ва таъминланганлик графиги**

Мослашган сув сатҳлари орасидаги боғланиш графигидан эса бир неча амалий мақсадларда фойдаланиш мумкин. Масалан, қуйи постдаги сув сатҳини олдиндан прогноз қилишда, у ёки бу постдаги кузатилмай қолган сув сатҳларини тиклашда ва бошқа мақсадларда бу график жуда катта ёрдам беради.

Хулоса. Мазкур мақолада, сув ресурслари ва улардан фойдаланишдаги хато ва камчиликлар дарёларнинг гидрологик режимига салбий таъсир кўрсатилгани графикда ифода этилди.

Дарёларнинг гидрологик режими ўзгаришини таҳлил қилишда, энг маъқул ечим уларнинг кўп йиллик кузатув маълумотларини умумлаштириб, якуний хулосани янада аниқ ва тўғри баҳолаш мумкин. Мақолада фақат бир йил учун Чирчиқ дарёсининг юқори ва қуйи оқимида сув сатҳи режимини

ўзгариши таҳлил қилинди. Таҳлил натижасида юқори ва қуйи оқимдаги сув сатҳларининг ўзаро мос тушмагани акс эттирилди.

Ушбу таҳлилни янада чуқурроқ ўрганиб, республикадаги барча дарёларнинг сув сатҳи режими ўзгаришини йилларараро, даврларараро (вегетация ва новегетация), мавсумларараро ўрганиш мумкин.

Ўрганилаётган ҳар бир таҳлилллар натижаси келаётган яқин келажак учун мавжуд сув захираларининг ҳисобини юритиш, сув ресурсларидан тежамкорлик билан фойдаланиш ва табиий тизимларда экологик мувозанат ва биохилма-хилликни сақлашда амалий ҳамда назарий ёрдам бериши мумкин.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. А.И.Чеботарев “Гидрология суши”, Ленинград, 1995. - б. 393.
2. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. - Л.: Гидрометеоиздат,1965, б. 692.
3. Щеглова О.П. Питание рек Средней Азии. - Ташкент: Изд-во СамГУ, 1960. - б. 243.
4. “Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши”, том 4, Ташкент 2020 г., 185 стр. (2006-2015 гг.).
5. “Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши” (1994-2023 гг.).
6. КМК 2.01.14-98 Определение расчетных гидрологических характеристик / Госкомархитектстрой РУз. - г. Ташкент, 1998. - б. 118.
7. Филиппов Е.Г. Гидравлика гидрометрических сооружений для открытых потоков. - Л.: Гидрометеоиздат, 1990.
8. Юнусов Ғ.Х. Гидрометрия // Маърузалар матни. - Тошкент: Университет, 2001.
9. “Гидрометрия” фани бўйича тайёрланган ўқув услубий мажмуа. - Тошкент: Университет, 2011.
10. Сирлибоева З.С. Гидрологик ҳисоблашлар. - Т.: Университет, 2001. - 118 б.

УЎТ: 628.218

СУВ ОМБОРИЛАРИ ЧАШАСИДАГИ СУВ РЕСУРСЛАРИНИ ОПТИМАЛ БОШҚАРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ

Кдирбаев Улуғбек Реимбаевич
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти
Омондуллохонов Фаёз Фахрулло ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти
Бабаёрова Гуласал Бахтиёр қизи
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти
Сирожидинов Жўрабек
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти

Аннотация. Ушбу мақолада сув омборлари заҳирасидаги сувни тежаб ҳамда самарали фойдаланиш бўйича кўрсатма ва тадбирлар баён этилган. Ҳусусан, сув омборларини ишлатишда диспетчерлик графигини тузиш, унда сув омборини таъминловчи манбанинг сув оқимини, сув омборидаги йил бошигача йиғилган сув ҳажми ва ҳисобий йилда истеъмолчиларга сув етказиш режасини ҳисобга олган ҳолда оптимал бошқариш бўйича ҳулоса ва таклифлар ишлаб чиқилган.

Калит сўзлар: Сув омбор, ҳажм, сув сарфи, буғланиш, баланс, меъёр, фильтрация, сув сатҳи, сув ҳажми.

Аннотация. В данной статье описаны инструкции и меры по рациональному и эффективному использованию воды в водохранилищах. В частности, разработаны выводы и предложения по разработке диспетчерского графика работы водохранилищ, учитывающего расход воды источника, питающего водохранилище, объем накопленной в водохранилище воды к началу года, а также план подачи воды потребителям в отчетном году.

Ключевые слова: Водохранилище, объем, расход воды, испарение, баланс, скорость, фильтрация, уровень воды, объем воды..

Annotation. This paper describes instructions and measures for rational and efficient water use in reservoirs. In particular, conclusions and proposals on development of dispatch schedule of reservoir operation, which takes into account water discharge of the source feeding the reservoir, volume of water accumulated in the reservoir by the beginning of the year, as well as plan of water supply to consumers in the reporting year, are developed.

Keywords: Water reservoir, volume, water flow, evaporation, balance, speed, filtration, water level, water volume.

Кириш. Сув омборлари заҳирасидаги сувни тежаб, ундан самарали фойдаланишни йўлга қўйиш лозим. Айниқса, бизнинг минтақамизда ғалла ва пахта экиладиган майдонларда суғориш ишлари деярли йил давомида олиб борилади. Шунинг учун сув омборидан берилаётган сув миқдори устидан қаттиқ назоратни ўрнатиш лозим. Бунга ҳар йили, йилнинг бошида сув омборини ишлатишнинг диспетчерлик графигини тузиш йўли билан эришиш мумкин. Графикни тузишда сув омборини таъминловчи дарёдаги сув оқимини, сув омборидаги йил бошигача йиғилган сув ҳажми ва ҳисобий йилда истеъмолчиларга сув етказиш режасини ҳисобга олиш керак.

Дастлаб сув омборини таъминловчи дарё бўйича 15-30 йиллик гидрологик кузатув маълумотлари асосида сув оқимининг ўзгариши ўрганиб чиқилади ва шу йиллар ичидан сув кўп бўлган, ўртача ва кам сувлилари топилади. Сўнгра шу йиллардаги сув омборини ўн кунлик сув балансининг кирим ва чиқимни ташкил этувчилари ҳисобланади. Барча маълумотлар йиғилгандан сўнг сув омборини самарали тўлдириш ва бўшатиш учун диспетчерлик графиги тузилади.

Ҳисобий йил мобайнида графикка ўзгартиришни фақат сув омборига келадиган йиллик оқимни олдиндан ҳисобга олишда йўл қўйилиши мумкин бўлган хато туфайлигина киритиш мумкин.

Диспетчерлик графиги сув омборини тўлдириш ва сув беришни чегаралаш чизиқларидан иборат.

Сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизиғи: Сув омборини тўлдиришда сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизиғини тузиш керак ва бу график асосида сув омборини тўлдириш зарур. Сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизиғи жадвал ҳамда график кўринишларида берилади. Унда йил ойларидаги ўн кунликларнинг охирги саналарига мос келувчи сув омборида тўпланган сув ҳажмлари ва ундаги сув сатҳи белгилари келтирилади.

Сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизиғининг ординаталарини аниқлаш учун ўн кунликлар бўйича сувнинг қуйилиши ва чиқиши устидан кузатув олиб бориш зарур ва шу кузатув маълумотлари асосида сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизиғи ординаталари қуйидаги боғланиш орқали аниқланади:

$$W_j = W_{тўла} - S_{макс} + \sum_{i=j}^{j}(A\sum K - \sum Ч); \quad (1)$$

бу ерда: W_j - тўлдиришни чегаралаш чизиғи бўйича j – ўн кунлик охиридаги сув омборининг ҳажми, млн.м^3; j=1, 2, 3,…, 36 (ўн кунликлар сони);

$W_{тўла}$ - сув омборининг тўла ҳажми, млн. м^3;

$S_{макс} = \sum_{i=1}^{k}(A\sum K - \sum Ч)$ – йиғиндининг йил мобайнидаги максимал қиймати, яъни йиғилган сувнинг йил бошидан эришган максимал ҳажми, млн. м^3;

k–йиғинди максимал қийматга эришган декада рақами;

$$A = \frac{W_б}{\bar{W}_к};$$

$W_б$ – ҳисобий йилга башорат қилинган йиллик оқим ҳажми, млн. м^3;

$\bar{W}_к$ -кўп йиллик ўртача оқим ҳажми, млн. м^3;

$\sum K$ -ўтган йиллар кузатувлари бўйича ўн кунликда сув омборига ўртача қуйилиш, млн. м^3;

$\sum Ч$ – режа бўйича ўн кунлик мобайнида сув чиқиши, млн. м^3.

Ўн кунликлар бўйича ўртача қуйилиш - $\sum K_j$ – ни кўп йиллик ўртача қуйилишга эга бўлган йилдан олса бўлади.

Ертикон сув омборини тарихига назар солсак, 2013 йил ана шундай йил бўлиб, хизмат қилиши мумкин. Бу йили қуйилиш 15,88 млн.м^3 га тенг бўлган. Шунинг учун ҳисобларни бажаришда 2013 йилда қилинган кузатувлар асосидаги маълумотлардан фойдаланилди.

Еттинчи ойнинг учинчи ўн кунликларида $S_{макс}$=7,09 млн.м^3 бўлган. Ўртача оқим қуйилиши кўп йиллик ўртача оқим қуйилишига яқин бўлган йил учун (А=1) узилишга қарши чизиқнинг ординаталари (1) формула бўйича ҳисобланди. Ушбу чизиқни кўтарилаётган қисми сув омборининг тўлдиришни чегаралаш чизиғи деб айтилади (1-расм). Ординаталарнинг қийматлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Сув омборининг тўлдиришни чегаралаш чизиғи ординаталарига мос келувчи сув сатҳи белгилари.

Ойлар	$W_j = W_{тўла} - S_{макс} + \sum_{i=j}^{j}(A\sum K - \sum Ч)$	**Сув сатҳи белгиси, м**

Январ	14,2	826,4
Феврал	15,6	827,7
Март	16,9	829,4
Апрел	18,6	830,1
Май	18,4	829,8
Июн	18,9	830,3
Июл	20,0	831
Август	17,9	829,5
Сентябр	17,5	827,6
Октябр	16,8	826,8
Ноябр	16,7	827,4
Декабр	16,6	828,6

Таклиф этилган, Ертикон сув омборининг тўлдиришни чегаралаш чизиғидан ҳар қандай йил учун фойдаланса бўлади. Агар ҳисобий йил кўпсувли деб башорат қилинаётган бўлса, яъни A>1, $W_{á} > \bar{W}_{ê}$ бўлганда сув омборини тўлдиришни чегаралаш чизиғи қайта ҳисоблаб чиқилиши мумкин. Бунда ҳисобий йилгача сув омбори ҳажмининг лойқаланган қисми ∇W ни ҳисобга олиш керак.

Сув чиқаришни чегаралаш чизиғи: Камсувли йилларнинг вегетация даврида сув омборида йиғилган сувни тежамкор сарфлаш мақсадида сув чиқаришни чегаралаш чизиғи қурилади. У сув камомадини вегетация даврига текис тақсимлаш ва истеъмолчиларнинг бу камомаддан келадиган зарарини камайтириш имконини беради.

Сув омборидаги сувни чиқариш учун эса сувни чиқаришни чегаралаш чизиғини тузиш керак ва шу график асосида сув омборидаги сувни чиқариш зарур. Сув омборидаги сувни чиқаришни чегаралаш чизиғи ординаталари қуйидаги боғланиш орқали аниқланади.

$$W_j = W_0 - S_{мин} + \sum_{i=1}^{j}(A\sum K - \sum Ч); \qquad (2)$$

бу ерда;

W_j – сув омбори чиқаришни чегаралаш чизиғи бўйича j –ўн кунлик оҳиридаги сув омборининг ҳажми, млн. м^3; j=1, 2, 3,…, 36 (ўн кунликлар рақамлари);

W_0-сув омборининг ўлик ҳажми, млн.м^3;

$S_{мин} = \sum_{i=1}^{к}(A\sum K - \sum Ч)$ – йиғиндининг минимал қиймати, яъни сув омбори ҳажмининг йил мобайнида максимал камайиши;

k - йиғинди минимал кийматга эришган декада рақами.

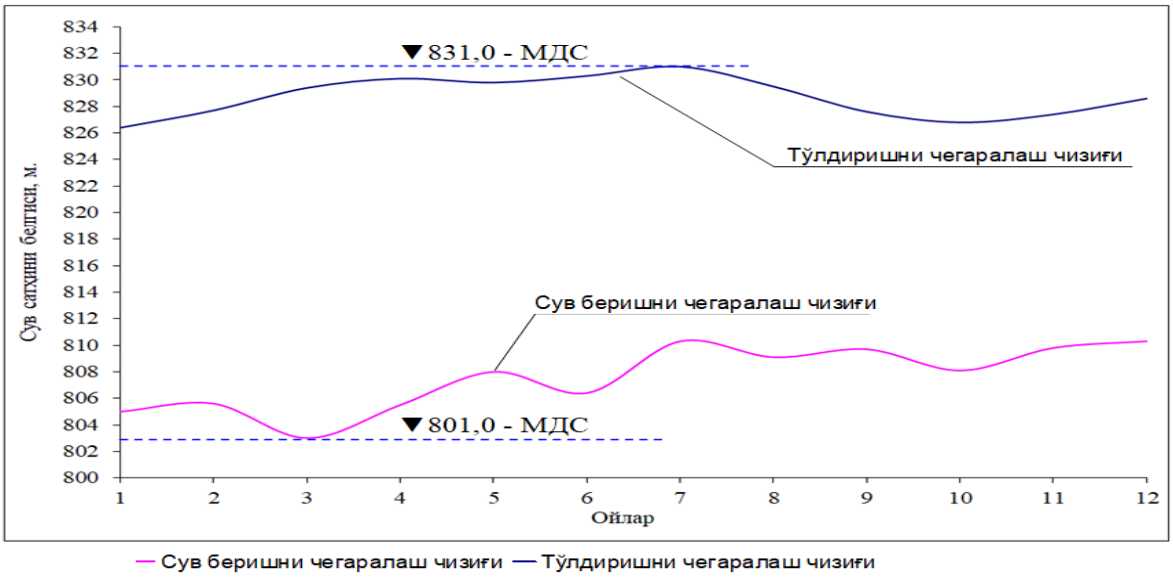
Агар ҳисобий йилга кўпсувлилик башорат қилинаётган бўлса, яъни $A \geq 1$ да, ушбу йил учун сув чиқаришни чегаралаш чизиғининг хожати қолмайди. Ҳисобий йилда камсувлилик бўлиши кутилаётган бўлса, у ҳолда сув чиқаришни чегаралаш чизиғини кутилаётган йил учун қайта ҳисоблаб чиқиш зарур. Қуйида биз ҳисоблашларни йиллик оқим қуйилиши кўп йиллик ўртача оқимдан кам бўлган $W_6 = 0{,}9\bar{W}_к$ $(A = 0{,}9 \leq 1)$ йил учун Қорасув сув омборидан сув чиқаришни чегаралаш чизиғининг ҳисобини келтирамиз (2-жадвал, 1-расм). Сув ҳажмлари лойиҳавий эгри чизиқ бўйича берилган.

Шундай қилиб, сув омборини тўлдиришни чегаралаш ва сув беришни чегаралаш чизиқлари келтирилган 1-расмда Ертикан сув омборининг диспетчерлик графиги ишлаб чиқилган. Бошқа йиллар учун юқорида келтирилган шартлар асосида графикка ўзгартиш киритилади.

2-жадвал

Сув беришни чегаралаш чизиғи ординаталарига мос келувчи сув сатҳи белгилари

Ойлар	$W_j = W_{ўсх} - S_{мин} + \sum_{i=j}^{j}(A\sum K - \sum Ч)$	**Сув сатҳи белгиси, м**
Январ	0,9	805
Феврал	1,1	805,6
Март	0,4	803
Апрел	1,1	805,5
Май	1,5	808
Июн	1,3	806,4
Июл	2,2	810,3
Август	1,9	809,1
Сентябр	2,0	809,7
Октябр	1,5	808,1
Ноябр	1,5	809,8
Декабр	1,6	810,3



1-расм. **Ертикан сув омборини диспетчерлик графиги**

Хулоса. Сув омборининг ишлаш тартиботи ана шу график асосида олиб борилади, яъни уни тўлдирганда ёки бўшатганда юқори бьефдаги сув сатҳи белгиси кўрсатилган вақтда диспетчерлик графигидаги икки эгри чизиқ орасида бўлиши керак. Сув омборини тўлдириш ва бўшатишда юқорида келтирилган чегаралаш чизиқларига амал қилган ҳолда сув сатҳининг кўтарилиш ва тушиш тезлиги меъёрий қийматлардан ошиб кетмаслиги зарур.

Умумий меъёрий қийматлар қуйидагича:

- тўлдириш тезлиги юқори қатламлар учун - 0,25….0,5 м/сут;
- юзаки 2 - 3 м қатлам учун - 0,05…0,1 м/сут;
- бўшатиш тезлиги юқори сатҳлар учун - 0,3 м/сут;
- ўрта сатҳлар учун - 0,5 м/сут;
- паст сатҳларда - 1 м/сут.

Юқоридаги келтирилган шартларга асосан Ертикон сув омбори учун тўлдириш ва бўшатиш тезликлари қиймати ишлаб чиқилди. Фақат фавқулодда ҳолатлардагина сув омборини тўлдириш ва бўшатиш тезлигини ўзгартириш мумкин.

3-жадвал

Сув омборини тўлдириш ва бўшатиш тезликлари қиймати

Тезлик, м/сут.	**Юқори бьеф сатҳи белгиси, м**		
	≤ 818,0	**823,0-828,0**	**828,0-831,0**
Тўлдириш	≤ 1,0	0,3 – 0,5	0,25 – 0,3

Бўшатиш	≤ 1,0	0,5	0,3

Йил бошида тезкор суратда, йилнинг барча ўзгарувчи шароитларини ҳисобга олган ҳолда тузилган диспетчерлик графигидан фойдаланиш барча истеъмолчиларни ишончли равишда сув билан таъминлаш имконини беради.

Сув кам бўлган йилларда эса сувни иқтисодий зарар энг кам бўладиган қилиб, қайта тақсимлаш ҳисобига, чегараланган миқдорда сув беришни салбий таъсирини сусайтиради.

Сув кўп бўладиган йилларда диспетчерлик графиги ортиқча фойдасиз сув беришлардан мустасно ҳолда авария ҳолатларининг олдини олиш имкониятини яратади. Агарда сув омбори юқоридаги тадбирлар асосида режалаштирилиб эксплуатация қилинса, уларда учраб турадиган носозликларни, авария ҳолатларини олди олиниб, сув омбори эксплуатацияси янада такомиллашади, сув омбори заҳирасидаги сувдан эса самарали фойдаланишга эришилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водахранилища.- М.: Изд. Мысль,1987.-325 с.
2. Белесков Б.И., Гаппаров Ф.А., Садыков А.Х. Наполнение и сработка водохранилищ в маловодных условиях // Мелиорация и водное хозяйство: Сб.научных трудов / САНИИРИ.- Ташкент,1997.-С. 130-133.
3. Гаппаров Ф.А., Содиқов А.Х. Сув омборларини техникавий эксплуатацияси бўйича намунавий йўриқнома. Тошкент, 2007 й. – 75 б.
4. Содиков А.Х.,Гаппаров Ф.А. Ирригация сув омборини ишлатишнинг диспетчерлик графиги. САНИИРИ илмий асарлар туплами. Мелиорация ва сув хужалиги.- Тошкент.2000 йил.-56-59 б.
5. Нарзиев Ж.Ж., ИБрагимов И.Ю., Ертикон сув омбори эксплуатациясининг тартиб-қоидалари. ИСМИТИ. -Тошкент.2021йил. 119 б.

УЎТ: 575.22/631.671

МАГИСТРАЛ КАНАЛЛАРНИНГ ФОЙДАЛИ ИШ КОЭФФИЦЕНТИНИ ОШИРИШ (ТОШСАҚА КАНАЛИ МИСОЛИДА)

Курязов Отабой Қуряз ўғли
магистр, кичик илмий ходим
ORCID ID: 0009-0005-2740-9871

Аннотация. Ушбу мақолада СМИТМ илмий ҳодимлари томонидан ўтказилган "Тошсақа каналининг эксплуатация жараёнидаги ФИК ни аниқлаш бўйича илмий-тадқиқот ишларини ўтказиш асосида унинг кўрсаткичларини ошириш бўйича тадбирлар ишлаб чиқиш” мавзусидаги лойиҳанинг тадқиқот ишлари натижалари ва таҳлили келтирилган. Тошсақа каналининг 17.2 км узунликдаги қисмида танлаб олинган нуқталарда кириш ва чиқиш сув сарфи ҳажмлари фарқи ва насос станциялар олиб турган сув сарфи ҳажмлари фарқи гидрометрик усулда ҳисобланиб унинг асосида ФИК натижалари аниқланган. Бундан ташқари фойдаланувчи ташкилот маълумотлари асосида ФИК натижалари аниқланиб ва таҳлил қилинган. Шунингдек, параллел равишда ер ости сувларининг маълумотлари тўпланиб ФИК га бўлган тасири ўрганилган.

Калит сўзлар. Канал, Эксплуатация, Гидравлика, Фойдали иш коэффиценти, Ер ости сувлари.

Аннотация. В статье представлены результаты и анализ научно-исследовательской работы проекта «Разработка мероприятий по повышению эффективности работы канала Тошака на основе научных исследований по определению его КПД в процессе эксплуатации», проведенной научными сотрудниками СМИТМ. Гидрометрическим методом рассчитана разница между объемами расхода воды на входе и выходе, а также разница между объемами расхода воды, принимаемыми насосными станциями в выбранных точках на участке канала Ташсака протяженностью 17,2 км, на основании чего определены результаты ФИК. Кроме того, результаты FIK были определены и проанализированы на основе информации об организациях пользователей. Также параллельно собирались данные о подземных водах и изучалось их влияние на ФИК.

Ключевые слова. Канал, Эксплуатация, Гидравлика, Коэффициент полезной работы, Грунтовые воды.

Abstract. This article presents the results and analysis of the research work of the project "Development of measures to increase the indicators of the Toshsaka Canal based on scientific research work to determine its FIC during its

operation" conducted by the scientific staff of the SMITM. The difference between the inlet and outlet water flow rates and the difference between the water flow rates received by the pumping stations at selected points along the 17.2 km section of the Tashsaka Canal were calculated using the hydrometric method, and the results of the FIC were determined based on this. In addition, the results of the FIC were determined and analyzed based on the data of the user organization. Also, in parallel, the data of underground water was collected and its effect on FIK was studied.

Keywords. Canal, Exploitation, Hydraulics, Coefficient of useful work, Ground water.

Кириш. Ирригация тизимларининг сувни манбасидан олиб далагача етказиб беришдаги жараёнида исроф қилиниши, сувнинг ўзандаги ер остига сингиб кетиши, сув юзасидан буғланиши ва фойдаланишдаги, ўлчашдаги иншоотлар затворлари (дарвозалари) тирқишларидан оқиб кетиши ва ҳаказолардан иборат бўлади. Оқибатда бундай сув исрофлари анча миқдорни ташкил қилади.

Кейинги йилларда Амударёнинг қуйи қисмидаги кузатилаётган сув тақчиллиги, сувга бўлган талабнинг йил сайин ошаётганлиги ва дунёдаги иқлим ўзгариши оқибатида сув етишмаслиги ўз таъсирини кўрсатиб, келажакда катта муоммоларга сабаб бўлиши мумкин.

Фойдаланувчи ташкилотларнинг маълумотларига кўра Хоразм вилояти ва Қорақолпоғистонда магистрал ва йирик тақсимловчи каналларнинг ФИК и 0.90-0.95 ни, хўжаликлараро суғориш каналларининг ФИК и 0.80-0.83 ни ва ички хўжалик каналларининг ФИК и 0.73-0.83 ни ташкил қилади.

Кейинги йилларда ўтказилган инвестицион лойиҳалар жумладан “Хоразм вилоятидаги Тошсақа суғориш каналлари тизимидаги каналларнинг қайта қуриш” лойихаси амалга оширилиши тизимдаги каналларнинг Эксплуатация даражасини анча яхшилади. Эски иншоотларнинг реконструкция қилиниши, янгиларини барпо этилиши, каналларнинг дамбалари ва ўзанларнинг қайтадан ростланиши ва бошқача тизимнинг сувни бошқариш ва тақсимотини, истеъмолчиларга ўз вақтида ва узлуксиз етказиб беришни юқори поғонага кўтарди.

Тошсақа каналининг узунлиги 32.4 км бўлиб унинг ФИК ни аниқлаш учун ПК50+00 дан ПК 222+00 гача бўлган узунлиги 17.2 км қисми танлаб олинди. Бунда канал асосан сув олиш тармоқлари Р-3 ва Р-3А каналлари ва

унча катта бўлмаган 17 та сув сарфи 0.3-0.5 $м^3/с$ электр насосларидан ва насос агрегатларидан иборат.

Насослар асосан сув ўлчаш ускуналаридан ҳоли бўлган кичик майдонларга, ариқларга сув етказиб беради. Планда канал тўғри чизиқли бўлиб асосан эни текис кам ўзгарадиган шароитда сув оқади.

Адабиётлар шархи. Марказий Осиё ҳудудларида суғориш тизимларнинг ФИК и Х.А.Ахмедовнинг [3] маълумотларига, А.А.Рачинский, К.И.Байманов [4] каби олимларнинг аввалги йиллардаги бизнинг Орол бўйи ҳудудимизда ўтказилган тадқиқотларда келтирилган маълумотларга ва Хоразм вилоятидаги сув хўжалик ташкилотлари маълумотлари, хусусан УПРАДИК бошқармасидаги маълумотлардан фойдаланганмиз. Шунингдек Н.Б.Бекимбетов, С.Д.Жуманқараев ва Э.К.Қурбонбоев маълумотларида келтирилган бизнинг вилояттимиздаги Тошсақа, Қизкеткен, Ленин, Қувониш жарма ва бошқа каналларнинг ўлчовлар натижасидаги олинган 30-50-йиллар мобайнидаги аниқланган ФИК натижаларини ҳам ўрганиб таҳлил қилдик. Уларга кўра магистрал каналлардаги кўрсаткичлар 91-95 % ни, йирик тақсимловчи ва хўжаликлараро каналлардаги кўрсаткичлар 80-90% ни ташкил қилган. Масалан Е.К.Қурбонбоевнинг аниқланган “Қизкетган” [5] каналининг ФИК 93-95%, ни ташкил қилади. Юқоридаги каналлардаги ФИК нинг кўрсаткичлари бизнинг ўрганилаётган Тошсақа каналининг кўрсаткичлари билан яқинлиги аниқланди.

Бошқа илмий изланишларда хам [6, 7, 8, 9] каналлардаги ФИК нинг қийматлари Тахиатош ва Туямўйин гидроузелларининг 1978-1980 йиллардаги ишга туширилган давридан кейинги ўзгаришлардан кейин хам аввалги натижалар қайд этилганини эътибор қилинганлигини кўришимиз мумкин. Бу тадқиқотларда келтирилишича улардаги ушбу қийматлар 85% дан 96% гача ўзгаришини кўришимиз мумкин.

Материал ва услублар. Бизнинг тадқиқотларимизда очиқ ўзанларда ФИК ни аниқлашнинг гидрометрик услубидан фойдаланилди. Бу усулдан одатда назарий ва эмпирик формулалар асосида аниқланган ҳисобий ФИК, агарда унинг ҳақиқий қийматлари бўлмаганда таҳминий қийматларни аниқлаш учун амалиётда қўлланилади. Бундай ҳолатда фойдаланувчи ташкилотларнинг ҳисоботлари асосида бизлар жойлардаги ФИК га эксплуатация нуқтаи назаридан қиёсий бахо беришимиз мумкин бўлади.

Каналнинг сув балансини фойдаланувчи ташкилотнинг маълумотлари асосида ўрганиш натижалари қуйидаги формула билан аниқланди.

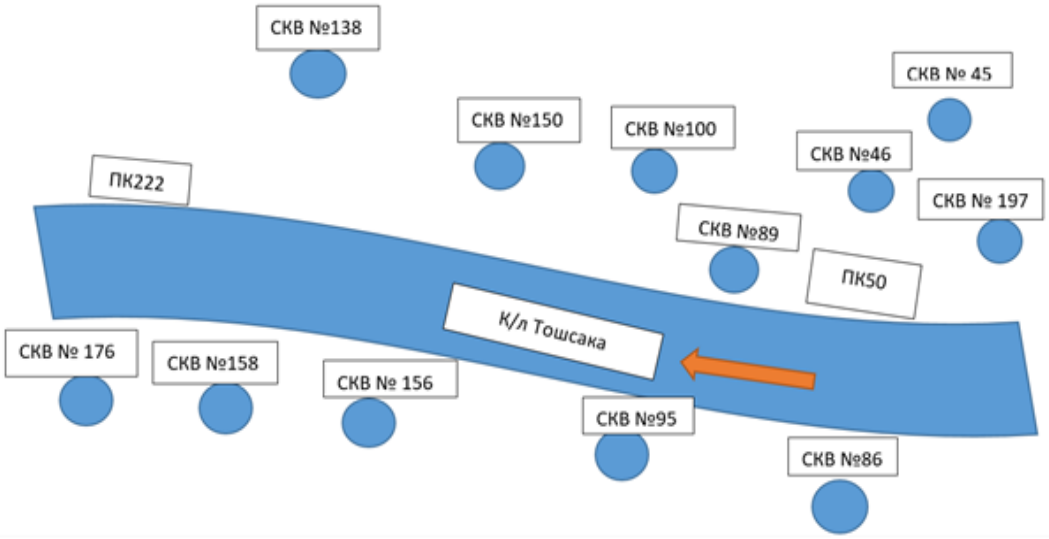
$$ФИК=\frac{Q_{чиқиш}+Q_{тармоқ}}{Q_{кириш}}; \quad (1)$$

Ўрганилаётган Тошсақа каналида қуйидаги гидропостлар номери орасидаги балансни ва ФИК қуйидаги формула билан аниқланди.

$$ФИК=\frac{Q_{222}+Q_{тармоқ}}{Q_{50}}; \quad (2)$$

Натижалар ва мунозара. Канал зонасидаги ер ости сувларининг жойлашиши тўғрисидаги маълумотлар. Тошсақа каналининг бутун узунлигида чап қирғоқдан бетонлаштирилган Р.Собиров канали ва ўнг томонда хўжаликлараро коллекторлар жойлашган. Натижада куз-қиш даврида канал коллектор вазифасини ўтайди ва баҳор-ёзги даврларда экинлар ривожланган вегетация даврида канал эркин филътрация ҳолатида фаолият кўрсатади.

Қуйидаги 1-расмда канал узунлиги бўйича гидромелиорация хизматининг ер ости қудуқларининг жойлашиши акс эттирилган.



1-расм. **Тошсақа каналига яқин ҳудудлардаги сизот суви сатхини кузатиб бориш қудуқларининг канал узунлиги бўйлаб жойлашиши**

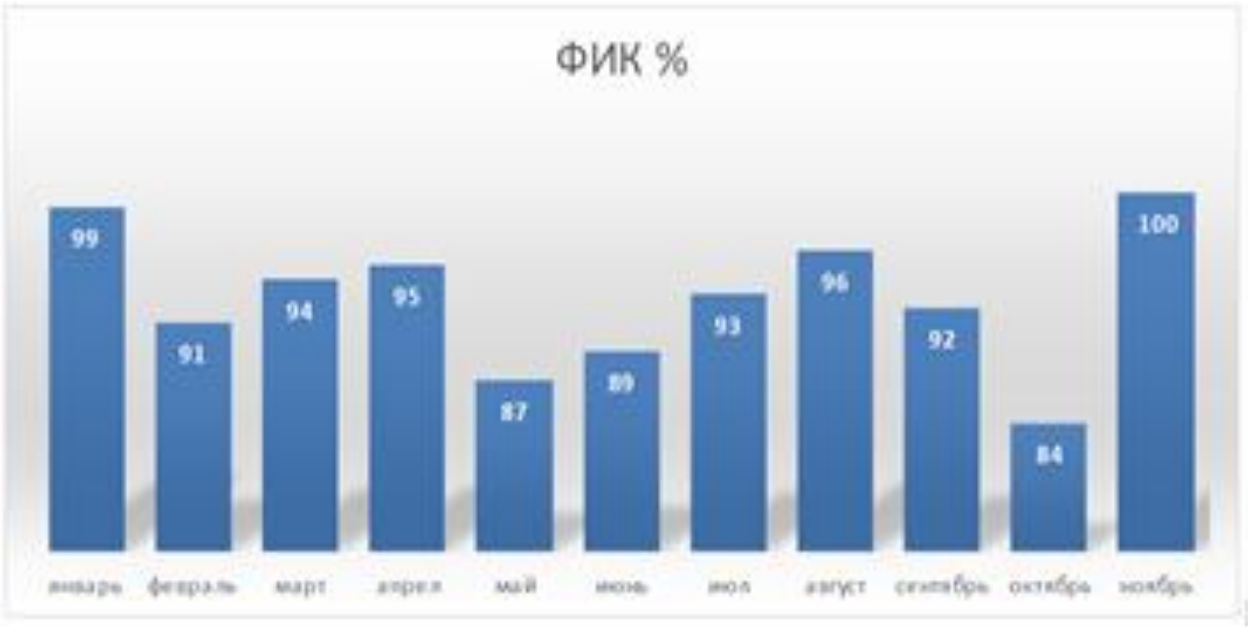
Ўрганилаётган Тошсақа каналининг участкаларида йилнинг турли даврларида ер ости сувларининг канал тубидан 0-2,5 м баландликгача кўтарилишини кўрсатди.

1-жадвал

Тошсақа каналига яқин ҳудудларда жойлашган назорат кузатув қудуқлари кўрсаткичлари

№	Абсолют отметка*	Кузатув қудуғи рақами	Ер ости сувлари сатхи жойлашиши (м)				
			июн	июл	август	сентябр	октябр
1	138,332	45	1,15	0,85	0,55	1,2	1,4
2	138,328	46	1,86	1,5	1,54	1,98	2,23
3	137,649	197	1,69	1,63	1,57	1,39	1,77
4	136,318	156	1,25	0,98	0,73	1,15	1,54
5	136,539	158	1,35	1,18	0,97	1,08	1,80
6	136,426	162	0,98	0,52	0,6	0,92	1,62
7	136,218	176	1,28	1,12	1,1	1,41	1,57
8	138,642	86	1,71	1,72	1,16	1,49	1,75
9	138,715	89	1,59	1,57	1,52	1,68	1,37
10	136,485	95	0,5	0,5	0,5	0,59	0,66
11	136,323	100	0,79	0,5	0,5	0,79	1,07
12	135,58	150	1,65	1,57	1,57	1,67	1,85
13	135,154	138	2	1,55	1,65	1,82	2.09

Изоҳ: *Денгиз сатҳига нисбатан метрда (Каспий денгизи).



2-расм. **Тошсақа каналининг фойдаланувчи ташкилотнинг маълумотлари асосида ойлик ФИК ни ўрганиш натижалари (2024 йил)**

Тошсақа каналида эксплуатацион гидрометрия маълумотлари асосида аниқланган ФИК нинг миқдорларини аниқлашда насос стациялари ва агрегатларининг олаётган сув миқдорининг ҳисоботга киритилмаган бўлиб, бу ҳолат ФИК нинг натижалари аниқлигини пасайтиради. Шунинг учун хам ФИК миқдорларини 1 гача кўтарилишини кўришимиз мумкин. 2024 йил

июнь-сентябр ойлари маълумотлари асосида ҳисобланган ҳақиқий ФИК 0.93-0.96 миқдорини қуйидаги жадвал орқали кўришимиз мумкин (2-жадвал).

2-жадвал

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида олинган каналнинг сув баланси ва ФИК натижалари

Сана	ПК50 дан ўтиб турган сув миқдори $м^3/с$	ПК222 дан ўтиб турган сув миқдори. $м^3/с$	Насос станциялар олиб турган сув миқдори $м^3/с$	Сув олувчи каналлар олиб турган сув миқдори $м^3/с$	ФИК %
09.07.2024	370,441	342,991	6,8	1	94,6
19.07.2024	349,983	327,807	6	1,2	95,6
29.07.2024	339,719	314,701	6,4	1,2	94,8
14.08.2024	334,304	308,44	6,8	1,5	94,7
27.08.2024	305,68	281,58	6,8	1,35	94,6
09.09.2024	266,523	251,11	3,6	1,5	96,1
09.10.2024	86,511	80,463	0	0	93

Келтирилган жадвалдан кўриниб турибдики 2024 йилги вегетация даврида бизнинг тадқиқотларимиз мобайнида апрел-октябрь ойларида 7 маротаба ўлчашлар турли хил сув сарфлари қийматлари оралиғида ўтказилди. Сув сарфининг каналдаги диапозони 80.5 $м^3/с$ дан 370.44 $м^3/с$ оралиғида ўлчанган. Бунда ФИК нинг қиймати 93-95.6% ни ташкил қилди. Мавсум давомида ФИК нинг ўртача қиймати 94.7% ни ташкил қилди. Демак, УПРАДИК каналларида қўлланиб келаётган ФИК нинг қиймати 0.925 бизнинг тадқиқотларимиздан олинган ФИК 0.947 дан қиймати орасидаги фарқ 2.2 % ни ташкил қилади. Бу фарқ техник ва эксплуатация кўрсаткичи орасидаги фарқ деб қаралиши мумкин ва бу натижа мантиқан амалиётга тўғри келади. Албатта бу олинган натижа фақат бир мавсумда олинган натижа бўлиб, бундай қийматлар одатда кўп йиллик кузатишлар натижасида олиниши керак. Шунинг учун биз бундай изланишларни кейинги йилларда хам давом эттиришимиз керак деб ўйлаймиз.

Хулосалар. Дастлабки тадқиқот натижаларида танланган Тошсака каналида ўрганилган қисмларида ер ости сувларининг асосан ФИК га катта таъсир қилиши ва аксарият ҳолатларда каналда ер-ости сувларининг димланган режимида ишлаши аниқланди.

Бизнинг тадқиқотларимиз натижасида Тошсақа магистрал каналининг ФИК вегетация ва шўр ювиш мавсумида, каналдаги ҳар ойдаги ҳар хил сатҳларда ва мавсумлар оралиғида турли (сув очилиши ёзги даврда, шўр ювиш даврларда) ҳолатларда ўзгарувчан бўлиб 0.83-1.0 қийматига эга бўлади. Каналдаги лойиҳавий сув сарфи қийматларида 0.93-0.95 қийматига эга бўлиши ўлчовлар асосида тасдиқланди.

Минтақада жадаллик билан кечаётган иқлим ўзгариши, сув тақчиллигининг ошиб бориши мелиоратив тизимларнинг замон талабига муносиб равишда мукаммаллаштириш илғор сув тежайдиган технологияларни жорий қилиш, мавжуд захиралардан фойдаланишни тақозо этмоқда.

Шу масалада, бизнингча тадқиқотларимиз мобайнида ҳали сув захираларини ишга солишда айниқса шўр ювиш даврида катта каналларда кўпинча ер ости сувларининг яқин бўлганидан коллектор сифатида ишлайди. Бунда истеъмолчилар улардан етарлича фойдаланишмоқда. Лекин, одатда бундай сувлар фойдаланувчи ташкилотлар тамонидан етарлича сув балансларини ҳисобига киритилмайди. Бунда каналлар ўзанида суғоришга яроқли сув заҳиралари бўлиб улар кўп ҳолатларда пастки қатламларга оқиб кетаяпди.

Шу билан бирга, фикримизча сув баланси гидроучасткалари оралиғида гидроиншоотлар ёрдамида ички сув ҳавзалари ҳосил қилинмаяпди. Ҳисоб-китобга мувофиқ гидроиншоотларнинг сув сизилишини олди олинса анча сув ҳажмини кераклича фойдаланишга эришилса бўлади ва натижада тизимнинг умумий ФИК ни ошириш имкони яратилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Техника-экономическое обоснование проекта “Реабилитация магистральных оросительных каналов Тошсакинской системы в Хорезмской области. (корректировка). Пояснительная записка. книга-1 “ Ўзсувлойиха “ Тошкент-2015г

2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Формони. Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган концепцияси.

3. Х.ААхмедов. Основные вопросы орощения и улучшения водолользования. Тошкент, Мехнат 2001 г.

4. К.И. Байманов, Т.К.Камалов “Потери воды в каналах и их учет” Нукус-1994

5. Э.Қурбонбоев. Производственные исследования баланса оросительных потерь во всех звеньях межхозяйственной сети по Кызкеткенской оросительной системе (1971-1974) Научно-технический отчет, САНИИРИ, Ташкент-1972 г.

6. Лактаев Н.Т. вопросу об уточнения параметров к эмпирической формуле А.Н Костякова для расчета потерь из каналов в земляных руслах.- В сб. трудов САНИИРИ, Тошкент-1987

7. М.Ф.Натальчук, В.И.Ольгаренко, Х.А.Ахмедов “Эксплуатация гифомелиоративных систем. Москва-1984г

9. Лактаев Н.Т, Тян В.К. Методические указания по назначению нормативного КПД внутрихозяйственных орасительных систем Тошкент НПО САНИИРИ- 1987 г

10. Шаров И.А. Эксплуация гидромелиоративных систем-М, Колос, 1968

11. Ярцев. В.Н. Эксплуатационная гидрометрия. Сельхозгиз-1951г

12. Шаров И.А Эксплуация гидромелиоративных систем-М, Колос, 1968

УДК: 627.141.21

ВОДОЗАБОР ИЗ р.АМУДАРЬИ В КАРШИНСКИЙ МАГИСТРАЛЬНЫЙ КАНАЛ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО БОРЬБЕС НАНОСАМИ

О.Я.Мухамедов
НИИИВП

Реки Центральной Азии являются наиболее мутными реками во всем мире. Река Амударья по мутности стоит на втором месте в мире. При осуществлении водозабора из реки в многочисленные ирригационные каналы вместе с водой поступает большое количество взвешенных, влекомых и донных наносов. Часть взвешенных наносов вместе с водой транспортируется через оросительные каналы в орошаемые поля, а другая часть взвешенных и влекомых наносов в связи с изменением гидравлических характеристик оросительных каналов (связанных со снижением уклона и скорости потока) переходит в донные наносы и отлагается в русле канала.

Отложение наносов по длине оросительных каналов приводит к сокращению живого сечения и снижение пропускной способности канала и не обеспечивает орошаемые поля необходимой водой.

За последние периоды перевода режима работы Токтогульского и Нурекского водохранилищ с ирригационного на энергетический режим осеннее-зимние попуски были увеличены против прошлых в 2-3 раза и наоборот, летние попуски уменьшились в 2-3 раза, что приводит к искусственному маловодью, усложняя обеспечение водозабора в летнее время, вызывая паводки в зимнее время.

Борьба с наносами на оросительных каналах ведется следующим способом:

- Уменьшение количества наносов, поступающих в каналы из источника орошения; транспортирование возможно большого количества наносов на оросительные земли и сосредоточенные в отстойниках наносы, которые по своему составу являются вредными или не могут транспортироваться на оросительные земли, с последующим удалением их механизмами или гидравлическим способом.

- При бесплотинном водозаборе для крупных каналов, как Каракумский канал, Каршинский магистральный канал, Амубухарский

магистральный канал и другие подводящие участки играют роль, как отстойники и быстро заиляются. Для сохранения пропускной способности каналов тратятся огромное количество денежных средств и механизмы.

- В борьбе с наносами в бесплотинных водозаборах необходимо учесть современное состояние руслового процесса и требует проведение производственных исследований и на основе этого уточнения существующую и разработку новых рекомендаций по уменьшению поступления вредных наносов в оросительные каналы.

Как известно река Амударья по классификации относится к блуждающим рекам. При водозаборе из реки в многочисленные оросительные каналы возникают трудности из-за быстрого заиления и занесения наносами головных участков каналов. В зависимости от водности года в магистральные каналы ежегодно поступает поток с мутностью до 6 кг/м^3. Годовые объемы наносов составили от 10 до 20 млн.т. Из этих объемов 60-70 % оседает на головном участке водозаборов, остальные транспортируются на орошаемые земли. Для поддержания пропускной способности каналов производится очистка каналов от наносов. На головном участке каналов производится очистка от наносов в течение года в объеме: на Каршинском магистральном канале до 12 млн.м^3; на Бухарском канале до 16-18 млн.м^3 и на других каналах до 12 млн.м^3. При производстве очистных работ возникают трудности по установлению объема наносов и формированию наносных отложений на головном участке для эффективного использования земснарядов.

Наносы, выливаемые от очистки каналов складываются на пространство между каналом и рекой, или просто сбрасываются в русло ниже водозабора. Сбрасываемые в реку наносы откладываются на прибрежных полосах реки и производят смещение фарватера на противоположный берег реки. Происходит размыв берегов и нарушение устойчивости русла реки.

Бесплотинный водозабор в Каршинский магистральный канал запроектирован и построен из расчета водоотбора 5,05 млрд.м^3/год ($Q_н$=175 м^3/с, $Q_ф$=195 м^3/с) что дает возможность обеспечить орошение 350 тыс.га Каршинской степи. Каршинский магистральный канал рассчитан на пропуск в течение почти всего года расхода воды, близкого к максимальной пропускной способности канала.

Предусмотрено, это с целью заполнения в течение всего года Талимарджанского водохранилища (W=1,6 млрд.м^3), откуда в вегетационный период должен поступать самотеком дополнительный расход 150 м^3/с. Максимальный расход забора воды из р.Амударьи в Каршинский канал в отдельные периоды года достигал 230 м^3/с и был осуществлен новым подводящем каналом длиной 1,6 км, который был введен в эксплуатацию в 1982 году новым головным устройством у мыса Пулизиндан. При этом вода протекала к первой насосной станции по земляному руслу.

Подводящая часть канала работает при подпорном режиме. Подпор, образуемый насосной станцией, распространяется по каналу, что в вегетационный период ведет к снижению скоростей течения в нем. Вследствие этого подводящая часть канала работает в режиме малых скоростей, как речной отстойник (при работе 3-4 агрегатов) и большая часть наносов, поступающих в канал, оседает в его начальной части.

Опыт эксплуатации бесплотинного водозабора КМК в течение 36 лет показал, что подводящая часть канала при выбранной схеме бесплотинного водозабора работает в тяжелых условиях, особенно, во время спада паводка и в межень. Основной причиной этих затруднений является неустойчивость (блуждание) русла реки на участках, прилегающих к точке водозабора, завлекание большого количества наносов в канал, недостаточности расходов и уровней воды а реке, маловодные годы и в период межени, отход стержня потока от места водозабора и др (рисунок 1).

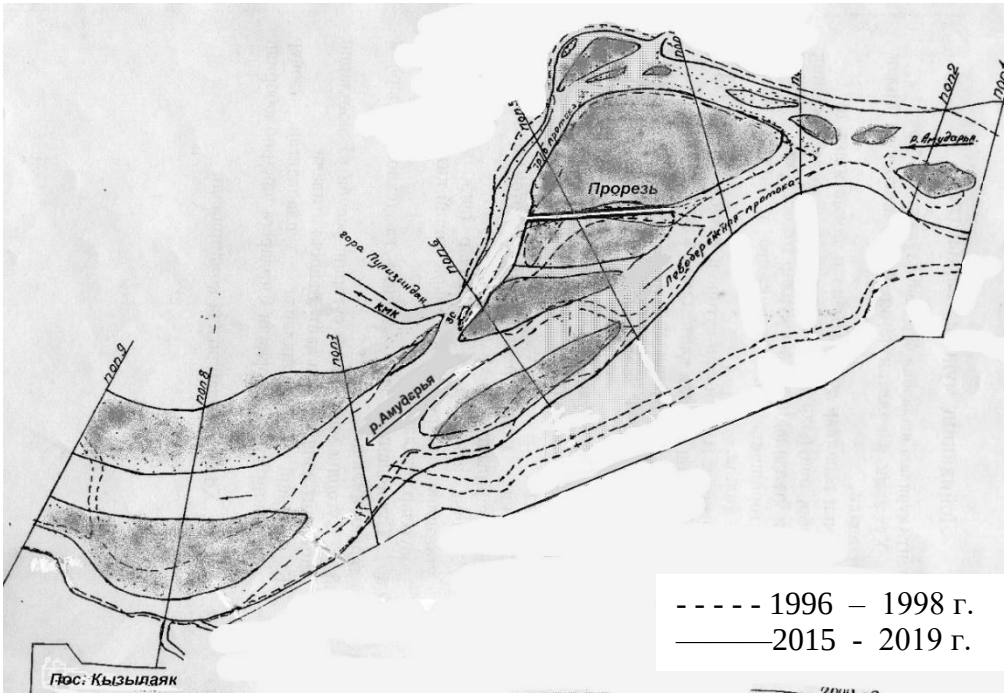


Рисунок 1. **Совмещенный план участка р.Амударьи в районе водозабора КМК и в прибрежной зоне п.Кызылаяк**

В условиях зарегулированного стока, особенно, после ввода в эксплуатацию Каракумского канала (Туркменистан) и Нурекского водохранилища (Таджикистан) изменился наносный режим р.Амударьи в районе бесплотинного водозабора в КМК и ощущался подъем дна, значительно увеличилась крупность влекомых наносов и их количество. На участке р.Амударьи в районе Каракумского канала, в русле реки головного водозабора, происходит также подъем дна.

При интенсивном водозаборе из рек в ирригационные каналы мутность потока р.Амударьи в подводящие каналы распределяется непропорционально водозабору, в головную часть канала забирается значительный поток воды, что влечет за собой перегрузку речного потока ниже точки водозабора и снижению транспортирующей способности потока (до 10-15 % в паводок, 40 % в межень). В результате создаются условия для осаждения наносов в русле, повышая отметку дна реки в районе КМК (0,6…0,8 м) и интенсивного блуждания потока по широкой пойме, т.е. происходит сложный русловой процесс на участке реки с переформированием русла. Часть наносов при очистке сбрасывается в пойму реки, в результате чего происходит перегрузка наносами речного потока ниже створа водозабора, что приводит к отложению их в русле, подъему дна и интенсивному блужданию потока. Устранение и

существенное ослабление этих явлений может быть достигнуто регулированием речного потока, позволяющим транзит избыточных наносов на большие расстояния, которые определяются расчетом или по проведениям натурных исследований в русле реки.

Более 90 % стока взвешенных наносов р.Амударьи проходит в вегетационный период. В створе мыса Пулизиндан наблюдается увеличение расхода взвешенных наносов до 15 % по сравнению с г/п Керки. Анализ уровенного режима реки 1998 г. на участке водозабора КМК показал, что с повышением отметки дна, повышается отметка водной поверхности на 0,6…0,8 м. При одном и том же расходе (Q_p=7000 м^3/с) 10 – 15 лет тому назад уровень водной поверхности был на 0,5 м ниже и не превышал 245,85 м, по наблюдениям 1998 г. составил 246,28 м.

На основании натурных исследований нами установлено, что на водный и наносный режимы повлияла эксплуатация бесплотинных водозаборов ККК и КМК, а также повлиял режим работы Нурекского водохранилища.

Изучение уровенного и наносного режимов в условиях зарегулированного стока, а также подъема дна и их прогнозирование подлежит дальнейшему исследованию в течение нескольких лет.

А в период паводка, когда в реке протекают большие расходы воды и уровень становится достаточным, тогда складированные наносы в пойменной части реки уносятся самим потоком за счет больших скоростей течения, и увеличивается транспортирующая способность потока.

Ниже головной части КМК и подводящего канала в пойме прибрежной территории необходимо предусмотреть зону отчуждения для складирования наносов. Складирование наносов необходимо производить в пределах зоны отчуждения. Пульпу в периоды спада паводка и в межень складировать в карты намыва.

В периоды низких уровней р.Амударьи у головной части водозабора Каршинского магистрального канала образуются водоворотные зоны, в результате чего происходит выпадение крупных частиц наносов со стороны правого берега и уменьшается пропускная способность головной части существующего водозабора.

В целях улучшения головной части водозабора и нормальной работы подводящего канала нами предложены и даны рекомендации нового головного устройства «Водозахватная стенка с донными отверстиями»,

обеспечивающая плавный водозабор с меньшим захватом донных и крупных фракций взвешенных наносов.

Для пропуска плановых расходов от створа головного водозабора до первой насосной станции (н.с. I) необходимо производить очистные работы при помощи землесосов и выполнить их по времени так, чтобы к периоду низких уровней воды в реке рабочее сечение канала соответствовало проектному. Из-за неправильной организации очистных работ нарушается режим эксплуатации подводящего канала и отстойника, в результате чего перепад уровня в отдельные периоды значительно возрастает - такой режим работы не допустим для условий КМК, т.к. нарушается режим водопадачи насосных агрегатов (н.с. I) - начинается кавитационное явление.

Такое положение приводит к полному искажению проектного сечения канала по длине подводящей части КМК и н.с. I, резкому увеличению гидроабразивного износа проточной части, что требует значительного увеличения объема очистных работ и капитального ремонта насосных агрегатов. Объемы поступления наносов в подводящую часть КМК зависят от величины водозабора и обеспеченности по мутности р.Амударьи. Между поступлением наносов в подводящую часть КМК и среднегодовой мутностью установилась прямая зависимость.

Многоводный год благоприятен с тоски зрения обеспечения КМК плановым забором воды, и неблагоприятен с точки зрения интенсивности поступления наносов в канал.

Увеличение объемов очистных работ вдоль земляного участка подводящей части КМК приводит к уменьшению транспортирующей способности потока на нем и, соответственно, переосветлению потока (патент № 1676 бюллетень № 2(8), «Однокамерный отстойник»).

В комплекс регулировочных работ по увеличению водоотбора воды из р.Амударьи необходимо включить мероприятия по борьбе с завлеканием плавающих тел в канал. Выполнение на р.Амударье выше точки водозабора в КМК запани уменьшило поступление плавника на 80 %.

В условиях водозабора в Каршинский магистральный канал более эффективно и надежно будет работать паром-мусороотражатель, разработанный лабораторией «Гидравлика рек, каналов и сооружений» НИИИВП.

Лаб.при НИИИВП совместно с Узгипромелиоводхозом разработал схему руслорегулировочных и берегозащитных сооружений «Комплекс

мероприятий, обеспечивающий гарантированный водозабор в КМК и защита прибрежных территорий от интенсивного размыва».

Рисунок 2. **Общий вид русловой обстановки реки в районе бесплотинного водозабора Каршинского магистрального канала (дноуглубительные очистные работы в русле реки перед водозабором)**

На основании полученных фактических материалов и анализа изучения русловой обстановки реки Амударьи и подводящего канала можно сделать вывод о том, что состояние головной части подводящего канала КМК требует усиленной дноуглубительных и очистных работ в русле реки и подводящем канале. Русловая обстановка реки Амударьи в зоне водозабора периодически изменяется в плановом и высотном отношении и создается неблагоприятные условия для осуществления планового водозабора в периоды межени и маловодные годы (1996-1998 гг.) (рисунок 2).

Рисунок 3. **Регулирование русла реки с помощью земснарядов и подача воды на насосную станцию № 1 по главному русловому каналу**

Поступление большого количества донных наносов в связи с фронтальным подходом потока к голове канала еще более усложнили водозабор в канал. Учитывая сложившуюся обстановку в русле реки и подводящем канале для улучшения водозабора КМК разработаны рекомендации и предлагаются следующие мероприятии:

– осуществить прорезь поперек поймы с расчисткой существующей протоки земснарядом;

– постоянно проводить переуглубление дна русла реки перед водозабором для уменьшения поступления донных наносов в канал земснарядом;

– усилить очистные работы в головной части подводящего канала от отложившихся наносов до проектного сечения;

– в период межени в аванкамере для предотвращения образования кавитационных явлений, как показал опыт эксплуатации при уровне воды в реке до отм. 244.0 м необходимо работать двумя агрегатами до уровня отметки 244.30 м. тремя агрегатами, выше отметки 244.3 м четырьмя агрегатами.

Осуществление вышеуказанных мероприятий позволяют обеспечить потребный расход водозабора в КМК в период межени и улучшит их эксплуатацию.

1. Резюмируя вышеизложенное можно константировать следующее:

2. На основании натурных обследований изучено состояния головного участка подводящего канала, русловой обстановки р.Амударьи в зоне бесплотинного водозабора КМК.

3. Дана оценка режима эксплуатации водозабора КМК и подводящего канала в период межени и половодья.

4. На основании полученных материалов выявлено состояние русловой обстановки реки Амударьи, головного участка, подводящего канала и их влияние на режим эксплуатации.

5. Определены причины поступление большого количества наносов в подводящий канал. Проведены промеры глубин подводящего канала до первой насосной станции.

6. На основании анализа уровней водной поверхности реки Амударьи у входа в подводящий канал и уровня в аванкамере определены фактическое количество одновременно работающих насосных агрегатов.

7. Разработаны рекомендации по улучшению эксплуатации водозаборных сооружений и подводящего канала обеспечивающие потребного расхода воды в КМК и заполнения Талимаржанского водохранилища в период межени.

Разработаные рекомендации переданы в РО Узводремэксплуатации и УЭКМК МСи ВХ РУз для использования.

Применение в производстве предложенных рекомендаций по улучшению условий водозабора в период межени и борьба с наносами значительно улучшит режим эксплуатации головной части подводящего канала (КМК).

УДК: 621.644.1

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР В ТРУБАХ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

Юлдашов Аскар Адизович
Бухарский государственной технический Университет
askar021954@mail.ru.

Аннотация. Для обеспечения надежной работы напорных трубопроводов водоотведения необходим расчет параметров потока и организация соответствующей защиты данных сооружений от резких повышений давления (гидравлических ударов), которые при подаче сточных вод имеют свои особенности. Предлагаемая методика расчета основных гидродинамических параметров при гидравлическом ударе учитывает многофазность данного напорного потока. Также в работе даны основные рекомендации по выбору противоударных средств для защиты напорных трубопроводов систем водоотведения.

Ключевые слова: неустановившееся напорное течение; гидравлический удар; сточные воды; многофазная жидкость; континуальный метод; скорость распространения ударной волны; коэффициент гидравлического трения; метод характеристик; скорость потока; давление гидравлического удара; противоударных защита.

Annotatsiya: Bosimli kanalizatsiya quvurlarining ishonchli ishlashini ta'minlash uchun oqim parametrlarini hisoblash va ushbu tuzilmalarni oqava suv bilan ta'minlashda o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lgan bosimning keskin ko'tarilishidan (suv bolg'asi) tegishli himoyasini tashkil qilish kerak. Shlangi zarba paytida asosiy gidrodinamik parametrlar uchun tavsiya etilgan hisoblash usuli bu bosim oqimining ko'p fazali xususiyatini hisobga oladi. Ish, shuningdek, suv chiqarish tizimlarining bosimli quvurlarini himoya qilish uchun zarbaga chidamli vositalarni tanlash bo'yicha asosiy tavsiyalarni beradi.

Kalit so'zlar: barqaror bo'lmagan bosim oqimi; gidravlik zarba; oqava suvlar; ko'p fazali suyuqlik; uzluksiz usul; zarba to'lqinining tarqalish tezligi; gidravlik ishqalanish koeffitsienti; xususiyatlar usuli; oqim tezligi; gidravlik zarba bosimi; zarbadan himoya qilish.

Annotation. To ensure reliable operation of pressure drainage pipelines, it is necessary to calculate the flow parameters and organize appropriate protection of these structures from sudden pressure increases (hydraulic shocks), which have their own characteristics when wastewater is supplied. The proposed method for calculating the main hydrodynamic parameters in case of hydraulic impact takes into account the multiphase nature of this pressure flow. The paper also provides basic recommendations on the choice of shock-resistant means to protect pressure pipelines of wastewater disposal systems.

Keywords: unsteady pressure flow; hydraulic shock; wastewater; multiphase liquid; continuous method; shock wave propagation velocity; coefficient of hydraulic friction; characteristics method; flow velocity; hydraulic shock pressure; shock protection.

Введение. Гидравлический удар - это резкое повышение или понижение давления в гидросистеме при волновых процессах. Данное явление обусловлено инерционностью и упругостью жидкости. Оно всегда сопровождает волновые процессы, являясь их свойством. Изменение давления в каждом отдельном случае может быть большим и малым и, соответственно, удар сильным и слабым.

В настоящем стаье на основе односкоростной теории многофазных сред рассмотрен гидравлический удар при движении смеси в круглой трубе радиуса R. Подобные течения смеси в сопровождении гидравлического удара встречаются при транспортировке гидро смеси по трубопроводам, в нефтяной и газовой механике, а также при движении крови в кровеносных сосудах (в биомеханике). Интерес к указанной проблеме вызван необходимостью всестороннего изучения последствий гидравлического удара при течении многофазных сред в трубопроводах. При исследовании проблемы ориентировались в основном на работе [1,2], в которых приведены аналитические результаты и численные расчеты.

Литературный обзор. Решение этой задачи по существу является развитием работы [3], где исследовались вопросы распространения звуковых и ударных воли в многофазных средах. Пусть в трубе имеется многофазная среда. Предположим, что в начальный момент скорость потока равна нулю. Если каким-то образом в сечении AB возник гидравлический удар, то ударная волна будет распространяться вдоль трубы со скоростью $D(t)$.

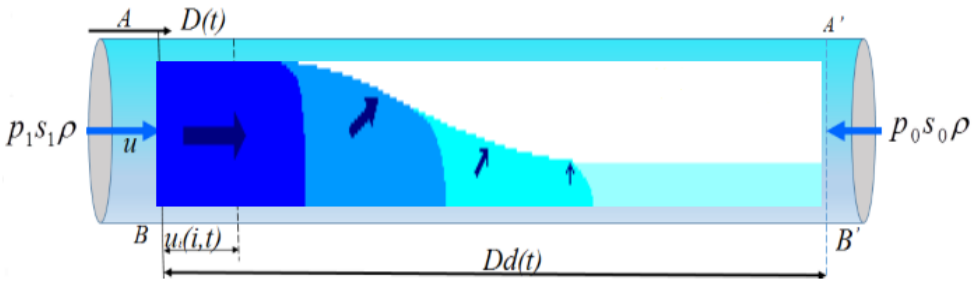


Рис 1.

Через время dt волна дойдет до сечения $A'B'$ а частицы, лежащие в сечении AB, через время dt будут лежать в сечении, показанном крестиками

(рис.1). Известно, что после возникновения улара деформируются как стенки трубы, так и каждая фаза среды, движущиеся в ней. В этом случае происходит значительное изменение давления.

Метод расчета исследования. Дня определения скорости ударной волны и скорости среды напишем закон сохранения массы и закон изменения количества движения. Исследования будем вести и координатах Лагранжа, в качестве независимых переменных принимаем длину и время.

Масса частиц длиной Ddt, лежащих впереди ударной волны будет

$$dm = \rho_0 DS_0 dt; \quad (1)$$

А после удара масса тех же частиц будет

$$dm = \rho DSdt - \rho Sudt; \quad (2)$$

Приравнивая (1) к (2), имеем

$$\rho DS_0 = \rho S(D-u); \quad (3)$$

В начальный момент количество движения частиц равно нулю, т.к. поток не движется. А в момент времени dt оно будет равно $p_0 S_0 uDdt$. Это и есть приращение количества движения частиц. Следовательно, это приращение равно импульсу действующих сил

$$\rho_0 S_0 uD = \rho S - \rho_0 S_0; \quad (4)$$

где $p\rho_0 S_0$ – давление, плотность, поперечное сечение трубы до удара, $p\rho S$ – те же величины после удара.

$$S = S_0 + \Delta S_0; \quad (5)$$

Здес $\Delta S_0 = \pi R^2$, ΔS – приращение поперечного сечения трубы, т.е.

$$\Delta S = 2\pi R\Delta R + \pi(\Delta R)^2$$

Для этого составим уравнение движения в радиальном направлении выделенного элемента стенки трубы между двумя нормальными сечениями при следующих ограничениях (рис.2). Будем пользоваться без, моментной теорией оболочек, т.е. пренебрегать касательными напряжениями в сечениях трубы, нормальных к оси х. Предполагается, что на площадях стенок трубы в этих же сценах нормальное напряжение равно нулю. Таким образом, пренебрегаем силами, развивающимся в сечениях трубы, нормальных к ее оси, и в рассматриваемом элементе стенки существуют толькс нормальные кольцевые напряжения σ.

Вследствие малой изменяемости R можно пренебречь вторым слагаемым:

$$\Delta S = 2\pi R \Delta R; \tag{6}$$

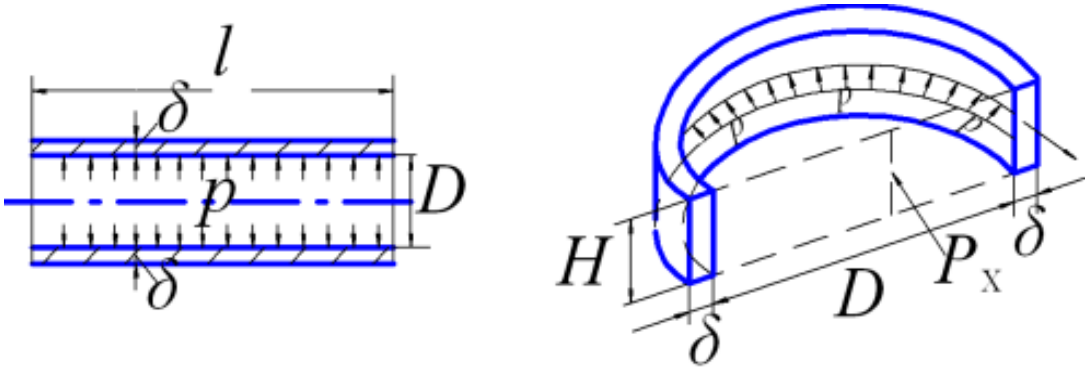


Рис 2. **Распределение давления и скорости по длине трубопровода в различные моменты времени**

Определим значения поперечного сечения S после удара.

$$2\sigma h = (p - p_0)d; \tag{7}$$

h-толщина стенки трубы, $h = R_1 - R$, где R, R_1 – радиусы внутренней и внешней поверхности тонкостенной трубы, σ – растягивающие напряжения. Так как радиальное напряжение для материала трубы, подчиняющегося закону Гука, имеет вид

$$\sigma = \left(\frac{\Delta R}{R}\right)E; \tag{8}$$

Где E- модуль упругости трубы; используя эти зависимости (6), (7) и (5) получим выражение для изменения поперечного сечения трубы после удара

$$S = \pi R^2 \left[\left(1 + \frac{(p - p_0}{h}\right)\left(\frac{d}{E}\right)\right]; \tag{9}$$

Если фазы с индексами ш+1,...,п несжимаемы, то (1.7) принимает вид

$$\frac{\rho_0}{\rho} = \sum_{j=1}^{n} \frac{f_{j0}\rho_{j0}^0}{\varphi_j(p)}, \quad \frac{\rho_0}{\rho} = \sum_{j=1}^{m} \frac{f_{j0}\rho_{j0}^0}{\varphi_j(p)} + \sum_{j=m+1}^{n} f_{j0};$$

Подставляя значения s и p соответственно из (9) и (9.1) в уравнения (3), (4) и решая их относительно D и u, имеем

$$D^2 = \frac{s(sp - S_0 p)}{s_0 p_0}\left[s - s_0\left(\sum_{j=1}^{n} \frac{f_{j0}\rho_{ji0}}{\psi_j(p)}\right)\right]^{-1}; \tag{10}$$

$$u^2 = \frac{s(sp - S_0 p_0)}{s_0 p_0}\left[s - s_0\left(\sum_{j=1}^{n} \frac{f_{j0}\rho_{ji0}}{\psi_j(p)} \right) \right]; \qquad (11)$$

Если некоторые фазы несжимаемы, то формулы (10) и (11) приобретают вид:

$$D^2 = \frac{s(sp - S_0 p)}{s_0 p_0}\left[s - s_0\left(\sum_{j=1}^{n} \frac{f_{j0}\rho_{ji0}}{\psi_j(p)} + \sum_{m+1}^{n} f_{j0} \right) \right]^{-1};$$

$$u^2 = \frac{s(sp - S_0 p_0)}{s_0 p_0}\left[s - s_0\left(\sum_{j=1}^{n} \frac{f_{j0}\rho_{ji0}}{\psi_j(p)} + \sum_{m+1}^{n} f_{j0} \right) \right];$$

В частном случае перепишем формулы (10) и (11) для трехфазных сред (газ+жидкость+твердые частицы). При этом принимаем для газовой фазы (j=l) адиабату Гюгонио, а для жидкой (j=2) и для твердой (j=3) фаз -из энтропию [3]:

$$\psi_1 = \frac{\chi p + p_0}{\chi p_0 + p}\rho_{01i}, \psi_j = \rho_{ji0}\left[1 + \frac{k_j(p + p_0)}{\rho_{ji0} C_{j0}^2} \right]^{\frac{1}{kj}}, j = 2,3, \chi = \frac{\gamma_1 + 1}{\gamma_1 - 1};$$

Здесь k2 и k3-показатели из энтропии жидкой и твердой фаз, а $\gamma_1 -$ Показатель из энтропии газа; $C_{02}, C_{03} -$ скорости звука для жидкой и твердой фаз при $p = p_0$. Тогда:

$$D^2 = \frac{Sm_0\left(s\frac{p}{p_0} - s_0 \right)}{\rho_0 s_0}\left[s - s_0\left[f_{01}\frac{\chi + \frac{p}{p_0}}{\chi\frac{p}{p_0} + 1} + \sum_{j=2}^{3} \frac{f_{j0}}{\left(1 + \frac{\left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)k_j}{\rho_{ji0} C_{j0}^2} \right)^{\frac{1}{k_j}}} \right] \right]^{-1}; \qquad (12)$$

$$u^2 = \frac{m_0\left(s\frac{p}{p_0} - s_0\right)}{\rho_0 s_0}\left[s - s_0\left[f_{01}\frac{\chi + \frac{p}{p_0}}{\chi\frac{p}{p_0} + 1} + \sum_{j=2}^{3}\frac{f_{j0}}{\left(1 + \frac{\left(\frac{p}{p_0} - 1\right)k_j}{\rho_{ji0}C_{j0}^2}\right)^{\frac{1}{k_j}}}\right]\right]; \qquad (13)$$

В случае $p = p_0$ для скорости ударной волны имеем формулу

$$D^2 = \frac{\frac{1}{\rho_0}\left(1 + \frac{p_0 d}{Eh}\right)}{\left(\frac{d}{Eh} + f_{01}\frac{(\chi - 1)}{p_0(\chi + 1)} + \sum_{j=2}^{3}\frac{f_{j0}}{\rho_{ji0}C_{j0}^2}\right)}; \qquad (14)$$

Где $\rho_0 = f_{01}\rho_{01i} + f_{02}\rho_{02i} + f_{03}\rho_{03i}$

При j=2 из формул (12), (13), (14) получим формулы для двухфазной среды, а для скорости звука в трехфазной среде пр. $p = p_0$

$$C^2 = \left[\rho_0\left(\frac{f_{01}}{\rho_{01i}C_{01}^2} + \frac{f_{02}}{\rho_{02i}C_{02}^3} + \frac{f_{03}}{\rho_{03i}C_{03}^3}\right)\right]^{-1};$$

Теперь вычислим скорость ударной волны для двухфазной (воздух + вода) а для трехфазной (воздух + вода + кварц) сред в зависимости от отношения давления p к p_0 при заданных разных концентрациях. При расчете принимаем следующие значения параметров [3,5]:

$$p_0 = 1000 Па, d = 0{,}6 м, h = 0{,}01 м, E = 2{,}1\cdot 10^{10} Па, \gamma_1 = 1{,}4, k_2 = 3,$$
$$k_3 = 3, \chi = 6, C_{01} = 330 м/сек, C_{02} = 1500 м/сек, C_{03} = 4500 м/сек,$$
$$\rho_{01} = 1{,}2 кГ/м^3, \rho_{02} = 100 кГ/м^3, \rho_{03} = 2650 кГ/м^3.$$

Результат исследования. Результаты вычислений для двухфазной среды представлены а рис.3, а для трехфазной на рис.4.

На рис.3 сплошными линями представлены результаты вычислений по формулам (12), (14) при j=2, а пунктирными -результаты работы [3].

Из рисунка видно, что учет деформации стенки трубы при ударе влияет на величину скорости ударной волны D. Так как некоторая часть энергии гидравлического удара расходуется на деформацию стенки трубы,

величина скорости ударной волны в нашем случае будет всегда меньше, чем при отсутствии деформации. Например, при $f_{01} = 0{,}01, p / p_0 = 500$ скорость гидравлического удара отличается на 18 %, а при $f_{01} = 0{,}1$ на 4%.

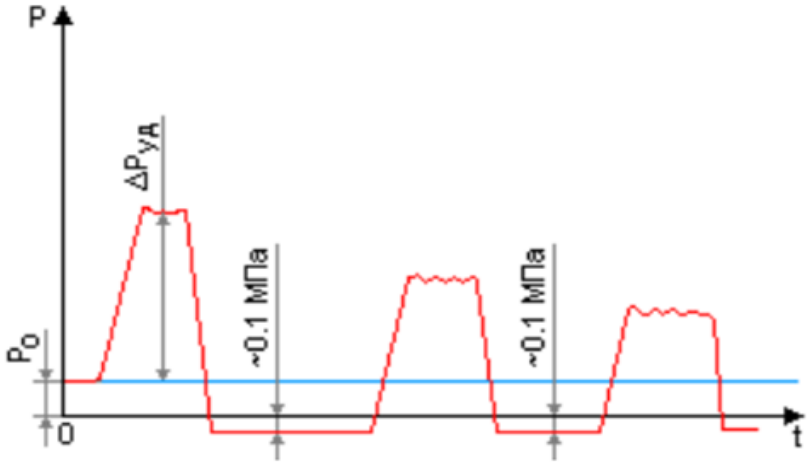


Рис 3. **Изменение во времени давления при гидроударе. Сильный удар жидкости**

Результаты вычислений показывают, что добавление третей фазы уменьшает силу гидравлического удара. Например, при $f_{01} = 0{,}01$, $f_{03} = 0{,}12$, $p / p_0 = 600$ скорость гидравлического удара трехфазной среды меньше на 20%, чем скорость двухфазной среды (рис 4).

Если третья фаза $f_{03} = 0{,}12$ остается неизменной, а газовая фаза (воздух) изменяется от 0 до 01 при $p / p_0 = 100$ то влияние изменения концентрации воздуха в трехфазной среде на ударную волну можно видеть на рис 5. Из графика видно, что с увеличением газосодержаниях скорость ударной волны значительно уменьшается, т.е. воздух дает возможность уменьшить силу гидравлического удара. Аналогичный вывод получен в работе [4].

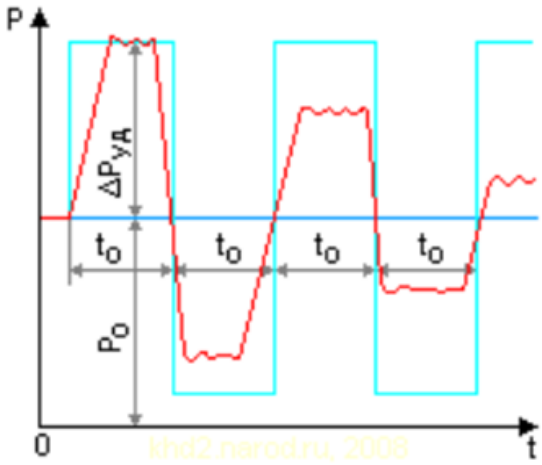


Рис 4. **Слабый (без отрыва). Синей линией показан уровень исходного давления (до начала гидроудара), голубой линией-идеальный характер изменения давления при отсутствии потерь энергии.**

p_0 – Давление свободной среды возле входа в трубу;

$\Delta p_{удар}$ – максимальное повышение давления при гидроударе; t_0 – длительность этапа при слабом гидроударе.

Расчёт длительности стадий сжатия и расширения в произвольном месте трубы Картина изменения давления в произвольном месте трубы несколько сложнее, чем показанная на предыдущем рисунке.

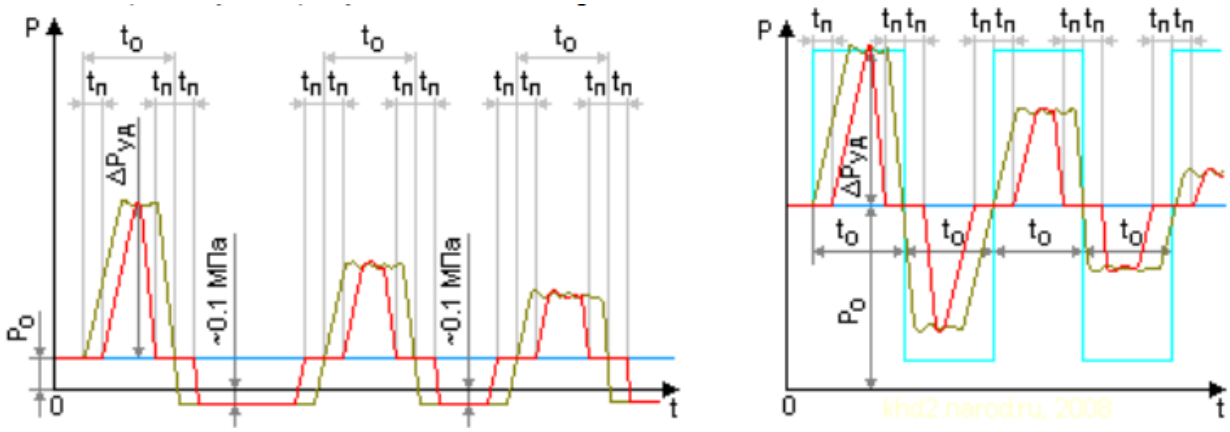


Рис 5. **Изменение давления со временем в произвольном месте трубы при гидроударе**

Слева- сильный удар (с отрывом жидкости от заглушки), справа-слабый (без отрыва). Красным оказано изменение давления в середине трубы, жёлто-серым-возле заглушки; синяя линия показывает уровень исходного давления (до начала гидроудара), голубая-идеальный характер изменения давления у заглушки при отсутствии потерь энергии.

p_0 – Давление свободной среды возле входа в трубу; $\Delta p_{удар}$ – максимальное повышение давления при гидроударе; t_0 – длительность этапа при слабом гидроударе; $t_П$ – длительность«полочки».

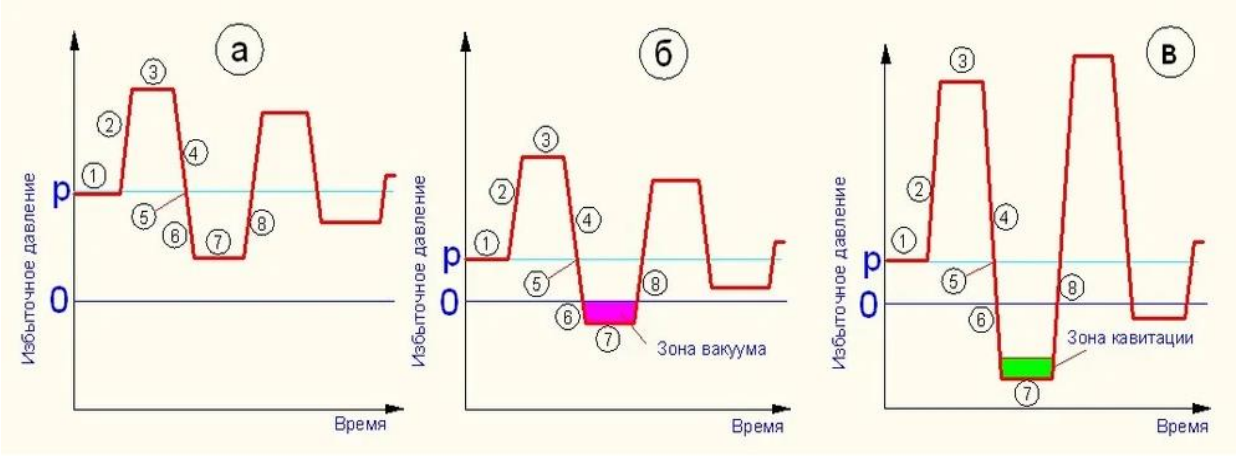


Рис. 5.1. **Графики изменения давления при гидравлическом ударе**

График на рис. 5.1 а показывает развитие гидравлического удара, когда давление жидкости в зоне разряжения ударной волны не падает ниже атмосферного (линия 0). График на рис.5.1б отображает ударную волну, зона разряжения которой находится ниже атмосферного давления, но гидравлическая сплошность среды не нарушается. В этом случае давление жидкости в зоне разряжения ниже атмосферного, но эффект кавитации не наблюдается. График на рис.5.1 в отображает случай, когда нарушается гидравлическая неразрывность потока, то есть образуется кавитационная зона, последующее схлопывание которой приводит к возрастанию давления в отраженной ударной волне.

Выводи. Гидроудары исследовались многими людьми в течении многих лет, и явные аномалии давно были бы замечены. Не влияют подобные явления и на расчёт параметров единичного рабочего цикла в случае частых повторных гидроударов. Однако в условиях частого (десятки и сотни раз в секунду) повторения в замкнутом объёме циркулирующего рабочего тела результаты таких эффектов могут суммироваться и проявляться вполне ощутимо. Математическая модель, полученные результаты и расчетные формулы позволяют более глубоко исследовать скорости распространения ударной волны и скорости потока в трубах различного сечения при учете упругих характеристик материала труб и состояния смеси. Предлагаемая методика расчета гидравлического удара в напорных трубопроводах водоотведения позволяет определять

гидродинамические параметры потока сточных вод с учетом его многофазности и особенностей продольного профиля магистрали, что в свою очередь дает возможность более правильно подбирать и рассчитывать противоударных устройства. Использование отмеченных в работе средств для защиты от резких повышений давления напорных водоотводящих систем способствует предупреждению случаев возникновения гидравлических ударов в трубопроводах и тем самым снижает вероятность возникновения аварий.

Литература:

1. Дикаревский В.С. Водоводы. Монография. Труды РААСН. Строительные науки.т.3 –М.: РААСН, 1997. – 200 с.

2. Джваршейшвили А.Г., Кирмелашвили Г.И. Нестационарные режимы работы систем, подающих двухфазную жидкость. Тбилиси, Мецниереба, 1965.

3. Твардовская Н.В. Расчет скорости распространения ударной волны в трубопроводах, перекачивающих сточные воды. // “Шаг в будущее” (Неделя науки-2003). Межвузовский сборник научных трудов – СПб: ПГУПС, 2003. – с.122-125.

4. Дикаревский В.С, Капинос О.Г. Расчет гидравлического удара в магистральных трубопроводах, уложенных на пересеченной местности. // «Ресурсы и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе». Труды годичного собрания РААСН. - М.-Казань: КГАСА, 2003. - с.277-281.

5. Жуковский Н. Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах / Н. Е. Жуковский. - М.; Л.: ГИТТЛ, 1949. - 104 с.

6. Людеке Х.-Й. Гидроудар: причины, анализ и способы предотвращения / Х.-Й. Людеке, Б.Котэ, К. Паули // Водоснабжение и санитарная техника. - 2015. - № 8. С. 62–69.

7. Titova T. Accident at river-crossing underwater oil pipeline / T. Titova, R. Akhtyamov, E.Nasyrova, A. Elizaryev // MATEC Web of Conferences. - 2018. - № 239.06003.

8. Ryzhova L. V. Ensuring Environmental Safety during the Construction and Operation of Tunnels in Residential Areas / L. V. Ryzhova, T. S. Titova, S. G. Gendler // Procedia Engineering. - 2017. - № 189. - Pp. 404–410.

9. Мошнин Л. Ф. Расчеты гидравлического удара / Л. Ф. Мошнин, Е. Т. Тимофеева. - М.; Л.: Госэнергоиздат, 1952. - 200 с.

10. Твардовская Н. В. Гидравлический удар в напорных трубопроводах водоотведения: автореф, дис. … канд. техн, наук / Н. В. Твардовская. - СПб. СПбГАСУ, 2005. - 24 с.

4-SHO‘BA

GIDROTEXNIK INSHOOTLARNING XAVFSIZLIGIDA ILG‘OR TEXNOLOGIYALAR

УДК: 532.5

ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ В РАЗНОПЛОТНОСТНОМ ПОТОКЕ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Худайкулов Савет Ишанкулович
т.ф.д. профессор,
Ирригация сув муаммолари илмий тадқиқот институти
Ибрагимов Исоқжон Юсупович
катта илмий ходим,
Ирригация сув муаммолари илмий тадқиқот институти
Шербаев Муротжон Рахимжонович
т.ф.ф.д., (PhD)
Хайруллаев Рахматилла Садуллаевич
Тошкент қурилиш мухандислари институти доценти

Аннотация Мақолада сув омборларига тушувчи турли хил жинсларнинг сув омбори сувини тозалаши ва унинг концентрациясини ўзгартириши қаралади. Турли жинслардан тозалаш қонуниятлари қаралиб, тозаланиш қониятлари ўрнатилади. Аралашиш ва қўшимча қўшишнинг усуллари меъёрлари ўрнатилади.

Калит сўзлар. Концентрация, оқова сувлар, қонуниятлар, биохимия, кислород**,** кинетический коэффициент, биохимик деструкция.

Аннотация. Рассматривается процессы, изменяющие характер веществ, поступающих в водоем, и производящие самоочищения. Устанавливается закономерность о качестве воды водоемов, принимающих сточные засоленные воды. Исследуется закономерности смешения и разбавления, т. е. гидравлические процессы, в результате различных взаимодействий и превращений веществ.

Ключевкe слова. Концентрация, сточнкe воды, закономерности, биохимия, кислород, кинетический коэффициент биохимической деструкции.

Annotation: The processes that alter the nature of substances entering a water body and contribute to its self-purification are considered. A pattern is established regarding the water quality of reservoirs receiving saline wastewater. The regularities of mixing and dilution processes that is, hydraulic processes resulting from various interactions and transformations of substances are investigated.

Keywords: Concentration, wastewater, regularities, biochemistry, oxygen, kinetic coefficient of biochemical degradation.

Большинство земли Сырдарьинской области засоленные. А качество воды водоемов, принимающих сточные засоленные воды, изменяется не только вследствие смешения и разбавления, а и в результате различных взаимодействий и превращений веществ. Поэтому вещества, концентрация которых изменяется только путем разбавления, принято называть консервативными, а вещества, концентрация которых изменяется вследствие физико-химических, химических, биологических и других процессов, - неконсервативными. Процессы, изменяющие характер веществ, поступающих в водоем, называют процессами самоочищения.

В результате самоочищения количество вещества уменьшается, а при разбавлении остается неизменным. Совокупность разбавления и самоочищения составляет обезвреживающую способность водоема.

Характеризуя самоочищение, мы рассматриваем в основном изменение БПК воды водоема. Однако зачастую бывает, необходим прогноз качества воды по индивидуальным веществам (растворенному кислороду, кислотности или щелочности воды, и др. [1].

Для определения концентрации неконсервативных веществ в водоеме исходим из основного уравнения турбулентности

$$\frac{\partial S}{\partial t} = E\frac{\partial^2 S}{\partial r^2} + \frac{M}{r}\frac{\partial S}{\partial r} - kS; \qquad (1)$$

при следующих начальных и граничных условиях:

$$\left.\begin{aligned} S(0,r) &= S_c \\ S(t,0) &= S_{\max} \end{aligned}\right\} \quad ; \qquad \left.\begin{aligned} S[R(t),t] &= S_0 \\ \frac{\partial S[R(t),t]}{\partial r} &= 0 \end{aligned}\right\}$$

$$r_t(0) = 0; \qquad (2)$$

где k - коэффициент неконсервативности вещества. Согласно опытным данным, коэффициент k не является постоянной величиной и зависит от многих факторов. В нашей работе принимается осредненное значение этого коэффициента:

$$k = k_{cm} + k_{Д}; \qquad (3)$$

где k_{cm}-стандартный статический коэффициент скорости биохимического окисления, который определяется для каждого вида сточных вод опытным путем и изменяется $(0{,}1 \leftrightarrow 1{,}5)\cdot 10^{-5}\cdot c^{-1}$;

$k_Д = 0{,}00066t^{-0{,}66}$, c^{-1}-динамическая составляющая общего коэффициента неконсервативности, зависящая от скорости движения воды.

Следует особо подчеркнуть, что приведенные выше формулы для определения значения k, строго говоря, справедливы лишь для загрязняющих веществ, поступающих в водоем с бытовыми сточными водами.

При изучении хода биохимического потребления кислорода (БПК) водой, загрязненной органическими субстратами, коэффициент неконсервативности будет непостоянен во времени и с течением последнего уменьшается. При рассмотрении же самоочищения по индивидуальным простым веществам коэффициент неконсервативности является неизменной во времени величиной. Вода водоемов, так же как и сточная жидкость, содержит вещества, различные по значению коэффициента неконсервативности [2, 4]. Биохимической деструкции в первую очередь подвергаются энергетически наиболее ценные вещества с большими k, а на последующих стадиях - менее ценные вещества с меньшими значениями k. Это и обусловливает непостоянство кинетического коэффициента биохимической деструкции всего комплекса веществ.

При идентификации содержащихся в воде веществ и установлении для каждого из них коэффициента неконсервативности изменение общего коэффициента k смеси веществ к моменту t определяется по уравнению

$$k = \frac{\sum_{1}^{i} k_i \nu_i C_{0,i} \exp(-k_i t)}{\sum_{1}^{i} \nu_i C_{0,i} \exp(-k_i t)}; \qquad (4)$$

где $C_{0,i}$- концентрация i-го вещества в момент времени $t = 0$; ν_i- коэффициент пропорциональности, равный БПК 1 мг этого вещества; k_i- кинематический коэффициент неконсервативности i-го вещества.

И.Д.Родзиллер показывает, что для определения k формулу (3) было бы правильнее записать в виде:

$$k = k_{cm} k_Д;$$

где $k_Д$-является функцией скорости движения воды, обращающейся в 1 при скорости, равной нулю [$k_Д = e^{f(\vartheta)}$ или $k_Д = f(\vartheta)+1$]. Это выражение для k более адекватно, чем формула (3), поскольку при $k_{cm} = 0$ (для

консервативных веществ) $k = 0$, что не получается при определении k по формуле (3). Между тем именно формула (3) и является верной, так как консервативные вещества остаются неизменными при любой скорости, движения воды. Вид функции $f(\vartheta)$ должен устанавливаться на основании экспериментальных данных [3].

Для решения уравнения (1) применяем метод пограничного слоя, следуя которому для первой фазы (т. е. когда $R_{(t)} < R_k$ радиус контура) получаем решение в виде:

$$S(r,t) = f_0(t) + f_1(t)\frac{r}{R_{(t)}} + f_2(t)\frac{r^2}{R_{(t)}^2}; \tag{5}$$

С учетом условий (1) находим:

$$S(r,t) = S_{\max} - 2(S_{\max} - S_0)\frac{r}{R_{(t)}} + (S_{\max} - S_0)\frac{r^2}{R_{(t)}^2}; \tag{6}$$

$$0 \le R_{(t)} \le R_{кр};$$

Для определения $R_{(t)}$ используется следующее интегральное соотношение:

$$\frac{d}{dt}\int_0^{R_{(t)}} S(r,t)rdr = \left(Er\frac{\partial S}{\partial r} - ES + MS\right)\Bigg|_0^{R_{(t)}} - k\int_0^{R_{(t)}} S(r,t)rdr + S_0 R_{(t)}\frac{dR_{(t)}}{dt}; \tag{7}$$

После подстановки значения $S(r,t)$ из формулы (6) соотношение (7) примет вид:

$$\frac{d}{dt}\int_0^{R_{(t)}}\left[S_{\max} - \frac{r}{R_{(t)}}(S_{\max} S_0)\left(2 - \frac{r}{R_{(t)}}\right)\right]rdr = \tag{8}$$

$$= E(S_{\max} - S_0) - M(S_{\max} - S_0) - k\int_0^{R_{(t)}}\left[S_{\max} - \frac{r}{R_{(t)}}(S_{\max} - S_0)\left(2 - \frac{r}{R_{(t)}}\right)\right]rdr + S_0 R_{(t)}\frac{dR_{(t)}}{dt}$$

Проведя несложные преобразования, из выражения (8) получаем:

$$\frac{1}{6}\int_0^{R_{(t)}} \frac{(S_{\max} - S_0)R_{(t)}dt}{(S_{\max} - S_0)(E - M) - \frac{k}{12}R_{(t)}^2(S_{\max} + 5S_0)} = dt; \tag{9}$$

Интегрирование формулы (9) дает:

$$\frac{1}{12}\frac{S_{max}-S_0}{k\left[\frac{1}{2}S_{max}-\frac{5}{12}(S_{max}-S_0)\right]}\ln\left[-\frac{R_{(t)}^2}{\frac{(S_{max}-S_0)(E-M)}{k\left[\frac{1}{2}S_{max}-\frac{5}{12}(S_{max}-S_0)\right]}}+1\right]=t; \quad (10)$$

или

$$R_{(t)}^2=\frac{1}{12}\frac{(S_{max}-S_0)(E-M)}{k\left[\frac{1}{2}S_{max}-\frac{5}{12}(S_{max}-S_0)\right]}\left[1-e^{-\frac{12k\left[\frac{1}{2}S_{max}-\frac{5}{12}(S_{max}-S_0)\right]}{S_{max}-S_0}t}\right]; \quad (11)$$

Максимальное значение $R_{(t)}^2$ наступает при $t=\infty$:

$$R_{(t)}^2=\frac{12(S_{max}-S_0)(E-M)}{k(S_{max}+5S_0)}; \quad (12)$$

Для второй фазы задача сводится к решению уравнения (1) при следующих условиях:

$$S(t,0)=S_{max}; \quad (13)$$

$$\frac{\partial S}{\partial r}(R_{кр},t)=0; \quad (14)$$

$$S_1(t,r)=S_2(t,r); \quad (15)$$

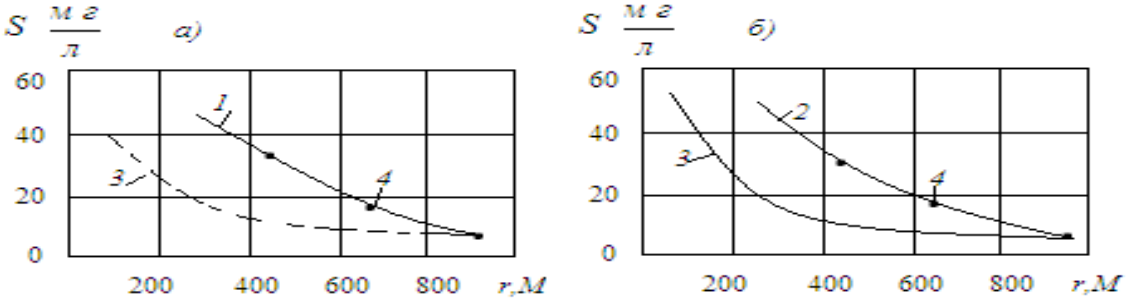


Рис. 1. Распределение концентрации загрязнений. а) без учёта консервативности. б) с учётом консервативности: 1-по предлагаемой формуле. 2- по формуле (6), 3-по формуле Х.Ф.Вельнера, 4-по опытным данным.

Решение получаем в виде:

$$S_1(r,t)=f_0(t)+f_1(t)\frac{r}{R_{кр}}+f_2(t)\frac{r^2}{R_{кр}^2}; \quad (16)$$

Используя условия (13) и (14), находим:

$$f_0(t) = S_{\max}; \tag{17}$$

$$f_1(t) = -2 f_2(t); \tag{18}$$

Выражение для распределения концентрации загрязняющих веществ примет вид:

$$S_2(r,t) = S_{\max} - 2 f_2^x(t)\left(\frac{r}{R_{кр}} - \frac{1}{2}\frac{\kappa^2}{R_{кр}^2}\right); \tag{19}$$

где f_2^x-определяется из интегрального соотношения

$$\frac{d}{dt}\int_0^{R_{кр}} S_2(r,t) r dr = \left(Er\frac{\partial S}{\partial r} - ES + MS\right)\Big|_0^{R_{кр}} - k\int_0^{R_{кр}} S_2(r,t) r dr; \tag{20}$$

Из соотношения (19) относительно f_2^x получается дифференциальное уравнение:

$$\frac{df_2^x(t)}{dt} + \frac{12}{5R_{кр}^2}\left(E - M + 5\frac{R_{кр}^2}{12}\right) f_2^x(t) - \frac{6}{5} S_{\max} k = 0; \tag{21}$$

После интегрирования уравнения (21) получим:

$$f_2^x = \frac{N_1}{N} + c_2 e^{-Nt}; \tag{22}$$

где

$$N = \frac{6}{5} S_{\max} k \qquad N_1 = \frac{12}{5R_{кр}^2}\left(E - M + 5\frac{R_{кр}^2}{12}\right);$$

Постоянная c_2 определяется из условия $f_2(t_0) = f_2(t)$ при $t = t_0$

$$c_2 = \left(S_{\max} - S_0 - \frac{N_1}{N}\right) e^{Nt_0}; \tag{23}$$

Подставляя выражение (22) в формулу (19) с учетом полученного значения c_2 находим:

$$S_2(r,t) = S_{\max} - 2\left[\frac{N_1}{N} + \left(S_{\max} - S_0 - \frac{N_1}{N}\right) e^{-N(t-t_0)}\right]\left(\frac{r}{R_{кр}} - \frac{1}{2}\frac{\kappa^2}{R_{кр}^2}\right); \tag{24}$$

Таким образом, получена формула для определения концентрации загрязняющих веществ с учетом их неконсервативности. При $k = 0$ из уравнения (12) получим:

$$R_{(t)}^2 = 12(E - M); \tag{25}$$

т.е. формулу радиуса распространения консервативного вещества, которая дает бесконечную область влияния. Формула же (25), выведенная с учетом неконсервативности, дает конечную область влияния.

Максимальное значение области влияния по формуле (11) получается при $t=\infty$. Отсюда можно сделать вывод, что неконсервативность ограничивает область распространения веществ загрязнения.

Для примера используем данные опытов проведенных в Арнасайском районе Сырдарьинской области.

Пример Основные параметры: $S_{\max}=3{,}15\frac{мг}{л}$; $S_0=1{,}2\frac{мг}{л}$; $H=2м$;

$$k=0{,}6\cdot10^{-5}\ ;\quad q_{ст}=0{,}25\frac{м^3}{с}\ ;\quad r=100\,м\,.$$

Решение. Для определения $R_{(t)}$ по формуле (25) подсчитаем:

$$E-M=\frac{q_{ст}}{\varphi H}=\frac{0{,}25}{3{,}14\cdot2}=0{,}04\frac{м}{с}\,;$$

тогда максимальное значение $R_{(t)}$ по формуле (7.102) будет:

$$R_{(t)}=\sqrt{\frac{12(3{,}15-1{,}2)0{,}04}{0{,}6\cdot10^{-5}(3{,}15+5\cdot1{,}2)}}=131м\,;$$

Формула (24) имеет применение в тех случаях, когда загрязнение доходит до контура водоема. Если контур водоема практически бесконечен, а контур загрязнения ограничен радиусом 131 м, поэтому используем формулу (6):

$$S(r,t)=3{,}15-2(3{,}15-1{,}2)\frac{100}{131}+(3{,}15-1{,}2)\frac{100^2}{131^2}=1{,}35\frac{мг}{л}\,;$$

Расхождение составляет 19%.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Ибад-Заде Ю.А., Гурбанов С.Г. Определение концентрации веществ загрязнения в водоеме с учетом неконсервативности. - В кн.: Гидравлика и гидротехника, № 22. Киев, Техника, 1976.

2. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. М., Физматгиз, 1963. I.

3. Родзиллер И.Д. Особенности кинетики процесса биохимического самоочищения водоемов. - В кн.: Материалы VI Всесоюзного симпозиума по современным проблемам самоочищения водоемов и регулирования качества воды. Таллин, 1979.

4. Худайкулов С.И., Яхшибоев Д.С. «Моделирование динамики развития стратификационных течений многофазных жидкостей» Ташкент, 2017г. 162 с.

УДК: 626/627.31.570.4-082

ГИДРОТЕХНИКА ИНШООТЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ МУДДАТИНИ УЗАЙТИРИШ УСУЛЛАРИ

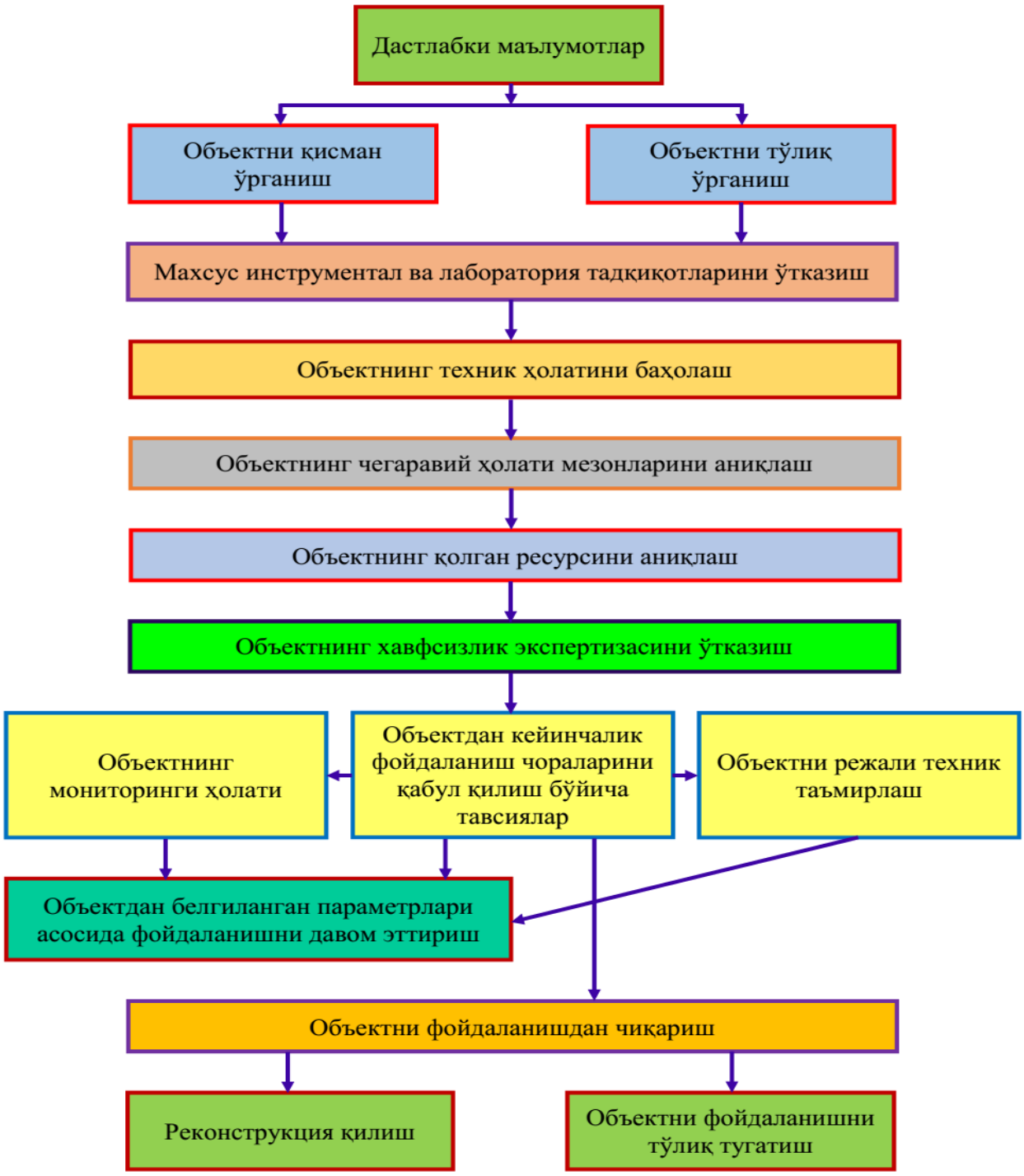
Палуанов Данияр Танирбергенович
т.ф.д. проф. Тошкент давлат техника университети
Оспанова Дилбар Кеунимжаевна
PhD. доц. Қорақалпоқ давлат университети
Айтбаева Феруза Рустем қизи
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти таянч докторанти
Аблатова Айсанем Мажитовна
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти таянч докторанти

Аннотация. Мазкур ишда лойиҳа ҳужжатлари мавжуд бўлмаганда гидротехника иншоотлардан фойдаланиш муддатини узайтириш тартиби ва усуллари масалалари кўриб чиқилган. IV синф гидротехника иншоотларининг техник ҳолатини мониторинг қилиш талаблари келтирилган.

Калит сўзлар: гидротехника иншоотлари, хавфсизлик, эксплуатация, мониторинг, муддатини узайтириш, усул, авария.

Кўпчилик гидротехника иншоотлари (ГТИ) аҳоли зич жойлашган ҳудудларда, саноат зоналарида ва инфратузилма ривожланган ҳудудларда жойлашган ёки булар вақт ўтиши билан фойдаланаётган ГТИ яқинида ривожланган. ГТИ аҳоли ва атроф-муҳит учун потенциал хавфли объект ҳисобланади, чунки авариялар инсонлар ўлими, аҳоли уй-жойларининг вайрон бўлиши, иқтисодиёт объектларининг бузилиши, экотизимларнинг издан чиқиши, ГТИнинг хўжалик фаолияти объектлари сифатида тўлиқ ёки қисман йўқолиши каби оғир оқибатларга олиб келиши мумкин. Шу муносабат билан ГТИни узоқ муддатдан буён ишлатилишидан кейинги ҳолатини баҳолаш ва авариялар натижасида юзага келиши мумкин бўлган оқибатларни таҳлил қилиш муҳим вазифа ҳисобланади.

Статистика маълумотларига кўра, Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлигининг “Сувхўжаликназорат” инспекцияси томонидан хавфсизлиги назорат қилинадиган ГТИнинг 14% ни I синф, 31% – II синф, 45% – III синф, 10% – IV синф иншоотлари ташкил этади [1].



1-расм. **ГТИнинг лойиҳа ҳужжатлари мавжуд бўлмаганда тадқиқот ишларини ўтказиш схемаси**

III ва IV синф ГТИ сонининг кўплиги ва улардаги авариялар нинг меъёрий эҳтимоллиги нисбатан юқорилиги сабабли уларнинг хавфсизлигини ошириш ва содир бўладиган авариялар сонини камайтириш амалий аҳамиятга эга [2, 3].

ГТИнинг ишончлигини ошириш ва хавфсизлигини таъминлашнинг асосий йўли ГТИнинг ҳолатини, унга таъсир этувчи табиий ва техноген юкламалар ва таъсирларни мунтазам назорат қилиш мониторинги ҳисобланади. “Гидротехника иншоотларининг хавфсизлиги тўғрисида”ги Қонунга мувофиқ [4], мониторингни таъминлаш ГТИни эксплуатация қилувчи ташкилот мажбурияти ҳисобланади. Мониторингга қўйиладиган талаблар ГТИ синфи ва эксплуатация шароитига боғлиқ.

Амалиётдан маълумки, ҳудудлардаги IV синфдаги кўплаб ГТИда мониторинг шунчаки расмиятчилик бўлиб қолмоқда, айримларида эса умуман амалга оширилмайди. Бундай ёндашув ГТИнинг техник ҳолатини мониторинг қилиниши Қонунга мос келмайди. Масалан, IV синф ГТИ учун мониторинг мунтазам визуал ва инструментал кузатувлар билан: баҳорда-сув тошқини ўтишидан олдин ва сув тошқини даврида ГТИдан фойдаланишга тайёрлигини текшириш учун, кузда эса – куз-қиш даврида ГТИдан нормал фойдаланишга тайёрлигини текшириш учун йилига икки марта ўтказилиши керак.

Ҳар қандай ҳолатда ҳам ГТИдаги гидродинамик авариялар хавфини тўлиқ бартараф этиб бўлмайди, шу сабабли гидротехника тарихида қайд этилаётган авариялarнинг мумкин бўлган сценарийларини баҳолаш зарур.

Республикамиз ҳудудида фойдаланилаётган III ва IV синф ГТИнинг кўпчилиги ўтган асрнинг ўрталарида қурилган бўлиб, узоқ йиллардан буён ишлатилаётганлиги оқибатида белгиланган фойдаланиш муддатлари тугаб бормоқда. Шунинг учун бундай иншоотларнинг эксплуатацион ишончлилигини баҳолаш масаласи бугунги кунда долзарб ҳисобланади.

Амалдаги Қурилиш меъёрлари ва қоидаларида ГТИдан фойдаланиш муддатини узайтириш тартиби ва усуллари белгиланмаган [5].

ГТИ хавфсизлиги масалаларига ўзбек ва хорижий олимларнинг кўплаб ишлари бағишланган, аммо ҳали ҳам меъёрий ва ҳуқуқий ҳужжатларда ГТИдан фойдаланиш муддатини узайтириш услубиятига ягона ёндашувлар мавжуд эмас.

Шунинг учун барча турдаги ГТИдан фойдаланиш муддати тугаланаётган ва уларнинг қолган ресурсини тадқиқ этишда қуйидагиларни амалга ошириш зарур:

- иншоотни лойиҳалаштириш, қуриш ва ундан фойдаланишда фонд материалларини кўриб чиқиш;

- олдинги текширувлар ёки тадқиқотлар ҳужжатлари билан танишиш;
- иқлим ва гидрогеология шароитида “иншоот – замин” тизимининг ҳолатини ўрганиш;
- иншоотдан фойдаланиш даврида унга таъсир этадиган юкламалар ва таъсирларни ўрганиш;
- ташқи муҳитнинг агрессивлик даражасини аниқлаш;
- иншоот замини ва танаси грунтлари, шунингдек унинг қурилиш конструкциялари миқёсида муҳитнинг кимёвий агрессивлигини аниқлаш;
- иншоотдан фойдаланишда ҳарорат-намлик характеристикаларини баҳолаш;
- ГТИни визуал текшириш;
- грунтли иншоотнинг ҳақиқий ҳолатини аниқлаш учун геодезик съёмка ўтказиш;
- аниқланган шикастланишларни ҳисобга олган ҳолда иншоотнинг устуворлигини ҳисоблаш;
- ёриқларнинг очилиш даражасини ва уларнинг пайдо бўлиш манбаини аниқлаш ҳамда ривожланиш динамикасини кузатиш;
- ГТИнинг чўкишини ҳисоблаш;
- фильтрацияга қарши қурилмалар ҳолатини таҳлил қилиш;
- иншоот грунтларининг физик-механик ва физик-кимёвий хоссаларини объектда ва лаборатория шароитларида аниқлаш;
- грунт материалининг мустаҳкамлик ва деформация характеристикаларининг ўзгариши чегараларини аниқлаш;
- иншоотнинг сув ўтказмаслигини баҳолаш;
- ўзгаришга учраган замин грунтларининг характеристикаларини таҳлил қилиш;
- шикастланишнинг мумкин бўлган сабабларини аниқлаш.

Юқоридагилар асосида ГТИнинг қолган ресурси аниқлаш ва кейинчалик фойдаланишга яроқлилиги баҳоланади.

IV синф ГТИнинг лойиҳа ҳужжатлари мавжуд бўлмаган тақдирда ўхшаш иншоотларни ўрганиш бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг муҳандислик амалиётига амал қилиш лозим. Шу билан бирга, 1-расмда кўрсатилган схема асосида тадқиқот ишларини ўтказиш мақсадга мувофиқдир.

IV синф ГТИ хавфсизлигини экспертизадан ўтказиш натижалари бўйича қуйидаги қарорлардан бири қабул қилинади:

- белгиланган параметрлар асосида иншоотдан фойдаланишни давом эттириш;
- иншоотни таъмирлаш;
- иншоотни реконструкция қилиш;
- иншоотни фойдаланишдан чиқариш (тугатиш).

Хулоса қилиб айтганда, барча турдаги ГТИ мамлакатимиз иқтисодиёти учун муҳимлигини инобатга олган ҳолда уларнинг хавафсизлигини таъминлаш ва эксплуатацион ишончлилигини ошириш масалаларига эътибор қаратиш лозим.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги маълумотлари.
2. Палуанов Д.Т., Таженов Б.М. Фойдаланилаётган IV синф грунтли гидротехника иншоотларида мумкин бўлган авария сценарийлари // “Меъморчилик ва қурилиш муаммолари” илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2024. - № 4. – Б. 115-117.
3. Paluanov D.T., Ablatova A.M. Gidrotexnika inshootlarining belgilangan xizmat muddatini uzaytirish tadbirlari // Qurilish va ta’lim ilmiy jurnali. – Namangan, 2025. – №2(14). – B. 28-31.
4. Ўзбекистон Республикасининг “Гидротехника иншоотлари хавфсизлиги тўғрисидаги” Қонуни. – Т., 2023.
5. Қурилиш меъёрлари ва қоидалари 2.06.01-97. Гидротехника иншоотлари. Лойиҳалаштиришнинг асосий низомлари. – Т., 1997.

УЎТ: 628.218

СУВ ОМБОРЛАРИ ГРУНТ ТЎҒОНЛАРИ МУСТАҲКАМЛИГИ ВА БАРҚАРОРЛИГИДА БЎЛАДИГАН ЎЗГАРИШЛАРНИ БАҲОЛАШ

Нарзиев Жасурбек Жўраевич
т.ф.ф.д (PhD), катта илмий ходим
Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти

Аннотация. Мақолада Каттақўрғон ва Тошкент сув омборлари грунт тўғонлари танасидан сизилаётган сувларнинг ҳаракатланиши натижасида юзага келадиган агрессивлик тадқиқ қилинган, унинг натижасида сув омборлари грунт тўғонлари мустаҳкамлигида бўлаётган ўрзгаришлар аниқланиб, унинг барқарорлиги илмий жиҳатдан баҳоланган.

Калит сўзлар: Тўғон, фильтрация, грунт, градиент, пьезометр, сув сарфи, сув ҳажми, чаша, гидравлик босим, бьеф.

Аннотация. В данной статье изучена агрессивность движения воды, просачивающейся через грунтовые плотины Каттакурганского и Ташкентского водохранилищ, в результате чего выявлены изменения прочности грунтовых плотин водохранилищ, а также дана научная оценка их устойчивости.

Ключевые слова: Плотина, фильтрация, грунт, градиент, пьезометр, расход воды, объем воды, чаша, гидравлическое давление, бьеф.

Annotation. The article studies the aggressiveness of water movement seeping through the ground dams of Kattakurgan and Tashkent reservoirs, as a result of which changes in the strength of the ground dams of the reservoirs are revealed, and a scientific assessment of their stability is given.

Keywords: Dam, filtration, soil, slope, piezometer, water flow, water volume, cup, hydraulic pressure, pool.

Кириш. Сув омборлари республикамиз саноат ва қишлоқ хўжалигини ривожлантиришда муҳим ўрин эгаллаб, асосан суғориладиган ерларда вегетация даврида учраб турадиган сув танқислигини бартараф этиб, гидромелиоратив тармоққа бир маромда сув етказиб бермоқда.

Ҳозирги кунда республикамизда умумий ҳажми 19,93 млрд.м^3 га, жумладан, Сирдарё ҳавзасидаги сув омборларининг умумий ҳажми 5,93 млрд.м^3 га, Амударё ҳавзасидаги сув омборларининг умумий ҳажми 14,0 млрд.м^3 га тенг бўлган 70 дан ортиқ сув, селсув, сел омборлариидан фойдаланиб келинмоқда.

Мазкур сув омборларининг аксарияти бундан 50-60 йиллар олдин қурилган бўлиб, ҳозирги кунда гидротехник иншоотларининг техник эскириши кузатилмоқда. Бунинг устига эксплуатация жараёнида гидроэкологик омилларга эътиборсизлик, сув омборлари эксплуатациясининг ишончлилик даражасини пасайишига олиб келмоқда.

Қайд этилган муаммоларнинг ҳар иккиси сув омбори эксплуатацияси даврида иншоотларнинг емирилиши ҳамда тўғон мустаҳкамлигини пасайиши ҳавзадаги сувнинг ҳаракати ва унинг сифати билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, бугунги кунда жиддий ўрганишни талаб қиладиган муаммо бўлиб турибди. Лойиҳа доирасидаги тадқиқотлар узоқ йиллар давомида эксплуатация қилиб келинаётган ва турли классификацияга эга бўлган Тошкент вилоятидаги Тошкент ва Самарқанд вилоятидаги Каттақўрғон сув омборларида олиб борилди.

Материал ва услублар. Гидрометеорологик станциялар ва сув омборларини эксплуатация қилишда тўпланган маълумотларни йиғиш. Олинган маълумотларни математик статистика йўли билан ҳисоблаш ва ҳисоблаш натижаларини табиий кузатишлар натижасида олинган маълумотлар билан таққослаш.

Натижалар ва мунозара. Тадқиқотда Тошкент, Каттақўрғон сув омборлари тўғонидаги сув сифатининг ўзгаришлари бўйича кузатув маълумотлари таҳлили қилинди, тўғондаги пьезомертларда сув сатҳлари ўзгариши ҳамда оҳирги йилларда олиб борилган натура тадқиқотлар натижалари баён қилинган.

Каттақўрғон сув омбори иншоотларининг мустаҳкамлиги ва барқарорлигида бўладиган ўзгаришларни баҳолаш: Сув омбори тўғони танасидан сизот сувларнинг ҳаракатланиши натижасидаги юзага келадиган агрессивликни баҳолаш учун тўғон танаси бўйлаб сизиладиган сувнинг ҳаракатланиш қонуниятини ва унинг тўғон иншоотларига таъсирини билиш лозим. Баҳолаш натижалари сув омбори тўғони ва иншоотларининг барқарорлигини таъминлашда муҳим аҳамиятга эга саналади.

Сув омбори тўғони танаси бўйлаб сизиладиган сув одатда ламинар оқимда (чизиқли) ҳаракатланади, яъни сизилаётган сув босимсиз сувлар сирасига киради. Маълумки босимсиз сувлар гидравлик босим юқори (сатҳли) жойдан, паст босимли жойга томон ҳаракатланади. Сув омбори тўғони мисолида эса сув тўғондан юқоридаги сув омбори ҳавзасидан, яъни

tўғон юқори бъефидан пастки бъефига қараб ҳаракатланади. Бунда гидравлик босимлар фарқи $\Delta H = H_1 - H_2$ дан иборат бўлади.

Тўғон танасидан сизилаётган сувнинг ҳаракат тезлиги босимлар фарқи ($\Delta H = H_1 - H_2$) ва фильтрация йўлининг узунлиги l га боғлиқ.

Босимлар фарқининг (ΔH ни) фильтрация йўли узунлигига нисбати гидравлик градиент деб аталади ва уни одатда J билан белгиланади:

$$J = \frac{\Delta H}{l}; \quad (1)$$

Тўғон танасидан сизилаётган сувнинг ҳаракати ламинар оқимда бўлади ва Дарси қонунига бўйсунади. Бундай ҳаракат тўғон танаси асосини ташкил қилувчи қум ва қумоқ, қумлоқ жинсларда кўпроқ кузатилади.

Тўғон танасидан сизилаётган сувнинг ҳаракат назариясини француз олими Дарси яратган қонун асосида қуйидагича ифодаланади:

$$Q = K_ф F \frac{\Delta H}{l} = K_ф F J; \quad (2)$$

бу ерда: Q – оқим сарфи, яъни вақт бирлигида фильтрланиб оқиб ўтган сувнинг миқдори, $м^3$/сут;

$K_ф$- фильтрланиш коэффициенти, яъни тўғонни ташкил қилувчи тоғ жинсининг ўзидан сув ўтказиш қобилияти, м/сут;

F - сув оқимининг кўндаланг кесим юзаси, $м^2$;

l- фильтрланиш йўлининг узунлиги, м;

ΔH- юқори ва пастки бъефлардаги сув босимларининг фарқи, м;

Тенгламани икки қисмини F га тақсим қилиб, Q/F ни фильтрланиш тезлигини v орқали белгиласак, $v=K_ф J$ бўлади.

Демак, Дарси қонунига кўра, тўғон танасини ташкил қилувчи тоғ жинсларидан сувнинг сизилиши ёки ҳаракатланиш тезлиги (v) босим градиенти ёки оқим қиялиги (J) га тўғри пропорционал саналади.

Босим градиенти $J = \frac{\Delta H}{l} = 1$ бўлган шароитларда $v=K_ф J$ тенглама $v=K_ф$ кўринишни олади, яъни фильтрланиш коэффициенти сон жиҳатидан фильтрланиш тезлигига тенглашади.

Грунтли тўғон ва унинг фильтрацияга қарши элементларини фильтрацион мустаҳкамлигини баҳолашда қуйидаги шартлар бажарилиши лозим.

$$J_{est,m} = \frac{\Delta H}{t_2} \leq J_{cr,m} = J_{доп}$$

ёки

$$J_{est,m} \le \frac{1}{\gamma_n} J_{cr} \quad (3)$$

бу ерда: $J_{est,m}$- тўғоннинг ҳисобланаётган элементини ўртача градиенти.

γ_n - тўғоннинг ишончлилик коэффициенти (I-синф-1,25; II-синф-1,2; III-синф-1,15; IV-синф-1,1);

J_{cr} - грунтли тўғоннинг ўртача критик граденти.

Каттақўрғон сув омбори тўғони танасининг грунти бир жинсли маҳаллий грунтдан ташкил топган ва дренажга эга. Бундай тўғонлар учун фильтрация босимини ўртача градиенти қуйидаги формула орқали ҳисобланади.

1-жадвал

Грунтли тўғонлар учун босимни ўртача критик градент миқдорлари

Грунт тўғонлар	Ўртача критик градент		
	Ядро ва экран	Понур	Тўғон призмаси ва танаси
Тупроқ (глина)	12	15	2-8
Қумоқ	8	10	1,5-4
Қумлоқ	2	3	1-2
Қум: ўртача- майда-			 1 0,75

$$J_{est,m}=\text{tg}\alpha = \frac{H}{L_n}; \quad (4)$$

бу ерда: α - депрессия чизиғини тўғри чизиқда ҳосил қилган бурчаги;

H - тўғондаги босим (H=H1-H2)

L_n - кесимлар орасидаги масофа.

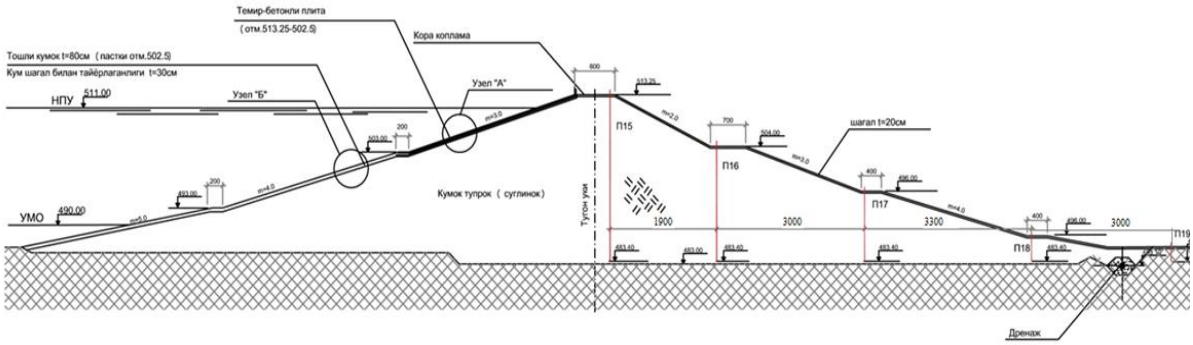
Тўғонни ПК20+00 да жойлашган 15,16,17,18,19- пьезометрлар орасидаги градиентлар ҳисоблаб чиқилди.

2-жадвал

Тўғонни ПК20+00 даги пьезометрлар орасидаги градиентлар ҳисоби

Пьезометр рақами	МДС да	Йиллар							
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
П15-П16	0,39	0,10	0,74	0,67	0,13	0,13	0,09	0,11	0,20
П16-П17	0,17	0,36	0	0	0,34	0,34	0,33	0,35	0,36

П17-П18	0,19	0,14	0,25	0,19	0,17	0,16	0,16	0,12	0,15
П18-П19	0,08	0,015	0	0,02	0,015	0,005	0,02	0,01	0,02



1-расм. **Каттақўрғон сув омбори тўғони кўндаланг қирқими**

Ҳисобий натижаларга кўра 15,16-пьезометрлар орасидаги кесимда сизилаётган сувнинг ҳаракат тезлиги, босимлар фарқи катта ва фильтрация йўли эса қисқа, 17,18,19-пьезометрлар орасидаги кесимда эса аксинча, яъни сизилаётган сувнинг ҳаракат тезлиги, босимлар фарқи киччик ва фильтрация йўли эса узун. Натижада 17,18,19-пьезометрлар орасидаги кесимда босим градиенти бирдан киччиклашиб кетади. Босим градиенти ўта киччик миқдорда бўлса пьезометрларда сувнинг турғунлик ҳолатлари ҳам кузатилади.

Тошкент сув омбори иншоотларининг мустаҳкамлиги ва барқарорлигида бўладиган ўзгаришларни баҳолаш: Тошкент сув омбори тўғони ядроли, маҳаллий грунтдан ташкил топган. Тўғонни мустаҳкамлиги ва барқарорлигида бўладиган ўзгаришларни баҳолашда фильтрация босимини ўртача градиентининг ҳисобий миқдори ядро ва призма учун ҳисоблаб чиқилди.

$$\text{Ядро учун } J_{\text{доп}} = \frac{1}{\gamma_n} J_{cr} = 6{,}66$$

$$\text{Призма учун } J_{\text{доп}} = \frac{1}{\gamma_n} J_{cr} = 0{,}83$$

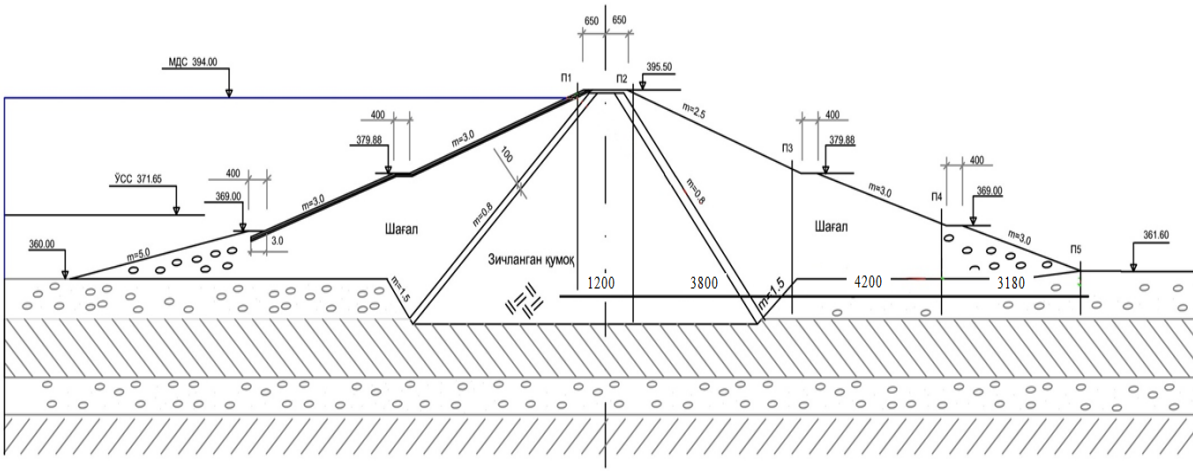
Тўғоннинг 9-створида (ПК 22+00) жойлашган 1,2,3,4,5-чи пьезометрлар орасидаги градиентлар ҳисоблаб чиқилди.

3-жадвал

Тошкент сув омбори тўғонидаги пьезометрлар орасидаги градентлар ҳисоби

	ҳисобий	**Йиллар**

Пьезометр рақами		2012	2013	2014	2015	2016	2017
П1-П2	0.75	1,33	0,92	1,17	1,42	1,16	1,08
П2-П3	0.55	0,42	0,42	0,42	0,42	0,39	0,39
П3-П4	0.024	0,0	0,024	0,0	0,0	0,024	0,024
П4-П5	0.031	0,031	0,031	0,0	0,0	0,031	0,031



2-расм. **Тошкент сув омбори тўғони кўндаланг қирқими**

Хулоса. Ҳисобий натижаларга кўра Тошкент сув омбори тўғони ядроли бўлганлиги сабабли 9-створда (ПК 22+00) жойлашган 1,2,3-чи пьезометрлар орасидаги кесимда сизилаётган сувнинг ҳаракат тезлиги, босимлар фарқи катта ва фильтрация йўли эса қисқа. 9-створда (ПК 22+00) жойлашган 3,4,5-чи пьезометрлар орасидаги кесимда эса аксинча, яъни сизилаётган сувнинг ҳаракат тезлиги, босимлар фарқи киччик ва фильтрация йўли эса узун. Натижада 9-створда (ПК 22+00) жойлашган 3,4,5-чи пьезометрлар орасидаги кесимда босим градиенти бирдан киччиклашиб кетади, бунда эса пьезометрларда сувнинг турғунлик ҳолатлари ҳам кузатилади.

Олиб борилган тадқиқот натижаларига кўра, ядроли ва бир хил грунтли тўғонларда сизот сувлар ҳаракати ўзгарувчан ҳисобланади. Бу ўзгарувчанлик тўғонда жойлашган пьезометрлар орасидаги градиентлар миқдорига боғлиқ бўлади, яъни градиент меъёрлар даражасида бўлса сизот сувлар ҳаракати ўзгариши қонуният асосида бўлади, босим градиенти ўта киччик миқдорда бўлса пьезометрларда сувнинг турғунлик ҳолатлари ҳам кузатилади. Бундай ҳолат иншоот ва грунлар мустаҳкамлигини камайтиришга олиб келади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Гидрометеоиздат, Л.: 1970, 443 с.
2. Аравин В.И., Носова О.Н. Натурные исследования фильтрации. «Энергия», Л.: 1969, 256 с.
3. Николаенко В.А., Маматов С.А. Особенности и методология гидроэкологической оценки воздействия водохозяйственной деятельности на состояние гидроэкосистем бассейна Аральского моря. //Водные ресурсы ЦА. Алматы, 2002, с. 358-364.
4. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. – Москва, “Недра”, 1970, с. 488.
5. Игашева С.П., Геология: методические указания к практической работе «Определение агрессивности воды по отношению к бетонным конструкциям» для студентов, обучающихся по направлению «Строительство» очной формы обуче- ния - перераб. и доп./С.П. Игашева, Л.В. Гейдт – Тюмень: РИО ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2014. – 20 с.
6. СН 266-63 «Правила защиты подземных металлических сооружений от коррозии». http:// www.meganorm.ru.
7. СН 249-63 «Признаки и нормы агрессивности воды-среды для железобетонных конструкций». http:// www.meganorm.ru.
8. СН 114-54 «Бетон гидротехнический. Признаки и нормы агрессивности воды-среды» http://www.normacs.ru.

УДК: 626/627

УСТАНОВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛИТЕЛЬНО ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО КАНАЛА И ЕГО ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖНИЙ

Палуанов Данияр Танирбергенович
д.т.н., профессор
Ташкентского государственного технического университета,
Таженов Бахтияр Маратович
Ведущий специалист «Каракалпакстансувкурилишинвест»
Нурекешов Шухрат Сапаргали угли
докторант
Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем
Тлегенова Гулназ Марат кизи
докторант
Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем
e-mail: doni_pol@mail.ru.

Аннотация. В работе установлены критерии безопасности эксплуатируемого канала Таллык. В качестве критериев безопасности были определены перелив воды через гребень дамбы канала, прорыв дамб канала, аварии на гидротехнических сооружениях канала.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, канал, безопасность, критерий, натурные наблюдения, сооружение, водозаборное сооружениею.

Введение. В настоящее время на территории Республики Каракалпакстан для обеспечения водой отраслей экономики эксплуатируются гидротехнические сооружения, и их распределение по классам представлено на рис. 1. В результате длительной эксплуатации этих сооружений, несвоевременного проведения ремонтно-восстановительных и реконструкционных работ некоторые из них вышли из строя, а другие требуют ремонтно-восстановительных и реконструкционных работ или кардинальной модернизации.

В настоящее время в гидротехнической практике Российской Федерации в обновленном «Своде правил» срок службы ГТС установлен на 100 лет для сооружений I и II классов и 50 лет для сооружений III и IV классов [1].

Для обеспечения сельскохозяйственных культур поверхностными водами эксплуатируется более 200 ирригационных каналов (рис. 2). Большинство из них относятся к сооружениям IV класса по Строительным нормам и правилам. Большинство этих каналов либо выработали свой срок службы, либо эти сроки завершаются.

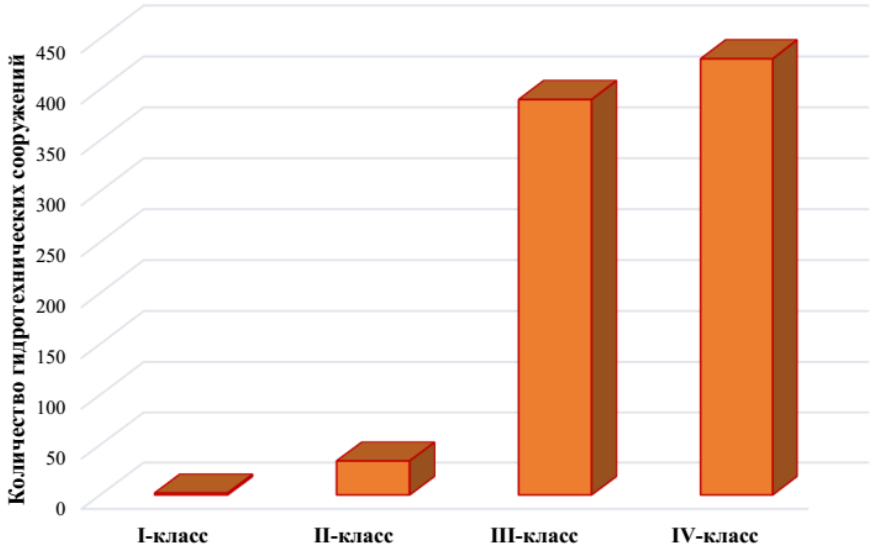


Рис. 1. **Распределение гидротехнических сооружений по классам**

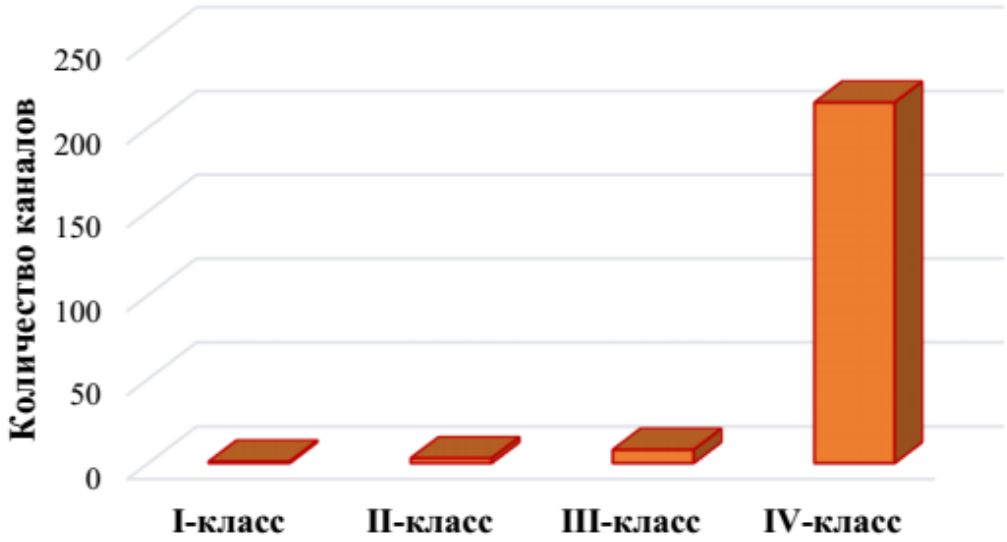


Рис. 2. **Распределение каналов по классам**

Анализ проведенных научных исследований показал, что эффективность их использования остается низкой из-за отсутствия надлежащего контроля за безопасностью гидротехнических сооружений IV класса. На практике безопасности этих сооружений не уделялось должного внимания. Согласно статистике, за последние годы на гидротехнических

сооружениях IV класса в мире произошло более 300 различных аварий. Некоторые из них привели к незначительным разрушениям, нанеся социально-экономический ущерб [2, 6].

Учитывая важность гидротехнических сооружений IV класса для экономики нашей страны, необходимо уделять особое внимание безопасности таких сооружений [7]. Поэтому оценка эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений и разработка критериев безопасности в эксплуатационный период на сегодняшний день является актуальной.

Методы. Вопросам обеспечения безопасности гидротехнических сооружений посвящено множество работ отечественных и зарубежных ученых, однако научных подходов к разработке критериев безопасности отслуживших срок службы ирригационных каналов недостаточно. При оценке технического состояния гидротехнических сооружений IV класса на всех этапах необходимо проводить визуальные натурные наблюдения. Целью этого является оценка надежности системы «сооружение – основание», своевременное выявление дефектов, предотвращение аварий, улучшение условий эксплуатации сооружения, а также оценка правильности принятых решений. Как правило, установка контрольно-измерительных аппаратов на гидротехнических сооружениях IV класса не допускается [8].

Водозаборное сооружение канала Таллык, выбранное в качестве исследования, расположено в канале Суенли. Канал Суенли протяженностью 132,9 км питается от Тахиаташского гидроузла, расположенного на реке Амударья. Канал расположен на левом берегу Нижней Амударьи на территории Республики Каракалпакстан. Зона влияния канала охватывает 142,2 тыс. га орошаемых земель Ходжейлийского, Шуманайского, Канлыкульского, Кунградского и Муйнакского районов. Гидроузел Жинишке на ПК1025+60 канала был построен в 1972 году из монолитного бетона. В состав гидроузла входят водосбросное сооружение Алтынкуль с пропускной способностью 80 м^3/с, водосбросные сооружения в канал Таллык с пропускной способностью 40 м^3/с, в канал Ханжап с пропускной способностью 1,5 м^3/с, в канал Жинишке с пропускной способностью 16 м^3/с, в канал Чарма с пропускной способностью 5 м^3/с.

Водовыпуск в канал Таллык расположен справа от водозаборного сооружения. Сооружение трубчатое, двухпролетное, длиной 50 м. Размер отверстия 3,0х3,0м. На входе установлены два плоских затвора размером 3,0х3,0 м с одновинтовыми электрифицированными подъемниками. Соединение с верхним и нижним бьефами осуществлялось обратными стенами. Нижний бьеф укреплен монолитным бетоном длиной 5 м. Рисберма длиной 30 м крепится к железобетонной ячейке размером 2,3х2,3 м щебнем. Канал был построен в 1976 году и обеспечивает водой Кунградский и Муйнакский районы. Протяженность канала 106,1 км, пропускная способность 30,0 м^3/с, в общей площади 4550 га, а также обеспечение питьевой водой населения Муйнакского района. В настоящее время на канале имеются 17 ГТС, 3 гидропоста, 6 мостов, 1 дюкер и 1 акведук. Гидравлические элементы канала следующие: средняя скорость - 0,6 м/с; максимальная глубина - 3,5 м; коэффициент уклона - 0,00006; ширина дна - 7 м; коэффициент уклона - 2; коэффициент шероховатости - 0,225.

По геологическому строению территория, где расположен канал, сложена отложениями четвертичного и неогенового периодов. Четвертичные отложения сложены песчаными, супесчаными и супесчаными почвами различной мощности. Общая мощность четвертичных отложений в среднем составляет 20 м. Ниже расположены отложения неогенового периода. Гидрогеологические условия района характеризуются практически полным отсутствием естественного стока подземных вод. Насыщение подземных вод происходит в основном за счет инфильтрации с оросительных сетей и посевных полей и небольшого количества осадков.

Результаты. Для оценки общего технического состояния канала были проведены визуальные натурные исследования. В канале нет специально установленных контрольно-измерительных аппаратов. В результате многолетней эксплуатации русло канала уменьшилось, а пропускная способность снизилась до 10-12 м^3/с. Русло канала заполнено наносами, в бетоне имеются трещины (рис. 3). Некоторые участки расширились, и случаи фильтрации воды в почву увеличились. По этой причине в Кунградском и Муйнакском районах существует ряд проблем с поставкой ежегодно выделяемых объемов воды, что негативно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур.

Образование трещин в сооружении канала

Заиление канала перед сооружением

Рис. 3. **Случаи, происходящие в канале**

Критериями безопасности канала и его гидротехнических сооружений являются: определение пропускной способности канала (в зависимости от водности года или периода их пропускная способность изменяется) и недопущение высоких расходов; недопущение подачи максимальных расходов воды при первом вскрытии канала; недопущение подъема водного горизонта выше проектной отметки; создание условий для поддержания наиболее благоприятного сечения по всей длине канала; недопущение образования интенсивного подпора в верхнем бьефе и размыва нижнего бьефа; обеспечение нормальной работы гидротехнических сооружений и целостности бетонных элементов; обеспечение поддержания отметки дамб в соответствии с проектными параметрами; недопущение скопления воды и мусора на верхнем участке; наблюдение за состоянием опор и откосов сооружений.

В период эксплуатации канала (около 50 лет) состояние и физико-механические свойства грунтов изменялись за счет их многократного увлажнения и высыхания. Лёссовидные суглинистые и супесчаные грунты утратили просадочные свойства и уплотняются. Он перешел из твердого состояния в пластическое и текучее. Пылеватые пески обладали плывунными свойствами.

Определены возможные аварийные ситуации в канале Таллык (рис. 4).

Рис. 4. **Возможный сценарий, приводящий к аварии канала**

Перелив воды через гребень дамбы канала. Заиление боковых сторон и русел канала приводит к уменьшению его рабочего сечения и может потребоваться увеличение глубины наполнения канала для проведения расчетных расходов, что сокращает запасы дамб выше уровня воды и может привести к их разрушению на пониженных участках и затоплению прилегающих земель. Величина размыва зависит от качества дамб, наличия покрытия и времени, в течение которого происходит переполнение канала.

Прорыв дамб канала. На состояние канала может негативно повлиять поведение местного населения - самоводящиеся сельскохозяйственные культуры, рис, вырубка деревьев, сжигание кустарников, строительство ирригационных каналов и арыков. Прорыв приводит к разрушению дамб, затоплению окружающих территорий, уничтожению сельскохозяйственных культур и разрушению близлежащих деревень, впоследствии нарушается режим подачи воды вдоль канала.

Аварии на гидротехнических сооружениях. Выход из строя технического оборудования - невозможность подъема щитов затворов, их обрушение вследствие разрыва креплений или подъемного винта. При пропуске больших расходов падение щитов приводит к увеличению горизонта воды в верхнем бьефе, переполнению канала и увеличению нагрузки на сооружение. В результате фильтрации под сооружением может произойти оседание и разрушение всего сооружения или образование на дне осадочного отверстия и просачивание воды под сооружение с последующим выходом за пределы канала. В холодный период подача воды приводит к образованию шуги в канале и трещинам льда. Поток воды переносит шуги на конечные участки каналов, в результате чего сечение канала уменьшается. Он может заблокировать канал или собраться перед сооружением, а затем прикрепить лед. Накопление льда и шуги может

привести к засорению проходных отверстий сооружения, а под давлением воды лед может подняться сверху и разрушить ограждения решеток, подъемные механизмы, электрические щиты и т.д.

Заключение. При оценке эксплуатационной надежности ирригационных каналов, используемых в течение многих лет, необходимо разработать критерии безопасности. Это позволяет предотвратить выход из строя сооружения, возможные аварии, своевременно устранять дефекты. В качестве критериев безопасности канала Таллык были установлены перелив воды через гребень дамбы канала, прорыв дамб канала, аварии на гидротехнических сооружениях канала.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения». – М., 2012.

2. ICOLD бюллетени 72. – 1989.

3. Векслер А.Б., Ивашинцов Д.А., Стефанишин Д.В. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений. – СПб.: ВНИИГ, 2002. – 591 с.

4. Волосухин В.А. О проблемных вопросах в области безопасности гидротехнических сооружений / В.А.Волосухин, Я.В.Волосухин // Мониторинг: Наука и безопасность. Специальный выпуск. – 2013. – С. 84-97.

5. Narziev J.J., Maxmudov I.E., Paluanov D.T., Ernazarov A.I. Assessment of probability reliability of hydrotechnical structures during operation period // International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology. – Spain, 2022. – Volume 2. – Issue 1. – P. 59-62.

6. Paluanov D.T. Construction of low-pressure hydraulic structures // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (AEGIS-2022) 1076(2022)012080. – P. 1-5.

7. Закон Республики Узбекистан от 20 августа 2023 года № ЗРУ-865 «О безопасности гидротехнических сооружений».

8. Строительные нормы и правила. 2.06.01-97. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования. - Т.: Госархитектстрой РУз, 1997. – 50 с.

UDC: 631.624 005.962.131

IMPROVING THE EFFICIENCY OF PUMPING STATIONS

***Oleg Glovatsky*[1], *Rustam Xujakulov*[2], Naira Nasyrova[1], Ilhom Islomov[1], Gavhar Samandarova[3], Nodira Raimova[2]**

[1]Research Institute of Irrigation and Water Problems
[2]*Karshi* State Technical Institute
[3]**Bukhara** State Technical Institute

Abstract. The purpose of the study is to develop the main operating parameters of frequency-controlled electric drives of pumping units. In this work, a comparison was made of the operating efficiency of the pumping unit using relative indicators, where all values were determined relative to the basic parameter values at the rated speed. The use of variable-frequency asynchronous electric drives in pumps contributes not only to energy savings, but also to the use of technological automation, which ensures the maintenance of constant pressure in the system. Research has revealed a decrease in efficiency when regulating changes in rotation speed, which should be taken into account when choosing control methods at a pumping station (PS) and assessing the effectiveness of their use. Specific features of the operating modes of irrigation pumping stations have been identified. An analysis of various methods of regulating pumping units during PS operation showed that when managing the water supply schedule, the most optimal way is to change the rotation speed of the impeller shaft. The results of the study of the modernized pump and calculations for the «Narpai» PS showed that when using a frequency converter, energy savings reach 15-35%.

Introduction. The reliability and safety of operation of pumping stations (PS) depends on the fulfillment of conditions that ensure minimal impacts on the PS associated with the state of the water flow in the flow path and pump modes [1, 2].

During the operation of the PS, water sources are supplied with, as is commonly believed, standard clean water with an elevated temperature regime [3, 4]. A large amount of suspended sediment, bottom sediments, driftwood and elevated temperature affect the condition of hydromechanical equipment [5, 6]. Many applications of fluid hydraulics involve the transport of large-sized sediment particles.

To carry out calculations of viscous flow, three-dimensional geometric models of the pump flow path were constructed using the Solid Works software package [7, 8]. With a very dilute suspension, the behavior of inert particles differs significantly from liquid particles with concentrations in certain areas of the flow.

The statistics of these phenomena is the object of theoretical and experimental research. In them, pumps are used for all types of work where it is necessary to raise the surface water level by 1-3 m for irrigation and drainage [9, 10]. The problem of determining the average settling speed of inertial particles is relevant in studies of the influence of the vortex structure, simulated flows rotating in opposite directions in the flow part of pumps. Calculation of complex transient processes is one of the most critical stages of PS operation. It is advisable to concentrate the development of methods for controlling the modes of connecting PS structures with transient processes on the elements of devices that protect the main equipment [11, 12]. Considerable attention must be paid to the nature of the control performed by the station's maintenance personnel. With automatic control, all operations are performed by corresponding automatic devices located inside the station building. In addition to modes, modern tasks include resource-saving technologies for controlling flow in pumping stations [13, 14]. Remote control is carried out from a control center located at some distance from the PS. Of particular importance are studies of non-stationary processes, the occurrence of which is associated with frequent switching on and off of pumps.

Materials and methods. The optimal level of reliability is determined based on the minimum amount of costs for the construction and operation of equipment according to economic calculations, ensuring normal operation during a given degree of risk. The statistical level is based on the generalization of experience in operating equipment of the same types and designs. At the first stage of solving this problem, it is necessary to establish a quantitative criterion for the regulatory level of reliability. The limit state method is based on official regulatory documents and has been accepted for further calculations.

When performing the work, methods of hydraulic investigation of the flow structure in the nodes of pumping stations were used to ensure the normal functioning of the hydro-mechanical equipment based on well-known measurement methods. The research methodology was refined during the simulation study of hydraulic processes corresponding to different operating modes [15, 16]. The reliability of the data obtained in the course of theoretical research has been proved by mathematical methods for verifying the adequacy of experimental results and field studies during pump operation.

The results of studying the problems and prospects of information technologies to ensure the implementation of new innovative approaches in

hydropower are used to create a GIS. Combining the results of various scientific studies into one GIS database is used as a universal modeling tool [17].

Results and Discussion. Modernization of hydromechanical equipment should include a set of devices and devices designed to perform process control tasks. Modern hydraulic engineering methods are based on the pattern of parallel-jet fluid motion, the velocities of which (averaged under a turbulent regime) are generally parallel to each other and to the flow axis, that is, normal to the flow cross-sections. A series of computational flow studies using one, two, and three pump stages showed that adding a third stage to the design area does not significantly affect the results, but increases computational costs (by more than 30%). At the same time, the scheme with the calculation of one stage does not allow for an assessment of the qualities of the intermediate stage and the flow parameters at its entrance [8, 18].

Foreign engineering companies have extensive experience in creating high-performance pumps [18, 19]. Thus, the Grand Coulee PS (USA) is equipped with 12 pumps with a power of 49 MW each, providing a supply of 46 m^3/s at a head of 92 m. However, high values of supply and pressure, as well as the large overall dimensions of the main equipment, cause complication of designs and operation.

Fig.1. **Arrangement of pumping units of PS "Narpai"**

The authors performed experimental studies on modernized PS. PS "Narpai" was chosen due to the improved parameters of the Austrian pump company "ANDRITS" SPNP80-700SI CD with flow - 1.58 m^3/s (56.88 m^3/h), pressure -77 m, engine power - 1600 kW, n 990 rpm (Fig. 1).

Control methods make it possible to reduce unfavorable hydraulic modes of water supply to pumps. Hydraulic studies have shown that particle inertia has

an important effect on the flow movement in the flow part. There is a change in the suspension in the flow and sediment particles generally settle faster than in a standing liquid. The deposition rate is observed only with great inertia. Particles with low inertia fall down the sides of the pump work units. Studies have also been conducted in the case of particles lighter than liquid (for example, air bubbles in water during cavitation).

An analysis of various methods of regulating pumping units during PS operation showed that when managing the water supply schedule, the most optimal way is to change the rotation speed of the impeller shaft. Calculations for the Narpai PS showed that when using a frequency converter, energy savings reach 15-35% [16, 20].

A change in the rotation speed of the pump impeller from the nominal frequency of pumps with excess pressure leads to their reduction and to a reduction in electricity consumption. But this also leads to a decrease in efficiency. The ambiguity of the effect of changing the shaft speed on the energy efficiency of the pump requires additional research.

The purpose of the research in this work was to compare the operating efficiency of the pumping unit using relative indicators, where all values were determined relative to the basic parameter values at the rated speed. In this case, the efficiency of the unit with a frequency converter when the shaft speed changes from n to $\acute{n}$ is found from the following equations

$$\frac{\eta_{en}\eta_{con}}{\acute{\eta}_{en}\acute{\eta}_{con}} = \frac{N_p N_{en}\acute{\eta}_p}{N_{con}\acute{N}_{en}\eta_p}; \quad (1)$$

$$\eta_p = \eta_v\eta_h\eta_m, \quad \acute{\eta}_p = \acute{\eta}_v\acute{\eta}_h\acute{\eta}_m; \quad (2)$$

Where η_p is the efficiency of the pump, η_{en} is the engine and η_{con} is the converter. The same values of optimal efficiency $\acute{\eta}_p, \acute{\eta}_{en}, \eta_{con}$ when controlling, η_v-volumetric efficiency, η_h – hydraulic, η_m – mechanical efficiency of the pump at rated speed, N_p is the useful power of the pump, N_{en} is the power of the electric motor.

Analysis of the graph obtained from the results of the tests shows that the curve in Figure 2 has characteristic sections corresponding to the range of rotation speeds, first up to approximately 35%, at which there is no change in hydraulic efficiency, and then in the frequency range within 35-75% (Fig. 3).

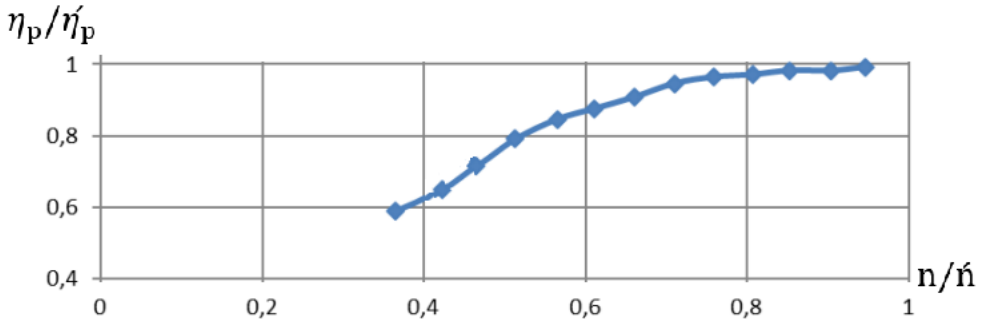


Fig.2. **Graph of changes in pump efficiency depending on changes in rotation speed**

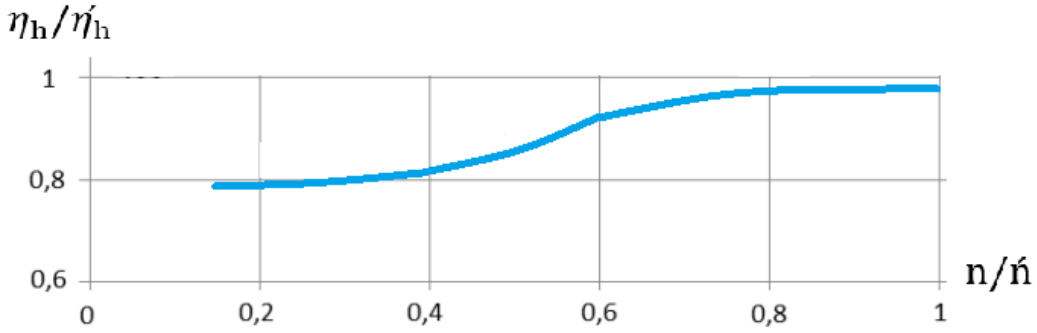


Fig.3. **Graph of changes in hydraulic efficiency depending on changes in rotation speed**

The efficiency of the electric motor and frequency converter will change as the speed of the pump shaft changes. Operating the pump with a decrease in the standard efficiency value increases power consumption. The operating characteristics of the pump are shown in Fig. 4.

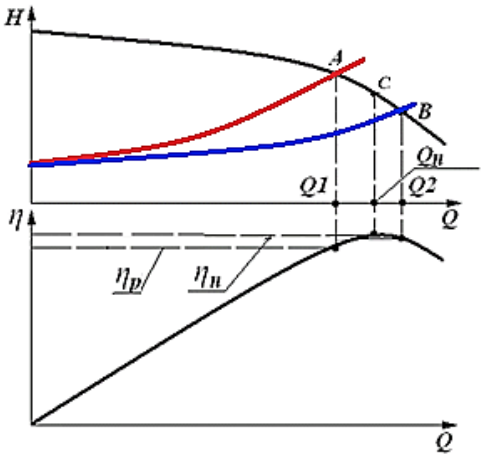


Fig.4. **Pump performance with excellent efficiency from nominal value**

At point A, the pump operates at a pressure exceeding the dispatcher's target. The mode with increased pressure and increased leakage determines the overspending of electricity. The pump operates at a lower efficiency than its

nominal values $\eta_p < \eta_n$. When the pump supply is increased above the design pressure, the pressure becomes lower than the design pressure at the operating point B. The pump operates with an efficiency below the nominal $\eta_B < \eta_n$. Point C corresponds to the operation of the pump in the nominal design mode. The amount of energy lost during operation of a pumping unit with an efficiency different from the nominal value is determined by the formula

$$\Delta N = \frac{\gamma Q H}{102\eta_n} t\left(\frac{\eta_n}{\eta_p} - 1\right); \quad (3)$$

The criterion for the correct distribution of loads between pumps is the minimum total energy consumption of pumping units operating simultaneously in parallel. Most pumps, whose characteristics graphs $N = f(Q)$ look like concave curves, provide a minimum of energy consumption, in the process of increasing the power of each of the parallel operating pumping units, which can be expressed as

$$\frac{dN_1}{dQ} = \frac{dN_2}{dQ} = \ldots = \frac{dN_n}{dQ}; \quad (4)$$

If the dimensions of the centrifugal pump wheel and the number of its revolutions are known, remaining unchanged, then only the values of H, Q, η_p can change, and the value of the efficiency ηp is assumed to be determined through special experiments [2, 21].

The results are shown on the efficiency curves of the upgraded D2000-100 pump, varying in the operating flow range from 1000 to 1400 m^3/h from 73 to 86% (Fig. 5).

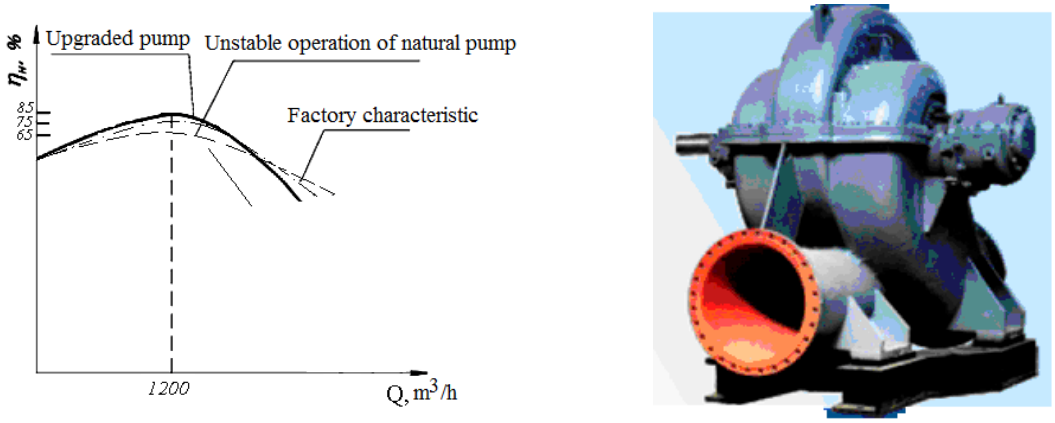


Fig.5. **Results of the study of the modernized pump**

The directions of increasing the energy efficiency of electric motors were studied separately. Figure 6 shows the characteristics of the centrifugal pump supply when the motor frequency is controlled and the valves are opened. Curve

1 characterizes the operation of an unregulated electric drive at a nominal speed, curve 3 determines the operation of the pipeline when the valve is fully open. The flow and head values are given in relative units when using nominal flow Q_n and nominal head H_n as the base values. At nominal flow and pressure, the pump operates at point A. The studies were conducted at a pressure of 0.6 H_n. Due to the control of the valves (curve 2), the resulting curve changes (curve 4).

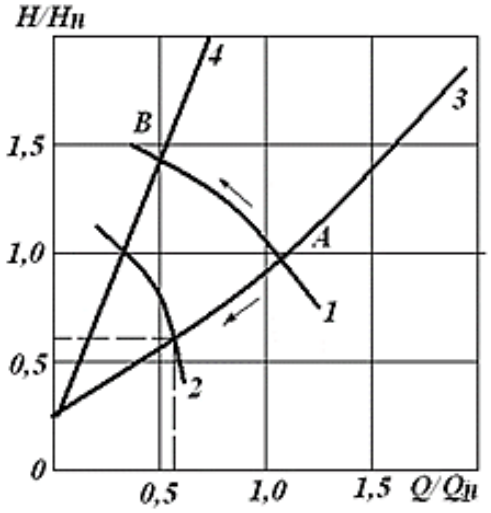


Fig.5. **Performance characteristics of centrifugal pump when regulated**

The pump operates at point B of curve 1, which leads to an increase in pressure, which becomes greater than the nominal one. Energy consumption with reduced flow changes slightly.

When regulating the water supply with valves, the pressure in the system increases and it is practically impossible to reduce energy consumption. The use of variable-frequency asynchronous electric drives in pumps contributes not only to energy savings, but also to the use of technological automation, which ensures the maintenance of constant pressure in the system.

Conclusion

1. Modernization of the PS equipment should include a set of devices designed to perform new tasks of process control. When controlling the water supply schedule, the most optimal way is to change the speed of rotation of the impeller shaft. The purpose of the research in this paper was to compare the efficiency of the pumping unit using relative indicators, where all values were determined relative to the basic values of the parameters at the nominal speed.

2. Increasing reliability in the operation of pumping stations is currently based on the design of new designs of pumping units, methods for the hydraulic calculation of the flow in the flow part of pumps and control of mode control by

changing the speed of rotation according to the criterion of efficiency. Relative values are used to evaluate and compare changes in various pump efficiencies when the speed of rotation changes, and all values are determined in relation to the reference values at the nominal speed and maximum efficiency.

3. Experimental studies have shown that even minor changes in the speed of rotation of the impeller, less than 40-50%, lead to a change in efficiency. Different types of pump efficiency vary to varying degrees as the number of revolutions decreases. When the rotation speed changes, the mechanical efficiency is most affected. When the frequency is changed by 50%, the hydraulic efficiency will change by 5-10%, the volumetric efficiency will decrease by 30%, and the mechanical efficiency will decrease by 45%. The overall efficiency of the pump will decrease by 50-55%. The reduction in efficiency when adjusting the speed of rotation should be taken into account when choosing control methods for HC and evaluating the effectiveness of their application.

References:

1. Kan E., Vatin N. Consumption of irrigation pumps pumping water with a high content of mechanical impurities. E3S Web of Conferences 365, 03011 (2023), DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336503011

2. O. Glovatskii, Jaloliddin Rashidov, Boybek Kholbutaev and Khayrullo Tuychiev Achieving reliability and energy savings in operate of pumping stations E3S Web of Conferences 264, 03003 (CONMECHYDRO 2021) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403003

3. R.Xujakulov, M Zaripov and U Normurodov Subsidence deformations of the foundations of hydraulic structures E3S Web of Conferences 264, 03069 (2021) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403069 CONMECHYDRO - 2021

4. Tong, S.; Zhao, H.; Liu, H.; Yu, Y.; Li, J.; Cong, F. Multi-objective optimization of multistage centrifugal pump based on surrogate model. *J. Fluids Eng.* **2020**, *142*, 011101. [**Google Scholar**] [**CrossRef**]

5. Ergashev R.R., New aspects of reliability function of irrigation pumping stations. //European Sciencce review Scientific journal Austria, Vienna. № 1-2 2017 -P.247-249(05.00.00;№ 3)

6. Zhou Weidong, Zhao Zhimei, Lee T.S. and Winoto S.H, (2003), “Investigation of flow through centrifugal pump impellers using computational fluid dynamics”, International Journal of Rotating Machinery, Vol. 9,Issue 1, pp 49-61.

7. RustamXujakulov, Sergey Zasov. Studying of Deformation Properties of the Additive Bases with the Help utilizing Special

Installation.InternationalJournal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology.Vol.6,Issue 5, May 2019. www.ijarset.com.

8. V.A. Aleksensky, A.A. Zharkovsky, P.V. Pugachev Study of the flow structure and predicting the characteristics of a low-speed sectional centrifugal pump // News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, vol. 13, No. 1(2), 2011 p.407-410

9. T. J. Krupnik, S. Santos Valle, A. J. McDonald, S. E. Justice, I. Hossain, and M. K. Gathala, Made in Bangladesh: Scale-appropriate machinery for agricultural resource conservation. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, 2013, pp. 66-78.

10. Shaazizov F, Uralov B, Shukurov E and Nasrulin A 2019 Development of the computerized decision-making support system for the prevention and revealing of dangerous zones of flooding (E3S Web of Conferences 97 FORM-2019 05040 (2019) https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705040).

11. F.De Lillo1, F.Cecconi2, G.Lacorata3 and A. Sedimentation speed of inertial particles in laminar and turbulent flows / INFN sezione Università di Roma "La Sapienza" - Roma, Italy, EU, 2008 https://doi.org/10.1209/0295-5075/84/40005

12. Glovatsky O.Ya., Sharipov Sh.M., Ismailov N.M., Saparov A.B. New methods for controlling technological modes of connecting structures of pumping stations // Scientific and practical journal “Ways to increase the efficiency of irrigated agriculture” - Novocherkassk, No. 1(77), 2020. - pp. 74-79.

13. O.Ya.Glovatsky, R.R.Ergashev, B.M.Shakirov. Improving resource-saving flow control technologies in pumping stations “Scientific-practical basis of effective use of resource-accelerating innovation technologies in rural areas" international scientific and scientific-technician joint articles heat 1 - Part, Andijon 2023 p.574-579.

14. Bakir F., Kouidri S., Belamri T., and Rey R.,(2001), “On a general method of unsteady potential calculation applied to the compression stages of a turbo machine-Part I: Theoretical approach,” Journal of Fluids Engineering, Vol. 123, no. 4, pp. 780–786.

15. E.Kan, M.Mukhammadiev, N.Ikramov. Methods of regulating the work of units at irrigation pumping stations. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 869, (2020) 042009.

16. M.Mukhammadiev, A.Nasrulin, A.Mukolyants, D.Ergasheva. A complexly method of GIS technologies and models used in the development of environmentally modes of hydraulic and hydropower facilities in Uzbekistan IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series https://doi.org/10.1088/1742-6596/1425/1/012132.

17. W.Sanghirun and W.Asvapoositkul, "On the flow visualization for assessment in the analysis and design of a conical hollow shaped impeller," in The 14th Asian Symposium on Visualization, Beijing, China, May 22-26 2017.

18. Natural Resources Conservation Service, "Chapter 8 Irrigation Pumping Plants," in Part 623 Irrigation National Engineering Handbook. Department of Agriculture, United States, 2016.

19. Naim Ismoilov, Naira Nasirova, Boybek Kholbutaev, Khusnora Khusanbayeva1 and Odil Nazarov Technology of water supply to water inlets of pumping stations IPICSE 2021 https://doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012156.

20. M.M.Khamudkhanov, R.K.Dusmatov. Controls of the modes of operation of the pumping station with application of frequency-controlled electric drive 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 862 062048 doi:10.1088/1757-899X/862/6/062048.

UO‘T: 621.65:621.313:62-192

NASOS AGREGATLARIDAGI ELEKTR YURITMALARNI ISHONCHLILIGINI TA'MINLASHDA MONITORING VA DIAGNOSTIKA USULLARI

U.T.Berdiyev
Toshkent Davlat transport universiteti professori
X.A.Mamajonov
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti assistenti
gmail: mamajonovholmirza93@gmail.com

Annotatsiya: Nasos agregatlaridagi elektr yuritmalar suv ta'minoti, neft va gaz hamda ishlab chiqarish kabi turli sanoat sohalarida muhim ahamiyatga ega. Ularning ishonchliligini ta'minlash operatsion uzilishlarning oldini olish va qayta tamirlash uchun juda zarurdir. Ushbu maqolada nasos agregatlaridagi elektr yuritmalarining ishonchliligini tekshirish, zamonaviy monitoring va diagnostika usullari o‘rganiladi. Tebranish tahlili, termal monitoring, o‘ranatishni amalga oshirish va mashinaviy o‘qitishga ishlov berish nosozliklarni texnikasi tadqiq qilish. Tadqiqot real vaqt rejimida ma'lumot to‘plash va bashoratli diagnostikani birlashtirgan keng qamrovli rejalashtirishni taklif qiladi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, ushbu usullar nosozliklarni tuzatishning aniqligini va elektr yuritmalarining xizmat muddatini uzaytirish.

Kalit so‘zlar: elektr yuritmalar, nasos agregatlari, ishonchlilik, monitoring, diagnostika, boshoratli texnik xizmat, vaqt.

Аннотация: Электроприводы в насосных агрегатах имеют большое значение в различных отраслях промышленности, таких как водоснабжение, нефтегазовая промышленность и производство. Обеспечение их надежности имеет важное значение для предотвращения простоев в работе и для восстановления. В данной статье рассматриваются современные методы мониторинга и диагностики для проверки надежности электроприводов в насосных агрегатах. В исследовании рассматриваются методы диагностики неисправностей с использованием анализа вибрации, теплового мониторинга, моделирования и машинного обучения. В исследовании предлагается комплексный подход к планированию, который объединяет сбор данных в реальном времени и предиктивную диагностику. Результаты показывают, что эти методы позволяют повысить точность устранения неисправностей и продлить срок службы электроприводов.

Ключевые слова: электроприводы, насосные агрегаты, надежность, мониторинг, диагностика, предиктивное обслуживание.

Abstract: Electrical drives in pumping units are of great importance in various industries such as water supply, oil and gas, and manufacturing. Ensuring their reliability is essential for preventing operational outages and for reconditioning. This article examines modern monitoring and diagnostic methods for verifying the reliability of electrical drives in pumping units. The study examines techniques for fault diagnosis using vibration analysis, thermal monitoring, simulation, and machine learning. The study proposes a comprehensive planning approach that combines real-time data collection and predictive diagnostics. The results show that these methods can improve the accuracy of fault correction and extend the service life of electrical drives.

Keywords: electrical drives, pumping units, reliability, monitoring, diagnostics, predictive maintenance.

Kirish. Elektr yuritmalari bilan nasos agregatlarini ishga tushirishda asosiy rol o‘ynaydi va turli sanoat tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. foydalanish, sahifa uzluksiz, turli yuk ostidalar ishlash va atrof- sharoitlari eskirish, haddan tashqari qizish va mexanik nosozliklarga sabab bo‘ladi. Ush qurilmalarning ishonchliligini ta'minlash uchun nosozliklarni jiddiy muammolarni ta'minlashdan oldin tuzatish uchun monitoring va diagnostika usullari zarur. An'anaviy texnik xizmat ko‘rsatish usullari, masalan, rejaga asoslangan ta'mirlash, ko‘pincha kuzatish bo‘lib, real vaqtdagi tiklanishlarni e'tiborga olmaydi. Uch nasos agregatlaridagi elektr motorlarini monitoring qilish va diagnostika qilishning zamonaviy usullarini tahlil qiladi hamda sensorli ma'lumotlar va baholash intellektidan foydalaniladi.

Metodologiya. Tadqiqot tajriba va tahliliy usullarni birlashtirgan ko‘p qirrali metodologiyaga asoslanadi:

1. **Tebranish tahlili:** Nasos agregatlariga o‘rnatilgan akselerometrlar yordamida tebranish signallari o‘lchanadi. Tez Fourer Transformatsiyasi (FFT) podshipnik nosozliklari yoki noto‘g‘ri tekislanishni ko‘rsatuvchi chastota komponentlarini ulash uchun.
2. **Termal monitoring:** Infraqizil termografiya va harorat sensorlari elektr motorlarining termal holatini kuzatib boring, elektr yoki mexanik muammolarni bartaraf qiladi.
3. **Oqim imzosini tahlil qilish (CSA):** Motor tok signallari stator chulg‘am muammolari yoki rotor nomutanosibliklari elektr nosozliklarni aniqlash uchun kabi tahlil.

4. **Mashinaviy o‘qitish (ML):** Tarixiy nosozlik ma'lumotlari asosida o‘qitilgan nazorat ostidagi o‘qitish sensor vaqt ma'lumotlari modeli real potentsial nosozliklarni boshorat qiladi.

1. **Berilgan kiruvchi xususiyatlar (sensor ma’lumotlari) asosida chiqishni (ya’ni nosozlik holatini) tahlil qilish**.

$$f: X \to Y:$$

Bu yerda:

$X=[X_1,X_2,...,X_n]$ – sensor o‘lchovlari (masalan, harorat, bosim, tebranish va h.k.)

$Y \in \{0,1\}$ – 0: normal, 1: nosozlik

f – o‘rganiladigan model (masalan, Random Forest, SVM, neyron tarmoq)

2. Vaqtli ma’lumotlar (Time Series Features)

Sensor o‘lchovlari vaqt bo‘yicha o‘zgaradi:

$$X_t = [X_1(t), X_2(t), \dots, X_n(t)];$$

Bu yerda har bir $X_i(t)$ – i-chi sensorning t vaqt momentidagi qiymati.

Model uchun quyidagi statistik xususiyatlar ajratiladi (masalan, har 10 soniyalik "sliding).

Har bir sensor uchun:

- O‘rtacha qiymat:

$$\mu = \frac{1}{T}\sum_{t-1}^{T} X_i(t);$$

- Dispersiya (tarqalish):

$$\sigma^2 = \frac{1}{T}\sum_{t-1}^{T}(x_i(t) - \mu)^2;$$

- Maksimum va minimum:

$$X_{max} = \max\big(x_i(t)\big), \quad x_{min} = \min\,(x_i(t));$$

- Gradyent (o‘zgarish tezligi):

$$\Delta x_i = x_i(t) - x_i(t-1);$$

3. Random Forest modeli (RF)

Random Forest – bu bir nechta qarorlari yig‘indisi. Har bir qaror:

$$h_k(X),\ k = 1, 2, \dots, K;$$

RF modelining yakuniy chiqishi (tasniflash holatida):

$$\hat{y} = mode\{h_1(X), h_2(X), \dots, h_k(X)\};$$

Agar ehtimollik shaklida bo‘lsa:

$$P(Y = 1 \parallel X) = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} 1(h_k(X) = 1;$$

bu yerda $1(\cdot)$ – indikator funksiyasi (natija 1 bo‘lsa, 1, aks holda 0).

4. Yo‘qotish funksiyasi (Loss function)

Agar siz **logistik regressiya** modelidan foydalansangiz, yo‘qotish funksiyasi quyidagicha bo‘ladi:

Binary Cross-Entropy:

$$\mathcal{L}(y, \hat{y}) = -[y \cdot \log(\hat{y}) + (1 + y) \cdot \log(1 - \hat{y})] ;$$

bu yerda:

$y \in \{0,1\}$ – haqiqiy nosozlik holati

$\hat{y} \in [0,1]$ – model bashorati (ehtimollik)

5**. Model baholash metitlari**

Aniqlik (Accuracy):

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN};$$

To‘g‘ri aniqlash (Precision):

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP};$$

Qamrov (Recall):

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN};$$

F1-score:

$$F1 = 2 \cdot \frac{Precision \cdot Recall}{Precision+Recall};$$

Umumiy algoritm sxemasi

1. Sensorlar orqali vaqt bo‘yicha xi(t)x_i(t)xi(t) o‘lchovlarni yig‘ish
2. Vaqt oynasi asosida statistik xususiyatlarni hisoblash: $\mu, \sigma, max, min, \Delta x$
3. O‘tmishdagi nosozlik holatlari asosida modelni o‘qitish
4. Modeldan foydalanib real vaqt sensorlarida nosozlikni aniqlash

Ma'lumotlar 5 kVt quvvatli asinxron motor bilan boshqariladi sentrifugal nasosdan iborat sinov stendidan yig‘iladi. Sinov stendida noto‘g‘ri tekislanish va yuk kabi nazoratli nosozlik sharoitlari yaratiladi. Diagnostika tizimlari ushbu usullarni Programmable Logic Controller (PLC) va bulutga tahlillar yordamida real vaqt rejimidagi monitoring tizimiga birlashtirish.

Natijalar. Tajriba taklif qilingan usullarni qo‘llab-quvvatlashni tasdiqlaydi:

- Tebranish tahlili podshipnik nosozliklarini 92%lik bilan aniqladi va 120 Hz hamda 180 Hz chastotalarni muhim ko‘rsatkichlar aniqlandi.
- Termal monitoring motor harorati 85°C dan oshganda haddan tashqari qizish joylarini aniqladi, bu qattiq yuk sharoitlari bilan bog‘liq edi.
- CSA rotor chiziqlari xatolarini 8% sezuvchanlik aniq va an'anaviy usullarga nisbatan noto‘g‘ri bilan aniqlashni kamaytirdi.
- ML nosozlikni boshorat qilishda 95% aniqlikka erishdi va nosozlikni tiklashdan oldin 48 soatgacha rejalashtirish vaqtini ta'minlash.

Integratsiyalashgan tizim simulyatsiya qilingan sanoat stsenariylarida ishlamay qolish 30% vaqtini 30% ga ishlab chiqardi, bu uning amaliy qo‘llab-quvvatlash qobiliyatini isbotladi.

Muhokama. Natijalar diagnostika usullarining bir-birini to‘ldiruvchi yordam ko‘rsatish. Tebranish va termal monitoring mexanik nosozliklar haqida yangi ma'lumot beradi, CSA elektr nosozliklarni boshqarishda samaraliroqdir. ML modeli bashorat qilish yaxshilashni oshirib, texnik xizmat ko‘rsatishga yordam beradi. Shu bilan birga, sensorlarni kalibrlash va real vaqtdagi tahlilning ko‘rish qobiliyati kabi ishlaydi. Mavjud adabiyotlarga nisbatan, ushbu tizim nasos agregatlariga moslashtirilgan keng qamrovli yechim taklif qiladi va elektr hamda mexanik nosozliklarni qayta ishlaydi. Kelajakda sensor tarmoqlari va chekka simsiz texnologiyani o‘rganish tizimlarini yanada takomillashtirish mumkin.

Xulosa. Ushba nasoslaridagi elektr mashinalarining ishonchliligini tekshirishda zamonaviy monitoring va diagnostika usullarining ahamiyatini tasdiqlaydi. Tebranish tahlili, termal monitoring, CSA va MLni birlashtirgan taklif qilingan tizim yuqori aniqlikdagi nosozliklarni va bashorat qilish yaratadi. U ishlab chiqarish sanoatda aqlli va ishonchli nasos tizimlarini ishlashga xizmat qiladi. Kelajakdagi joriy tizimni ko‘p agregatli ishlab chiqarish uchun va yangi foydalanishni yangilashga qaratilishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. A.Xalimjanov., D.Abdukhalilov., D.Axmedov., X.Mamajonov. Modeling the structures of three-phase asynchronous motor reactive power variations using electromagnetic transducers. https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/3244/1/060018 /3322884/Modeling-the-structures-of-three hase?redirectedFrom=fulltext
2. U.T.Berdiyev, Sh.A.Sharapov, A.E.Norboev, R.X.Beytullaeva «Study of the speed control system for asynchronous machines by changing the frequency using mathematical modeling». Fifteen International Conference on

Thermal Engineering: Theory and Applications May 28-June 1, 2024 Tashkent, Uzbekistan.

3. U.T.Berdiev. Energy efficiency of electric motors based on powder technology. Fifteen International Conference on Thermal Engineering: Theory and Applications May 28-June 1, 2024 Tashkent, Uzbekistan.

4. Berdiev U.T., Jiyankulov L.A., Abdurakhmanov N.T Energy-efficient artificial loading schemes when testing an asynchronous motor. *International Conference on Thermal Engineering*, 2024, 1(1) https://eds.yildiz.edu.tr/journal-of-thermal-engineering/Content

5. X.Mamajonov. THERMAL MODEL OF AN INDUCTION TRACTION MOTOR - Экономика и социум, 2023 https://cyberleninka.ru/article/n/thermal-model-of-an-induction-traction-motor.

6. Samatov N.A. Vybor sylovykh scheme reguliruemogo thyristornogo asynchronous elektroprivoda s fazovym upravleniem // SCIENCE AND EDUCATION IN AGRICULTURE 1-VOL 2-ISSUE №2 2023 August Volume 1 Issue http://seagcandqxai.tilda.ws.

7. Samatov N.A. Issledovanie régimov puska asinkhronnogo dvigatelya s induktsionnym rheostatom v ventilyatornyx mechanizakh / "Effective resource-saving innovative technologies in agriculture international scientific and scientific-technical conference on the scientific-practical basis of the use of ". Andijan, October 25-26, 2023.

8. Samatov N.A. Issledovanie reguliruemogo asinkhronnogo elektroprivoda s induktsionnym rheostatom (AE s IR) v dynamicheskikh regimax // Agriculture of Uzbekistan. Agrarian-economic, scientific-popular journal. Special issue [2], 2023.

9. Samatov N.A. Reguliruemy asynchronous elektroprivod s induktionnym rheostatom dlya prevmotransportera hlopkovodcheskogo komplexa. Tashkent, "Polygraph Super Service" 2023, 147 p.

УДК: 621.22, 621.821

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ПРЕДЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТАРАННЫХ УСТАНОВОК

Б.К.Салиев[1], Ш.И.Клычев[2,3], Э.К.Матжанов[2,3], М.М.Мухаммадиев[3], К.Джураев[3], С.А.Бахрамов[2].

[1]Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем. 100187, Узбекистан. г.Ташкент, Мирзо Улугбекский район, массив Карасу-4, д. 11. – НИИИВП. *e-mail:* salievbaxodir@mail.ru

[2]Научно-технический центр с конструкторским бюро и опытным производством АН РУз, Узбекистан, 100125, Ташкент, ул. Дурмон йули, д. 33 *e-mail: klichevsh@list.ru*

[3]Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова, Узбекистан, 100095, Ташкент, Алмазарский р-н, м-в Университет шахарчаси 2.

Аннотация. Рассмотрен гидроэнергетический баланс гидротарана без учета потерь энергии в задвижках для случая вертикальной питательной трубы, в которую входит вода с нулевой начальной скоростью и движется в трубе с ускорением свободного падения. Показано, что затраты кинетической энергии воды, движущейся в питательной трубе, принципиально, включают две составляющие, которые в оптимальном случае равны друг другу. Из такого энергетического баланса следует, что КПД гидротарана не может превысить 50%. На основе гидродинамического анализа изменения скорости воды с учетом изменения сечения потока при движении в трубе, определено аналитическое уравнение для кинетической энергии потока воды в питательной трубе. На этой основе из уравнения баланса энергии получена зависимость предельно максимальной эффективность гидротарана, определенной как отношение массы поднятой воды к массе воды в питательной трубе, от отношения рабочей высоты подъема воды к высоте вертикальной питательной трубы.

Гидротаранный насос или **гидравлический таран** (фр. *bélier hydraulique*, англ. *hydraulic ram*) - механическое устройство без собственного двигателя, обеспечивающее подъём воды выше уровня, на который вода поднялась бы под действием собственного давления. Устройство можно применять в местности, где нет электроснабжения и нерентабельно использовать двигатели внутреннего сгорания. Энергию для работы насос получает из потока воды. Обычно рассматривается вариант перетекания под действием силы тяжести из «питающего» резервуара (например, из запруды на реке) по трубе в какой-либо нижерасположенный

сток (например, в ту же реку ниже по течению) с перепадом высоты *h* (разница высот между стоком и уровнем воды в питающем резервуаре). Пропуская через себя транзитом воду, насос поднимает небольшую часть протекающей воды на высоту *H* (разница высот между верхней точкой отводящей трубы и уровнем воды в питающем резервуаре).

Гидравлически таран был изобретен более 220 лет назад и по настоящее время является предметом исследований специалистов. К настоящему времени разработаны основные конструкции гидротарана, теория гидроудара на основе которой разработаны методы расчет параметров гидротарана и её реальные производительность и кпд [1, 3].

В тоже время представляет практический интерес определение предельных эффективностей гидротарана, а именно какую массу воды Δm может поднимать на некоторую высоту h масса воды m_T, находящейся в питательной трубе и обладающая кинетической энергией E или каковы могут быть предельные значения отношения $\Delta m/m$.

Вопрос о предельных значениях отношения $\Delta m/m_T$ рассматривался в [4]. Для этого предельного случая в [4] была получена теоретическая зависимость (в наших обозначениях)

$$\Delta m/m_T=1/(1+h/H); \quad (1)$$

В то же время анализ расчетной схемы в [4] показывает, что не учитывались затраты энергии на преодоление сопротивления принципиально образуемой в гидротаране в процессе его работы постоянного столба воды высотой h в подъемной трубе.

Рассмотрение задачи определения предельных значений эффективности гидротарана с учетом потерь энергии на преодоление сопротивления постоянного столба воды, образуемого в подъемной трубе гидротарана цель настоящей работы.

На рис.1 приведена принципиальная схема распределения энергии воды гидротарана, где 1-вертикальная питательная труба высотой H на входе, которой начинает с нулевой скорости двигаться вода. 2-столб воды высотой h_0, который может образоваться за счет кинетической энергии движущейся в питательной трубе воды. Отметим, что обычно питательная труба располагается наклонно в соответствии с естественным уклоном земли, однако, не нарушая общности задачи, будем рассматривать случай, когда питательная труба расположена вертикально. Далее, при работе гидротарана чтобы обеспечить гидро ударную волну, начиная с некоторой

высоты h часть воды массой m_1 должна начать сливаться. Т.е. в гидротаране имеем некоторую рабочую высоту h ($h<h_0$), в которой образуется постоянный столб воды высотой h и массой m_2. Таким образом, кинетическая энергия воды E, которая может образовывать столб воды высотой h_0 и массой m_0 (очевидно, что $m_0 = m_1 + m_2$) имеет две составляющие. Первая это затраты энергии E_1 (полезная) на подъем воды массой m_1 на высоту h, и вторая E_2 (не производительная), которая требуется на образование столба воды высотой h и массой m_2. Анализ принципиальной схемы работы гидротарана показывает, что для обеспечения поднятия воды на требуемую высоту h, и при этом обеспечения максимального съема воды между h и h_0 должно выполняться соотношение $h = h_0/2$, при этом $m_2 = m_1$.

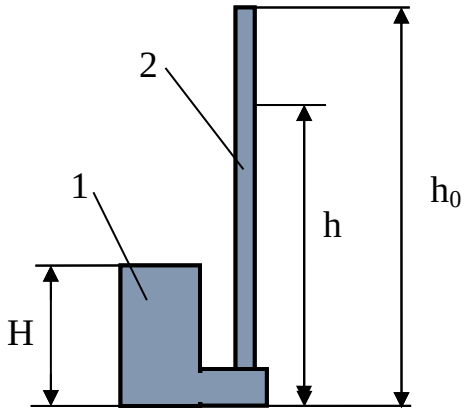


Рис.1. **Принципиальная схема работы гидротарана**

Отметим, что в [4] было указано на эту особенность работы гидротарана, однако то, что это требует постоянных затрат энергии в каждом цикле работы гидротарана не было учтено при решении задачи.

Таким образом, в предельном случае кинетическая энергия E питательной воды равна

$$E=E_1+E_2; \quad (2)$$

Найдем составляющие энергий в правой части (2). Из условий работы гидротарана следует, что E_1 это энергия необходимая для поднятия столба воды высотой h и массой m_1 на высоту h, или, считая, что масса m_1 сосредоточена в центре тяжести этого столба воды получаем

$$E_1 = m_1 \cdot g \cdot (h/2); \quad (3)$$

Найдем необходимую составляющую затрат энергии E_2. Очевидно, что в предельном случае она равна потенциальной энергии столба воды

высотой h и массой m_1. Для определения этой потенциальной энергии разобьем столб воды на N элементарных частей высотой Δx (см. рис. 2).

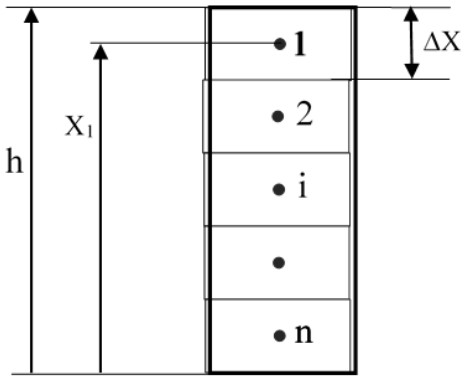


Рис.2. **Схема определения потенциальной энергии столба воды высотой h**

Необходимость разбиения столба воды на элементарные слои обусловлена тем, что потенциальные энергии слоев различны.

Из рис.2 следует, что потенциальная энергия 1 слоя равна

$$\Delta П_1=\Delta m\cdot g\cdot x_1; \quad (4)$$

где Δm – масса элементарного слоя (Δm = ρ*S*Δx, где ρ, S, Δx - плотность, площадь поперечного сечения столба и высота элементарного слоя воды), g – ускорение свободного падения и x_1 – расстояние от центра масс 1 слоя до основания столба воды. Считая Δx слоев одинаковыми, а следовательно постоянным и Δm для потенциальной энергии П столба можем записать

$$E_2=П=\Delta m\cdot g\cdot \Sigma\, x_i; \quad (5)$$

где i изменяется в интервале i = 1 ÷ n

Из рис.2 следует, что

$$\Delta x=h/n;$$

$$x_i=h-(i-0.5)\cdot\Delta x; \quad (6)$$

При этом получаем, что сумма в (5), представляющая арифметический ряд

$$\Sigma x_i=h^2/(2\cdot\Delta x); \quad (7)$$

Подставляя, полученное значение суммы в (7) в (5) и учитывая, что m_2 = ρ*S*h окончательно получим, что потенциальная энергия столба воды высотой h равна

$$E_2=m_2\cdot g\cdot(h/2)=m_1\cdot g\cdot(h/2); \quad (8)$$

Более сложной является задача определения кинетической энергии воды массой m в питательной трубе. Дело в том, что разные участки воды имеют разную скорость. При этом из уравнения неразрывности потока, что хотя массовая скорость воды величина постоянная с увеличением скорости воды площадь сечения потока будет по мере движения воды уменьшаться. Т.е. если сделать снимок потока и разбить его на сечения, например, с одинаковой элементарной массой то можно будет видеть, что высоты этих слоев будут, как бы растянуты. Схема такого «снимка» элементарных слоев одинаковой массы приведена на рис.3. Далее, также, не нарушая общности решения задачи, будем считать, что начальная скорость воды на входе в питательную трубу равна 0, а слои воды движутся с ускорением, равным ускорению свободного падения g.

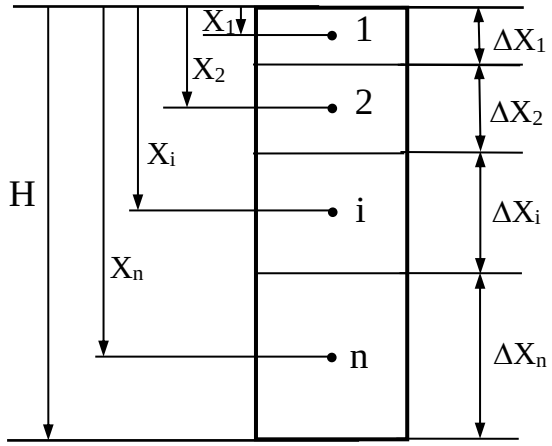


Рис.3. **Схема мгновенного «снимка» элементарных слоев воды одинаковой массы, движущихся в вертикальной питательной трубе гидротарана**

Кинетическая энергия ΔK_1 первого слоя равна

$$\Delta K_1=\Delta m_1\cdot V_1^2/2; \quad (9)$$

где Δm_1 - масса первого слоя и V_1 – скорость, которую приобретает первый слой, проходя расстояние x_1, или

$$\Delta m_1=\rho\cdot S_1\cdot\Delta x_1; \quad (10)$$

$$V_1 = g\cdot t_1; \quad (12)$$

$$x_1 = g\cdot t_1^2/2; \quad (13)$$

$$x_1=0.5\cdot\Delta x_1; \quad (14)$$

где ρ - плотность, S_1- площадь сечения первого слоя и t_1- время, за которое центр тяжести первого слоя проходит расстояние x_1.

Аналогичную систему уравнений имеем для второго слоя

$$\Delta m_2=\rho\cdot S_2\cdot\Delta x_2; \quad (15)$$

$$V_2=g\cdot t_2; \quad (16)$$

$$x_2=g\cdot t_2^2/2; \quad (17)$$

$$x_2=\Delta x_1+0.5\cdot\Delta x_2; \quad (18)$$

При этом известно, что массовый расход воды постоянен, откуда

$$S_2=S_1\cdot(V_1/V_2); \quad (19)$$

Или, подставляя S_2 из (19) в (10) и учитывая, что из условий задачи $\Delta m_2 = \Delta m_1$ получаем.

$$\Delta x_2 = \Delta x_1\cdot(V_2/V_1); \quad (20)$$

Из (12), (13) и (16), (17) также следует, что соответственно

$$V_1 = (2*x_1\cdot g)^{0.5}; \quad (21)$$

$$V_2 = (2\cdot x_2\cdot g)^{0.5}; \quad (22)$$

подставляя значения скоростей в (20) получим

$$\Delta x_2=\Delta x_1\cdot(x_2/x_1)^{0.5}=\Delta x_1\cdot[(\Delta x_1+0.5\cdot\Delta x_2)/(0.5\cdot\Delta x_1)]^{0.5}; \quad (23)$$

Решение квадратного уравнения (23) дает

$$\Delta x_2 = 2*\Delta x_1; \quad (24)$$

Аналогичные преобразования для последующих слоев показывают, что высота i-го слоя равна

$$\Delta x_i = i*\Delta x_1; \quad (25)$$

Выражение для кинетической энергии i-го слоя, учитывая (22) можем записать в виде

$$\Delta K_i = \Delta m_1*g*x_i; \quad (26)$$

Из схемы на рис.3. следует, что координата центра тяжести i-го слоя с учетом (25) равна

$$x_i = \sum_{1}^{i-1}\Delta x_i +0.5*\Delta x_i = \sum_{1}^{i-1} i*\Delta x_1 +0.5*i*\Delta x_1 = \Delta x_1*(\sum_{1}^{i-1} i +0.5*i) = \Delta x_1*i^2/2 \quad (27)$$

Таким образом, сумма кинетической энергии слоев с учетом (26) будет равна

$$E_K =\sum_{1}^{n}\Delta E_{Ki} =0.5*\Delta m_1*g*\Delta x_1*\sum_{1}^{n} i^2 \quad (28)$$

Как видно, сумма в правой части представляет сумму квадратов арифметических чисел, которая для n (n>>1)членов ряда равна /6/

$$\sum_{1}^{n} i^2 = n(n+1)(2n+1)/6 \approx n^3/3 \quad (29)$$

Итак, для завершения расчетов, необходимо определить n. Для этого имеем соотношение (см. рис.3)

$$x_n=H-0.5\cdot\Delta x_n; \quad (30)$$

с учетом (25) и (27) и введя обозначение $n_1=H/\Delta x_1$ получим квадратное уравнение

$$n^2+n-2\cdot n_1=0; \quad (31)$$

из решения (31) и учитывая, что $n_1 >> 1$ в первом приближении получим

$$n=(2\cdot n_1)^{0.5}; \quad (32)$$

Так как n_1задается (задаемся H и Δx_1), то из (32) определяем n.

Подставляя сумму (29) и значения n и n_1 в (28) получаем окончательное выражение для кинетической энергии воды E, входящей с нулевой скоростью в вертикальную питательную трубу гидротарана

$$E=K=m\cdot g\cdot H/3; \quad (33)$$

где m-масса движущейся воды в питательной трубе, H-высота вертикальной питательной трубы гидротарана.

С учетом (3), (5) и (33) выражение (2) запишется в виде

$$m\cdot g\cdot H/3=m_1\cdot g\cdot(h/2)+m_1\cdot g\cdot(h/2)=m_1\cdot g\cdot h; \quad (34)$$

Откуда следует, что предельная эффективность гидротарана, какое количество воды может быть поднято кинетической энергией массы воды, находящейся в питательной трубе, или отношение m_1/m равно

$$m_1/m=1/(3\cdot(h/H)); \quad (35)$$

где напомним h-высота, на которую нужно поднять воду и H- высота питательной трубы, в данном случае вертикально установленной, m_1 – масса воды поднятой гидротараном на высоту h и m – масса воды в питательной трубе. На рис.4 приведены значения m_1/m от h/H по (35). Так же на рис.4 приведены значения m_1/m без учета уменьшения сечения воды при движении (m^*_1/m) и кривая по формуле полученной в [4].

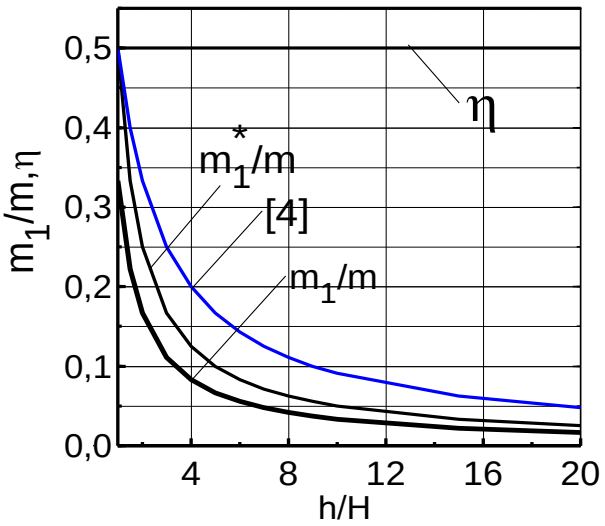


Рис.4. **Предельные эффективности гидротарана**

Можно отметить, что вследствие неучета в /|4/ постоянных затрат энергии на преодоление сопротивления, образующегося в нагнетательной трубе столба воды высотой h получены завышенные значения эффективности. Следовательно, максимальная высота подъема воды в гидротаране h_0 равна 2h (здесь h это высота центра тяжести столба воды максимальной высоты). Отметим, что нами соотношение (35) получено только из рассмотрения располагаемой и затрачиваемой энергии. В реальности, например, пока вода массы m пройдет питательную трубу может произойти несколько циклов работы гидротарана, т.е. и масса поданной воды m_1 будет обеспечена только в сумме, за эти циклы. Однако, предельная эффективность гидротарана при этом не изменится.

На уравнения баланса энергии (2), учитывая, что известны составляющие затрат следует, что кпд гидротаранной установки не будет превышать 50%, при этом она в принципе не зависит от h и H и их соотношения (см. рис.4). Действительно, если понимать кпд как отношение затрат энергии, то с учетом (2) и (35) имеем

$$\eta=E_2/E=m_1\cdot g\cdot(h/2)/(m\cdot g\cdot H/3)=0.5; \qquad (36)$$

Современные подходы решения этой задачи и модернизация конструкции гидротарана позволяет повысит предельная эффективность, надёжности установки, её водоподъемной способности. В трудах [5, 6, 7] КПД гидротарана получены от 0,6 до 0,8 за счет улучшения корпуса и детали клапанов. В работе [8] приводится информация о том, что данная задача решается тем, что в гидроударном насосе для подъёма воды, содержащем разгонную и нагнетательную трубы, корпус, ударный и

нагнетательные клапаны, воздушный колпак, установленный над корпусом ударный клапан выполнен из резины в форме усеченного конуса, закрепленного на штоке и пружиной и установлен в хвостовой части корпуса, при этом сверху корпуса закреплены два нагнетательные клапаны, установленные под воздушным колпаком, в виде короба. При минимальных параметрах источника и разгонной трубе диаметром 150 мм и длиной 25 м насос обеспечивал производительность до 10 $м^3$ в час и напор 28 м. В этом агрегате предельная эффективность регулируется с помощью пропуска воды через резинного конуса ударного клапана. С целью увеличения высоту подъёма в пределах до 80 % требуется увеличит жесткость пружины и положением уплотнительных дисков клапана [9, 10].

Отличительной особенностью насоса от существующих в работе [9], компактность в конструкции и при расчете с учётом параметров плотности и вязкости воды от h_0 и H и их соотношения получено (Рис.1).

$$h_0=5\cdot H;$$

Проведенный анализ показывает, что предельная эффективность гидротарана зависит от многих факторов и требует дальнейшего разностороннего исследования.

В целом можно сделать следующие выводы

1. Получено аналитическое уравнение для кинетической энергии воды, движущейся в вертикальной трубе, заходящей в трубу с нулевой скоростью и движущейся в ней с ускорением свободного падения и с учетом изменения сечения потока и массы падающей воды в процессе движения по трубе.

2. На основе анализа баланса энергии в гидротаране определена предельная эффективность гидротарана или отношение массы поднятой воды к массе воды, движущейся в вертикальной питательной трубе. Показано, что предельные эффективности зависят от отношения рабочей высоты подъема к высоте питательной трубы.

3. Из анализа энергетического баланса, без учета потерь энергии в узлах гидротарана получено, что предельное КПД гидротарана изменяется от 50 до 80%, причем оно не зависит от высоты подъема, высоты питательной трубы и их отношения, а зависит от конструктивной особенности корпуса и клапанов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Овсепян В.М. Гидравлический таран и таранные установки. Теория, расчет и конструкции. М.: Машиностроение. 1968. 124 с.

2. Чистопольский С.Д. Гидравлические тараны. М.-Л.: ОНТИ энергетической литературы. 1936. 151 с.

3. Рогозин Г.В. Водяной насос «Гидротаран» и функциональные возможности

гидроимпульса. Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова. 2012. № 3. С. 239-246.

4. Бакунин В.В. Динамические процессы при использовании низкопотенциальной энергии. Инженерный вестник №6, 2015, с 1-14. http://engbul.bmstu.ru/doc/777714.html.

5. Галинкер Э. В. Идеальный гидротаран /Perfect hydraulic ram / Альтернативная энергетика и экология. - 2011. - № 11 (103). - С. 69-71: - ISSN 1608-8298.

6. Дуюнов Д.А., Стаханов Г. Гидроуларный насос. Журнал.: Энергетика, - № 4 (40), -Киев, e-mail. e/esthi.

7. Гидравлический насос. “Гидротаран-Тритон” Г.В.Рогозина.

8. Гидроударний насос. Патент РУз - №IAP 06333 Б.К.Салиева

9. Салиев Б.К., Худайкулов С.Э., Хасанов С.Р. Распределение гидравлического удара в гидротаране. Сб. Научных трудов. Респ. научно-практ. конф.”Проблемы улучшения обеспеченности, качества водных ресурсов и мелиорация орошаемых земель РУз”. Ташкент, 2013, -С. 182-187.

10. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. Энергоавтоиздат. Москва -1984. -С. 623.

UO‘T: 621.65/697.93/658.5

SANOAT NASOS AGREGATLARINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV TIZIMLARINING O‘RNI

Axmedov Durbek Madaminjon o‘g‘li
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnalogiyalar inistituti asissenti.
Email: durbekaxmedov02@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada sanoat nasos agregatlarida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining (ABT) energiya samaradorligiga ta’siri chuqur tahlil qilinadi. Nasos tizimlarida avtomatlashtirish darajasi oshgani sari energiya sarfini kamaytirish, tizimning ishonchliligi va ekspluatatsion samaradorligini oshirish imkoniyati ortadi. An’anaviy, chastota boshqaruvli va avtomatlashtirilgan tizimlarning o‘zaro taqqoslanishi tajriba asosida yoritilgan. Grafiklar, formulalar va konkret misollar orqali avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining iqtisodiy va texnik afzalliklari ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: avtomatlashtirilgan tizim, sanoat nasos agregati, energiya samaradorligi, real vaqt rejimidagi boshqaruv, SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), PLC (Programmable Logic Controller), sensor monitoringi, chastota o‘zgartirgich, ma’lumot yig‘ish tizimi, texnik-iqtisodiy tahlil.

Аннотация: В статье представлен углубленный анализ влияния автоматизированных систем управления (АСУ) на энергоэффективность промышленных насосных установок. С ростом уровня автоматизации насосных систем увеличивается потенциал снижения энергопотребления, повышения надежности системы и эффективности ее эксплуатации. На основе опыта проиллюстрировано сравнение традиционных, частотно-регулируемых и автоматизированных систем. Экономические и технические преимущества автоматизированных систем управления проиллюстрированы с помощью графиков, формул и конкретных примеров.

Ключевые слова: автоматизированная система, промышленный насосный агрегат, энергоэффективность, управление в реальном времени, SCADA (диспетчерское управление и сбор данных), PLC (программируемый логический контроллер), мониторинг датчиков, преобразователь частоты, система сбора данных, технико-экономическое обоснование.

Abstract: The article presents an in-depth analysis of the impact of automated control systems (ACS) on the energy efficiency of industrial pumping units. With the growth of the automation level of pumping systems, the potential for reducing energy consumption, increasing the reliability of the system and the efficiency of its operation increases. Based on experience, a comparison of

traditional, frequency-controlled and automated systems is illustrated. The economic and technical advantages of automated control systems are illustrated using graphs, formulas and specific examples.

Keywords: automated system, industrial pumping unit, energy efficiency, real-time control, SCADA (supervisory control and data acquisition), PLC (programmable logic controller), sensor monitoring, frequency converter, data acquisition system, feasibility study.

Kirish: Sanoat infratuzilmasida suv va issiqlik ta’minoti, texnologik liniyalar, kimyo, farmatsevtika, metallurgiya va neft-gaz sanoatida nasos agregatlari asosiy energetik va texnologik ahamiyatga ega bo‘lgan qurilmalar sirasiga kiradi. Ularning asosiy vazifasi suyuqliklarni harakatlantirish, bosim hosil qilish va doimiy oqimni ta’minlashdir. Biroq, ushbu tizimlar ko‘pincha energiyani juda katta hajmda iste’mol qiladi.

Global energiya narxlarining o‘sishi, sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini saqlab qolish, atrof-muhitga chiqindilarni kamaytirish kabi omillar tufayli bugungi kunda sanoat uskunalarida, xususan, nasos tizimlarida energiyani tejash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, energiya samaradorligini oshirish orqali elektr energiyasi uchun umumiy xarajatlarni kamaytirish, kapital va ekspluatatsion xarajatlarni pasaytirish mumkin.

Nasoslarning doimiy maksimal quvvatda ishlashi ortiqcha energiya sarfi, mexanik eskirish va tizim resurslarining samarasiz sarflanishiga olib keladi. Shu sababli, ularni boshqarish tizimlarida avtomatlashtirish texnologiyalarini joriy etish orqali yuklama, oqim, bosim kabi muhim parametrlarni real vaqt rejimida kuzatish va tahlil qilish imkoniyati yaratiladi. Bu esa tizimning faqat zarur holatlarda va optimal rejimda ishlashini ta’minlab, energiya tejamkorligini sezilarli darajada oshiradi.

Adabiyotlar sharhi: Pump System Assessment Tool (PSAT) dasturidan asosan AQShda, shuningdek, Kanada, Hindiston, Meksika, Braziliya, Chili kabi Janubiy Amerika davlatlari va Yevropa Ittifoqiga a’zo mamlakatlarda keng foydalaniladi. Bu dastur AQSh Energetika Departamenti (U.S. DOE) tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, nasos tizimlarining energiya samaradorligini aniqlash va baholashda xalqaro mezon sifatida xizmat qiladi. PSAT yordamida real vaqt ma’lumotlariga asoslangan holda samaradorlik ko‘rsatkichlari aniqlanadi va tejamkorlik bo‘yicha takliflar shakllantiriladi.

Jahon banki va International Energy Agency (IEA) (2022) ma’lumotlariga ko‘ra, zamonaviy avtomatlashtirilgan nasos tizimlari elektr energiyasi sarfini an’anaviy boshqaruvga nisbatan o‘rtacha 20–40% gacha kamaytirishi mumkin.

Bu esa sanoat korxonalarida energiya xarajatlarini sezilarli darajada qisqartirishga imkon beradi. Bundan tashqari, Grundfos kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan "SmartPump" texnologiyasi sensorli monitoring va sun’iy intellekt algoritmlari asosida 2021 yilda 37% gacha energiya tejamkorligini ta’minlagani amaliy isbot bo‘la oladi.

Boshqa yirik kompaniyalar, jumladan Siemens, ABB va Wilo ham o‘z nasos tizimlarida avtomatik boshqaruv, chastota o‘zgartirgichlar (VFD) va ma’lumotlarni yig‘ish-tahlil qilish funksiyalari bilan boyitilgan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) hamda PLC (Programmable Logic Controller) tizimlaridan foydalanmoqda. Ushbu texnologiyalar yordamida tizimlarni masofadan turib boshqarish, energiya sarfini real vaqt rejimida kuzatish, nosozliklarni oldindan aniqlash, arxivlash va hisobotlash imkoniyatlari kengayadi.

Shunday qilib, ilg‘or mamlakatlarda keng qo‘llanilayotgan avtomatlashtirish texnologiyalari sanoat nasos tizimlari samaradorligini sezilarli oshirib, texnik xizmat muddati, ekspluatatsiya ishonchliligi va ekologik xavfsizlikni yaxshilaydi.

Materiallar va uslublar: Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — nasoslarning energiya samaradorligini aniqlash va turli boshqaruv usullarining samaradorligini taqqoslashdir. Tadqiqotda uch xil boshqaruv usuli sinovdan o‘tkazildi, ular nasoslarning ishlash samaradorligini, energiya sarfini va boshqaruv samaradorligini baholash imkonini berdi. Sinov jarayonida har bir boshqaruv usuli alohida-alohida 8 soat davomida standart yuklama sharoitida sinovdan o‘tkazildi hamda sarflangan energiya miqdori aniq o‘lchandi.

An’anaviy qo‘lda boshqaruv usuli: Ushbu boshqaruv usulida nasoslar operator tomonidan to‘liq qo‘lda boshqariladi. Operator nasoslarning ish holatini doimiy ravishda kuzatib boradi, nasoslarni yoqish, o‘chirish va kerak bo‘lganda ish tezligini sozlash funksiyalarini bajaradi. Qo‘lda boshqaruvning asosiy xususiyati - inson omilining katta ta’siri bo‘lib, bu boshqaruv samaradorligi operatorning malakasi, diqqat-e’tiboriga bog‘liq bo‘ladi. Tadqiqot davomida operator standart yuklama sharoitida nasoslarni boshqardi va nasoslarning energiya sarfi maxsus o‘lchov qurilmalari yordamida qayd etildi. Bu usulning kamchiligi - boshqaruvning noaniqligi va energiya sarfining o‘tkir o‘zgarishlarga moyilligi bo‘ldi.

Chastota o‘zgartirgichli avtomatlashtirilmagan tizim: Ikkinchi boshqaruv usuli chastota o‘zgartirgich (inverter) texnologiyasi asosida amalga

oshirildi. Bu usulda nasos motorining aylanish tezligi chastota o‘zgartirgich yordamida boshqarilib, nasosning yuklanishiga qarab optimal aylanish tezligi tanlanadi. Natijada energiya sarfi kamayadi va ishlash samaradorligi oshadi. Biroq, bu tizim to‘liq avtomatlashtirilmagan bo‘lib, operator tomonidan tizimning ishlashini monitoring qilish va ba’zi vaziyatlarda qo‘lda sozlash talab qilindi. Sinovlar davomida chastota o‘zgartirgichli boshqaruvda nasoslar standart yuklama ostida ishlatildi va energiya sarfi o‘lchandi. Ushbu usul an’anaviy qo‘lda boshqaruvga nisbatan sezilarli darajada energiya tejamkorligini ko‘rsatdi.

To‘liq avtomatlashtirilgan SCADA tizimi asosidagi boshqaruv: Tadqiqotda uchinchi usul sifatida zamonaviy SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) tizimi qo‘llanildi. Bu tizim nasoslarning ishlash jarayonini real vaqt rejimida avtomatik nazorat qilish va boshqarish imkonini beradi. SCADA tizimi yordamida nasoslarning asosiy ish parametrlari - bosim, oqim, energiya iste’moli va boshqa ko‘rsatkichlar doimiy ravishda monitoring qilinadi. Tizim o‘z-o‘zini optimallashtiradi va avtomatik ravishda eng samarali ish rejimini tanlaydi. Shu tariqa, energiya sarfi minimal darajaga tushiriladi, tizimning ishonchliligi va boshqaruv samaradorligi esa maksimal darajada ta’minlanadi. Sinov davomida SCADA tizimi asosidagi boshqaruvda nasoslar 8 soat davomida standart yuklama sharoitida ishlatilib, energiya sarfi va samaradorligi yuqori aniqlik bilan qayd etildi.

Sinov sharoitlari va o‘lchovlar: Har bir boshqaruv usulida nasoslar doimiy standart yuklama sharoitida 8 soat davomida ishlatildi. Standart yuklama sharoiti tadqiqotning barcha usullarida bir xil bo‘lib, bu har xil boshqaruv usullarining natijalarini taqqoslash imkonini berdi. Energiya sarfi maxsus o‘lchov qurilmalari orqali doimiy ravishda yozib borildi. Bundan tashqari, nasoslarning ish holati va boshqaruv samaradorligi ham kuzatildi. Olingan natijalar keyinchalik statistik tahlil qilinib, har bir boshqaruv usulining samaradorligi va energiya tejamkorligi solishtirildi.

Natijalarga ko‘ra, avtomatlashtirilgan SCADA tizimi asosidagi boshqaruv eng yuqori energiya samaradorligini ta’minlab, inson omilini kamaytirish orqali tizim ishonchliligini oshirganligi aniqlandi. Chastota o‘zgartirgichli avtomatlashtirilmagan boshqaruv usuli ham an’anaviy qo‘lda boshqaruvga nisbatan sezilarli darajada energiya tejamkorligini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, an’anaviy qo‘lda boshqaruv usuli energiya sarfi va boshqaruv samaradorligi jihatidan eng kam samarali usul sifatida aniqlangan.

Natijalar va tahlil Formulalar:

$$E_t = \left(\frac{E_{an} - E_{opt}}{E_{an}}\right) x100;$$

Bu yerda: E_t-energiya tejash foizi (%); E_{an}-an’anaviy boshqaruvdagi energiya sarfi (kWh); E_{opt}-avtomatlashtirilgan tizimdagi energiya sarfi (kWh).

2. Nasos samaradorlik koeffitsienti:

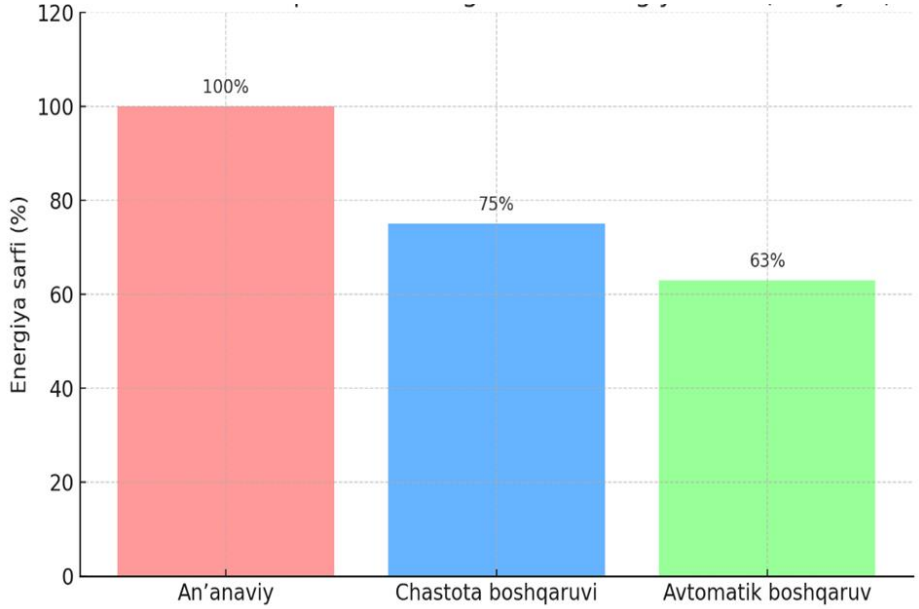
$$\eta = \frac{Q*H*\rho*g}{1000*P};$$

Bu yerda: Q-suv sarfi (m^3/s); H-bosim (m); ρ-erkin tushish tezlanishi (9.81 m^3/s); P-sarflangan quvvat (kW).

1-Jadval

Boshqaruv usullari bo‘yicha energiya sarfi va tejamkorlik

Boshqaruv turi	Energiya sarfi (kWh)	Nisbiy sarf (%)	Tejash (%)
An’anaviy	100	100	0
Chastota boshqaruvi	75	75	25
Avtomatik boshqaruv tizimi	63	63	37



1-rasm. **Boshqaruv usullariga k o‘ra energiya sarfi (nisbiy %)**

Xulosa. Olib borilgan tahlillar va sinovlar natijalari asosida aniqlanishicha, sanoat nasos tizimlarida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish bir qator muhim afzalliklarni ta’minlaydi. Eng avvalo, avtomatlashtirilgan boshqaruv orqali energiya iste’moli sezilarli darajada kamayadi, bu esa sanoat korxonalarining umumiy energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Natijada, energiya xarajatlari pasayadi, bu esa iqtisodiy jihatdan katta tejab qolishga olib keladi.

Bundan tashqari, avtomatlashtirish tizimlari resurslardan oqilona foydalanishni ta’minlaydi. Nasoslar faqat kerakli quvvatda va optimal ish rejimida ishlaydi, bu esa keraksiz energiya va materiallar sarfini kamaytiradi. Shu bilan birga, nasos tizimlarining ekspluatatsiya xarajatlari kamayadi, chunki avtomatlashtirilgan tizimlar o‘z-o‘zini boshqarish va monitoring qilish imkoniyatiga ega bo‘lib, nosozliklar va avariyalarning oldini olishda samarali vosita hisoblanadi. Natijada texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlashga ketadigan xarajatlar ham sezilarli darajada pasayadi.

Zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, xususan, SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) tizimi, sensorli monitoring qurilmalari va chastota boshqaruv qurilmalari kabi ilg‘or texnologiyalarni o‘z ichiga oladi. Ushbu texnologiyalarning integratsiyasi sanoat nasos tizimlarining ishlash sifatini yaxshilashga xizmat qiladi. Sensorlar doimiy ravishda tizim parametrlarini real vaqt rejimida kuzatib boradi, bu esa tizimning holatini aniqlash va tezkor ravishda aralashish imkonini beradi. Chastota boshqaruv qurilmalari esa nasos motorining aylanish tezligini optimal darajada boshqarib, energiya sarfini minimallashtiradi.

Bularning barchasi natijasida nasos tizimlarining ishonchliligi sezilarli darajada ortadi. Kamroq nosozliklar, samarali boshqaruv va real vaqt monitoringi tufayli tizimning xizmat muddati uzayadi. Shu tariqa, sanoat korxonalari o‘z ishlab chiqarish jarayonlarini yanada samarali va tejamkor qilish imkoniga ega bo‘ladi. Umuman olganda, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish sanoat nasos tizimlarining energiya tejamkorligi, ish unumdorligi va ekspluatatsiya xarajatlarini optimallashtirishda muhim rol o‘ynaydi.

Tavsiyalar:Energiya resurslarini tejovchi texnologiyalarni keng joriy etish, shu jumladan aqlli boshqaruv algoritmlari, sun’iy intellekt asosidagi tahlil vositalarini qo‘llash sanoat nasos tizimlarining kelajakda to‘liq optimallashtirilgan ishlashini ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. IEA. Energy Efficiency Report 2022. www.iea.org.
2. Pump System Assessment Tool. U.S. Department of Energy. www.energy.gov.
3. Grundfos. SmartPump Systems Overview. 2021.
4. Siemens AG. Energy-efficient industrial pumps. 2020.
5. ABB. Frequency converters for industrial water systems. 2022.

6. Усманходжаев Н.М., Саматов Н.А., Исмаилов А.И., Усманов Б.С. Разработки регулируемого электропривода для механизма пневматической транспортировки хлопка-сырца // хлопковая промышленность, 1989, № 6, с. 15-16.

7. Саматов Н.А., Тўхтамишев Б.Қ., Исмаилов А.И. Аграр сохада электр энергиясидан самарали фойдаланишнинг истиқболлари //Агро илм 2017, № 4 (48), 106-107 б.

8. Dadajonov M.N. (2024). Oziq-ovqat mahsulotlarini ozuqaviy imkoniyatini oshirish imkoniyatlari. Iqtisodiyot va jamiyat, (10-2 (125)), 133-138. https://cyberleninka.ru/article/n/oziq-ovqat-mahsulotlarini-ozuqaviy-imkoniyatini-oshirish-imkoniyatlari.

9. Исашов А., Махмудов Д., & Қамбаров Ш. (2022). Ҳайдовдан кейинги чуқур юмшатиш агротехникаси билан томчилатиб суғориш усулини қўллашнинг тупроқ ҳажм массасига таъсири. *International scientific journal of Biruni*, *1*(1), 22-27. https://cyberleninka.ru/article/n/haydovdan-keyingi-chu-ur-yumshatish-agrotehnikasi-bilan-tomchilatib-su-orish-usulini-llashning-tupro-azhm-massasiga-tasiri.

10. Хасанова, О. А. (2023). Писта шаклларини танлаш, ўрганиш ва вегетатив кўпайтириш услублари. *Science and Education*, *4*(11), 45-51. https://cyberleninka.ru/article/n/pista-shakllarini-tanlash-rganish-va-vegetativ-k-paytirish-uslublari.

11. Maxmudov D. (2024). Meliorativ obektlarning turlari va ularda amalga oshiriladigan meliorativ tadbirlar orqali erishiladigan natijalar. *Экономика и социум*, (3-1 (118)), 267-270. https://cyberleninka.ru/article/n/meliorativ-obektlarning-turlari-va-ularda-amalga-oshiriladigan-meliorativ-tadbirlar-orqali-erishiladigan-natijalar.

12. Автоматизация зданий - влияние на энергоэффективность https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:82159048-d58f-4f36-aef2-a835e1a284a0/version:1562586762/energyefficiency-automation-2013-04-ru.pdf.

13. Автоматическое управление группой насосных агрегатов с целью снижения затрат электроэнергии Г.Н.Здор), А.В.Синицын), О.А.Аврутин) https://pdfs.semanticscholar.org/a13d/46bf4fb7faa2149891e6acd70a423962ab5f . pdf.

14. Автоматизация насосов и насосных станций https://electricalschool.info/main/electroshemy/741-avtomatizacija-nasosov-i-nasosnykh.html

15. В.Ф.Чебаевский, К.П.Вишневский, Н.Н.Накладов “Проектирование насосных станций и испытание насосных установок” Москва «Колос». 2000

16. Рекомендации по проектированию насосных станций с погружными насосами серии Amarex KRT ООО «КСБ» www.ksb.com / www.ksb.ru

17. Насосные станции и оборудование https://www.acorussia.ru/

18. Расчет и проектирование канализационной насосной станции Под общей редакцией доктора технических наук, профессора Ю.П.Скачкова Пенза 2013

19. К.П.Моргунов “Насосы и насосные станции”. Год выпуска 2018

УЎТ: 582.28: 632.4

ИРРИГАЦИЯ НАСОС СТАНЦИЯЛАРИНИНГ ИШЛАШ РЕЖИМИНИ БАҲОЛАШ

Шакиров Бахтиёр Махмудович
Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти “Электр энергияси ва насос станцияларидан фойдаланиш” кафедраси мудири, т.ф.д.,профессор;
bshakirov@mail.ru
Сафаров Илғорбек Хасанович
Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти “Электр энергияси ва насос станцияларидан фойдаланиш” кафедраси катта ўқитувчиси;
safarovilgorbek@gmail.com
Абдухалилов Обомуслим Абдумажид ўғли
Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти “Электр энергияси ва насос станцияларидан фойдаланиш” кафедраси ассистенти;
obomuslimabduhalilov09@gmail.com
Ўринов Искандар Шухратбек ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти таянч докторанти;
iskandarorinov@gmail.com,

Аннотация: Мақолада насос станцияси бўйича лойиҳавий маълумотлар, ишлаш шароитларини таҳлил қилиш ва шу асосида насос станцияси ишлаш самарадорлигини ошириш бўйича илмий асосланган тадбир ва тавсияларни ишлаб чиқиш масалалари ёритилган.

Таянч сўзлар: Насос станцияси, сув манбааси, бош сув олувчи иншоот, сув олиб келувчи канал, аванкамера, насос ишчи ғилдираги, сўриш ва босимли қувурлар.

Аннотация: В статье рассмотрены проектные азатели насосной станции, анализ условий их эксплуатации и на основе этого разработка научно обоснованных мероприятий и рекомендаций по повышению эффективности эксплуатации работы насосной станции.

Ключевые слова: Насосная станция, источник воды, главное водоприемное сооружение, подводящий канал, аванкамера, рабочее колесо насоса, всасывающий и напорный трубопроводы.

Annotation: The article covers design data on the pumping station, analysis of operating conditions and, on the basis of this, the development of scientifically based measures and recommendations for increasing the efficiency of the pumping station's operating mode.

Key words: Pumping station, water source, main water receiving structure, water carrying channel, vane chamber, pump impeller, suction and pressure pipes.

Кириш. Ҳозирги кунда Республикамиздаги суғориладиган ерларнинг 55 фоизидан ортиғи, яъни 2,4 млн. гектар экин майдонлари насос станциялар ёрдамида суғорилмоқда ва бунинг учун 2020 йилда 7,172 млрд.кВт·соат электр энергияси (мамлакат бўйича энергия истеъмолининг 10,4 фоизи) сарф қилинди. Энергия истеъмолининг жуда юқорилиги насос станцияларда тежамкор технологияларни амалиётга кенг жорий этишга алоҳида аҳамият беришни талаб этмоқда, жумладан, энергияни тежайдиган янги конструкциялар ва технологик ечимларни тадқиқ қилиш ҳамда уларни жорий этиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади [3].

Ирригация насос станцияларидаги марказдан қочма насосларнинг ишлаш тажрибаси шуни кўрсатадики, уларни капитал таъмирлаш муддати бир суғориш мавсумидан ошмайди. Ишлаш самарадорлигини пасайишининг асосий сабабларидан бири марказдан қочма насосларнинг кураклари интенсив емирилишидир. Марказдан қочма насослардаги сув оқими шуни кўрсатадики, бугунги кунга қадар насосларнинг манан эскириши, уларнинг қисмлари емирилишини ҳисобга олган ҳолда иш режимларини яхшилаш чора тадбирлари ишлаб чиқилмаган. Шунинг учун турли хил режимларда емирилиш ва насосларнинг эскириши сабабларини аниқлаш бу ишнинг асосий мақсади ҳисобланади [5].

Адабиётлар шарҳи. Хозирги вақтгача кўпгина тадқиқотчи олимлар насос станцияларининг иш режими самарадорлигини ошириш ва насосларни ишчи қисмларининг емирилишига қарши курашиш масалалари билан шуғулланган, улар орасида А.А.Протопопов, В.В.Александров, Е.А.Рябцев, А.А.Жарковский, В.Я.Карелин, А.Буззони ва Д.Кондининг ишларини алоҳида таъкидлаш мумкин. Ўзбекистонлик олимлардан М.Мамажонов, М.М.Мухаммадиев, О.Я.Гловацкий, Б.М.Шакиров, Р.Р.Эргашев, Т.Мажидов, Ж.И.Рашидов, Ф.А.Бекчанов, Ш.Р.Рустамов ва бошқалар.

ИСМИТИ профессори О.Я.Гловацкий томонидан йирик насос станцияларидан фойдаланиш тажрибаси умумлаштирилган ҳолда, сув-энергетика ресурсларидан оқилона фойдаланиш ва насос агрегатларининг ишлаш самарадорлигини ҳисобга олган ҳолда насос станциясининг юқори техник-иқтисодий кўрсаткичларда ишончли ишлашини таъминлашга қаратилган режимлар ўрганилган. Р.Р.Эргашев, Ш.Р.Рустамов, билан

биргаликда насосларни сув билан таъминлаш учун гидравлик шароитларни яхшилайдиган янги конструкцияларлар таклиф этилган [16].

М.Мамажонов тадқиқотлари натижасига кўра гидродинамик параметрларнинг маълум нисбатларида ва суспензия ташувчи оқим хусусиятларида ва машинанинг сув оқам қисмининг конструктив шаклларида юзага келадиган узлуксиз кавитация зоналарининг хусусиятларига асосланган кавитациянинг ҳимоя таъсири аниқланган [1].

Б.М.Шакиров илмий тадқиқотлари натижасида насос станциясининг сув олиш камерасининг оптимал параметрларини ва насос сўриш қувури кириш қисмининг диаметрини киришдаги минимал гидравлик юк йўқотишидан келиб чиққан ҳолда ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган [6].

Р.Р.Эргашев илмий тадқиқотлари натижасида оқизиқларни тозалаш қурилмасининг тишлари ва оқизиқларнинг ўзаро таъсирлашиш жараёнларини ифодаловчи аналитик боғланишлар асосида ишчи қисмларининг мақбул параметрлари аниқланди ва оқизиқларни тозалаш қурилмасининг эксплуатацион ишончлилигини баҳолаш усули авария сценарияси асосида такомиллаштирилди [16].

Материал ва услублар. Насос станцияларинг ишлаш самарадорлигини ошириш фақат асбоб-ускуналар ва иншоотларни лойиҳалашни такомиллаштиришга эмас, балки маҳаллий шароитларни ва уларни эскиришига таъсир қилувчи омилларни ўрганиш учун қаратилган тизимли илмий ва ишлаб чиқариш ишлари билан боғлаш мумкин.

Насос станцияларнинг иш шароитларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, сув ўлчаш мосламаларининг эскирганлиги ёки йўқлиги сабабли техник хизмат кўрсатувчи ходимлар насос агрегатларини сув билан таъминлашнинг шартли конструктив қийматларидан фойдаланадилар. Насосларнинг иш холатини назорат қилмаслик, насос хусусиятларига (сув узатиши, босими, қуввати ва ФИК) боғлиқлигини билишга имкон бермайди [14].

Насос станцияларига ўрнатилган марказдан қочма Д маркали насосларнинг хозирги холати манан эскирган, гарчи уларнинг конструкцияси жуда оддий ва яхши энергия сарфига эга бўлсада, бу насосларни ўрнатиш жараёнида суғориш насос станцияларининг ўзига хос талабларига кирувчи кавитацион емирилиш холатини ҳисобга олмаган.

Насос станциясидаги насосларнинг сув келтириш каналидаги сув сатхидан пастда жойлашгани сабабли босимни аниқлаш учун сўриш ва босим қувурларига манометрлар ўрнатилган [2].

Қувурларнинг гидродинамик эгри чизиғи $H_{тр}=f(Q)$ билан ифодаланади ва юқорида келтирилган формула билан қурилади:

$$H = H_{\text{г}} + \sum h_w;$$

Маҳаллий гидравлик қаршиликлар ҳисобига босим исрофини ҳисобга олиш учун қувурларнинг узунлигини 10 % орттирамиз яъни:

$$l_{кел}=1{,}1\ l_{тр};$$

У ҳолда умумий босим исрофи қуйидагича ифодаланади:

$$\sum h_w = \frac{l_{\text{кел}}}{K^2} \cdot Q^2;$$

бу ерда, Q - насоснинг сув ҳайдаши, $м^3/с$:

K-қувурнинг сув сарфи коэффициенти:

$$K = C\omega/\sqrt{R};$$

ω-трубопроводнинг кесим юзаси, м^2 :

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4};$$

C - Шези коэффициенти:

$$C = \frac{1}{n_{\Delta}} R^{1/6};$$

n_{Δ} - трубопроводнинг ғадир-будирлик коэффициенти (пўлат учун $n_{\Delta}=0{,}011$);

R-трубопроводнинг гидравлик радиуси, м:

$$R = \frac{d}{4}\ м;$$

Насос агрегатларининг ишлаш самарадорлигини белгиловчи омиллардан яна бири насосдаги кавитация холатининг мавжудлиги ҳисобланади. Бу эса насоснинг ишчи ғилдирагини кавитацион емирилишига олиб келади.

Натижалар ва мунозара. Ирригация насос станцияларида содир бўладиган гидравлик жараёнларни баҳолаш учун Норин-Қорадарё ирригация тизимлари хавза бошқармаси хузурида Насос станциялари ва энергетика бошқармасига қарашли "КАК-1" насос станциясида тадқиқот ишлар ўтказилди. КАК-1 насос станцияси Андижон вилояти Балиқчи туманида жойлашган бўлиб, 1977-йил иш фаолиятини бошлаган ва 2025 гектар ерга сув етказиб бериш учун хизмат қилади. КАК-1 насос

станциясида 6 дона Д6300-27 маркали марказдан қочма насос ўрнатилган, электр энергия олишда СД13-42-10 русумли электродвигателдан фойдаланилмоқда. Насос станциясининг сув кўтариш баландлиги 14 метр, умумий сув чиқариш қобилияти 9 $м^3/с$, умумий қуввати 2400 кВт ни ташкил этади. "КАК-1" насос станциясининг 4 ва 5 агрегатлари бир хил Д6300-27 (32Д-19) марказдан қочма насослар билан жиҳозланган. Насосларнинг асосий техник кўрсаткичларини ўлчаш ва ҳисоблаш амалдаги стандарт тадқиқот методологияси асосида амалга оширилади.

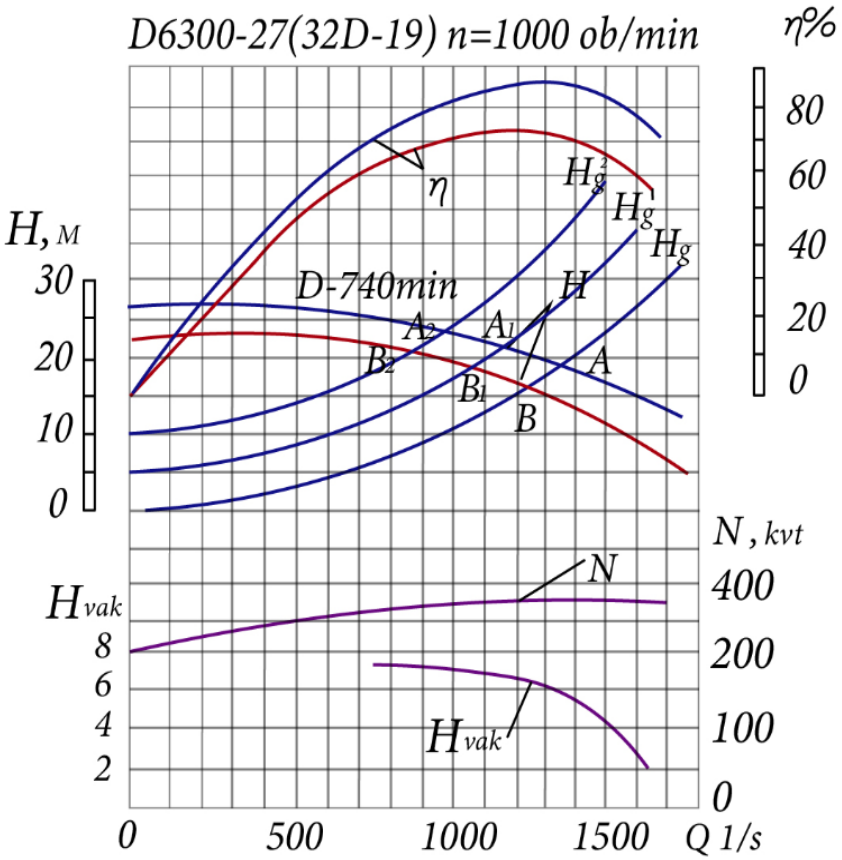
Ушбу тадқиқот иши “Series CAM-3000H” маркали ултра товушли сарф ўлчаш қурилмаси орқали олиб борилди.

“Series CAM-3000H” ультратовушли оқим ўлчагич ёпиқ ўтказгич ичидаги суюқликнинг тезлигини ўлчаш учун мўлжалланган. Трансдусерлар контактсиз қисқичли турда бўлиб, улар ифлосланмайдиган ишлаш ва осон ўрнатиш афзалликларини таъминлайди.

1-расм. **“Series CAM-3000H” маркали ултра товушли сарф ўлчаш қурилмаси орқали тадқиқот олиб бориш жараёни**

“Series CAM-3000H” транзит вақти оқим ўлчагичи ультратовушли узатувчи ва қабул қилувчи сифатида ишлайдиган иккита трансдусердан фойдаланади. Трансдусерлар ёпиқ трубанинг ташқи томонида бир-биридан маълум масофада маҳкамланади. Трансдусерлар товуш қувурни икки марта кесиб ўтадиган V усулида ёки товуш қувурни тўрт марта кесиб ўтадиган W усулида ёки трансдусерлар трубанинг қарама-қарши томонларига

ўрнатилган ва товуш қувурни бир марта кесишган Z усулида ўрнатилиши мумкин. Ўрнатиш усулини танлаш қувур ва суюқлик хусусиятларига боғлиқ. Оқим ўлчагич икки ўтказгич ўртасида частотали модуляцияланган товуш энергиясини навбатма-навбат узатиш ва қабул қилиш ва товушнинг икки ўтказгич ўртасида ҳаракатланиши учун зарур бўлган ўтиш вақтини ўлчаш орқали ишлайди. Ўлчанган ўтиш вақтидаги фарқ қувурдаги суюқлик тезлигига тўғридан-тўғри ва аниқ боғлиқ бўлиб, қуйидагича бўлади.



2-расм. **Д6300-27 (32Д-19) маркали насосининг дала синови маълумотлари (*η=730 ай/м*) билан таққослаш**

2-расмда "КАК-1" насос станциясида ўтказилган синов маълумотлари билан завод тавсифларини солиштириш кўрсатилган. Бу расмдан кўриниб турибдики, насос станциясидан олинган тажриба кўрсаткичлари завод характеристикасининг берилган кўрсаткичларидан бир оз пастроқ, лекин айни вақтда насос етарли қувват сарфламоқда.

Шуни таъкидлаш керакки, насос станцияларнинг иш шароитларига қараб, алоҳида омиллар таъсирида насоснинг сув узатишини камайтириш сабаблари бошқача бўлиши мумкин. Ушбу насос станцияда сув узатишининг пасайиши фақат насоснинг ичида содир бўлган гидравлик

жараёнлар билан боғлиқ, яъни унинг ишчи қисмларининг емирилиши туфайли содир бўлмоқда.

Юқоридаги таҳлилдан келиб чиқадики, насос станцияларининг ишлаш самарадорлигини ошириш, шунингдек, насоснинг асосий кўрсаткичларини пасайишини олдини олиш бўйича аниқ чора-тадбирлар комплексини ишлаб чиқиш керак.

Хулоса. Марказдан қочма насосларнинг иш фаолиятини пасайиши масалалари бўйича билимларнинг ҳозирги ҳолатини баҳолаш қуйидаги хулосалар чиқаришга имкон беради: Насос станциясидаги марказдан қочма насосларнинг ишлаш режимини баҳолаш буйича насоснинг лойиҳавий ва хозирги холатидаги иш кўрсаткичлари келтирилган ҳамда таққосланган. Насос станциясининг реал иш фаолиятини баҳолаш учун замонавий ўлчаш ускуналари ва таҳлил методларидан фойдаланилди. Хусусан, “Series CAM-3000H” маркали сув сарфини аниқловчи қурилма ёрдамида станция орқали ўтаётган сув миқдори тўғридан-тўғри ўлчанди. Тадқиқот давомида Z, W, V ва N услублари асосида насоснинг иш параметрлари таҳлил қилинди. Тадқиқот натижаларига кўра, ирригация станцияси ҳозирги иш шароитида лойиҳавий кўрсаткичларга нисбатан соатига 233 м³ камроқ сув узатмоқда. Бу эса насос жиҳозларининг эскириши, гидравлик йўқотишлар ёки нотўғри эксплуатация натижасида самарадорлик пасайганини кўрсатади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Мамажонов М., Повышение эффективности эксплуатации центробежных и осевых насосов насосных станций оросительных систем: /Диссертация/ Андижон 2005.
2. Мамажонов М., Хакимов А., Мажидов Т., Уралов Б., Насос ва насос станцияларидан амалий машғулотлар//Андижон 2005. № 1. 72-73.
3. Шакиров Б.М., Эрматов К.М., Абдухалилов О.А., Шакиров Б.Б., Экспериментальная установка по исследованию центробежных насосов на кавитационный и гидроабразивный износ.// Международный научный журнал. 2022, № 5, с.692-697.
4. Shakirov B.M., Abduxalilov O.A., Sirochov A.M., Carrying out hydraulic calculation of the aquifer of pumping stations and work with sediments (in the example of the Ulugnor pumping station)// Eurasian Journal of Engineering and Technology. 2022, № 4, с.88-92.
5. Шакиров Б.М., Абдухалилов О.А., Тешабоев Б.Р., Экин тикин насос станциясининг сув олиш иншоотидаги гидравлик қаршиликларини хисоблаш усулини такомиллаштириш.// Proceedings of International Conference. 2023, №6, с.210-217.

6. Mamajonov M., Shakirov B.M., Qo’chqarboyev A., Sodiqov E., Recommendations for determining the sizes of the water receiving chamber of the pumping station // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Volume 7, Issue 1, January 2020, - 12583-12588.

7. Shakirov B.M., Ermatov K.M., Shakirov B.B., Economik Indicators of Recommendations for Increasing the Efficiency of Pumping Stations // Middle European Scientific Bulletin, Volume 30 / nov-2022/ 71-75. https://cejsr.academicjournal.io ISSN 2694-9970.

8. Shakirov B.M., Abduxalilov O.A., O‘rinov I.SH., Maxmudov D., Botirova N.M., Evalution of the texnical and economic efficiency of centrifugal pumps at irrigation pumping stations// Универсум техничтские науки №10(127) октябр, 2024, с. 52-54.

9. Shakirov B.M., Matyakubov B., Mamazhonov M., Shakirov B.B., Forebays of the poligonal cross-section of the irrigating pumping station // Международная научная конференция "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO - 2020) в режиме онлайн. 23 апреля в 10.00 по Ташкентскому времени.

10. Mamajonov M., Shakirov B.M., Aynakulov Sh.A., Karimova Kh., Alibekov S., Constructive device for sediment flushing from water acceptance structure //Международная конференция по физике материалов, строительным конструкциям и технологиям в строительстве, промышленности и производстве (МПКПЭ 2020) 27-28 апреля 2020 года, Владимирский государственный университет имени Александра и Николая Столетовых, Владимир, Российская Федерация.

11. Mamazhonov M., Matyakubov B., Shakirov B.M., Makhmudov A., Polymer materials used to reduce waterjet wear of pump parts // HIRM-2021. IOP Publishing. Journal of Physics: Conference Series 2176 (2022) 012048 doi:10.1088/1742-6596/2176/1/012048 (Скопус базасига киритилган).

12. Шакиров Б.М., Беккулов.Б.Р., Шакиров.Б.Б., Ахмадалиев Н.М., Гидравлические сопротивления во входной части всасывающего трубопровода насоса // Всероссийская научно-практическая конференция «Машиностроение: Новые конценции и технологии» 28 октября 2022 г. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технололгий имени акамдемика М.Ф.Решетнева».

13. Uralov B., Shakirov B.M., Mutalov Sh., Khakimova G., Sirojov B., Raimova I., Influence of hydroabrasive wear of impeller blades on head of centrifugal pump // E3S Web of Conferences 365, 03012 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/ 202336503012, *CONMECHYDRO – 2022 (Скопус базасида).*

14. Mamajonov M., Shakirov B.M., Shakirov B.B., Forecasting factors affecting the water prevention of centrifugal pumps // European science review Scientific journal.Vienna, Austria № 5–6, 2018 (May–June), -304-307.

15. Mamajonov M., Shakirov B.M., Shermatov R.Yu., Hydraulik operating mode of the water receiving structure of the polygonal cross section // European science review Scientific journal.Vienna, Austria № 7–8, 2018 (July – Auqust), -241-244.

16. Мамажонов М., Шакиров Б.М., Шерматов Р., Повышение эффективности эксплуатации насосных станций оросительных систем //“Проблемы управления водными и земельными ресурсами.” Международный научный форум. Москва, 30 сентября 2015г. Часть 2.

17. Мамажонов М., Шакиров Б.М., Шерматов Р.Ю. Конструктивные решения по улучшению гидравлических условий водоприёмных камер насосных станций // Российский электронный научный журнал. Башкирский Государственный Аграрный Университет. г.Уфа.29.06. 2015г.

18. Мамажонов М., Шакиров Б.М., Шерматов Р.Ю., Закиров Р., Экономические показатели рекомендаций по повышению эффективности насосных станций //“Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства”. Международная научно-практическая конференция, посвящённая году экологии в России. С. Соленое Займище. Астраханская область. Россия – 2017 г. 18-19 май. 1011-1016с.

19. Шакиров Б.М., Сафаров И.Х., Абдухалилов О.А., Абдуғоппоров И.А., Ирригация насос станцияларидаги марказдан қочма насосларнинг эскиришини бахолаш// “Глобал иқлим ўзгариши шароитида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш” мавзусидаги ҳалқаро илмий ва илмий-техник анжуман мақолалар тўплами “ТИҚХММИ” МТУ Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти Бухоро, 29-апрел 2025 йил

20. Шакиров Б.М., Сафаров И.Х., Абдухалилов О.А., Мирзахамдамова Н.Р., Ирригация насос станцияларининг иш фаолиятини бахолаш// “Глобал иқлим ўзгариши шароитида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш” мавзусидаги ҳалқаро илмий ва илмий-техник анжуман мақолалар тўплами “ТИҚХММИ” МТУ Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти Бухоро, 29-апрел 2025 йил.

УЎТ: 631.6.03

АМУДАРЁДАН НАСОС СТАНЦИЯЛАРИГА СУВ ОЛИШДА ЛОЙҚАЛИК ҲАЖМИНИ БАҲОЛАШ

Муродов Навруз Курбонович
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
катта илмий ходими (PhD),
Улугбеков Бобур Бобомуратович
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
катта илмий ходими (PhD),
Муродуллаев Жавохир Рахматилло ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти
Абдурахманов Умирзок Маматмуродович
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти

Аннотация. Мақолада кафолатланган сув олишни таъминлаш усуллари ва бош тиндиргичда чўкинди чўкиш жараёни ўрганиб чиқилди. Сув олиб келиш каналини тўлиқ миқёсда ўрганиш натижалари асосида унинг фаолиятини яхшилаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилди. Сув олиб келиш каналидаги чўкиндиларнинг гидравлик ва аллювиал режимларини ўрганиш, натижалари таҳлил қилинди ва умумлаштирилди. Шунингдек, Земснярадларни жойлаштириш чўкинди ҳажмларининг канал узунлиги бўйлаб тақсимланишига қараб, ҳар бир земснярaднинг тури ва ишлашини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилди.

Калит сўзлар: ўзан, сув олиб келиш канали, ўзан жараёни, лойқа, тавсия, яхшилаш, чўкинди чўкиш, тиндиргич, насос стантцияси

Аннотация. В статье изучены методы обеспечения гарантированного водозабора и процессы осаждения наносов в основном отстойнике. На основе результатов полного масштабного исследования канала водоподачи разработаны рекомендации по улучшению его функционирования. Проведено исследование гидравлического и аллювиального режимов наносов в канале водоподачи, результаты проанализированы и обобщены. Также размещение земснарядов осуществлено с учётом распределения объёмов наносов вдоль длины канала, при этом учитывались тип и режим работы каждого земснаряда.

Ключевые слова: русло, водозаборный канал, русловой процесс, нанос, рекомендация, улучшение, осаждение наносов, водозаборное сооружение, насосная станция.

Abstract. The article examines methods for ensuring guaranteed water intake and the processes of sediment deposition in the main settling basin. Based on the results of a full-scale study of the water supply channel, recommendations have been developed to improve its performance. The hydraulic and alluvial regimes of sediment in the water supply channel were investigated, and the results were analyzed and summarized. Additionally, the placement of dredgers was carried out taking into account the distribution of sediment volumes along the length of the channel, while considering the type and operating mode of each dredger.

Keywords: riverbed, water intake channel, channel process, sediment, recommendation, improvement, sediment deposition, water intake structure, pumping station.

Кириш. Насос стантцияларининг иш режимининг оқимнинг динамикаси ва гидродинамик хусусиятларига таъсирини башорат қилиш канал гидравликасининг энг муҳим вазифаларидан биридир. Таъкидлаш лозимки, Амударё ўзининг лойқаланганлиги бўйича дунёда иккинчи дарё ҳисобланади. Шуни инобатга олганда, ундан каналга жуда катта миқдорда ўзан туби бўйлаб судралиб унга гоҳ урилиб, гоҳ ундан узулиб ва сув оқими таркибида муаллақлашган лойқа заррачалари кириб келади. Бу лойқа заррачаларнинг маълум қисми суғориш каналидан ўтиб экин майдонларигача етиб боради. Бу ҳам насос станциялари иш режимини мураккаблаштиради.

Насос стантциясининг самарадорлигини ошириш ва насос агрегатларининг абразив емирилишини камайтириш учун насос стантциясига кафолатланган сув ҳажмини таъминлаш ва аванкамерадаги сув сатҳининг меъёрида бўлишини таъминлаш, сувнинг таркибидаги оқизиқларни тозалаш технологиясини такомиллаштириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади [1, 3].

Насос станцияларининг олдинги камераларига чўкинди оқимининг динамикасини ўрганиш бўйича илмий иш олиб бориш, насос станциясининг ишончлилиги ва ишлашига таъсир қилувчи лойқаланишнинг интенсивлиги ва йўналишини аниқлаш орқали унинг самардорлиги ошириш мумкин. Сув олиб келиш канали, унинг сув ўтказиш қобилиятини ошириш ва минимал миқдордаги чўкинди ҳажми билан кафолатланган сув оқимини насос станцияга таъминлаш бўйича чора-тадбирлар ишлаб чиқиш насос станцияларининг эксплуатация хизматларининг долзарб вазифаси ҳисобланади Насос станциясига сув етказиб бериш жадвалини ўзгартириш,

таъминот каналлари каналидаги гидравлик ва аллювиал оқим режимларини ўзгартириш канал жараёнининг табиий йўналишини сезиларли даражада ўзгартиради ва бу эса ўзгаришнинг башорат қилиш талаб Шу сабабли, насос станцияларининг каналидаги ўзан жараёнлари назариясини ўрганиш ва ишлаб чиқиш муаммоси, уларнинг ўтказувчанлигига таъсир кўрсатиши доимо кўплаб олимларнинг эътиборини тортади [4]. Бироқ, ушбу муаммога бағишланган кўплаб ишларга қарамай, унинг ечими ҳали ҳам амалда тугалланмаган [5-6]. Бунинг сабаби, макон ва вақт ичида насос стансияларининг та'минот каналлари каналларида содир бўладиган канал жараёнлари оқимининг мураккаблиги ва кўп омилли хусусиятидир. Бундан ташқари, тадқиқот объектига сув Амударёдан киради, унинг сув оқими чўкиндининг юқори даражада тўйинганлиги билан тавсифланади [6].

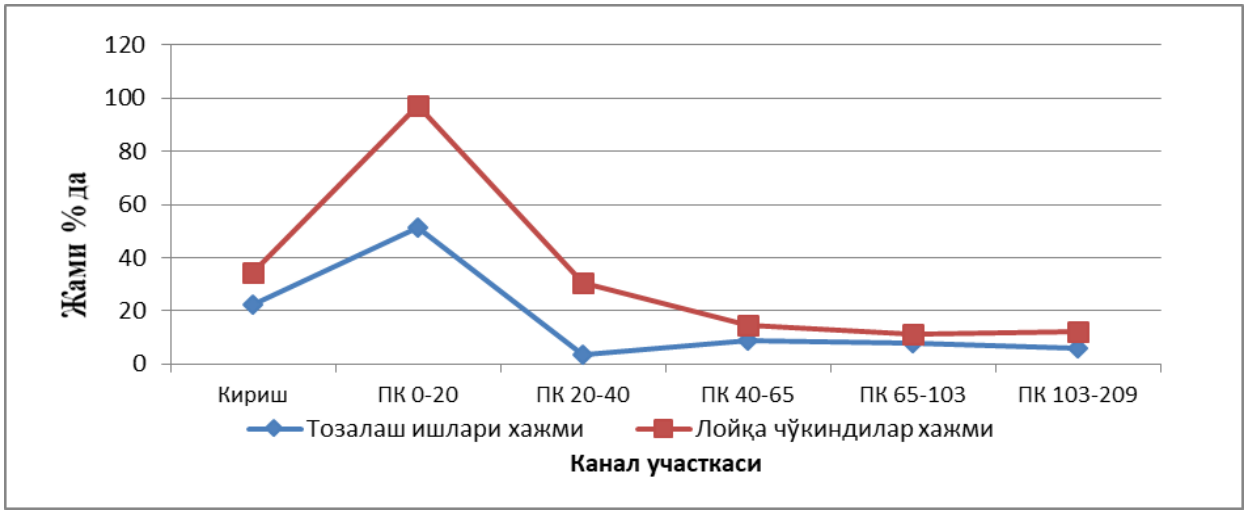
Тадқиқот методологияси. Қарши магистрал канали каскади насос стансиясининг кириш участкалари каналида дала тадқиқотлари натижаларини ўрганиш ва каналнинг ўтказувчанлик ҳолатини баҳолаш ушбу ишнинг тадқиқот усули ҳисобланади.

Натижалар ва муҳокамалар: Амударё ўзининг лойқаланганлиги бўйича дунёда иккинчи дарё ҳисобланади. Шуни инобатга олганда, ундан каналга жуда катта миқдорда ўзан туби бўйлаб судралиб унга гоҳ урилиб, гоҳ ундан узулиб ва сув оқими таркибида муаллақлашган нанос заррачалари кириб келади. бу эса сув олувчи агрегатларнинг ишлашини ва дарёдан сув олишини қийинлаштиради (1-расм).

1-расм. **Амударёдан Карши магистрал каналига сув олиш иншооти**

Лойқа оқизиқлар сарфини хисоблашда қуйидаги тартиб олиб борилдаи. Лойқа чўкиндиларга қарши кураш асосан каналларнинг бош қисмидаги чўкиндиларнинг катта фракциялари ва каналнинг бошланғич

қисмларида амалга оширилади. Лойқа чўкиндиларни механик йўл билан яъни электр ва дизел земснарядлари ёрдамида олиб ташланади (2-расм).



2-расм. **КМК нинг кириш қисмининг узунлиги бўйлаб лойқа чўкиндилар чўкиши ва тозалаш ҳажмларининг ўртача қийматларининг ўзгариши**

Тозалаш ишларини ишлаб чиқаришни ташкил этишда дуч келадиган асосий қийинчилик - бу бош ва хўжаликлараро тиндиргичнинг лойқаланиш ҳажмини аниқлаш.

Каналга кириш қисмига кириб келадиган лойқа чўкиндиларнинг умумий ҳажми муаллақ ($W_{муал}$) ва ўзан туби ($W_{туб}$) чўкиндиларнинг ҳажмларининг йиғиндисидир, яъни:

$$W_{ум} = W_{муал} + W_{туб};$$

Дарёдан сув олиб келиш каналига келадиган лойқа чўкиндиларнинг ҳажми сув олиш ҳажми, дарёдаги сувнинг лойқалиги ва магистрал ва хўжаликлараро каналлар участкаларида сувнинг тиниқлик даражасига қараб белгиланади:

$$W_{муаллақ} = \frac{\sum Q\rho_0}{\gamma_н};$$

бу ерда ΣQ - сув сарфининг умумий ҳажми (оқими), ўн йиллик ёки ой учун м^3;

ρ_0 - каналнинг кириш қисмида сувнинг ўртача ўн кунлик ёки ўртача ойлик лойқалиги, кг/м^3;

$\gamma_л$ - сувдаги чўкиндиларнинг зичлиги (чўктирувчи тиндиргичлар учун ўртача 1250 кг/м^3).

Каналга кирадиган лойқа чўкиндиларнинг ҳажми, ўлчовлар қийинлиги сабабли, тиндирилган чўкиндилар ҳажмига нисбатан фоиз

сифатида қабул қилиниши мумкин. Бизнинг ўлчовларимиз бўйича, КМК бош қисми ҳудудида ўзан туби лойқа чўкиндиларнинг оқими 10...28% ташкил қилади

Насос станциялари сув олиб каналига кирадиган чўкиндиларнинг умумий ҳажми муаллақ ва ўзан туби чўкиндиларни ҳисобга олган ҳолда формула бўйича аниқланишимиз мумкин.

$$W_л = \frac{\sum Q\, \rho_0(\eta_b + K_g)}{\gamma_л};$$

бу ерда $K_g = (0{,}15 \dots 0{,}2)$ тошқин даврида;

$K_g = (0{,}2 \dots \dots 0{,}27)$ кам сув даврда

бу ерда η_b - чиқиш қисмида сувнинг тиниқланиш даражаси.

Сувни тозалаш коеффициентини қиймати қуйидаги боғлиқликка кўра бош тиндиргични лойқаланиш режимини ҳисоблаш ёки махсус дала кузатишлари маълумотларига кўра аниқланади:

$$\eta_b = \frac{\rho_0 - \rho_{чик}}{\rho};$$

бу ерда $\rho_{чик}$ - тиндиргичнингг чиқиш қисмидаги сувнинг лойқалиги.

Бош тиндиргичдаги лойқаланиш ҳажмини ҳисоблашда каналнинг кириш қисмидаги лойқалик (ρ_0) сув олиш қисмидаги дарёнинг лойқалигига тенг деб ҳисобланади. тиндиргичнинг чиқиш жойидаги ҳисобланган лойқалик ($\rho_{чик}$) каналнинг фойдали иш коэффициентига кўпайтирилади. , яъни.

$$\rho_{чиқ} = \rho_т \cdot K_c;$$

$\rho_т$-транзит тарзда ўтаётган лойқа оқизиқлар

$$K_c \cdot K_n \approx \eta \cdot \rho\ \% \approx \frac{0.4 \cdot 83}{100} \approx 0.33;$$

Қарши магистрал каналида олиб борилган дала тадқиқотлари натижаларига кўра, унинг ўтказувчанлигини баҳолаш асосида қуйидаги хулосаларга келиш мумкин:

Насос станцияларининг ишлаш режимини ҳисобга олган ҳолда, сув таъминоти каналининг узунлиги бўйлаб лойқа оқизиқларнинг чўкиш динамикасини аниқлаш усули ишлаб чиқилган. Натижада земснарядлар ва насос станцияларининг агрегатларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш мумкин бўлади.

КМК кириш каналига чўкинди оқимини камайтириш учун кириш қисмининг канал структурасини шундай реконструксия қилиш керакки,

дарёда оқимнинг айланишини яхшилаш орқали, лойқанинг асосий қисми билан оқава сув оқимини таъминлаш керак. оқим дарёнинг сув олиш иншоотидан пастга ёналтирилади ва унинг оқимининг бир қисми камроқ лойқа оқим билан каналга киради. Насос станцияларда иш шароитларини яхшилашда, каналнинг сув ўтказгиш қобилиятини ошириш мақсадида земснарядларни жойлаштиришнинг гидравлик схемаларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Базаров Д.Р., Д ХусаиновА.А, Норкулов Б.Э, Краснолобова Д., International academy journal Web of Scholar 2(20), Vol.1, Fevrary 2018,Warsaw, Poland, 00-773,Website: https://ws-conference.com/ стр.17-23
2. Муродов Н.Қ., М.Рўзиев., Ж.Шоназаров., Амударёнинг Қарши машина канали сув олиш иншооти жойлашган қисмида сув оқимининг гидравлик ва ўзаннинг морфологик параметрлари экспериментал тадқиқотлари. AGRO ILM №6 (95), 2023 ISSN 2091-5616, 58-62 b. Toshkent.
3. Муродов.Н.Қ. Деформацияланувчи дарё ўзанларида лойқа оқизиқлари ҳаракатининг имитация модели. AGRO ILM №2 (99), 2024 ISSN 2091-5616, 59-61 b. Toshkent.
4. Базаров Д.Р., Хидиров С.К., Норқулов Б., Мавлянова Д., Люценко Л. Математическое моделирование движения потока в сильно меандрирующих руслах и ее верификация// журнал“Ирригация ва мелиорация” и № 2, 2015 г. Т. 2015. с. 76-84 (05.00.00; № 22).
5. Мухамедов Я.С. Амударёдан Қарши магистрал каналига сув олиш. ва чўкиндиларга қарши кураш чоралари // "Россияда мелиоратсия фанининг 100 йиллиги ва Бутунроссия гидротехника ва мелиоратсия илмий-тадқиқот институтининг 85 йиллиги" Халқаро илмий-амалий конференция. А.Н. Костякова. (Москва. 2009 йил 24-25 ноябр) "-М.-2009;

УЎТ: 626.627

МЕТАЛЛ ҚУВУРЛАРНИНГ ИЧКИ ЮЗАСИНИ ЧЎКИНДИ, КОРРОЗИЯ ВА КИМЁВИЙ МОДДАЛАРДАН ХАНДАҚСИЗ ТОЗАЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Садиев Умиджон Абдусамадович
т.ф.ф.д. (PhD), катта илмий ходим,
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Рустамов Шохрух Тўлқин ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Наманган минтақавий маркази илмий ходим
Шониёзов Шаҳзод Абдусамат ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти
таянчт докторанти

Аннотация. Мазкур мақолада металл қувурларнинг ички юзасини механик тозалаш технологиясининг мақсади, усуллари, асбоб-ускуналари, амалиётдаги қўлланилиши ҳамда афзаллик ва камчиликлари таҳлил қилинган. Механик тозалаш қувур тизимларининг ишончлилиги ва узоқ муддатли хизматини таъминлашда муҳим ўрин тутади.

Калит сўзлар: қувур тозалаш, механик усул, гидродинамик усули, кимёвий усули, тозалаш қурилмалари, зангдан ҳимоя, тозалаш жараёни, биологик чўкинди, сув оқими.

Аннотация. В статье анализируются назначение, методы, оборудование, практическое применение, а также преимущества и недостатки технологии механической очистки внутренней поверхности металлических труб. Механическая очистка играет важную роль в обеспечении надежности и долговечности трубопроводных систем.

Ключевые слова: очистка труб, механический метод, гидродинамический метод, химический метод, очистные устройства, защита от ржавчины, процесс очистки, биологический осадок, поток воды.

Annotation: This article analyzes the purpose, methods, equipment, practical application and advantages and disadvantages of the technology of mechanical cleaning of the inner surface of metal pipes. Mechanical cleaning plays an important role in ensuring the reliability and long-term service of pipeline systems.

Key words: pipe cleaning, mechanical method, hydrodynamic method, chemical method, cleaning devices, rust protection, cleaning process, biological sediment, water flow.

Металл қувурлар, юқори босимли насос стансиялари, сув қувурлари тизимлар ва саноат инфратузилмаси учун зарур бўлган қувур тизимларининг асосий таркибий қисмларидир. Улар сув, газ, нефт, кимёвий моддалар ва бошқа суюқликларни ташиш учун ишлатилади.[1] Ушбу қувурлар кўпинча узоқ вақт давомида хизмат қилади ва турли механик, табиий ёки кимёвий таъсирларга дучор бўлади. Қувурларнинг ички юзасида коррозия, механик шикастланишлар ёки кимёвий реакциялар натижасида юзага келган ёриқлар, табиий тиқилишлар улар хавфсизлигини ва самарадорлигини пасайтиради. Қувурларни тўғри ишлатиш ва хавфсизликни таъминлаш учун уларни мунтазам равишда ички юзасини тозалаш зарур.

Маълумки, қувурларнинг ички юзаларидаги суюқлик ҳаракатини пасайтирувчи моддалар уларни алоҳида тозалашни талаб қилади. Шунингдек, қувурларни ишлатишда қисқа муддатли ва узоқ муддатли тозалаш технологиялари мавжуд. Ушбу мақолада, ҳандақсиз темир қувурларни ички юзасини тозалашнинг замонавий усуллари, материаллари ва технологиялари таҳлил қилинади. Сув таминоти тизимида темир қувурлардан фойдаланиш жараёнида уларнинг ўтказувчанлиги вақтлар ўтиши билан сезиларли даражада пасаяди.[2] Бунга сабаб:

- ташиладиган сув ва қувур линияси деворларининг материали ўртасидаги кимёвий реакция натижасида ҳосил бўлган занг ва чўкиндилар;
- биологик чўкиндилар (олтингугурт оксидловчи бактериялар);
- авариялар натижасида суғориш тизимининг иш режими ўзгарганда сув таркибидаги тўхтатилган заррачаларнинг чўкиндилари.

Юқорида қайд этилган қолдиқларни қувур линиясидан олиб ташлаш учун уни қайта тиклаш жараёнини бошлашдан олдин, қувурнинг техник ҳолатига, коррозия ва чўкиндиларнинг таркибига қараб ҳар хил тозалаш турлари қўлланилади.

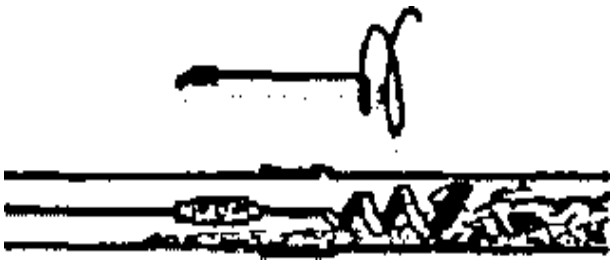
Қувурларни тозалашнинг мавжуд усулларини таҳлил қилиш. Қувур тармоқларини ишлатиш амалиётида уларни ифлослантирувчи моддалардан тозалашнинг қуйдаги усуллари мавжуд: 1) механик тозалаш усули; 2)гидродинамик тозалаш усули; 3) кимёвий тозалаш усули [3].

Қувурларни механик тозалаш, зич занг ва чўкиндиларни олиб ташлаш учун ишлатилади. Механик тозалашни амалга ошириш учун тўсиқларнинг хусусиятларини ва қувурларнинг тузилишини ҳисобга олган

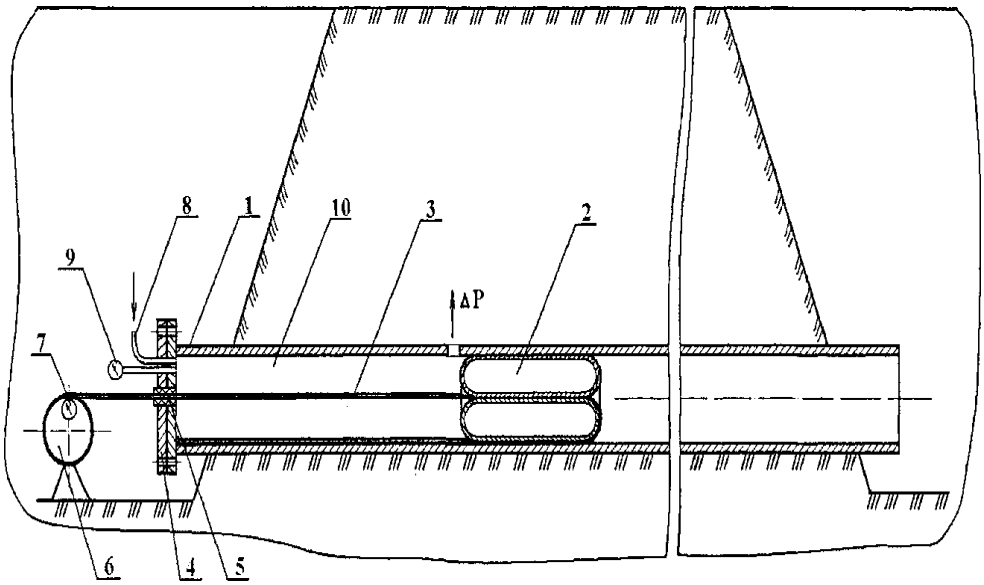
ҳолда ишлаб чиқилган махсус қурилмалар қўлланилади.[4] Бундай қурилмаларга қуйидагилар киради:

- Чўткалар ёрдамида тозалаш- қувур юзасидаги коррозияларни, чўкинди қолдиқларни ва бошқа кичик ифлослантирувчи моддаларни олиб ташлаш учун самарали.
- Каучук ваткалар - Каттароқ тўсиқларни олиб ташлаш, шунингдек тозалаш жараёнида қувур юзасига шикаст етказмайди.

Ушбу қурилмалардан фойдаланиш қувурларни чуқур ва сифатли тозалашни, уларни дастлабки ишлашига қайтаришни ва тизимнинг узлуксиз ишлашини таъминлайди. Диаметри 600 мм ва ундан ортиқ бўлган қувурлар анъанавий тозалаш усуллари унчалик самарали бўлмаслиги мумкин бўлган тарзда механик тозалашга дучор бўлади. Бундай ҳолларда ихтисослашган сим чўткалар ёки каучук қўшимчали "чўткалар" ёрдамга келади. Винҫ ёрдамида бу асбоблар қувур линиясининг бутун узунлиги бўйлаб тортилади, қийин қобиқларни ва каррозияларни методик ва самарали равишда олиб ташлайди.



1-расм. **Мослашувчан бошли қидирув шнуги-тупроқни, нозулларни, кабелни олиб ташлаш учун**



2-расм. **Қувурдаги нуқсоннинг жойлашишини аниқлаш усули**

1-ўрганилаётган қувур линияси; 2-тороидал қобиқ; 3-чексиз лента; 4-вилка; 5-мой муҳри; 6-барабан; 7-инқилоб ҳисоблагичи; 8-ишчи агентни этказиб бериш учун қувур;9-босим сенсори; 10-ишлайдиган агент.

Кичик юмшоқ, лойли ёки қумли қолдиқларни олиб ташлаш учун чўтка тозалагичдан фойдаланилади (эластик пўлат симдан ясалган чўтка). Узунлиги ва диаметри кичик бўлган қувур линияларининг тўғри участкаларини махсус пўлат чўткалар билан бажариш тавсия этилади (1-расм), унга юпқа мослашувчан сим бириктирилган.

Механик қувурларни тозалаш эски, узоқ умр кўрган коммуникациялар ва нуқсонли қувурларни тозалашда кенг қўлланилади, бу ерда босим остида сув билан ювиш қатъиян ман этилади [5].

Каучук ваткалар билан биргаликда бу қурилмалар трубанинг бир учидан иккинчисига ўтиб, чуқур ва бир хил тозалашни таъминлайди. Ушбу жараён тугагандан сўнг ва реабилитация ишларидан олдин қувур линиясини тўкиш керак бўлса, кўпикли ватка ишлатилади. У қувур орқали, биринчи навбатда компрессор орқали тортилади, у қувурнинг бир учидан ҳавони босим остида хайдайди, қувурнинг ички қисмини самарали ва тез қуритади [6].

3-расм. **Спираллар асосида ишлайдиган механик қурилмалар**

Спираллар ёки новдалар асосида ишлайдиган механик қурилмалар кўпинча қувур тармоқларини фавқулодда ва профилактик тозалаш учун, шунингдек, телекамера текширувини ўтказишдан олдин ишлатилади. Қувурларни кейинги реабилитация қилиш учун самарали тайёрлаш учун махсус чўткалар қўлланилади, улар винç ёрдамида тизим орқали тортилади. Ушбу асбоблар тозаланаётган қувур диаметрига қараб танланади.

Ушбу тозалаш усулининг асосий афзалликлари қуйидагилардан иборат:

- дастлабки тайёргарликни қисқартириш;
- процедуранинг экологик хавфсизлиги.

Қувурларни гидродинамик тозалаш.

Кейинги пайтларда гидравлик усуллар қаторида қувурларни гидродинамик тозалаш усули кенг тарқалди.

Қувурларни гидродинамик тозалаш технологияси юқори тезликдаги сув оқимлари ёрдамида каррозияларни ва чўкиндиларни йўқ қилишдан иборат. Қурилмалар тўплами юқори босимли насосдан (100 МПа гача), шланг ва махсус нозулдан иборат бўлиб, у оқимларни ҳосил қилади ва уларни тозаланадиган сиртга йўналтиради, шунингдек, ўз ҳаракати учун реактив кучни яратади. Улар турли диаметрли ва турли қатлам қалинлигидаги қувурларда ишлайди. Бошқа турдаги тузилмалар ҳам қўлланилади, масалан, манжетли қувурларни тозалаш асбоблари, улар қувур линиясининг кесишиши 60% гача ўсиб чиққанда бир ўтишда сифатли тозалашни таъминлайди. Снарядниng тозаланаётган қувур линияси бўйлаб тезлиги 0,5 - 1,1 м/с. [5, 7].

Гидродинамик усуллар энг истиқболли ҳисобланади. Сиртни тозалашнинг маҳсулдорлиги ва самарадорлиги пневматик қум билан тозалаш усулига қараганда юқори, чанг умуман йўқ ва портлаш ва ёнғин хавфли шароитларда ишлаш мумкин. Бу ишлар фақат ижобий ҳароратларда амалга оширилади. Пўлат конструкцияларни эски бўёқ ва каррозиялардан тозалашда, шунингдек, нефть маҳсулотлари билан кучли ифлосланган юзаларни ювишда энг катта таъсирга иш босими 20-50 МПа ва сув оқими 10-30 л / мин бўлган қурилмалардан фойдаланиш орқали эришилади. 35-50 МПа босим остида тўғридан-тўғри реактив нозуллардан фойдаланиш битум қопламаларини эҳтиёткорлик билан ва тезда олиб ташлаш имконини беради. Бундай хусусиятларга эга қурилмалар газ компрессор станцияларида йирик нефть омборлари ва қувурларни тозалаш учун ишлатилади.

Сувнинг тозалаш хусусиятларини гидротегирмон ёрдамида 30-50% га ва оқимга абразивни киритиш орқали 50-100% га ошириш мумкин. Гидротегирмон сувнинг кесиш хусусиятларини амалга оширади ва бўёқ ва лак қопламаларини, қолдиқ ёғларни, битумни, сақловчи мойлаш

материалларини ва бошқаларни катта сиртлардан тезда олиб ташлашга имкон беради [8, 10].

Юқори босимли гидрожет. (70-170 МПа) кўпчилик бўёқлар ва коррозия маҳсулотларини олиб ташлаш имконини беради. Магнетитлар (қора оксидлар) ва маҳкам ёпишган бактериялар қолиши мумкин, гарчи уларни бироз қийинчилик билан олиб ташлаш имкони бор.

Ўртача босим остида (35-70 МПа) гидротозалаш бўшашган бўёқ, занг ва кирни олиб ташлаш имконини беради. Аммо қора темир оксиди (магнетит) қолади. Бир хил сиртни олиш мумкин эмас.

Паст босим остида гидротозалаш (35 МПа гача) тузларни, чўкиндиларни ва бўёқларни тозалаш имконини беради. Асосан бу сиртни ювиш, Абразив ёрдамида.

Ҳозирги вақтда ушбу технологиялар тозалаш ва сиртни тайёрлаш ишларини тез, самарали ва хавфсиз бажариш зарур бўлган жойларда фаол қўлланилади. Бундай ускуналар кўп функцияли бўлиб, турли соҳаларда кенг кўламли ишларни бажаришга имкон беради [9]. Бўяшдан олдин сиртни тайёрлаш жараёнида қуйидаги иш турларини бажариш мумкин:

- чангсиз, металл юзасидан коррозияни ёнғинга қарши олиб ташлаш;
- дарё ва денгиз кемаларини тозалаш, қопламага тайёрлаш;
- металл юзалардаги ҳар қандай қопламалар ва чўкиндиларни ювиш (масалан, газ қувурларининг ички юзасидан асфальт-қатронли парафинларни ишлагандан сўнг ёки битум билан ифлослантирувчи моддаларни олиб ташлаш);
- турли диаметрли ва конфигурациядаги қувурлар ва манифолдларни ички ва ташқи тозалаш.

Юқори ва ўта юқори босимли қурилмалар юқори босимли сув оқими технологияларига асосланган юқори самарали, экологик тоза ва энергия тежайдиган ускуналардир. Металл сиртни юқори ва ўта юқори босимли сув оқимлари билан тозалаш металлнинг тузилишига зарар этказмайди.

Юқори ёки ўта юқори босимли сув оқимининг сиртга таъсирини қуйидагиларга бўлиш мумкин:

- гидравлик (бир ёки бошқа шаклдаги сувнинг бир хил оқими);
- гидродинамик (сув оқимининг эр юзасига динамик таъсири);
- сув оқими (аралаш сув оқими ва абразив).

Кимёвий тозалаш. Бу ҳар ким фойдаланиши мумкин бўлган энг оддий усул. Тозалаш учун кукунлар, донадор формулалар ёки суюқликлар

шаклида сотиладиган махсус маҳсулотлар қўлланилади. Улар одатда гидроксиди ва кислоталарга асосланган бўлиб, улар пластик қувурлардаги чўкиндиларни самарали коррозияга олиб келади, лекин пластмассага салбий таъсир кўрсатмаслиги керак. Пластик қувурлар билан фойдаланиш учун тасдиқланган кимёвий тозалаш воситаларини танлаш муҳимдир. Бундай препаратлар билан ишлашда хавфсизлик талабларига риоя қилиш керак, чунки композициянинг терига ёки кўзларга тегиши кучли кимёвий куйишга олиб келиши мумкин. Шунинг учун тозалашни резина қўлқоп билан бажариш тавсия этилади [3, 4].

Маҳсулотни канализация дренажига қуйиш керак. Шундан сўнг, бир мунча вақт ўтгач (ишлаб чиқарувчининг кўрсатмаларига қараб) кучли сув оқими дренажга йўналтирилади.

Пластик қувурлар учун кимёвий тозалаш воситаларининг уй аналоги сода ва цирка аралашмасидир. Дренаж тешигига 4-5 ош қошиқ оддий сода қуйишингиз керак. Шундан сўнг, унга тахминан 100 грамм цирка қуйилади. 10-15 дақиқадан сўнг дренажни иссиқ сувнинг кучли оқими билан ювиш керак.

Металл қувурларни кимёвий тозалашда қувурга тасир кўрсатаётган каррозия ва биологик бактерияларни таркибини ўрганиш керак. Шундан сўнг кимёвий модда танлаб олинади. Танлаб олинган модда қувур ички юзаси бўйлаб сепиб чиқилади. Малум вақт ўтгач у зарарли моддалар билан реаксияга киришади. Шундан сўнг босим остида сув юборилиб ювиб ташланади [1, 2].

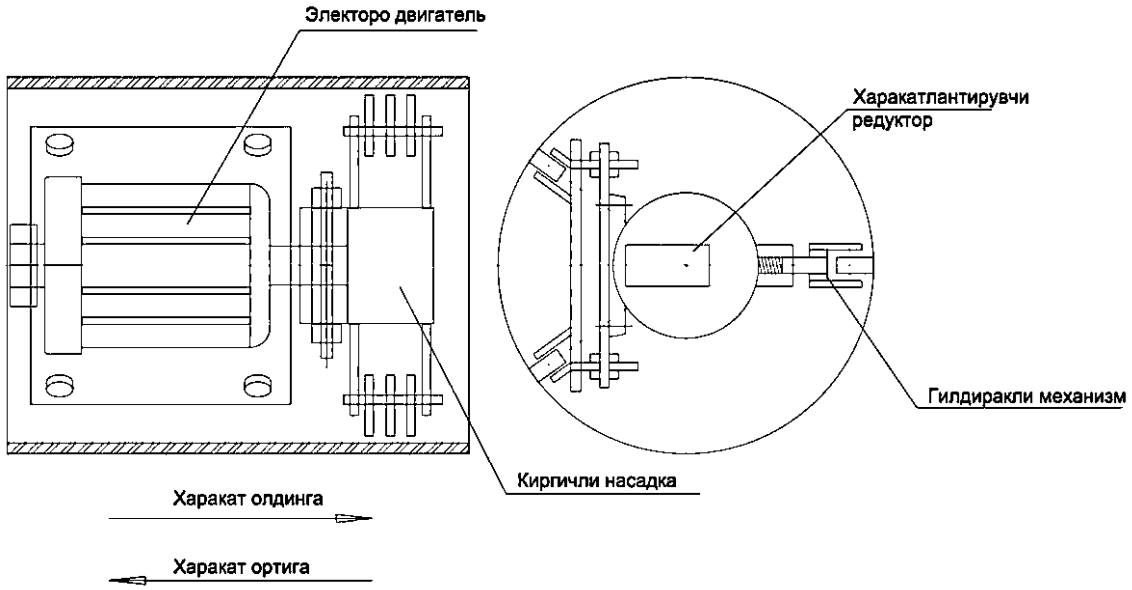
Тозалаш тўрт босқичда амалга оширилади:

1. қувур линияси тизимидан сувни олиб ташланг (сиз пистондан фойдаланишингиз мумкин);
2. дренажга кимёвий тўкиб ташланг ёки қуйинг;
3. кутинг (вақт кўрсатмаларда кўрсатилган);
4. кранни очинг, қувур линиясини ювинг.

Усул қулай, аммо муҳим фикрлар мавжуд. Биринчидан: бу усулга тез-тез мурожаат қила олмайсиз. Қувурларни тозалаш воситаларида мавжуд бўлган натрий агрессивдир ва металл ва пластмассани коррозияга олиб келади. Агар сиз уни мунтазам равишда ишлатсангиз, тармоққа зарар етказилади.

Биз ишлаб чиққан қурилма қувур ички юзасини механик тозалаб қувурнинг ишлаш муддатини оширувчи қопламалар қоплашга тайёрлаб беради.

Қурилма масофадан бошқарилувчи бўлиб электропульт тугмалари орқали бошкарилади. Қурилма кувур ичида олдинга ва орқага ҳаракатланишини элекропулт орқали бошқарилади. Ҳаракат йўналишини электропултда жойлашган тумблерлар орқали амалга оширилади. Электропулт орқали яна ҳаракат тури қисқа ёки давомий узоқ вақтли давом этишини бошқариш ҳам мумкин. Электропултда қурилмани ҳаракатлантирувчи тугмачалар мавжуд бўлиб ҳар бири бармоклар ёрдамидада бирин кетин амалга оширилади. Қурилма 380 в электр токда ишлайди. Уни ҳаракатга келтириш учун аввал электропультдан ток элэктр двигателга юборилади. Натижада электродвигател ток кучини механик ҳаракатга айлантириб беради.



4-расм. **Металл қувурларнинг ички юзасини механик тозалаш технологияси схемаси**

Электродвигател ҳаракатни редукторга узатади. Редуктор айланиш ҳаракатлар сонини 52 марта пасайтириб беради. Редуктордан ҳаракат-лантирувчи роликларга занжирли узатма ёрдамида ҳаракат юборилади. Айланиш ҳаракати занжирли узатмада ҳам 2 марта пасайтириб берилади. Ҳаракатлантирувчи ғилдиракдаги звёздочканинг тишлари сони редукторга махкамланган чарх тишларидан икки баробар кўп. Редуктордаги звёздочканинг тишлари сони 12 тали бўлиб икки баробар камлиги ҳисобига ғилдиракдаги айланишлар сони редуктор звёздочканинг айланишидан икки

баробар кам. Электродвигателда ҳосил бўлган механик ҳаракат қурилмани ҳаракатга келтиргунига қадар яъни электродвигателда ҳосил бўлган айланиш ҳаракати қурилма ғилдирагига узатилгунига кадар айланишлар сони 104 мартага ҳаракат пасаяди [8], [10].

5-расм. **Металл қувурларнинг механик тозалаш технологияси**

Электродвигател бир минутда 2800 марта айланади. Редуктор электродвигателнинг айланма ҳаракатини 52 марта камайтириши натижасида бир 53,8 айл/мин марта айланади. Занжирли узатма ҳам айланиш ҳаракатини икки марта камайтириб бериши натижасида ролик 1 минутда 27 марта айланади. Ғилдираклар 1 минутда 27 марта айланиши натижасида қурилма 1 минутда 10 метр масофага боради ёки кайтади. Шу билан бирга ыурилма насатка ыисмида сим чутка ҳам 1 минутда қувур ички юзаси бўйлаб 2800 марта айланиб қувурни тозалайди [9].

Бу қурилма асосан катта диаметрли (500мм дан катта) бўлган юқори босимда ишловчи металл кувурларни тозалаш ва қайта тамирлашга мослашган. Кувурлар диаметри ўзгарса қурилма ҳам ўша кувурлар диаметрига мослаб ҳаракат тартибини ва улчамларини ишлаб чикарилиши жараёнида узгартирилади.

Афзалликлар: Технологик жиҳатдан самарали ва тезкор; Кимёвий моддалар талаб қилмайди; Қувурдаги оқимни тўлиқ тиклайди; Экологик хавфсиз.

Камчиликлар: Узун ва тор қувурларда тозалаш мураккаблашиши мумкин; Қурилмаларни нотўғри танлаш самарадорликни пасайтиради; Айрим ҳолатларда 100% тозаликка эришиш учун қайта тозалаш талаб қилинади.

Хулоса. Металл қувурларнинг ички юзасини механик тозалаш - бу фақатгина профилактик хизмат эмас, балки тизим самарадорлигини узоқ муддат сақлаб қолишнинг муҳим воситасидир. Ушбу технологиянинг тўғри ва мақсадли қўлланилиши энергетик ресурсларни тежайди, хавфсизликни оширади ва қувур тизимларининг ишончлилигини таъминлайди. Ирригация сув таъминоти тармоқларида механик тозалашнинг ролини янада ошириш учун инновацион қурилмалар ва автоматлаштирилган назорат тизимлари жорий этиш муҳим аҳамият касб этади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. И.Н.Сидоров. “Инженерлик коммуникацияларини эксплуатация қилиш”, Москва, 2015.

2. А.А.Рахматов. “Қувурлар техник хизмат кўрсатиш технологияси”, Тошкент, 2019.

3. Храменков С.В., Примин О.Г. Регламент эксплуатации водопроводной сети г. Москвы. – М.: Миклош, 2007.

4. Journal of Pipeline Engineering, Vol. 24, Issue 3, 2022.

5. Ж.Ж.Нарзиев, У.Р.Кдирбаев – Ирригация каналларида сув сарфини ростлаш // Хоразм Маъмун академияси ахборотномаси, Хива, 2024. №5/1 310-312 с.

6. Орлов В.А., Зоткин С.П., Коблова Е.В. / Математическое и информационное сопровождение гидравлических экспериментов на трубопроводах // Вестник МГСУ, 2013, № 5, С. 214-219.

7. Орлов В.А., Шлычков Д.И., Коблова Е.В. / Сравнение методов бестраншейной реновации трубопроводов в сфере энергосбережения // Журнал Водоснабжение и канализация, 2011, № 1-2, с. 84-88.

8. У.Р.Кдирбаев, И.П.Каюпов, Д.М.Жангабаев, Ж.Қ.Кутлимуротов, Ё.Я.Турдибаев – Тошсақа каналининг эксплуатация жараёнидаги мавжуд фойдали иш коэффициентини аниқлаш // Хоразм Маъмун академияси ахборотномаси, Хива, 2024. №9/1.

9. А. Фатхуллаев, З. Ибрагимова, Ф. Каттақулов, Б. Норқулов – «Сув ресурслари» фанидан амалий машғулотларни ўтиш бўйича методик қўлланма // Тошкент ирригация ва мелиорация институти, Тошкент, 2010. С. 91

10. Нарзиев Ж.Ж., Гаппаров Ф.А., Аманов Б. Ирригация каналлари сувидан фойдаланишнинг самарадорлигини ошириш. Агро илм журнали - Тошкент 2020 №2 (65) б.86-87

УДК: 621.313.528

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПО УПРАВЛЕНИЮ ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ

Уразкелдиев Абдувохид Бахтёрович
к.с.х.н., с.н.с.,
Научно-исследовательский институт ирригации и водных
Гловацкий Олег Яковлович
д.т.н., профессор,
Научно-исследовательский институт ирригации и водных
Дусматов Равшан
PhD, с.н.с.,
Научно-исследовательский институт ирригации и водных

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotlar energiya resurslarini boshqarish uchun sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy etish uchun qulay shart-sharoitlarni yaratish, suvni ko'tarish mashinalari tizimlarining energiya samaradorligini optimallashtirish va qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish maqsadida o'tkazildi. Gidroenergetikani modernizatsiya qilishda katta muammolar turibdi, chunki katta va o'rta quvvatdagi ko'plab ishlaydigan nasos stansiyalarida nasos va quvvat uskunalari o'z maqsadiga erishgan va ularni almashtirish kerak. Kanatli nasoslar Amu-Zang, Amu-Buxor va Qarshi kanallarining noyob kaskadlarida ishlaydi va 21-asr boshidan buyon muvaffaqiyatli modernizatsiya qilindi. Mualliflar bir nechta manbalar samaradorligining mezon qiymatlarini aniqlash muammosini hal qiladilar: quyosh va shamol energiyasi suv oqimlarining gidravlik energiyasi bilan birgalikda.

Kalit so‘zlar: sun'iy intellekt texnologiyalari, energiyani boshqarish, energiya samaradorligi, nasos stantsiyalari, qayta tiklanadigan energiya manbalari, gidro-shamol nasos agregati.

Аннотация. Настоящие исследования проводились с целью создания благоприятных условий для внедрения технологий искусственного интеллекта по управлению энергоресурсами, оптимизации энергоэффективности эксплуатации систем машинного водоподъёма, использования возобновляемых источников энергии. Большие задачи по модернизации стоят перед гидроэнергетикой, поскольку на многих действующих насосных станциях большой и средней мощности насосно-энергетическое оборудование отслужило свой срок и нуждается в замене. Лопастные насосы работают на уникальных каскадах Аму-зангского,

Амубухарского, Каршинского каналах и успешно модернизируются с начала XXI века. Авторами решается задача определения критериальных значений эффективности нескольких источников: солнечной, ветровой энергии в комбинации с гидравлической энергией водотоков.

Ключевые слова: технологии искусственного интеллекта, управление энергоресурсами, энергоэффективность, насосные станции, возобновляемые источники энергии, гидроветронасосная установка.

Annotation. These studies were conducted with the aim of creating favorable conditions for the implementation of artificial intelligence technologies for energy resource management, optimizing the energy efficiency of the operation of machine water lifting systems, and using renewable energy sources. Hydropower faces major modernization challenges, since at many operating pumping stations of large and medium capacity, the pumping and power equipment has served its purpose and needs to be replaced. Vane pumps operate on the unique cascades of the Amu-Zang, Amu-Bukhar, and Karshi canals and have been successfully modernized since the beginning of the 21st century. The authors solve the problem of determining the criterion values of the efficiency of several sources: solar and wind energy in combination with the hydraulic energy of watercourses.

Key words: artificial intelligence technologies, energy management, energy efficiency, pumping stations, renewable energy sources, hydro-wind pumping unit.

Введение. В целях создания благоприятных условий для внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ), достижения вхождения страны в ряд ведущих государств мира, применяющих технологии искусственного интеллекта по Постановлению Президента РУз утверждена стратегия развития технологий искусственного интеллекта до 2030 года, предусматривающую доведение объема созданных программных продуктов и оказываемых услуг на основе искусственного интеллекта до 1,5 млрд долларов США, в сфере энергетики управление энергоресурсами, оптимизацию производства и распределения энергии, развитие использования возобновляемых источников энергии и прогнозирование спроса на них [1].

Интеллектуальная энергетическая система, или "Smart Grid", представляет собой автоматизированную систему, в которой используются цифровые и другие передовые технологии для эффективного управления энергетическими потоками. Основная цель таких систем – оптимизировать производство, передачу, распределение и потребление электроэнергии, а также повысить надежность и устойчивость энергосистем.

В настоящее время встает все больше проблем, связанных с качественным и количественным обеспечением электроэнергией на основе эффективных решений основных задач по минимизации затрат на производство и передачу энергии, использование в процессе производства энергии возобновляемых ресурсов и энергоэффективности систем машинного водоподъёма (СМВ).

Интеллектуальные энергосистемы (Smart Grid) – это автоматизированная система, самостоятельно отслеживающая и распределяющая потоки электричества для достижения максимальной эффективности использования энергии. Использование современные информационных и коммуникационных технологий, позволяет взаимодействовать оборудованию сети Smart Grid друг с другом, образуя единую интеллектуальную систему энергоснабжения. Собранная с оборудования информация анализируется, а результаты анализа помогают оптимизировать использование электроэнергии, снизить затраты, увеличить надежность и эффективность энергосистем [2].

Основой интеллектуальной сети являются информационно-коммуникационные технологии. Предпосылками для образования таких сетей являются следующие технологии: системы скоординированного управления автоматизации и контроля ИИ. Интеграция системы управления с операционными устройствами для обеспечения работы Smart Grid, энергосистема должна иметь программное обеспечение, созданное на основе методов ИИ. Интеллектуальный учёт позволяет осуществлять передачу данных о количестве потреблённой электроэнергии в режиме реального времени и особенно в часы максимальных нагрузок. Интеллектуальные счетчики электроэнергии позволяют оценивать расход энергии и передавать данные оператору и потребителю по сотовой связи, Wi-Fi и другим беспроводным каналам связи. Интеллектуальные счетчики позволяют обнаруживать потери энергии, облегчая поиск и устранение дефектов системы [3].

Управление приборами учёта на расстоянии, позволит энергетическим компаниям увеличить эффективность управления с подключением к интеллектуальной сети всего оборудования. Интеллектуальная IP-сеть во многом решает вопросы информационной безопасности и энергосбережения в целом.

В настоящее время Smart Grid эффективно применяются за рубежом. В некоторых штатах США проводились исследования по вводу «интеллектуальных» сетей. В результате снизились пиковые нагрузки на электросеть в среднем на 10%.

Интенсивность инвестиций Китая в интеллектуальную энергетику позволяет экспертам прогнозировать, что в ближайшее десятилетие КНР выйдет в лидеры по темпам роста рынка компонентов Smart Grid. При нынешней динамике развития этого сегмента прогнозируется, что он достигнет уровня среднегодового роста в 6-8% и обойдет США. В результате Китай может выйти на передовые позиции и стать мировым лидером на рынке Smart Grid [2, 4].

Основную роль в разработке новых технологий эксплуатации насосных станций (НС) играет энергетическая составляющая. Они разработаны на основании результатов большого числа произведенных авторами испытаний узлов насосов и эксплуатационных обследований ирригационных НС в Узбекистане. Энергетическая оценка проведена одновременно с гидротехнической с определением мощности на валу насоса и удельной энергоемкости на номинальном и оптимальном режимах насосных станций. Установлена целесообразность применения частотно-регулируемого асинхронного электропривода для работы центробежных насосов.

Внедрение интеллектуальной энергосистемы в нашей стране связано с технологическими решениями по развитию альтернативных источников энергии, разработкой моделей и алгоритмов функционирования энергосистемы на основе методов ИИ.

Результаты исследования и их обсуждение. Энергоэффективность в значительной мере зависит от величины манометрического напора с учётом гидравлических потерь в проточной части насоса и КПД насоса. Для оценки потребления энергии при перекачке воды при применении выбранных систем управления к перекачивающим операциям определяется общая зависимость для удельного потребления энергии э перекачки

$$э = \frac{1}{367}\frac{H}{Q_{НС}}\sum_{i=1}^{k}\frac{Q_i}{\eta_i}; \quad (1)$$

На основе уравнения (1), определяющего удельные затраты энергии э на перекачку воды, могут быть разработаны зависимости для определения удельных затрат энергии для выбранных систем управления НС.

Характеристика $Q_{НС}$ изменяется в зависимости от количества работающих насосов. Значения напора H_{max} и H_{min} при средних значениях H_c и Q_c определяют диапазон изменения расхода агрегатов от Q_{max} до Q_{min}. Каскадное управление заключается в переключении насосов НС в зависимости от заданных значений подачи Q и максимального и минимального напора H_{max}, H_{min} (рис. 1).

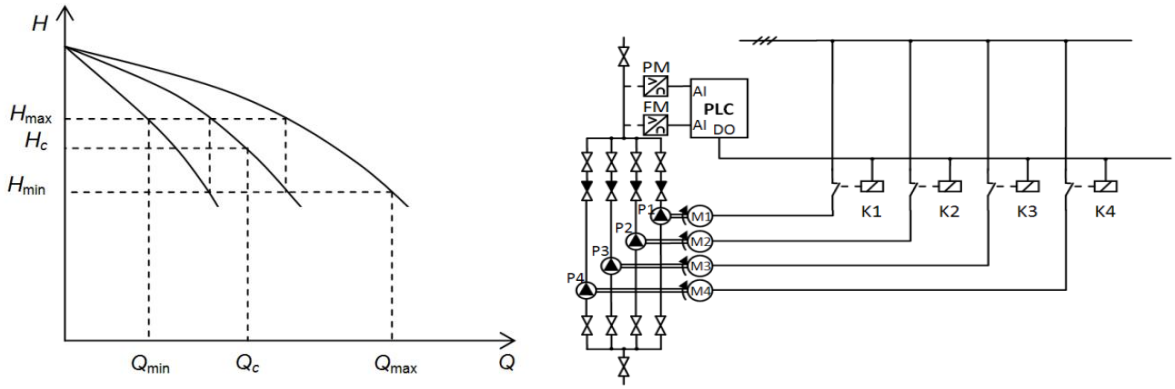


Рис. 1. **Система каскадного управления НС**

Единица расхода энергии $э_к$ при каскадном регулировании составляет

$$э_к = \frac{1}{367}\frac{H}{\eta_i(Q_i, H)}; \quad (2)$$

В формуле (2) определяется потребление энергии при перекачке воды НС, где применяется однoприводное управление [4]. Управление с частотным преобразователем (ПЧ) заключается в эксплуатации насоса, двигатель которого питается от ПЧ. Такой насос работает с переменной скоростью вращения, что стабилизирует давление около заданного напора $Н_{ПЧ}$ (рис. 2).

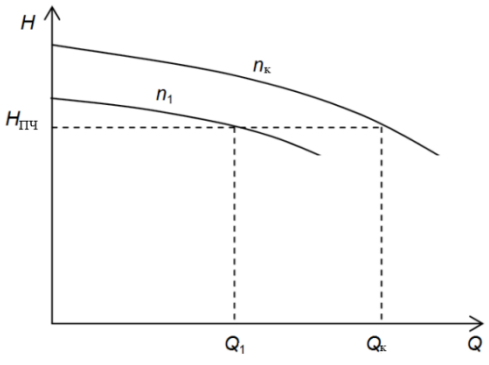


Рис. 2. **Система управления насосов с ПЧ**

Напор насоса $H_{ПЧ}$ изменяется пропорционально квадрату частоты вращения n_i

$$\frac{H_{\text{ПЧ}}}{\text{H}_1} = \left(\frac{n_i}{n_k}\right)^2; \qquad (3)$$

Для определения максимального КПД η_i i-го насоса, работающего с переменной частотой вращения $n_{\text{ПЧ}}$, используется метод эксплуатации с переменной частотой вращения, которая приводит к изменению его подачи Q_i и напора H, с подачей Q_1 при номинальной частоте вращения n_i и напоре насоса H_1 (рис. 3).

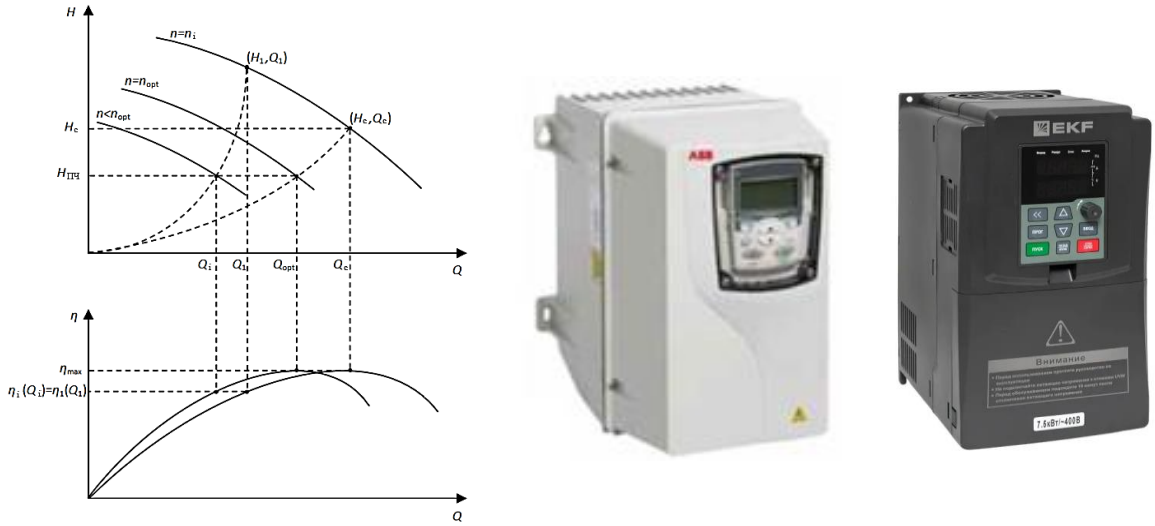


Рис. 3. **График алгоритма определения эффективности насоса с ПЧ**

На основе натурных исследований и разработки новых эколого - и ресурсосберегающих технологий эксплуатации ирригационных НС авторами решается задача определения критериальных значений этих технологий на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Эффективность использования ВИЭ намного увеличивается, если в системе будут задействованы несколько источников: солнечная, ветровая энергия в комбинации с гидравлической энергией водотоков [5]. Такие системы с установками, например гидравлическая (ГЭУ) и ветровая (ВЭУ) называют комбинированными или гибридными системами. Для повышения надежности комбинированных энергоустановок (КЭУ) решается задача определения выбора мощности и надежности каждого типа источников.

В общем случае для каждого повторяющегося периода времени или цикла нагрузки τ должно выполняться уравнение баланса энергии (рис.4).

$$\sum_{i=1}^{n}(P_{Ci} + P_{Bi} - P_{Hi})\Delta\tau_{Hi} = 0; \qquad (4)$$

где P_{Hi}-мощность нагрузки за время $\Delta\tau_{Hi}$, i-номер и n - число периодов времени в цикле τ с различными нагрузками, соответственно, P_{Ci}, P_{Bi}-мощности, выдаваемые ГЭУ и ВЭУ в эти периоды времени (они могут быть меньше их действительных мощностей).

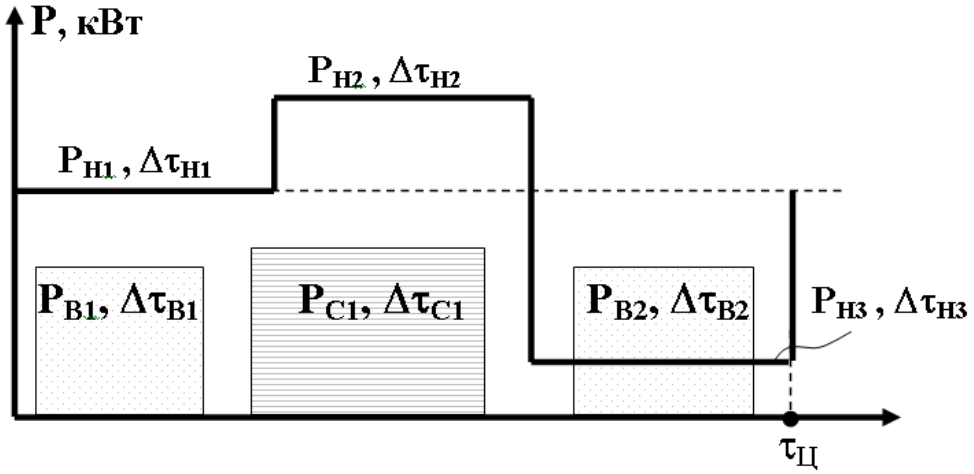


Рис. 4. **Графики потребления (нагрузки) и выработки энергии в КЭУ**

В настоящее время авторами используются несколько принципиальных способов применения ВИЭ на НС. Гидроветронасосные установки используют энергию ветра и воды, которая улавливается ветроколесом, превращая кинетическую энергию ветра в механическую. Энергия преобразовывается в электрическую, которую можно использовать для привода электрофицированных насосов НС или других целей (рис.5).

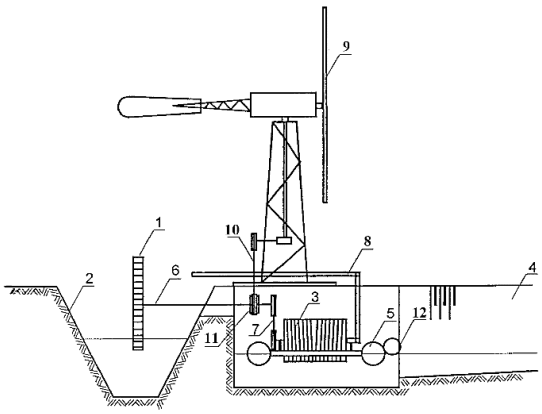


Рис. 5. **Гидроветронасосная установка с размещением ее в канале**

На рис. 5 представлен общий вид установки. Водоподъемная установка содержит приводное устройство 1 в виде лопастного колеса,

размещенного в канале 2. Рабочий орган 3 размещен в канале 4 на понтоне 5. Приводное устройство 1 и рабочий орган 3 связаны друг с другом посредством вала 6 и кинематической связи, например, клиноременной передачи 7. За каждый оборот рабочего органа захватываются четыре порции воды, которые, согласно винтовому движению, последовательно перемещаются по спиральным виткам трубы к напорному трубопроводу 8. При наличии ветра достаточной скорости и силы его энергия улавливается ветродвигателем 9, преобразуется в механическую и посредством клиноременной передачи 10 передается на муфту 11. Муфта 11 осуществляет автоматическое сопряжение привода рабочего органа 3 от приводного устройства 1 и ветродвигателя 9 путем сложения крутящих моментов.

Оптимизация параметров подобных систем рассматривается как одна из главных задач, решение которой повышает эффективность установки. Разработанные методы дали возможность, используя приемы направленного многовариантного перебора, применительно к установкам малой мощности определить их параметры для разных условий применения на НС.

Выводы.

1. В настоящее время назрела необходимость рассмотрения научно-методической стороны проблемы технологий искусственного интеллекта по управлению энергоресурсами, определения задач энергоэффективности ее структуры в развитии динамики оптимизации характеристик оборудования НС.

2. На основе анализа основных направлений повышения энергетической эффективности насосных установок установлено, что оно наиболее эффективно реализовывается применением частотно-регулируемого электропривода.

3. Авторами решается задача определения критериальных значений ресурсосберегающих технологий эксплуатации ирригационных НС на базе ВИЭ. Основные преимущества гидроветронасосных установок - упрощенная конструкция и повышенный КПД привода.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Постановление Президента Республики Узбекистан, от 14.10.2024 г. № ПП-358 «Об утверждении Стратегии развития технологий искусственного интеллекта до 2030 года»

2. Михеев Е.А., Семенова Н.Г. Интеллектуальная энергосистема // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 3-1.; URL: https://eduherald.ru/ru/article/view?id=12027

3. Т.Ш.Амхаев и др. Improving the quality of electricity by introducing smart grids // Вестник ГГНТУ DOI:10.34708/GSTOU.2022.77.59.001

4. Ф.Носиров, О.Гловацкий, Р.Дусматов, Г.Азизова. Инновационные методы повышения энергоэффективности насосной установки // Журнал Проблемы энерго - и ресурсосбережения. №86, 2024 с.158-164.

5. O.Ya.Glovatskii, R.R.Ergashev, F.A.Bekchanov, Sh.M.Sharipov Hybrid installations in pumping stations based on the use of renewable energy sources // Geliotekhnika, 2012, No. 4, pp. 39–42.

УДК: 626.83.004.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Эргашев Рустам
д.т.н., профессор, Национальный исследовательский университет "ТИИИМСХ"
Бекчанов Фахриддин
PhD, с.н.с. Национальный исследовательский университет "ТИИИМСХ"
Насырова Наира
базовый докторант, НИИ ирригации и водных проблем
Азизова Гулноза
базовый докторант, НИИ ирригации и водных проблем
Саидова Нигина
базовый докторант, НИИ ирригации и водных проблем

Аннотация. Настоящие исследования проводились с целью изучения методов управления характеристик напорных трубопроводов и их гидравлических параметров. Это является наиболее актуальной задачей эксплуатации насосных станций, которая обеспечивает минимальные затраты энергоресурсов. Для повышения эффективности эксплуатации напорных трубопроводов решены задачи экспериментальной проверки возможности применения эмпирических зависимостей для расчета характеристик напорных трубопроводов, предупреждения чрезвычайных ситуаций, защиты окружающей среды на основе снижения аварийности и повышения ресурса работы. Натурными исследованиями определены фактические гидравлические параметры и полная энергия в трубопроводах насосных станций при различных эксплуатационных вариантах. Наиболее значимые режимы, влияющие на появление гидравлического удара, являются пуск и остановка дополнительного насосного оборудования в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: напорный трубопровод, насосные станции, натурные исследования, гидравлические параметры, энергоэффективность, газожидкостные смеси.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot bosimli quvurlarning xususiyatlarini va ularning gidravlik parametrlarini nazorat qilish usullarini o'rganish maqsadida olib borildi. Bu nasos stantsiyalarini ishlatishning eng dolzarb vazifasi bo'lib, u minimal energiya sarfini ta'minlaydi. Bosimli quvurlardan foydalanish samaradorligini oshirish uchun bosimli quvurlarning xususiyatlarini hisoblash, favqulodda vaziyatlarning oldini olish, avariyalarni kamaytirish va xizmat muddatini ko'paytirish asosida atrof-muhitni muhofaza qilish uchun empirik

bog'liqliklardan foydalanish imkoniyatlarini eksperimental tekshirish muammolari hal qilindi. Dala tadqiqotlari turli xil ish sharoitlarida nasos stantsiyalarining quvurlaridagi haqiqiy gidravlik parametrlarni va umumiy energiyani aniqladi. Shlangi shokning paydo bo'lishiga ta'sir qiluvchi eng muhim rejimlar ish paytida qo'shimcha nasos uskunasini ishga tushirish va o'chirishdir.

Kalit so‘zlar: bosimli quvur liniyasi, nasos stantsiyalari, dala tadqiqotlari, gidravlik parametrlar, energiya samaradorligi, gaz-suyuqlik aralashmalari.

Abstract. The present research was conducted with the aim of studying the methods of control of the characteristics of pressure pipelines and their hydraulic parameters. This is the most urgent task of operation of pumping stations, which ensures minimal energy consumption. In order to increase the efficiency of operation of pressure pipelines, the problems of experimental verification of the possibility of using empirical dependencies for calculating the characteristics of pressure pipelines, preventing emergency situations, protecting the environment based on reducing accidents and increasing the service life have been solved. Field studies have determined the actual hydraulic parameters and total energy in the pipelines of pumping stations under various operating conditions. The most significant modes influencing the occurrence of hydraulic shock are the start-up and shutdown of additional pumping equipment during operation.

Key words: pressure pipeline, pumping stations, field studies, hydraulic parameters, energy efficiency, gas-liquid mixtures.

Введение. В Постановлениях Президента Республики Узбекистан и Кабинета Министров РУз в целях дальнейшего совершенствования системы управления водными ресурсами и эксплуатации водохозяйственных объектов определены приоритетные направления по обеспечению эффективности реализации проектов ирригации и мелиорации, а также развития науки в данной сфере [1]. Один из принципов управления водными ресурсами решение проблем является повышение эффективности их использования. Инструкции и рекомендации использования методов мониторинга энергоэффективности гидротехнических систем должны быть направлены на сокращение потребления электроэнергии на водохозяйственных объектах не менее чем на 10% за счет широкого внедрения энергосберегающих и энергоэффективных технологий.

В настоящее время основным способом подачи воды на орошение являются системы машинного водоподъёма (СМВ). Эксплуатация насосных станций (НС) с напорными трубопроводами имеет технологические ограничения, несоблюдение которых ведёт к аварийным ситуациям, срыву графика водоподачи, полной остановке НС. Наибольшую

эксплуатационную опасность работы трубопроводов представляют пуск и остановка насосных агрегатов (НА), явления аварий трубопроводной арматуры (обратных клапанов, задвижек, клапанов срыва вакуума), приводящие к повышению давления в системе и корпусах НА в десятки раз до появления гидравлического удара.

В связи с нарастающим дефицитом энергоресурсов на первый план выдвигается проблема уменьшения их потребления крупными НС. Отсутствие приоритетных работ по указанной проблеме делает невозможным оптимизацию режимов НС на современном уровне эксплуатации. По данным НИУ «ТИИИМСХ» эксплуатационный КПД НА ниже расчетных значений на 5-7%, экологические требования выполняются на 25-30% [2, 3].

Целью исследований является повышение эффективности эксплуатации напорных трубопроводов СМВ. Решаются следующие задачи изучения современных технологий эксплуатации гидромеханического оборудования, влияющих на эксплуатационные проблемы напорных трубопроводов, обоснования возможности изменения гидравлических параметров НА без колебаний в потоке трубопроводов. Должно быть экспериментально проверены возможности применения эмпирических зависимостей для расчета характеристик НС [4, 5].

Результаты исследования и их обсуждение. Постоянно действующие в течение всего срока эксплуатации динамические нагрузки (пульсации давления и связанные с ними вибрации трубопроводов, гидроудары) возбуждаемые при работе напорных трубопроводов, срабатывании запорной арматуры, а также возникающие аварийные отключения электропитания, срабатываниях технологических защит ухудшают условия эксплуатации НС [6, 7].

Предложенная авторами стратегия управления может использоваться для контроля технологии эксплуатации ирригационных насосов. Благодаря быстрому управлению это позволяет установить безопасные условия перекачки двухфазного потока [8, 9].

Для двухфазных течений имеются следующие зависимости:

$$Q = \sqrt{\frac{2d\omega^2}{\lambda_{см}\rho}\left(\frac{P_1-P_2}{L} + \rho g i - \frac{s\pi d}{\omega}\tau_0\right)}; \quad (1)$$

$$\rho = (1-s)\rho_1 + s\rho_2 \ ; \quad (2)$$

$$\vartheta = \frac{(1-s)\rho_1\vartheta_1+s\rho_2\vartheta_2}{(1-s)\rho_1+s\rho_2}; \quad ; \qquad (3)$$

где: s-объемная концентрация твердого компонента; ρ_1, ρ_2 плотность жидких и твердых частиц соответственно; Q-расход гидросмеси; ω-площадь поперечного сечения потока; υ_1, υ_2-средние скорости жидких и твердых частиц по сечению трубопровода; i-градиент потока; P-гидродинамическое напряжение; τ_0-сопротивление смеси; $\lambda_{см}$-коэффициент гидравлического трения смеси.

Из-за образования вихрей и наличия в напорном потоке двух компонентов (вода+воздух) приводит к их взаимодействию. Определение количественных значений этого взаимодействия оценивается зависимостью их от абсолютной и относительной скорости, физических свойств, геометрических размеров трубопровода.

Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований показывает, что наличие воздуха в потоке существенно влияет на законы распространения ударных волн, отличные от тех, которые имеют место в однородных жидкостях. Отмечена необходимость исследований по определению количественной и качественной характеристики ударной волны, потерь напора с учетом сопротивлений во время гидравлического удара по длине трубы в двухкомпонентном напорном потоке.

Динамическое поведение многофазного потока внутри смешанного потока было впервые изучено экспериментально и теоретически [4,6]. Целями данного исследования являются определение схем потока и поведения образовавшихся пузырьков внутри проточной части насоса и прогнозирование условий, которые вызывают пульсацию. Была спроектирована и построена экспериментальная установка для визуализации схемы потока внутри реального насоса. Для получения визуальной динамики потока и измерений размера пузырьков были выбраны специальные высокоскоростные приборы. Экспериментальные данные были получены с использованием двух типов испытаний: на пульсацию и на измерение диаметра пузырьков для оценки поведения насоса в различных эксплуатационных условиях. Анализ подобия, проведенный для однофазного потока внутри насоса, привел к выводу, что эффекты вязкости незначительны по сравнению с эффектами центробежного поля для скоростей вращения выше 600 об/мин. Поэтому

испытания двухфазного потока были проведены для скоростей вращения 600, 900, 1200 и 1500 об/мин. Результаты показали образование большого газового кармана на входе насоса в условиях помпажа.

Возникновение и перенос газа может привести к ухудшению давления в проектном режиме и в итоге к полной потере функциональности работы насоса.

Экспериментальная работа по исследованию течения двухфазной жидкости показала снижение напора и резкое изменение характера потока при потоке увеличенного количества газа. Кроме того, серьезное ухудшение давления происходило при более высоких значениях напора. Визуализируя внутренний поток, было отмечено, что пузырьки увеличивались при снижении скорости вращения насоса. Это увеличение соответствовало более низкой производительности насоса, указывая на то, что поведение пузырьков играло значительную роль в определении способности преодолевать газожидкостные смеси. Результаты экспериментов привели к выводу, что эти вещества могут снижать межфазное натяжение, тем самым уменьшая размеры пузырьков и откладывая образование газовых карманов до более высоких входных скоростей.

Для определения температурных полей, влияющих на развитие износа трубопроводов, принимаются следующие допущения: температурный градиент внутри частиц отсутствует (B< 0,1), температуры частиц и пленки жидкости на ней одинаковы, температура частиц по высоте перекачивающегося слоя не изменяется, перемещение жидкости и изменение ее температуры происходит только по радиусу (рис.1).

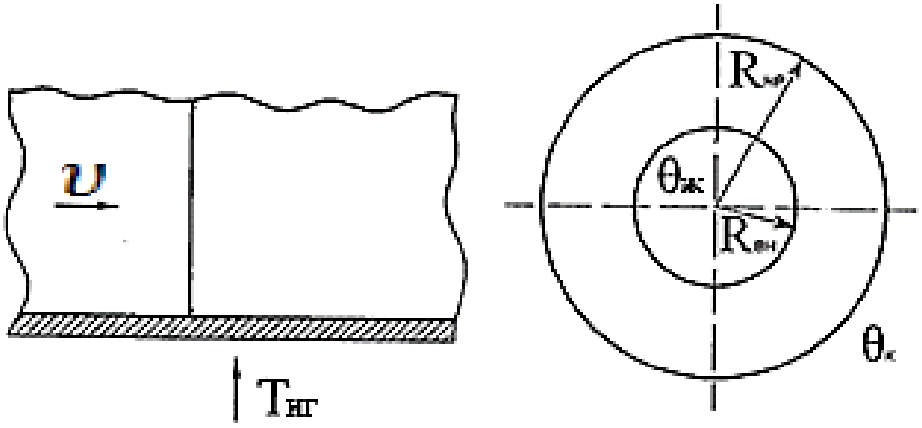


Рис. 1. **Схема массообмена в трехфазном центробежном слое**

Изменения напора насоса под воздействием гидроабразивного износа и кавитационной эрозии его элементов в процессе эксплуатации можно представить в виде произведения энергетических параметров

$$H(t) = H_T(t).\eta_{об}(t)\ \eta_k(t)\ \eta_т(t); \quad (4)$$

где $H_T(t)$ - теоретический напор колеса в функции от t, м; $\eta_{об}$ (t) - объемный КПД насоса в функции от t; η_k (t), $\eta_т$(t) - КПД колеса и трубопровода в функции от t.

Статистический характер изменения геометрических параметров насоса задается коэффициентом, характеризующим интенсивность изменения параметра и плотностью его распределения.

Показатели динамики этих параметров и вероятностные характеристики их распределений определяются по результатам эксплуатационных наблюдений или стендовых испытаний. Для этого используют методы математической статистики. С помощью динамической модели функционирования насоса путем статистического моделирования получают совокупность реализаций изменения напора насоса от времени испытаний.

Задаваясь предельным значением напора насоса, установленного на основании технико-экономических расчетов, и используя теорему преобразования случайных величин или результаты статистического моделирования, определяют ресурс насоса по параметру (напору) и показатели плотности распределения ресурса и мощностей (рис. 2).

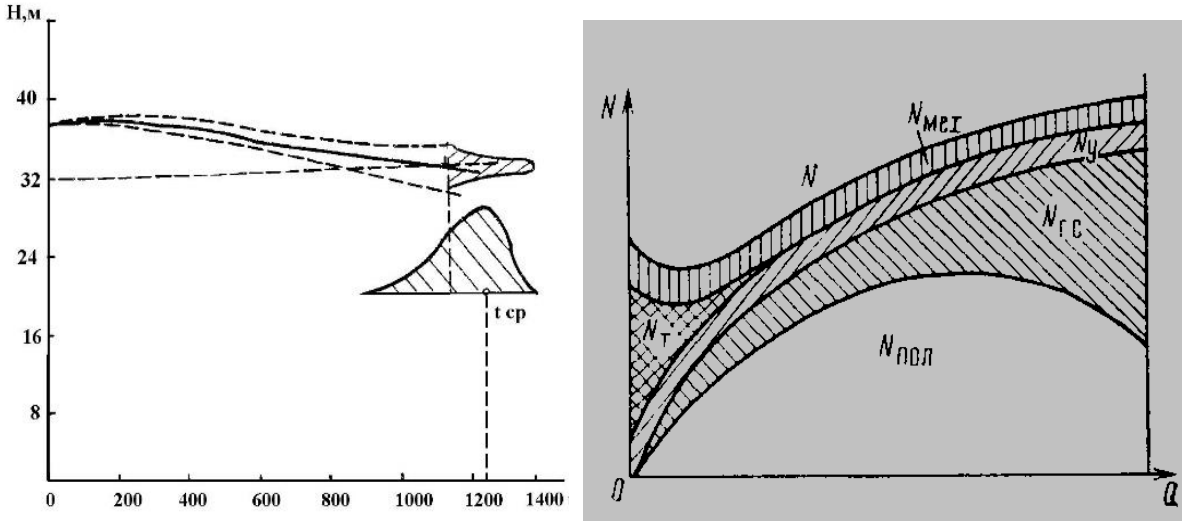


Рис. 2. **Динамика напора насоса и его ресурс с зависимостью мощностей от подачи**

Чтобы из кривой напорной характеристики получить линию, соответствующую потребляемой насосом мощности, необходимо учесть: мощности, затрачиваемые на гидравлические сопротивления $N_{г.с}$, утечки $N_{у}$, механические потери $N_{мех}$ и образование вихрей при малых подачах $N_{Т}$. Зависимость этих мощностей от подачи насоса показана на рис.1.

На НС применяются отечественные насосы типа Д с улучшенными параметрами. КПД заводского насоса Д6300-80 изменяется в диапазоне до 8000 м^3/ч, до 80%, а модернизированный авторами насос до 88% (рис.3)

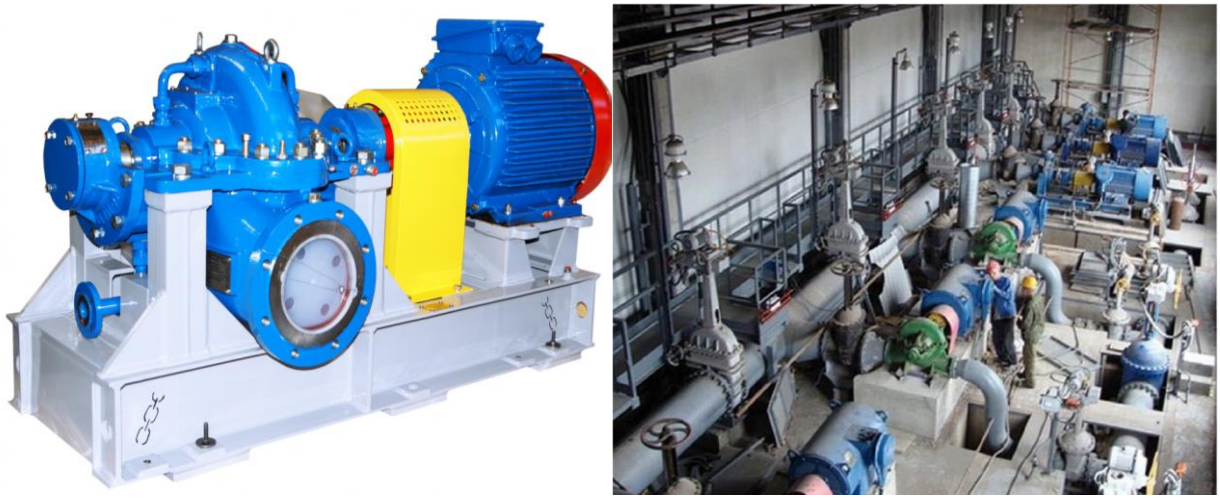


Рис.3. **Насосы типа Д при современной компоновке НС**

Натурными исследованиями НС «Полвон» Зарафшанского УНС определены фактические гидравлические параметры и полная энергия в трубопроводе при различных эксплуатационных вариантах (табл.1, рис.4).

Исследования струйных течений смеси вязких жидкостей позволяют раскрыть характер взаимодействия между фазами. Решение этих задач, имеет ряд практических приложений для эксплуатации напорных трубопроводов.

Таблица 1

Фактические гидравлические параметры НА и полная энергия при различных эксплуатационных параметрах напорных трубопроводов.

Напор, H, м	**Подача, Q, м^3/с**	$H_{доп}^{вак}$, м	**Скорость в напорном трубопроводе, V, м/с**	**Скоростной напор в напорном трубопроводе $V^2/2g$**	**Полная энергия в напорном трубопроводе, Э=H-$H_{доп}^{вак}$ +**

					$V^2/2g$, м
Один насос на один напорный трубопровод					
78,0	2,0	0,4	1,95	0,19	77,79
Два насоса на один напорный трубопровод					
75,8	4,0	0,5	4,06	0,84	76,14

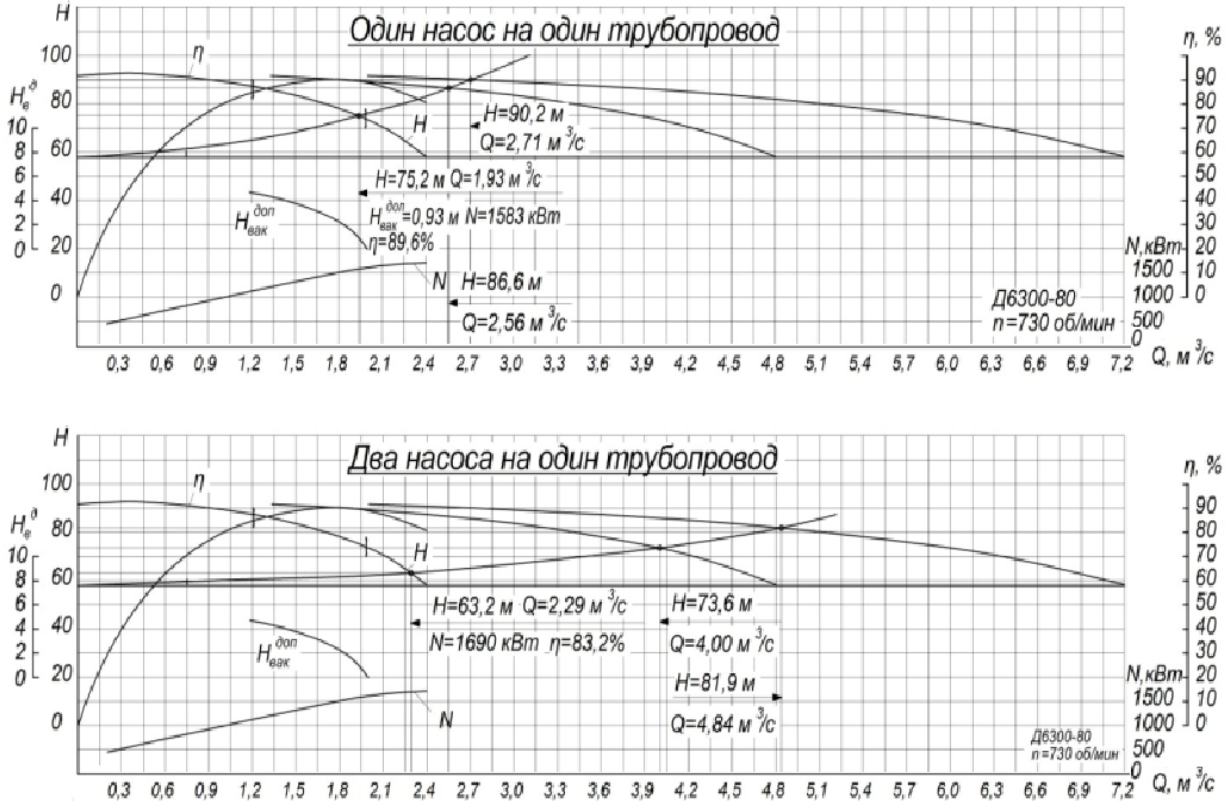


Рис. 4. **Рабочие характеристики насоса Д6300-80**

Авторами исследованы 4 погружных насоса (два из них резервные) мощностью 490 кВт, подачей Q=4100 м^3/ч, напором Н=37м с частотным преобразователем, регулирующим работу одного из насосов. Графики совместной работы насосов и водоводов представлены на рис. 5.

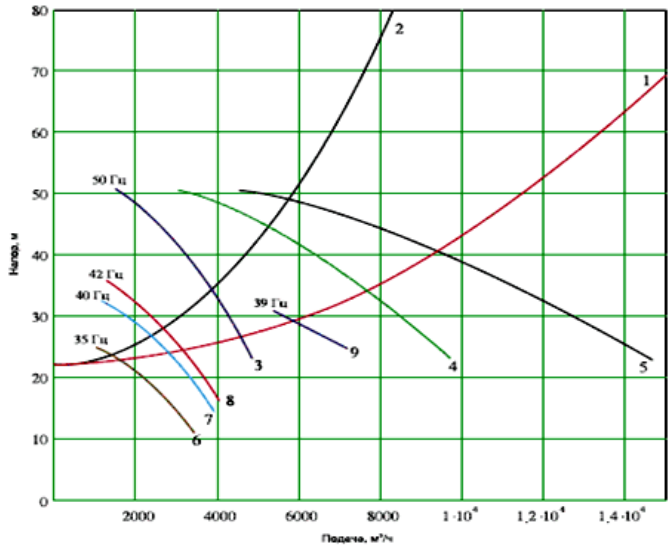


Рис. 5. **График совместной работы трубопроводов и погружных насосов мощностью 490 кВт с частотным преобразователем на 1 насос**

1, 2-характеристика системы при работе двух и одного трубопроводов; 3-характеристика насоса мощностью 490 кВт, 50 Гц; 4, 5-график совместной работы двух и трёх насосов 490 кВт, 50 Гц; 6-характеристика насоса 490 кВт при частоте 35 Гц; 7-характеристика насоса 490 кВт при частоте 40 Гц; 8-характеристика насоса 490 кВт при частоте 42 Гц; 9-график совместной работы насоса 490 кВт, 50 Гц и насоса 490 кВт, 39 Гц

Исследование проводилось также для двух групп агрегатов мощностями по 490 и 125 кВт, отличающихся по величинам единичных подач (рис. 6).

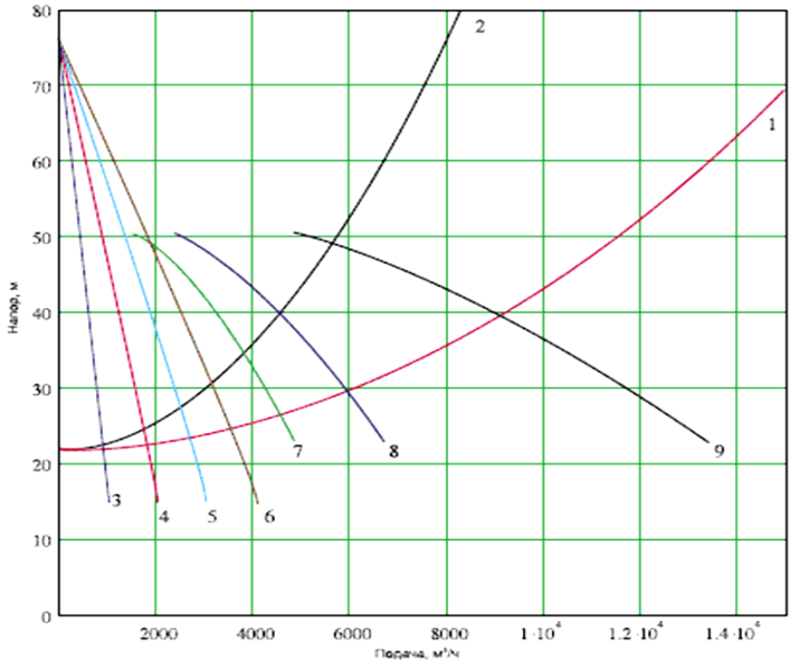


Рис. 6. **График совместной работы трубопроводов и погружных насосов мощностью 490 кВт (2 шт.) и насосов 125 кВт (4 шт.)**

1, 2-характеристика системы при работе двух и одного трубопроводов; 3-характеристика насоса 125 кВт; 4, 5, 6-график совместной работы двух, трех, четырех насосов по 125 кВт; 7-характеристика насоса 490 кВт; 8-график совместной работы одного насоса 490 кВт и двух по 125 кВт; 9-график совместной работы двух насосов по 490 кВт и четырех по 125 кВт

Из графиков совместной работы насосов и водоводов видно, что, комбинируя количество работающих агрегатов, возможна подача во всем диапазоне как в нормальном, так и в аварийном режимах.

Анализ графиков рис. 5, 6 позволяет сделать выводы, что оба варианта обеспечивают аналогичную откачку, адекватную заданному притоку и насосы справятся с откачкой 100% расчетного притока по одной нитке водовода при подключении резервных агрегатов.

Выводы.

1. Явление увеличения давления в напорных трубопроводах происходит, в основном, при переходных процессах в трубопроводной сети при изменении параметров работы насосных агрегатов насосных станций. Наиболее важным фактором, влияющим на повышение давления в системе, является резкая, несвоевременная остановка обратного движения потока в трубопроводах.

2. Среди множества возможных и необходимых переходных процессов, наиболее значимые, влияющие на появление гидравлического удара, являются пуск и остановка дополнительного насосного оборудования в процессе эксплуатации, внезапная полная остановка насосной станции;

3. Проведена серия экспериментов по гидродинамике и тепломассобмену в центробежном двухфазном потоке. совместной работы трубопроводов и погружных насосов. Из графиков совместной работы насосов и водоводов видно, что, комбинируя количество работающих агрегатов, возможна подача во всем диапазоне режимов.

Литература:

1. Постановление Кабинета Министров РУз №ПП-145 от 1 марта 2022 г. «О дополнительных мерах по повышению эффективности управления водными ресурсами в низовом звене».

2. А.Азимов., Ш.Шарипов., О.Я.Гловацкий. Экологические аспекты энергосберегающих режимов крупных ирригационных насосных станций //Материалы республиканской научно-практической конференции по инновациям в сельском хозяйстве - Т. 2010 -с. 63-66

3. O.Glovatskii, R.Ergashev, J.Rashidov, M.Mirzaev, A.Sultonov, and N.Nasyrova. Experience in using methods for monitoring the energy efficiency of hydraulic systems (2023) 012004 https://doi:10.1088/1755-1315/1142/1/012004

4. О.Я.Гловацкий, Р.Р.Эргашев, Ф.А.Бекчанов, Х.Х.Холматов Динамика изменения характеристик основного оборудования систем машинного водоподъема // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы водного хозяйства и мелиорации орошаемых земель» -Т. 2011.- с.138-141.

5. О.И.Рахнянская и др. Гидравлический расчёт эксплуатационных параметров насосной станции для подбора диаметра напорного трубопровода / Наука в инновационном развитии АПК: Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., г.Махачкала, 2020. с.117-128.

6. O.Y.Glovatsky, N.R.Nasyrova, B.M.Shakirov Some aspects of energy-saving high-efficient technologies for operation of reclamation pumping stations // Xalqaro ilmiy-texnik anjuman maqolalar to‘plami / Andijon qishloq xojaligi va agrotexnologiyalar institute. Andijon, 2024. v.639-646

7. Akif Durdu, Seyit Alperen Çeltek, Nuri Orhan Detection of vortex cavitation with the method adaptive neural fuzzy networks in the deep well pumps //Journal of Tekirdag Agricultural Faculty 18(4), 2021 DOI:10.33462/jotaf.769037

8. Ф.Носиров, О.Гловацкий, Р.Дусматов, Г.Азизова. Инновационные методы повышения энергоэффективности насосной установки // Журнал Проблемы энерго- и ресурсосбережения. №86, 2024 с.158-164.

9. Ф.Ж.Носиров, И.У.Курбанов, О.Я.Гловацкий, Р.К.Дусматов, Г.С.Азизова Разработки нового насосного оборудования для мелиоративно-водохозяйственных комплексов // Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия», 2025. Т. 95, № 1. С. 358–375.

UO‘T: 621.65:621.31:62-519

NASOSLARNI SUV SATHI, HARORATI VA VIBRATSIYASI ORQALI ELEKTR ENERGIYASINI TEJASH

Komiljonov Jasurbek O‘ktamjon o‘g‘li
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti assistenti
Nurmatova Mohinur Tohirjon qizi
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqola nasoslarning suv sathi, harorati va vibratsiyasini real vaqtda kuzatish orqali elektr energiyasini tejash imkoniyatlarini o‘rganadi. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) va IoT (Internet of Things) texnologiyalari asosida ishlab chiqilgan monitoring tizimi taklif etiladi. Matematik modellashtirish va simulyatsiya yordamida nasoslarning ish samaradorligi tahlil qilinib, Farg‘ona viloyati va Andijon institutidagi amaliy tajribalar orqali sezilarli iqtisodiy samara isbotlandi. Tadqiqot natijalari avtomatik boshqaruv tizimlari yordamida energiya sarfini 20-30% gacha kamaytirish mumkinligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: energiya tejash, nasos, SCADA, IoT, monitoring, harorat, vibratsiya, suv sathi, avtomatik boshqaruv.

Аннотация. В статье исследуются возможности экономии электроэнергии за счет мониторинга уровня воды, температуры и вибрации насосов в реальном времени. Предлагается система мониторинга, основанная на технологиях SCADA и Интернета вещей (IoT). Эффективность работы насосов анализируется с использованием математического моделирования и симуляции. Практические испытания, проведенные в Ферганской области и на базе Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологий, подтверждают значительную экономию электроэнергии (20-30%) и финансовую эффективность.

Ключевые слова: энергосбережение, насос, SCADA, IoT, мониторинг, температура, вибрация, уровень воды, автоматическое управление.

Abstract. This study investigates energy-saving opportunities through real-time monitoring of water level, temperature, and vibration in pump systems. A monitoring system based on SCADA and IoT technologies is proposed. Pump efficiency is analyzed using mathematical modeling and simulation, with practical experiments conducted in Fergana region and Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnology, demonstrating 20-30% energy savings and significant financial benefits.

Keywords: energy saving, pump, SCADA, IoT, monitoring, temperature, vibration, water level, automatic control.

Kirish. Bugungi kunda sanoat va energetika tizimlarida energiya tejash masalasi muhim ahamiyat kasb etmoqda. O‘z navbatida, energiya sarfini optimallashtirish va tizim samaradorligini oshirish uchun zamonaviy texnologiyalar va monitoring tizimlaridan foydalanish zarur. Nasoslar energiya ta’minoti tizimlarida keng qo‘llaniladi va ularning samaradorligi tizimning umumiy energiya iste’moli va samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Nasoslarning ishlashi ko‘p jihatdan uning ichki holatiga, ya’ni suv sathiga, haroratga va vibratsiyaga bog‘liq bo‘ladi. Suv sathining past yoki yuqori bo‘lishi, nasosning ortiqcha yuklanishiga yoki samaradorlikning pasayishiga olib kelishi mumkin. Shuningdek, nasosning harorati va vibratsiya darajasi uning ishlash holatini va ishlash resurslarini ko‘rsatadi. Yuqori harorat yoki vibratsiya darajasining oshishi esa nasosning ishlash muddatini va samaradorligini pasaytiradi, bu esa ortiqcha energiya sarfiga olib keladi. Nasoslarning ishlashini optimallashtirish, energiya sarfini kamaytirish va tizimni samarali ishlashini ta’minlash uchun zamonaviy texnik usuldir. Nasoslar industrial va kommunal sohalarda turli jarayonlarni (masalan, suv ta’minoti, issiqlik almashinuvchi qurilmalar, isitish-suvsozlash tizimlari) ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Buning uchun nasoslarning harakati, holati va ishlash parametrlarini doimiy ravishda monitoring qilish zarur.

Energiya tejash masalasi bugungi kunda sanoat va kommunal sohalarda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Nasoslar suv ta’minoti, issiqlik almashinuvi va isitish-sovutish tizimlarida keng qo‘llaniladi va umumiy energiya sarfining katta qismini tashkil qiladi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, nasoslar sanoat korxonalarida iste’mol qilinadigan elektr energiyasining 20-25% ini tashkil etadi [1]. Nasoslarning ish samaradorligi suv sathi, harorat va vibratsiya kabi parametrlarga bog‘liq bo‘lib, ushbu parametrlarni noto‘g‘ri boshqarish ortiqcha energiya sarfiga va qurilmalarning muddatidan oldin eskirishiga olib keladi. Ushbu tadqiqotda SCADA va IoT texnologiyalari yordamida nasoslarning ish parametrlarini real vaqtda monitoring qilish va avtomatik boshqaruv orqali energiya tejash imkoniyatlari o‘rganiladi.

Material va uslublar. Tadqiqotda nasoslarning suv sathi, harorati va vibratsiyasini real vaqtda kuzatish orqali elektr energiyasini tejashni optimallashtirishga qaratilgan yondashuv qo‘llanildi. Quyidagi metodlar batafsil ishlab chiqildi:

1. Monitoring tizimlarini joriy qilish. Nasoslarning ish parametrlarini real vaqtda kuzatish va boshqarish uchun SCADA (Supervisory Control and Data

Acquisition) tizimi va IoT (Internet of Things) texnologiyalari integratsiyasi asosida monitoring tizimi ishlab chiqildi. SCADA tizimi sifatida Siemens SIMATIC WinCC platformasi tanlandi, chunki u sanoat jarayonlarini vizualizatsiya qilish, ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilishda yuqori samaradorlikni ta’minlaydi.

IoT qurilmalari esa ma’lumotlarni yig‘ish va uzatish uchun quyidagi maxsus sensorlar va MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) protokolidan foydalanadi:

- Sensorlar va qurilmalar. Suv sathi, harorat va vibratsiyani o‘lchash uchun HC-SR04 ultrasonik sensorlari, DS18B20 termometr sensorlari va ADXL345 akselerometrlari o‘rnatildi. Ushbu sensorlar past energiya sarfi va yuqori aniqlik bilan sanoat sharoitlarida ishlashga moslashtirilgan.
- Ma’lumotlar uzatilishi. Sensorlardan olingan ma’lumotlar ESP32 mikrokontrolleri orqali Wi-Fi tarmog‘i yordamida bulutli serverga (Node-RED platformasi) uzatildi. Bu jarayon ma’lumotlarni real vaqtda tahlil qilish va operatorga tezkor qaror qabul qilish imkonini berdi.
- Vizualizatsiya. SCADA tizimi orqali suv sathi, harorat va vibratsiya ma’lumotlari grafiklar, jadvallar va signalizatsiya shaklida taqdim etildi. Bu operatorlarga nasoslarning holatini tezda baholash va nosozliklarni aniqlash imkonini berdi.

2. Suv sathini monitoring qilish. Suv sathini aniq o‘lchash nasoslarning samaradorligini oshirish va ortiqcha energiya sarfini oldini olish uchun muhimdir. Ushbu maqsadda HC-SR04 ultrasonik sensorlari ishlatildi, ular 2 sm aniqlikda suv sathini o‘lchaydi va 4-400 sm masofada ishlashga qodir.

- Ishlash printsipi: Sensor ultratovush to‘lqinlarini yuborib, suv yuzasidan qaytgan signalni qabul qiladi va masofani hisoblaydi. Bu ma’lumotlar nasosning ish rejimini sozlash uchun ishlatiladi.
- Optimal sath chegaralari: Tadqiqotda suv sathining optimal diapazoni 0.5-2.0 m deb belgilandi. Agar suv sathi ushbu diapazondan past yoki yuqori bo‘lsa, avtomatik boshqaruv tizimi nasosning aylanish tezligini sozlaydi yoki uni to‘xtatadi.
- Amaliy qo‘llanilishi: Farg‘ona viloyatidagi nasos stansiyalarida o‘rnatilgan sensorlar suv sathining o‘zgarishini sekundiga bir marta o‘lchab, nasosning haddan tashqari ishlashini 15% ga kamaytirdi.

3. Haroratni monitoring qilish. Nasosning harorati uning ish samaradorligiga va mexanik holatiga bevosita ta’sir qiladi. Haroratni aniq

kuzatish uchun DS18B20 raqamli termometr sensorlari qo‘llanildi, ular ±0.5°C aniqlikda -55°C dan +125°C gacha haroratni o‘lchaydi.

- O‘rnatish joyi. Sensorlar nasosning dvigateli va podshipnik qismlariga o‘rnatildi, chunki bu qismlar harorat o‘zgarishiga eng sezgir hisoblanadi.
- Cheklovlar. Tadqiqotda haroratning 60°C dan oshishi nasosning samaradorligini 10-15% ga pasaytirishi va dvigatelning ishlash muddatini qisqartirishi aniqlandi. Shu sababli, harorat 60°C dan oshganda tizim avtomatik ravishda nasosni to‘xtatish yoki aylanish tezligini kamaytirish signalini yuboradi.
- Natijalar. Andijon institutidagi sinovlarda harorat monitoringi tufayli nasosning termik nosozliklari 80% ga kamaydi, bu esa energiya sarfini 5-7% ga qisqartirdi.

4. Vibratsiyani monitoring qilish. Vibratsiya nasosning mexanik holatini baholashda muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Vibratsiyani o‘lchash uchun ADXL345 uch o‘qli akselerometrlari ishlatildi, ular ±16g gacha tebranishni aniqlaydi va 0.01 mm/s aniqlikda ma’lumot taqdim etadi.

- Vibratsiya tahlili. Vibratsiya darajasining 5 mm/s dan oshishi podshipniklarning eskirishi, muvozanatsizlik yoki mexanik nosozliklar belgisi sifatida qabul qilindi. Bunday holatlarda tizim operatorga ogohlantirish yuboradi va profilaktik choralar ko‘rishni tavsiya qiladi.
- Avtomatik boshqaruv. Vibratsiya darajasi 7 mm/s ga yetganda, tizim nasosni avtomatik ravishda to‘xtatadi, bu esa jiddiy nosozliklarning oldini oladi.
- Amaliy natijalar. Farg‘ona viloyatidagi sinovlarda vibratsiya monitoringi tufayli mexanik nosozliklar 90% aniqlikda aniqlanib, nasoslarning ishlash muddati 1.5-2 baravar uzaytirildi.

5. Energiya tejash strategiyalari. Energiya sarfini kamaytirish uchun chastota konverterlari (VFD, Variable Frequency Drive) o‘rnatildi, bu nasoslarning aylanish tezligini suv sathi, harorat va vibratsiya ma’lumotlariga asoslanib dinamik ravishda sozlash imkonini berdi.

- Chastota konverterlari. Siemens SINAMICS V20 VFD qurilmalari ishlatildi, ular nasosning quvvatini 10-100% diapazonida sozlash imkonini beradi. Masalan, suv sathi optimal darajada bo‘lganda, nasosning aylanish tezligi 30% gacha kamaytirilib, energiya sarfi 25% ga tejaldi.
- Avtomatik regulyatorlar. PID (Proportional-Integral-Derivative) regulyatorlari yordamida nasoslarning ish rejimi suv sathiga moslashtirildi. Bu

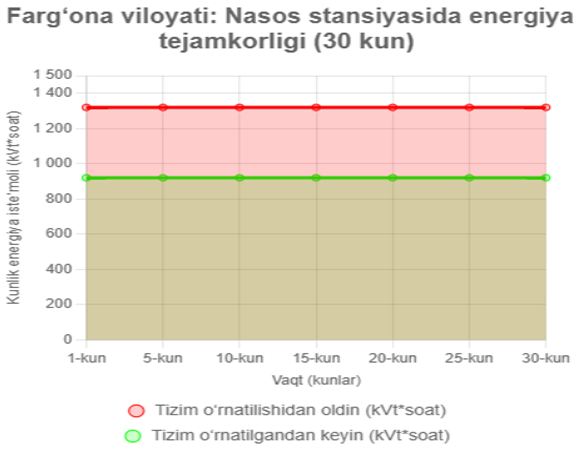
jarayon nasosning ortiqcha yuklanishini oldini oldi va energiya sarfini optimallashtirdi.

- Tahlil va optimallashtirish. Tadqiqotda nasoslarning ish rejimini bashoratlash uchun oddiy statistik model (ARIMA) ishlatildi, bu esa energiya sarfini 20-30% ga kamaytirish imkonini berdi. Kelajakda yanada murakkab Machine Learning algoritmlari (masalan, LSTM) joriy etish tavsiya etiladi.

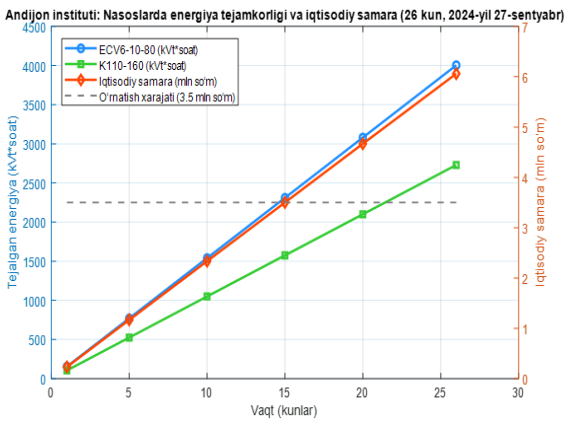
Tahlil va natijalar. Tadqiqot natijalari asosida, har bir nasosning ishlash samaradorligi va energiya tejashdagi katta rol o‘ynashini ko‘rsatish maqsadida tahlil amalga oshiriladi. Avtomatik boshqaruv tizimi orqali o‘zgarishlarni kiritish: Tadqiqotda avtomatik boshqaruv tizimi asosida nasoslar ishlashini nazorat qilish imkoniyati yaratiladi. Bu usul orqali nasoslarning samaradorligini oshirish va energiya sarfini kamaytirish uchun maxsus algoritmlar ishlab chiqiladi, shu bilan birga real vaqtda o‘rnatilgan cheklovlar va signalizatsiyalar orqali tizimdagi xatolarga tezkor reaksiya qilish imkoni yaratiladi.

Tadqiqot Farg‘ona viloyati Quva tumanidagi 160 ta suvga botiriladigan nasos va Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar institutidagi ECV6-10-80 va K110-160 rusumli ikkita nasos agregatlarida sinovdan o‘tkazildi. Amaliy natijalar va qo’llanilganligi:

1. Farg‘ona viloyati. 55 kVt quvvatga ega nasos stansiyasida avtomatik boshqaruv tizimi o‘rnatildi. Natijada, kunlik 400 kVtsoat elektr energiyasi tejaldi, bu yillik 80 mln so‘m iqtisodiy samaraga *teng (1 kVt*soat narxi 900 so‘m deb hisoblandi) buni quyidagi grafikda ko‘rishimiz mumkin.



1-rasm. **Nasos stansiyalarining energiya iste’mol dinamikasi**



2-rasm. **Nasoslarda energiya tejamkorligi va iqtisodiy samara grafigi**

X o‘qida Vaqt (kunlar), Y o‘qida esa Energiya iste’moli (kVt*soat) keltirilgan bo‘lib grafikda avtomatik boshqaruv tizimi o‘rnatilgandan so‘ng energiya sarfi 20-30% ga kamaygani ko‘rsatilgan. Natijada:

- Suv sathining optimal boshqaruvi nasosning haddan tashqari ishlashini 15% ga kamaytirdi.
- Harorat monitoringi nasosning termik nosozliklarini 80% gacha oldini oldi.
- Vibratsiya monitoringi mexanik nosozliklarni 90% aniqlikda aniqladi, bu esa qurilmaning ishlash muddatini 2 baravar uzaytirdi.

2. Andijon qishloq xo ‘jaligi va agrotexnologiyalari instituti 2024-yil 27-sentyabrdan boshlab ECV6-10-80 nasosida 4004 kVtsoat (3 603 600 so‘m) va K110-160 nasosida 2730 kVtsoat (2 457 000 so‘m) tejaldi. Jami 26 kun ichida 6734 kVt*soat elektr energiyasi tejaldi, bu 6 060 600 so‘m iqtisodiy samarani ta’minladi. Tizim o‘rnatish xarajati (3 500 000 so‘m) bir oy ichida qoplandi. Energiya tejamkorligini quyidagi grafikdan ko’rishimiz mumkin bo‘ladi.

2-rasmda keltirilgan grafik Andijon qishloq xo‘jaligi institutida 2024-yil 27-sentyabrdan boshlab 26 kun ichida ECV6-10-80 va K110-160 nasoslarida avtomatik boshqaruv tizimi yordamida erishilgan energiya tejamkorligini ko‘rsatadi:

- ECV6-10-80: 4004 kVt*soat (ko‘k chiziq).
- K110-160: 2730 kVt*soat (yashil chiziq).
- Iqtisodiy samara: Jami 6.06 mln so‘m (qizil chiziq), 1 kVt*soat = 900 so‘m.
- O‘rnatish xarajati: 3.5 mln so‘m (kulrang chiziq), 15-kundan keyin qoplandi.

Tejamkorlik chiziqli o‘sdi, tizim samaradorligi isbotlandi.

Xulosa. Tadqiqotning asosiy maqsadi nasoslarning suv sathi, harorati va vibratsiyasini kuzatish orqali elektr energiyasini tejashning samaradorligini oshirishdir. Tadqiqot davomida nasoslarning ishlash parametrlarini monitoring qilish va avtomatik boshqaruv tizimlari yordamida ularni optimallashtirish jarayonlari tahlil qilindi. Ma’lum bo‘lishicha, nasoslarning ishlash samaradorligi to‘g‘ridan-to‘g‘ri uning ichki holati, ya’ni suv sathi, harorat va vibratsiya bilan bog‘liq. Ushbu parametrlarning monitoringi, nasoslar samaradorligini oshirish va energiya sarfini kamaytirish uchun juda muhimdir. Natijada, energiya tejashning samaradorligi faqatgina nasoslarning texnik holatini optimallashtirish bilan cheklanib qolmaydi, balki tizimni boshqarish va monitoring qilish jarayonlarini

modernizatsiya qilish orqali energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Safarov Sh.T., Rahimov A.A. Avtomatlashtirish va axborot texnologiyalari. – T.: “Fan va texnologiyalar”, 2020. – 356 b. [23-28]
2. Parkhomenko V.L. SCADA sistemi v avtomatizatsii texnologicheskix protsessov. – M.: Infra-M, 2018. – 272 s. [15-30]
3. Gusev V.E., Kudryavtsev A.A. Internet veshchey: Arxitektura, texnologii i primenenie v promyshlennosti. – SPb.: Piter, 2019. – 304 s. [4-10]
4. Hasan K., et al. “Energy Efficient Pumping System and Energy Saving Potentials in Water Supply: A Case Study.” Energy Reports, Vol. 6, 2020, pp. 2483–2492. DOI: 10.1016/j.egyr.2020.09.027. [23-25]
5. Safarov I.X. (2024). PROBLEMS OF ASSESSING THE RELIABILITY OF INPUT DATA IN INFORMATION SYSTEMS. Экономика и социум, (6-1 (121)), 582-585. https://cyberleninka.ru/article/n/problems-of-assessing-the-reliability-of-input-data-in-information-systems.
6. 10. Safarov I. (2023). AUTOMATION OF CLEAN DRINKING WATER SUPPLY PROCESSES IN AGRICULTURE SYSTEMS. Экономика и социум, (11 (114)-2), 390-393. https://cyberleninka.ru/article/n/automation-of-clean-drinking-water-supply-processes-in-agriculture-systems.
7. Xasanovich S.I.,&Azimjon o‘g‘li, M. X. (2025). Gidroturbinalarni dinamik kuchlarini tahlili. Izlanuvchi, 1(4),22-25. https://phoenixpublication.net/index.php/Izlanuvchi/article/download/2268/1894 .
8. Shakirov B.M., Abduxalilov O.A., O‘rinov I.SH., Maxmudov D., Botirova N.M., Evalution of the texnical and economic efficiency of centrifugal pumps at irrigation pumping stations// Универсум техничтские науки №10(127) октябр, 2024, c. 52-54.
9. Шакиров Б.М., Сафаров И.Х., Абдухалилов О.А., Абдуғоппоров И.А., Ирригация насос станцияларидаги марказдан қочма насосларнинг эскиришини бахолаш// “Глобал иқлим ўзгариши шароитида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш” мавзусидаги ҳалқаро илмий ва илмий-техник анжуман мақолалар тўплами “ТИҚХММИ” МТУ Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти Бухоро, 29-апрел 2025 йил.
10. Шакиров Б.М., Сафаров И.Х., Абдухалилов О.А., Мирзахамдамова Н.Р., Ирригация насос станцияларининг иш фаолиятини бахолаш// “Глобал иқлим ўзгариши шароитида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш” мавзусидаги ҳалқаро илмий ва илмий-техник анжуман мақолалар тўплами “ТИҚХММИ” МТУ Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти Бухоро, 29-апрел 2025 йил.

11. Yigitaliyev M.S. (2023). Providing optimum operation modes of small photoelectric plants for autonomous electricity consumers. Экономика и социум, (11 (114)-1), 452-455. https://cyberleninka.ru/article/n/providing-optimum-operation-modes-of-small-photoelectric-plants-for-autonomous-electricity consumers.

12. Komiljonov J.O. & Tojimurodov D.D. (2024). Exploring methods of adjusting the speed of an asynchronous motor. Экономика и социум, (4-1 (119)), 254-257. https://cyberleninka.ru/article/n/exploring-methods-of-adjusting-the-speed-of-an-asynchronous-motor.

13. Mamajonov X. (2023). Induksion tortish motorining termal modeli. Ekonomi va sotsium,(11 (114)-2), 222-225. https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/3244/1/060018/3322884/Modeling-the-structures-of-three-phase

14. Dadajonov M.N. (2024). Oziq-ovqat mahsulotlarini ozuqaviy imkoniyatini oshirish imkoniyatlari. Iqtisodiyot va jamiyat , (10-2 (125)),133-138. https://scholar.google.com/scholar?cluster=11117169799618820838&hl=en&oi=scholarr

15. Axmedov D. & Azimov, A. (2022). Application of demphers in inverters of solar power systems. Экономика и социум, (6-2 (97)), 29-32. https://cyberleninka.ru/article/n/application-of-demphers-in-inverters-of-solar-power-systems

16. Mannobjonov B.Z. & Azimov A.M. (2022). New innovations in greenhouse control systems & technology. Экономика и социум, (7 (98)), 95-98. https://cyberleninka.ru/article/n/new-innovations-in-greenhouse-control-systems-technology

17. Mannobjonov B. & Azimov A. (2022). Nutrients in the root residues of secondary crops. Экономика и социум, (6-2 (97)), 126-129. https://cyberleninka.ru/article/n/nutrients-in-the-root-residues-of-secondary-crops.

19. Хасанова О.А. (2023). Писта шаклларини танлаш, ўрганиш ва вегетатив кўпайтириш услублари. Science and Education, 4(11), 45-51. https://cyberleninka.ru/article/n/pista-shakllarini-tanlash-rganish-va-vegetativ-k-paytirish-uslublari

20. Maxmudov D. (2024). Meliorativ obektlarning turlari va ularda amalga oshiriladigan meliorativ tadbirlar orqali erishiladigan natijalar. Экономика и социум, (3-1 (118)), 267-270. https://cyberleninka.ru/article/n/meliorativ-obektlarning-turlari-va-ularda-amalga-oshiriladigan-meliorativ-tadbirlar-orqali-erishiladigan-natijalar

UO‘T: 631.085(072)

GIDROTEXNIKA INSHOOTIDAGI XABAR BERISH TIZIMI VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISH

Tillayev Sherzod Amirbek o’g’li
“TDTU” universiteti “Hayot faoliyati xavfsizligi” kafedrasi doktoranti
Musayev Ma’rufjon Nabiyevich
“TDTU” universiteti “Hayot faoliyati xavfsizligi” kafedrasi mudiri, t.f.n. prof.
Sodiqov Baxodir Kengjayevich
Sirdaryo viloyati FVB xizmat boshlig’i
Xusanov Elmurod Shuhratjon o’g’li
“TDTU” universiteti “Hayot faoliyati xavfsizligi” kafedrasi doktoranti
aa.zz.a.z.19920717gmail.com.

Annotatsiya. Ushbu maqola “Sardoba” suv omborida o’rnatilgan АСОИ (Avtomatlashtirilgan suv ombori ishlashi) va СКУВ (Suvni kuzatish va ularni boshqarish) tizimi va uning ishlash prinspi xaqida qisqacha ma’lumotlar keltirib o’tilgan bo’lib, mavjut tizimdagi ayrim takomillashtirish ishlarini xududiy omillarni xisobga olgan xolda amalga oshirish borasida o’rganish ishlari olib borilgan. Tokomillashtirish ishlarini olib borish yuzaka kelishi mumkin bo’lgan xalokotli suv toshqinidan, yoki suv toshqini vaqtida xabar berish tizimining uzluksiz ishlash imkoniyatini yanada oshirish borasida nazariy tavfsiyalar keltirilgan.

Kalit so’zlar. Gidrotexnika inshootlari, ogohlantirish tizimlari, evakuatsiya, АСОИ (Avtomatlashtirilgan suv ombori ishlash), СКУВ (Suvni kuzatish va ularni boshqarish).

Abstract. В статье дается краткая информация о системах АСОИ (автоматизированная система управления водохранилищем) и СКУВ (система мониторинга и контроля воды), установленных на Сардобинском водохранилище, и принципах их работы, а также проводятся исследования по внедрению некоторых усовершенствований в существующую систему с учетом региональных факторов. Приводятся теоретические рекомендации по дальнейшему повышению способности системы оповещения работать непрерывно во время потенциально катастрофического наводнения или паводка.

Key words: Гидротехнические сооружения, системы оповещения, эвакуации, АСОИ (автоматизированная система управления водохранилищами), СКУВ (мониторинг и контроль качества воды).

Аннотация: This article provides brief information about the ASOI (Automated Reservoir Operation) and SKUV (Water Monitoring and Control) systems installed in the Sardoba reservoir and their operating principles, and

studies have been conducted to implement some improvements to the existing system, taking into account regional factors. Theoretical recommendations are provided to further increase the ability of the notification system to operate continuously during a potentially catastrophic flood or flood.

Ключевые слова: Hydraulic structures, warning systems, evacuation, ASOI (Automated Reservoir Operation), SKUV (Water Monitoring and Control).

Kirish. Suv omborlari – suv resurslarini boshqarish va taqsimlashda muhim infratuzilma hisoblanadi. Suv omborlarining samarali va ishonchli ishlashini ta’minlash uchun avtomatlashtirilgan boshqaruv va kuzatuv tizimlari zarurdir. Shu munosabat bilan, АСОИ (Avtomatlashtirilgan suv ombori ishlashi) va СКУВ (Suvni kuzatish va ularni boshqarish) tizimlari nafaqat O’zbekiston xududida balki dunyo miqiyosida xam zamonaviy suv xo‘jaligida keng qo‘llanilmoqda.

АСОИ tizimi suv omborining harakatdagi parametrlarini (masalan, suv sathi, bosim, oqim tezligi, suv sifati ko‘rsatkichlari) doimiy ravishda avtomatik tarzda o‘lchab, markazlashtirilgan boshqaruv punktiga uzatadi. Ushbu tizim real vaqtda ma’lumotlarni tahlil qilib, suv omborining optimal ishlash rejimini belgilaydi hamda favqulodda holatlarni oldini olish yoki suv toshqini xaqida “yuzaga kelgan vaziyat xaqida axoliga va yuqori tashkilotlarga” avtomatik signal beradi.

СКУВ tizimi esa suv ombori va unga ulanadigan suv tarmoqlarini doimiy nazorat qilib, suvning yo‘qotilishi, ifloslanishi yoki boshqaruvdagi nosozliklarni aniqlashga imkon beradi. Bu tizimlar yordamida suv resurslaridan oqilona foydalanish, suv taqsimotini optimallashtirish va texnik xizmat ko‘rsatish samaradorligini oshirish mumkin.

Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy qilgan suv omborlarida suv yo‘qotilishi 15-25% ga kamaygan, texnik nosozliklar esa 30% ga pasaygan. Shuningdek, tizimlar suv omborlarining ishlash muddatini uzaytirishga, favqulodda vaziyatlarning oldini olishga va inson omilidan kelib chiqadigan xatolarni kamaytirishga yordam beradi.

Shu bois, АСОИ va СКУВ tizimlarining joriy etilishi suv resurslarini samarali boshqarishda muhim bosqich hisoblanadi. Mazkur maqolada ushbu tizimlarning ishlash printsipi, afzalliklari va samaradorligi batafsil tahlil qilinadi.Hozirgi kunda suv toshqinlarining salbiy oqibatlarini kamaytirish va oldini olish bo‘yicha ko‘plab yondashuvlar mavjud bo‘lsa-da, ularning samaradorligi har doim ham to‘liq baholanmagan. Shu sababli, gidrotexnika inshootlarida yuzaga keladigan suv toshqinlarining zarar va talofatlar ko‘lamini

tahlil qilish, shuningdek, aholini ogohlantirish tizimlarining samaradorligini baholash zamonaviy ilmiy-tadqiqotlarning dolzarb vazifalaridan biridir. Dunyo miqiyosidagi tadqiqotlar ko‘rsatayotganidek, samarali ogohlantirish tizimlari va to‘g‘ri profilaktik choralar aholining xavfsizligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi.

Metodika: Ushbu maqolada O’zbekiston xududidagi suv omborlariga va suv omborlari ta’sir xududida joylashgan axoli punktlariga o’rnatilgan АСОИ va СКУВ tizimini o’rganish natijasida “Case study (Amaliy misollar)” usullari orqali tahlil qilingan.

Asosiy ma’lumotlar. Sardoba suv ombori (to‘liq quvvati - 922 mln. m^3) Mirzacho‘l dashtining janubi-sharqiy qismida, Janubiy Mirzacho‘l kanali (JMK) shimolida Guliston, Yangier shahridan 30 km g‘arbda joylashgan. Rezervuar o’lchamlari: o’rtacha, uzunligi 10 km, o’rtacha kengligi 6,0 km. Maydoni 60,0 km^2. Suv ombori janubdan shimolga cho’zilgan. Sardoba gidroelektr majmuasi Sirdaryoning ortiqcha oqimini, asosan, yilning (oktyabrdan maygacha) to‘plash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, keyinchalik sug’orish davrida suv bilan asosan Sirdaryo va Jizzax viloyatlari ayrim xududlarining qishloq xo’jaligi yerlarini suv bilan ta’minlanishini oshirish uchun foydalaniladi.

Suv ombori to’g’oni uzunligi 28,5 km, balandligi 3 m dan 30,6 m va eni 8 m gacha bo‘lgan suv ombori to‘g‘oni, qatlam qalinligi 0,22 bo‘lgan tosh plomba (singan tosh) dan iborat. To’g’onda 65 dona tik dranajlar “nazorat va labarato’riya” dranajlari mavjud bo’li, bu dranajlar orqali to’g’on xolati va suv xajmi bo’yicha nazorat va labarato’riya ishlari maqsadida foydalaniladi. АСОИ va СКУВ tizimi xam ma’lumotlar tahlil qilish va qayta ishlash borasida oladigan ma’lumotlarning 45 % ushbu dranajlardan 25 % ga yaqini suv ombori suvlaridan qolgan m’alumotlarni suv kirish va chiqish kanallariga o’rnatilgan kuzatuv datchiklaridan olgan xolda tahlil qiladi.

Mavjud ma’lumotlarni dispetchirlik xonasida o’rnatilgan kampyuterga rial vaqt rejimi asosida uzatiladi. Favfqulodda vaziyat yuzaga kelsa yoki extimoli bo’lsa tizim besh daqiqa mobaynika xonaning dispetchirlik bo’linmasiga malumot uzatadi. Bu vaqt davomida dispetchirlar bo’linmasi razvetka va nazorat bo’linmalariga aloqaga chiqadi va mavjud xolatning aniqlik darajasini o’rganadi, tizinda yoki kuzatuv datchiklaridagi nosozlik tufayli АСОИ va СКУВ tizimi xavf sezgan bo’lsa ushbu yolg’on xavf dispetchir tomonidan bekor qilinadi. Agar besh daqiqa moboynida bekor qilinmasa suv toshqini xafi to’grisida suv boshishi mumkin bo’gan axoli xududlariga o’rnatilgan ovozli xabar berish uskunalariga,

yuqori tashkilotlar va xavfsizlik deklaratsiyasida belgilangan vazirlik, idora va tashkilotlarga avftomatik tarzxabar yuboriladi.

1-rasm. "Sardoba" suv ombori xabar berish tizimi "АСОИ va СКУВ"

Axoliga xabar berish tizini UZTELECOM bilan xamkorlikda ma’lumotlarni ishonchli yetkazish vazifasini bajarib kelmoqda. Axoliga xabar berish tizimi energiya monbai tarmoqqa ulangan bo’lib qo’shimcha akuminiatorlar bilan xam jixozlangan. Ushbi xabar berish qurulmalar jamlanmasi: ovoz kuchaytirgichlar-12 V da, tzimning ishlashini taminlovchi elektron qurilmalar-24 V da ishlashini ko’rishimiz mumkin. Bundan tashqari favfqulodda xolatlar uchun qo’shimcha liniya (kanal) xam mavjud bo’lib “UZTELECOM” bilan aloqa uzulgan taqdirda ushbu liniya (kanal) olrqali xam boshqaruv punktidan keladigan ma’lumotlarni qabul qilish imkoniyatini beradi.

Tahlil va natijalar. Yuqoridagi ma’lumotlar va o’rganishlarni inobatga oladigan bo’lsak АСОИ va СКУВ tizimi butun dunyo bo’ylab keng qo’llanilmoqda. “Sardoba” suv omborida xozirgi kunda o’rnatilgan tizim o’rganishlar natijasi shuni ko’rsatadikiy ma’lumotlarni yig’ishda, rial vaqt rejimida tahlil qilishda va yuzaga kelishi mumkin bo’lgan favfqulodda vaziyat to’rgrisida aynan axoliga xabar berish borasida qolgan tizimlarga nisbatan ustuvorligi yuqoriligini ko’ramiz.

Axoliga xabar berish qurulmalarini kundalik faoliyat rejimida ishlashini nazorat qilish borasida, sozligini tekshirish yoki o’quv mashg’uloti uchun aynan qo’shumcha ma’lumotlarni uzatish tarmog’ining tashkil etilmaganligini bundan tashqari suv toshqini xafi yuzaga kelganda barcha energiya va kamunal tizimlar favfqulodda vaziyatlarning ikkilomchi omillarnini kamaytirish maqsadida o’chirilishini inobatga oladigan bo’lsak, mavjud tizimga o’rnatilgan akkumulyatorlar energiyasi ma’lum vaqtga yetishi, so’ngra xudud axolisi rial xolar to’g’risida ma’lumotlarni olishda uzilishlar yoki butunlay to’xtashini korishimiz mumkin.

Xulosa. Ushbu tizimnng obyektga “xududga” nisbatan uning iqlim va tapagtafik xolatini to’liq o’rganib chiqqan xolda ushbu АСОИ va СКУВ tizimining ayrin qisimlariga yoki dasturiy ta’minotining (ma’lumotlarni tahlil qilish va qayta ishlash) borasida ayrim o’zgartirishlar va qo’shimchalar kiritish orqali samaradorligini ko’tarishga erishsa bo’ladi.

- Joylashtirish va nazorat tamirlash ishlarini olib borishda xodimlarga quloyliklar yaratish.
- Mustaqil energiya yoki qisman mustaqil energiya tizimiga o’tkazish.
- Axolining o’sishiga qarab ovoz kuchaytirgichlarni tizimli 3 yoki 5 yilda joylashuv o’rnini qayta ko’rib chiqish.
- Dispetchirlik bo’limida favqulodda xolad yuz beradigan bo’lsa yolg’on xabar berishning oldini olish maqsadida qo’shimcha qurilma yoki liniyalar yaratish yoki mavjut tizimni inson omiliga qismon yoki to’g’ridan to’g’ri bog’lashlozim.

Yuqorida keltirilgan takliflarni qo’llash iqtisodiy jixattan ayrim qo’shimch e’tirozlarga sabab bo’lishini yoki turli xil tushunmovchiliklarga olib kelishini korishimiz mumkun. Ammo 2020 yil 1 maydagi xolat nafaqat “Sardoba” suv omboridagi balki butun Respublidadagi suv omborlari (xavli yoki toifalangan obyekt) lardagi xabar berish tizimini takomillashtirish yoki yagona xabar berish tizimini shakillantirishga extiyoj borligini yoqqol nomoyon qildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. “Natural Hazards and Disasters” by Robert E. Kates
2. “Flood Risk Management: Hazard, Vulnerability and Mitigation” by Donald W. B. S. Caporali
3. “The Effects of Dam Failures on Communities and the Environment” by John K. H. Buckley
4. Vikipediya. "Libya – Derna shahri toshqini, 2023-yil". https://en.wikipedia.org/wiki/Derna_floods_2023
5. Gazeta.uz. "Libya – Derna shahri toshqini va uning oqibatlari". https://gazeta.uz
6. “Gidrotexnika inshootlaridagi avariyalar tahlili” Tillayev Sherzod Amirbek o’g’li, Musayev Ma’rufjon Nabiyevich (Advances in Science and Sustainability, 2025, 29–30)

UO‘T: 627.8.

HISORAK SUV OMBORLARIDA SUV RESURSLARI HISOBI VA HISOBOTINI YURITISH TIZIMINI YAXSHILASH TADBIRLARI

Kamalov Jamol Davlatboyevich
“O‘zbekgidroenergo” AJ Suv resurslarini boshqarish bo‘limi boshlig‘i
Bakiev Masharif Ruzmetovich
"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti
“Gidrotexnika inshootlari va muxandislik konstruksiyalari“ kafedrasi mudiri, texnika fanlari doktori, professor
Lazizbek Mavlanov
"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti magistri

Annotatsiya. “O‘zbekgidroenergo” AJ tomonidan suv omborlarida olib borilgan tadbirlar tahlil etilgan.

Kalit so‘zlar: irrigatsiya, energetika, gidropost, “Modsnow” dasturi, attestatsiya, p’ezometr, reyka.

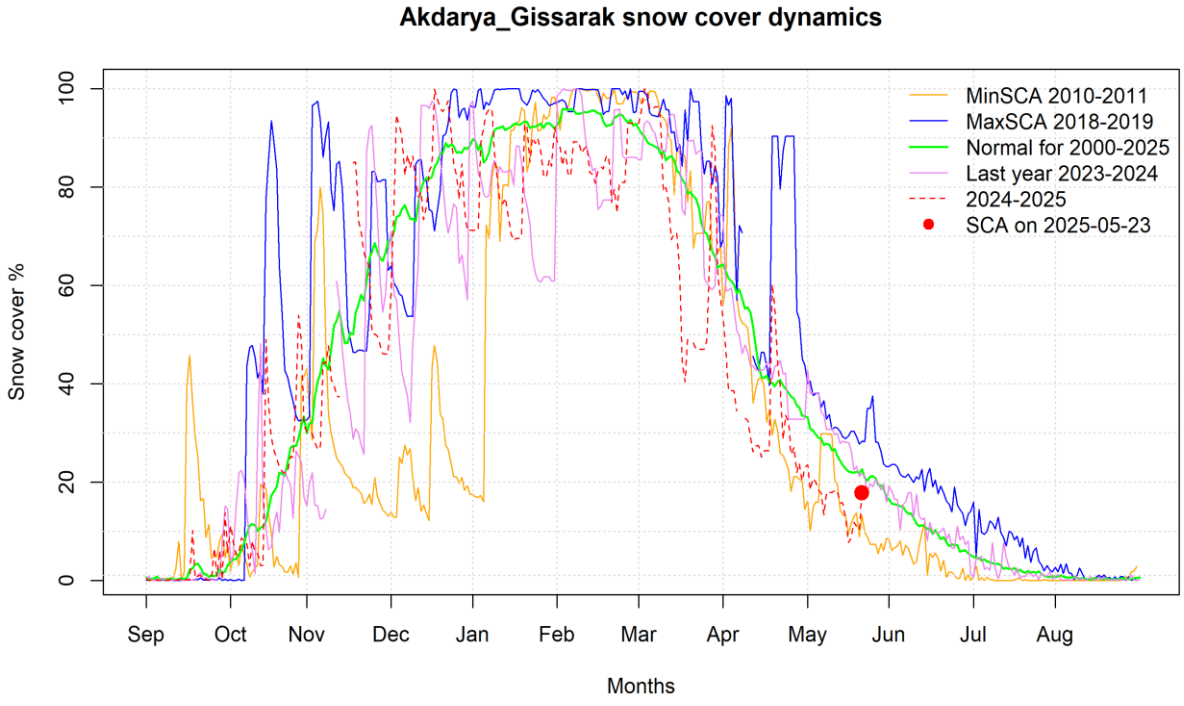
So‘nggi yillarda global iqlimning кeskin o‘zgarish, sahrolarning kengayishi, suv resurslarining tanqisligi, o‘rmonlar va bioxilma-xillikning kamayishi insoniyat uchun nihoyatda dolzarb ekologik muammoga aylanmoqda. Shu sababli suv resurslaridan samarali foydalanish, uning aniq hisob-kitobini yuritish bugungi kunning dolzarb masalalardan biri bo‘lib bormoqda.

Shundan kelib chiqib, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 5-yanvardagi “Quyi bo‘g‘inda suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish hamda suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 5-sonli qaror qabul qilindi.

“O‘zbekgidroenergo” aksiyadorlik jamiyati boshqaruvidagi suv omborlariga jami 797 ming gektardan ortiq qishloq xo‘jaligi ekin maydonlari bog‘langan bo‘lib, joriy yilda suv omborlaridan samarali va xavfsiz foydalanishni tashkil etish boshqarmasi tomonidan suvdan foydalanuvchi hamda suv iste’molchilar o‘rtasida suvdan foydalanish va iste’mol qilish bo‘yicha belgilangan tartibda shartnomalar tuzildi. Shuningdek, har bir tuzilgan shartnomalar hamda suvni hisobga olish bo‘yicha maxsus jurnallar Suv xo‘jaligi vazirligi va “Suvxo‘jaliknazorat” inspeksiyasi tomonidan ro‘yxatdan o‘tkazildi [1].

“O‘zbekgidroenergo” aksiyadorlik jamiyati boshqaruvidagi suv omborlari hududlaridagi qor qatlamlarni baholash va suvning kelishini prognoz qilish imkonini beruvchi Germaniyaning “GFZ Potsdam” ilmiy tadqiqot institutining “MODSNOW” dasturiy ta’minoti ishga tushirildi. Buning natijasida suv omborlaridagi suv resurslarini boshqarish irrigatsiya va energetika rejimiga optimallashtirib, yillik 250,0 mln.m^3 gacha suvlarni salt (tranzit) chiqarilishi oldi olindi hamda 54,mln. kv.soat elektr energiyasi ishlab chiqarilishi ta’minlandi.

Jamiyat boshqaruvida bo‘lgan Andijon, Ohangaron, Sardoba, Hisorak va To‘polang suv omborlaridagi jami 40 ta suv o‘lchash gidropostlari attestatsiyadan o‘tkazilib, ularning metrologik hujjatlari yangilandi.



Zamonaviy suv o‘lchash vositalari yordamida nazorat-o‘lchov ishlari olib borilib, o‘lchov natijalari asosida gidropostlar tarirovka qilindi hamda suv sarfi jadvallari qayta ishlab chiqildi [1].

Suv omborlarda joylashgan jami 82 ta sath o‘lchash reykalari (гидромерическая рейка морская) o‘rganilib, nosoz holatdagi reykalar yangi zamonaviysiga almashtirildi.

Suv omborlarda 40-50 yildan buyon foydalanib kelinayotgan eski rusumdagi “ГР-21м” suv o‘lchash vositalari (гидромерическая вертушка) foydalanishdan chiqarilib, yangi zamonaviy elektromagnit to‘lqinli “MGG-KL/DCB” turidagi suv o‘lchash vositalari bilan ta’minlandi. Mazkur suv o‘lchash vositalaridan foydalanish bo‘yicha suv omborlarda 3 kunlik o‘quv-amaliy seminarlar tashkil qilindi. Suv omborlarda joylashgan bosimsiz p’ezometrlardagi suv sathini aniq va to‘g‘ri kuzatish ishlarini tashkil qilish maqsadida Kanada davlatida ishlab chiqarilgan “Solinist TLC-107” zamonaviy turidagi sath o‘lchash vositalari amaliyotiga tadbiq qilindi. Kelgusida bosimsiz p’ezometrlardagi suv sathlarni ushbu zamonaviy uskunalar yordamida o‘lchash ishlari amalga oshirish belgilab olindi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. “O‘zbekgidroenergo” AJ tomonidan olib borilgan amaliy tadbirlar hisoboti.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 5-yanvardagi “Quyi bo‘g‘inda suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish hamda suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 5-sonli qarori.

УЎТ: 628.218

СОБИРСОЙ СУВ ОМБОРИ ЛОЙҚА-ЧЎКИНДИЛАР МИҚДОРИНИ НАТУРА-ЎЛЧОВ ТАДҚИҚОТЛАРИ ЁРДАМИДА АНИҚЛАШ

Улугбеков Бобур Бобомуратович
катта илмий ҳодим (PhD)
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
Турсинов Шахимардан Куанишбай ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти
Кадиров Жавахир Яхшимурат ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти
Сайдуллаев Отабек Абдулла ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти

Аннотация. Ушбу мақолада Собирсой сув омбори ҳажм ўзгаришининг ҳозирги ҳолати, ундаги лойқа-чўкиндилар миқдори, сув омбори ҳавзасидаги лойқа миқдорини аниқлаш ҳамда сув сиғимини аниқлаш технологиясига оид маълумотлар келтирилган.

Калит сўзлар: сув омбори, лойқа, чўкиндилар миқдори, сув сиғими, доплер кўрсаткичи.

Аннотация. В данной статье представлена информация о современном состоянии изменения объема Собирсайского водохранилища, количестве наносов в нем, определении количества наносов в бассейне водохранилища и технологии определения емкости воды.

Ключевые слова: водохранилище, количество ила, наносов, водоемкость, показатель Доплера.

Abstract. This article presents information on the current state of volume change in the Sobirsoy reservoir, the amount of sediments in it, the technology for determining the amount of sediment in the reservoir basin, and the technology for determining water capacity.

Key words: reservoir, silt, sediment content, water capacity, Doppler index.

Кириш. Бугунги кунда Республикамиз халқ хўжалигининг турли тармоқларини эхтиёжларини тўла таъминлаш мақсадида ҳар йили ўртача 70 км^3 атрофида сув ресурслари ишлатилади. Ушбу миқдордаги талабнинг 56-60 км^3 га тенг қисми ер усти сувлари ҳисобига таъминланса колган қисми ер

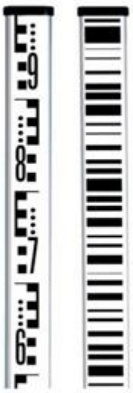
ости сувлари ҳисобига тўғри келади. Шуни алоҳида таъкидламоқ лозимки сув ресурслари танқис бўлган ва сифати ёмонлашиб бораётган шароитда сув ресурсларини оқилона бошқариш ва улардан самарали фойдаланиш Республиканинг барқарор тараққиётида ҳал қилувчи омиллардан бирига айланди.

Сув омборларидан сув истеъмолчилар ва сувдан фойдаланувчиларни ўз вақтида, узлуксиз сув билан таъминлаш учун сув ҳажми захираларини яратиш ва уни сақлаб туриш вазифаси ҳам долзарб саналади.

Материал ва услублар. Собирсой сув омбори ҳавза (чаша) сидаги лойқа миқдорини аниқлашда, замонавий GPS қурилмали SONTEC S5 русумли доплер-профилографидан (1-расм) ҳамда ҳавзанинг сув бўлмаган, қуруқ қисми Leica фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган Sprinter 250 M русумли электрон нивелир ва унинг GSS111 №741882/1 ва №741882/2 (беш метрлик) штрих-кодли рейкаларидан фойдаланилди (2-расм).

GPS қурилмали SONTEC S5 русумли доплер-профилографнинг характеристикаси 1-жадвалда ва кўриниши 1-расмда, Leica фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган Sprinter 250 M русумли нивелирнинг кўриниши 2-расмда келтирилган.

1-расм. **SONTEC S5 русумли доплер-профилографи**



2-расм. **Leica Sprinter 250 M маркали нивелир ва Leica GSS113 маркали штрихли рейка**

Натижалар ва мунозара. Сув омбори ҳавза (чаша) сидаги лойқа миқдорини аниқлашда ўлчов-тадқиқотларини ўтказиш учун чашанинг лойиҳавий топографик харитаси топилди. Сув омбори чашасининг лойиҳавий қирғоқ узунлиги, максимал кенглиги, максимал чуқурлиги ва ҳ.к. каби параметрлари аниқлаштириб олинди.

Чашанинг ҳозирги кундаги меъёрий димланган сатҳ (МДС) белгисидаги юзасининг харитаси орқали тўғон томондан бошлаб ҳар 300 м оралиқ масофадан чашанинг бошланиши (сув кириш қисми) га қадар 9 та створлар қурилди (3-расм).

Ҳар бир створнинг биринчи қирғоғидан, иккинчи қирғоғига қараб махсус аппаратлар ёрдамида ўлчовлар олиб борилди (1-2-расмлар). Створларда ўлчовлар олиб борилаётганда чашанинг сув йўқ бўлган, қуруқлик қисмида Leica-Sprinter 250 M электрон нивелиридан фойдаланган ҳолда геодезик-топографик ўлчовлар ўтказилди.

Ҳозирги кунда сув билан қопланган қисмида эса SONTEC S5 русумли доплер-профилографи ёрдамида ўлчовлар амалга оширилди.

Сув омбори қурилиб, эксплуатация қилиниб келаётгандан ҳозиргача чашадаги лойқаланган ҳажмини аниқлаш бўйича хеч қандай кузатувлар олиб борилмаган.

Олиб борилган ўлчов-тадқиқотлари асосида олинган маълумотларни ҳисоблаш орқали ҳозирги кундаги сув ҳажмини топиш учун қуйидаги ифодадан фойдаланамиз:

$$W_{\text{умумий ҳажм}} = W_{\text{ств }1\text{ҳажм}} + \cdots + W_{\text{ств }n\text{ ҳажм}}, \text{ (млн.м}^3\text{)}; \quad (1)$$

Бу ерда:

$$W_{\text{ств ҳажм}} = \frac{A_1 \cdot \sum S_{\text{ств}} + A_2 \cdot \sum S_{\text{ств}}}{1\,000\,000}, \text{ (млн.м}^3\text{)}; \quad (2)$$

Бу ерда: A_1-створнинг биринчи ён оралиқ масофаси (м);

A_2 – створнинг иккинчи ён оралиқ масофаси (м).

$$\sum S_{\text{ств}} = S_{\text{ств}_1} + \cdots + S_{\text{ств}_n}, \text{ (м}^2\text{)}; \quad (3)$$

$\sum S_{\text{ств}}$ – створнинг МДС даги тирик кесим юзаси йиғиндиси (м^2).

$$S_{\text{ств}} = L_{\Delta} \cdot H_{\Delta}, \text{ (м}^2\text{)}; \quad (4)$$

Бу ерда: L_{Δ}-ҳар бир ўлчов нуқтасидаги масофа, (м);

$$H_{\Delta} = H_{\text{мдс}} - H_i, \text{ (м)}; \quad (5)$$

$H_{\text{мдс}}$-меъерий димланган сатҳ, (м);

H_i-ўлчов нуқтасида топилган чуқурлик (м);

Ўлчов тадқиқотларидан олинган маълумотлар асосида 1-створ бўйича сув омбори чашасидаги сув ҳажмини ҳисоблаш:

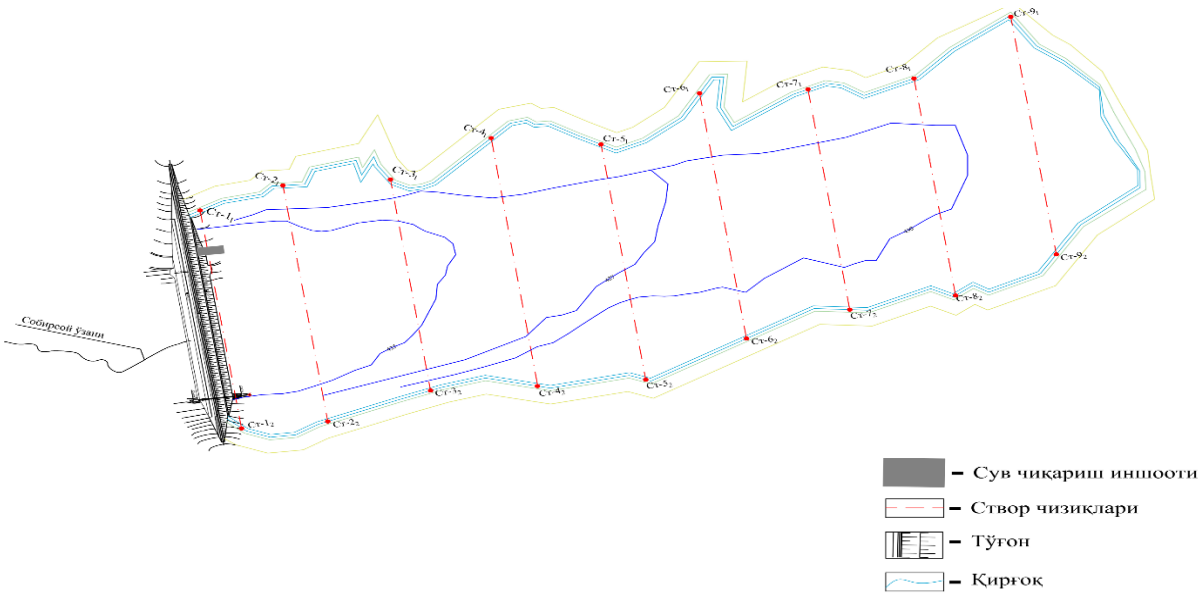
$W_{\text{ств-1 ҳажм}}$=19·79805,9+150·630046,3/1000000=0,71 млн.м^3;

$\Sigma S_{\text{ств-1}} = L_{\Delta} \cdot H_{\Delta} = 4200{,}3$;

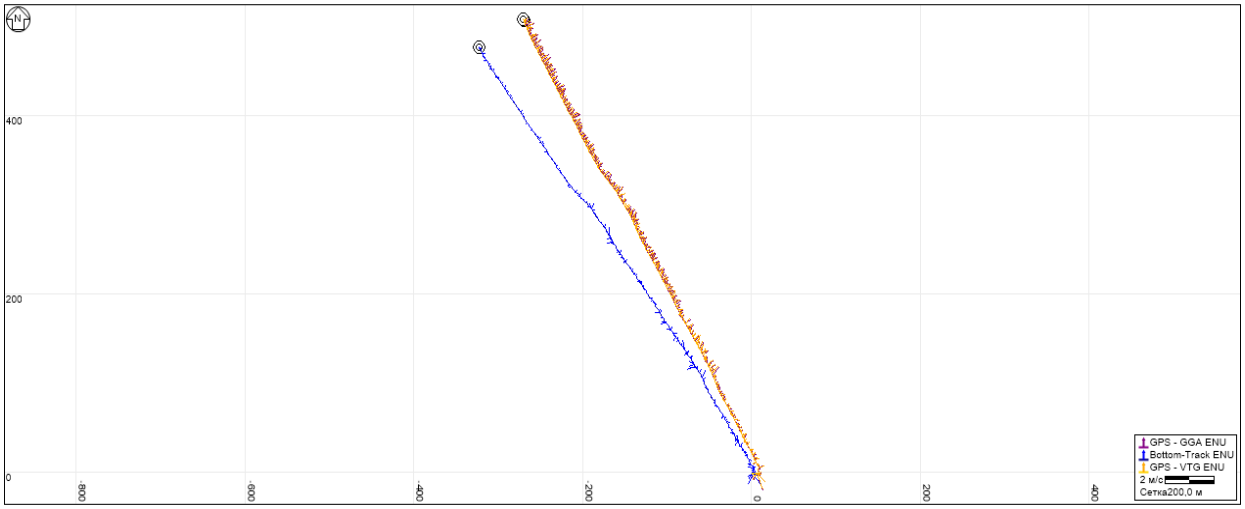
$H_{\Delta} = 429{,}4 - H_i$;

Ҳар бир створдаги сув ҳажми ушбу усул орқали ҳисобланиб чиқилди ва қуйидаги натижага эришилди.

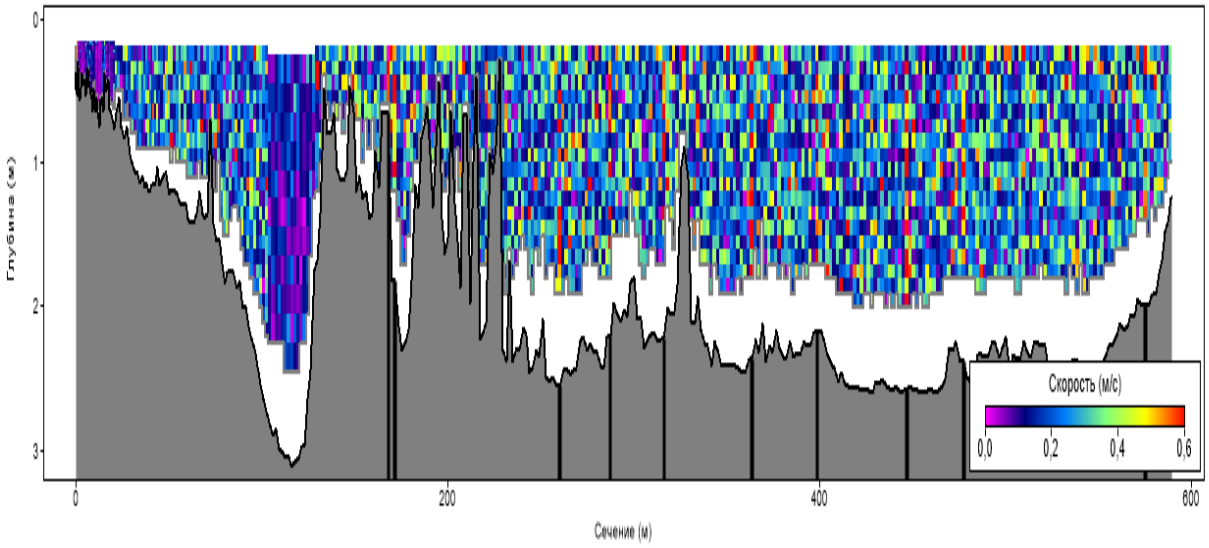
$W_{\text{умумий ҳажм}}$=0,71+…$W_{\text{ств-2 ҳажм}}$+$W_{\text{ств-3 ҳажм}}$+...$W_{\text{ств }n\text{ ҳажм}}$=$W_{\text{умумий ҳажм}}$



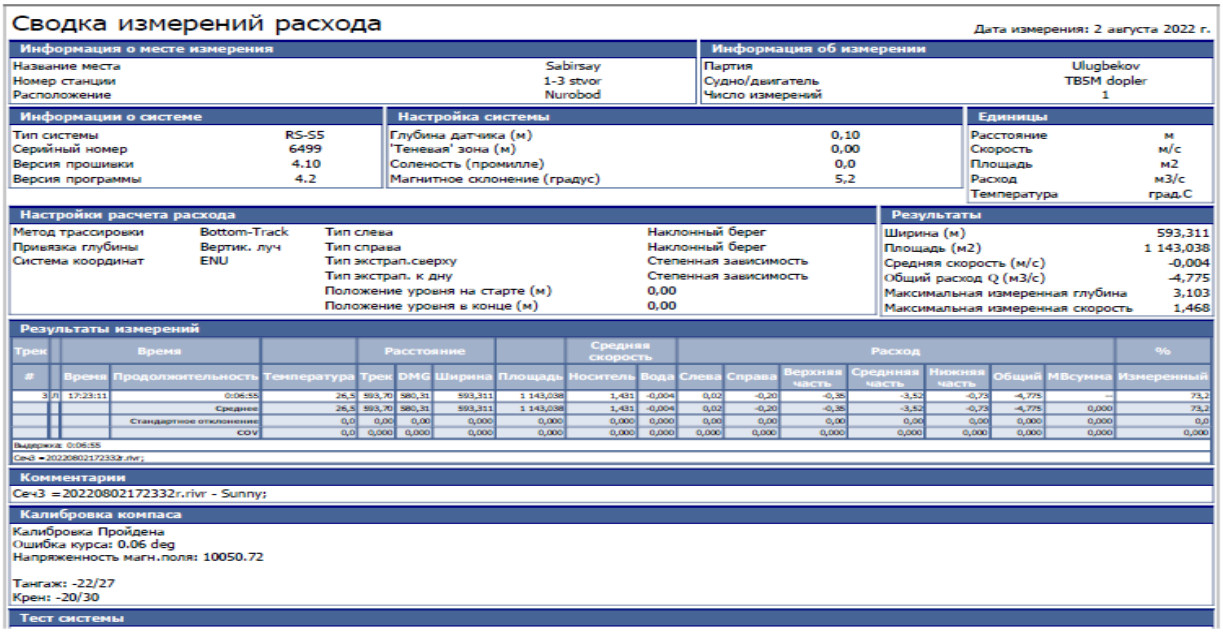
3-расм. **Сув омбори чашасида лойқа-чўкиндиларни ўлчаш тадқиқотлари олиб борилган створлар**



4-расм. **Створ бўйлаб ҳаракат чизиғи**



5-расм. Створнинг узунлиги бўйлаб эгри чизиғи (профили)



Сводка измерений расхода

Дата измерения: 2 августа 2022 г.

Информация о месте измерения		Информация об измерении	
Название места	Sabirsay	Партия	Ulugbekov
Номер станции	1-3 stvor	Судно/двигатель	TBSM dopler
Расположение	Nurobod	Число измерений	1

Информации о системе		Настройка системы		Единицы	
Тип системы	RS-S5	Глубина дат-чика (м)	0,10	Расстояние	м
Серийный номер	6499	'Теневая' зона (м)	0,00	Скорость	м/с
Версия прошивки	4.10	Соленость (промилле)	0,0	Площадь	м2
Версия программы	4.2	Магнитное склонение (градус)	5,2	Расход	м3/с
				Температура	град.С

Настройки расчета расхода				Результаты	
Метод трассировки	Bottom-Track	Тип слева	Наклонный берег	Ширина (м)	593,311
Привязка глубины	Вертик. луч	Тип справа	Наклонный берег	Площадь (м2)	1 143,038
Система координат	ENU	Тип экстрап.сверху	Степенная зависимость	Средняя скорость (м/с)	-0,004
		Тип экстрап. к дну	Степенная зависимость	Общий расход Q (м3/с)	-4,775
		Положение уровня на старте (м)	0,00	Максимальная измеренная глубина	3,103
		Положение уровня в конце (м)	0,00	Максимальная измеренная скорость	1,468

Результаты измерений

Трек	Время		Расстояние				Средняя скорость		Расход						%	
#	Время	Продолжительность	Температура	Трек	DMG	Ширина	Площадь	Носитель	Вода	Слева	Справа	Верхняя часть	Средняя часть	Нижняя часть	Общий	МВсумма	Измеренный
3	17:23:11	0:06:55	26,5	593,70	580,31	593,311	1 143,038	1,431	-0,004	0,02	-0,20	-0,35	-3,52	-0,73	-4,775	--	73,2
		Среднее	26,5	593,70	580,31	593,311	1 143,038	1,431	-0,004	0,02	-0,20	-0,35	-3,52	-0,73	-4,775	0,000	73,2
		Стандартное отклонение	0,0	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,0
		COV	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Выдержка: 0:06:55

Сеч3 =20220802172332r.rivr;

Комментарии

Сеч3 =20220802172332r.rivr - Sunny;

Калибровка компаса

Калибровка Пройдена
Ошибка курса: 0.06 deg
Напряженность магн.поля: 10050.72

Тангаж: -22/27
Крен: -20/30

Тест системы

6-расм. **Ўлчов тўғрисидаги умумий маълумотлар базаси**

Сув омбори чашасида сатҳлар бўйича сув сиғими кўрсаткичлари

Тадқиқот-ўлчовлари асосида олинган маълумотларни ҳисоб китоб қилиш орқали, створларнинг узунлиги ва ҳар бир створлар орасидаги сув сиғими ҳисобланди. Ҳисоблаш натижалари 3-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Ўлчов-тадқиқотлар маълумотларини ҳисоблаш орқали аниқланган створлар узунлиги ва створлар орасидаги сув сиғими

№	Створлар №	Створ узунлиги, м	Створлардаги сув сиғими, млн.м^3
1	Створ-1	844,3	0,82
2	Створ-2	847,0	1,75

3	Створ-3	650,0	1,45
4	Створ-4	888,4	1,12
5	Створ-5	890,2	0,73
6	Створ-6	749,1	0,24
7	Створ-7	699,9	0,12
8	Створ-8	899,0	0,09
9	Створ-9	705,0	0,05
Сув омборининг умумий сув ҳажми, млн.м^3			**6,37**

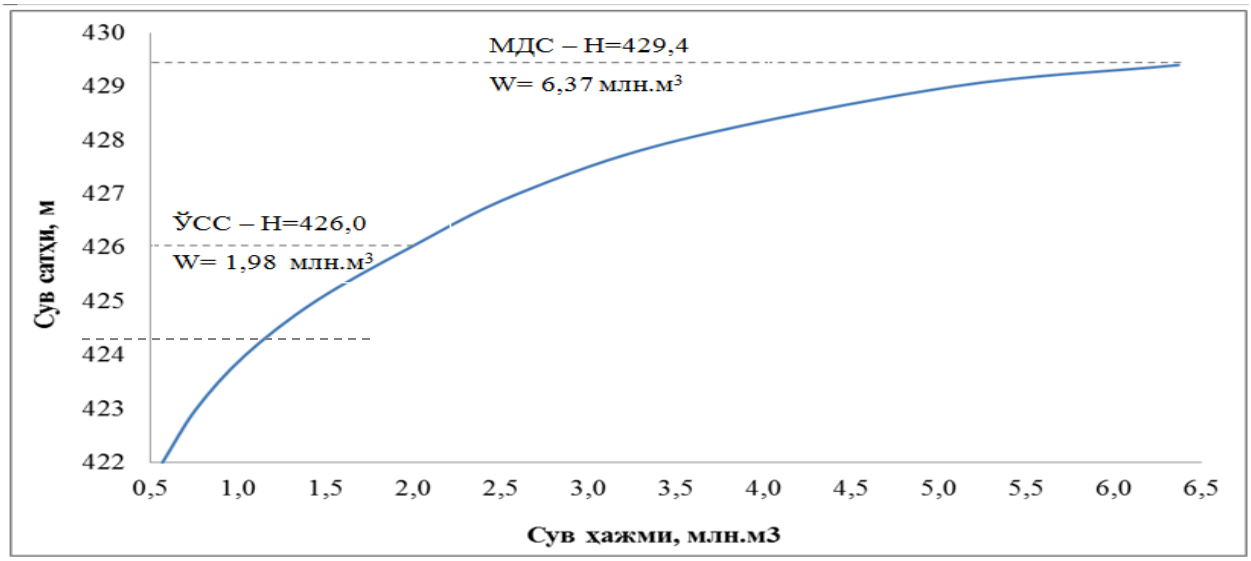
Тадқиқот нитижалари асосидан такидлаш мумкинки, ҳозирги кунда сув омборининг меъёрий димланган сув сатҳи белгисидаги умумий сув ҳажми 8,0 млн.м^3 ни ташкил этади, ўлик сув сатҳи белгисида эса 2,5 млн.м^3 ни ташкил этади.

4-жадвалда сув омбори чашасининг ҳажмини ва сув сатҳига боғликлиги келтирилган бўлса (10-расм), 5-жадвалда сув ҳажмини ва сув юзаси майдонига боғлиқлиги келтирилган (11-расм).

2-жадвал

Сув омбори чашасининг ҳажмини ва сув сатҳига боғланиш эгри чизиқ ординаталари

Белги Н, (м)	**Ҳажм, млн.м^3**	
	Лойиҳавий	**2022 йилдаги ўлчов**
422	0,78	0,57
423	0,99	0,76
424	1,21	1,04
425	1,69	1,44
426	2,50	1,98
427	3,43	2,59
428	4,80	3,51
429	6,96	5,08
429,4	8,00	6,37



7-расм. **Сув омбори ҳажмини ва сув сатҳига боғлиқлик графиги**

Хулоса. Ўлчов-тадқиқотлари натижалининг маълумотларини ҳисоблаш, қайта ишлаш ва таҳлил қилиш орқали қуйидагилар хулоса қилинади:

- ҳозирги кунда сув омборининг меъёрий димланган сув сатҳи белгисидаги умумий сув ҳажми 6,37 млн.м^3 ни ташкил этади.

- ўлик сув сатҳи белгисидаги сув сиғими 1,98 млн.м^3 га тенг.

- сув омбори чашасининг меъёрий димланган сув сатҳи белгисидаги умумий қирғоқ узунлиги 7,48 км дан иборат.

- сув омбори чашасининг меъёрий димланган сув сатҳи белгисида сув юзаси майдони 2,09 км^2 га тенг.

- сув омбори чашасидаги лойқа-чўкиндилар миқдори 1,63 млн.м^3 га тенг.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Bakiyev M.R., Nosirov B., Xojaqulov R. Gidrotexnika inshotlari T., “Bilim”, 2004.

2. Суровцев Б.П., Павлова Е.И. Учебное пособие по проектированию водохранилищного гидроузла с земляной плотиной. Часть 1. (под редакцией доц. Е.И. Павловой) Ташкент, 1977. Тоже часть II. Ташкент,1978.

3. Гаппаров Ф.А, Содиқов А.Х. Сув омборларини техникавий эксплуатацияси бўйича намунавий йўриқнома. САНИИРИ. Тошкент 2005.

4. ҚМҚ 2.06.01-97. Гидротехника иншоотлари. Лойиҳалаштиришнинг асосий қоидалари. Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура ва қурилиш қўмитаси. Т., 1997.

5. Хусанхўжаев З.Х. Сув омборларидаги гидротехника иншоотлари, Ўқитувчи, 1986.
6. Павлова Е.И. Проектирование трубчатых водовыпусков при земляных плотинах. Ташкент 1989.
7. Розанов Н.П. Гидравлические расчеты водовыпускных труб. Учебное пособие. М., ВНИИГИМ, 1979.
8. Суровцев Б.П., Павлова Е.И. Учебное пособие по проектированию водохранилищного гидроузла с земляной плотиной. Часть 1. (под редакцией доц. Е.И. Павловой) Ташкент, 1977. Тоже часть II. Ташкент,1978.
9. Хусанхўжаев З.Х. Гидротехника иншоотлари хисоби, Ўқитувчи, 1972.
10. https://lex.uz/docs/3219732.

УЎТ: 631.6.03

КОМПОЗИТ МАТЕРИАЛНИ СУҒОРИШ ЛОТОКЛАРИДАГИ БЕҚАРОР СУВ ҲАРАКАТИНИНГ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ

Мусаев Шароф Мамаражабович
т.ф.ф.д (PhD), в.б. профессор Жиззах политехника институти.
Хушвактов Исломбек Хабиб ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
таянч докторанти.

Аннотация. Ушбу мақолада хозирги замон тажрибаларида каналлардаги сув ҳаракатининг ҳисоблаш усуллари Сен-Венан тенгламаларига асосланган бўлиб, масала шартларидан келиб чиқиб, бошланғич ва чегаравий шартлар асосида тақрибий ҳисоблаш усуллари орқали олиб борилади. Сув ҳаракатини ҳисоблашда Сен-Венан тенгламаларини янги шаклини келтириб чиқариб, такомиллаштириш оркали, композит материаллардан тайёрланган суғориш лотокларидаги омиллар хусусиятларини инобатга олиб, Коши мезонидан фойдаланилди.

Калит сўзлар: Чегаравий шартлар, сув сарфи, нотекис тақсимланиш, беқарор сув ҳаракати, гидродинамик кучлар,ишқаланиш кучи, оқим чуқурлиги, математик кутилма, деформацияланувчи ўзан, сатҳ нишаблиги.

Аннотация. В данной статье в современных экспериментах методы сброса воды в каналы базируются на уравнениях Сен-Венана, а приближенные методы расчета выдвигаются на основе начальных граничных условий, исходя из условий задачи. Уравнения Сен-Венана были выведены в новой форме с учетом факторов, связанных с оросительными трубами, изготовленными из улучшенных материалов, и использован критерий Коши.

Ключевые слова: Граничные условия, водопотребление, неравномерность распределения, нестационарное движение воды, гидродинамические силы, сила трения, глубина потока, математическое ожидание, деформируемое дно, уклон поверхности.

Annotation. This article in modern experiments, the methods of water discharge in canals are based on the Saint-Venant equations, and based on the conditions of the problem, approximate calculation methods are imposed on the basis of initial boundary conditions. The Saint-Venant equations were derived in a new form, taking into account the factors in irrigation troughs made of improved materials, and the Cauchy criterion was used.

Key words: Boundary conditions, water consumption, uneven distribution, unsteady movement of water, hydrodynamic forces, friction force, flow depth, mathematical expectation, deformable bottom, surface slope.

Дунё амалиётида дарё ва каналлардаги сув ҳаракатининг ҳисоблаш усуллари Сен-Венан тенгламалари тизимини ечишга асосланган. Бир ўлчовли тенгламалар қўлланилаётган масала шартларидан келиб чиқиб, бошланғич ва чегаравий шартлар асосида тақрибий ҳисоблаш усуллари орқали ечилади. Агар ҳаракат тенгламасидан инерция ҳадларини соддалаштириладиган бўлсак, у ҳолда текис ҳаракат учун Шези тенгламасига эга бўламиз. Аммо суғориш лотокларида ЛК-60, ЛК-80 ва ЛК-100 турлардаги лотокларнинг туташ қисмларида сув оқими шаклининг тез ўзгариши ҳамда лоток узунлиги бўйича сув сарфини нотекис тақсимланиши билан боғлиқ ҳолатда беқарор сув ҳаракати оқими вужудга келади. Ушбу ҳолатни барқарор сув ҳаракати тенгламаси орқали ифодалаб бўлмайди.

Биз олдимизга қўйган мақсад, композит материаллардан тайёрланган суғориш лотокларидаги беқарор сув ҳаракатини ҳисоблаш усулини Сен-Венан тенгламаларини янги шаклини келтириб чиқариш орқали такомиллаштиришдан иборат. Албатта, очиқ ўзанларда сув оқими ҳаракати асосан (гравитация) оғирлик кучи, инерция, ишқаланиш ва гидродинамик кучлар таъсирида вужудга келади. Шу сабабли бир ўлчовли беқарор сув ҳаракати тенгламасини келтириб чиқариш учун оқимга таъсир этаётган кучларнинг абсцисса ўқига проекцияларининг баланс тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$G = F + T_{\text{ишқ}}; \qquad (1)$$

бу ерда: $G - m$ массага эга сув оқимига таъсир қилаётган оғирлик кучи, $F - m$ массали сув оқимининг инерция кучи, $T_{\text{ишқ}}$ –оқимнинг лоток туби, деворлари ва оқим танасида вужудга келадиган ишқаланиш кучи.

Математик моделлаштиришда оқимдаги гравитация ва инерция кучлари нисбатини Фруд ($Fr = \frac{v^2}{gR}$) мезони, оқим структураси хусусиятларини ифодалаш учун Рейнольдс ($Re = \frac{vR}{\nu}$) мезонидан ва беқарор сув ҳаракатини ифодалаш мақсадида Коши ($Ch = \frac{\rho v^2}{E}$) мезонларидан фойдаланамиз. Бу ерда: v –оқимнинг характерли масштабдаги тезлиги, g – ташқи кучлар таъсирини ифодаловчи тезланиш, R –гидравлик радиус, ν – кинематик ёпишқоқлик, ρ –сув зичлиги, E –лоток материали қовушқоқлик модули.

Коши мезони беқарор сув оқими ва деформацияланадиган материаллар ўртасида вужудга келадиган ўзаро кучлар нисбатини

ифодалайди. Яъни, композит материаллардан тайёрланган суғориш лотоклари сув томонидан вужудга келадиган динамик омиллар таъсирида деформацияланади, шу сабабли ушбу омиллар хусусиятларини инобатга олиш мақсадида Коши мезонидан фойдаландик.

Юкоридаги (1) кучлар проекцияси баланс тенгламасидаги ҳадларни тегишли формулалар билан белгилаб оламиз:

$$G = mgIFr; \tag{2}$$

бу ерда: I –беқарор сув ҳаракатидаги сув оқими сатҳининг нишаблиги, m –сув оқими массаси.

$$F = ma = m(\grave{\alpha}\frac{\partial \upsilon}{\partial t}Ch + V_0\alpha\frac{\partial \upsilon}{\partial x}); \tag{3}$$

бу ерда: a –сув оқими ҳаракатининг тўлиқ (локал ва конвектив) тезланиши, υ –оқимнинг беқарор ҳаракатидаги тезлиги, $\grave{\alpha}$ –ҳаракат миқдори коэффициенти, α –кинетик энергия коэффициеα –нти.

$$T_{\text{ишқ}} = \nu\frac{m}{R}\frac{g}{V_0}iRe + \frac{q_б}{\nu}mg = \nu\frac{m}{R}\frac{g}{V_0}\frac{{V_0}^2}{C^2R}Re + \frac{q_б}{\nu}mg; \tag{4}$$

бу ерда: $i = \frac{{V_0}^2}{C^2h}$ –гидравлик нишаблик, C –Шези коэффициенти, h – оқим чуқурлиги. (2), (3) ва (4) ифодаларни (1) тенгламага қўйиб, қуйидаги тенгламага эга бўламиз:

$$I = \frac{Ch}{Fr}\frac{\grave{\alpha}}{g}\frac{\partial \upsilon}{\partial t} + \frac{V_0}{Fr}\frac{\alpha}{g}\frac{\partial \upsilon}{\partial x} + \nu\frac{Re}{Fr}\frac{V_0}{C^2R^2} + \frac{1}{Fr}\frac{q_{ён}}{\nu}; \tag{5}$$

ёки оқимнинг эркин сатҳи нишаблигини $I = i - \frac{\partial h}{\partial x}$ ни эътиборга олиб ҳамда кинетик энергия ва ҳаракат миқдори коэффициентларини $\grave{\alpha} = \alpha = 1$ деб қабул қилсак, деворлари деформацияланиш хусусиятига эга композит материаллардан тайёрланган суғориш лотокларидаги беқарор сув ҳаракатини ифодаловчи гидродинамик тенгламага эга бўламиз:

$$i - \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{Ch}{Fr}\frac{1}{g}\frac{\partial \upsilon}{\partial t} + \frac{V_0}{Fr}\frac{1}{g}\frac{\partial \upsilon}{\partial x} + \nu\frac{Re}{Fr}\frac{V_0}{C^2R^2} + \frac{1}{Fr}\frac{q_{ён}}{\nu}; \tag{6}$$

Узлуксизлик тенгламасини қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + B\frac{\partial \upsilon}{\partial x} = -q_{ён}; \tag{7}$$

(6) ва (7) тенгламаларни интеграллаш учун қуйидаги бошланғич ва чегаравий шартларни тузиб оламиз:

$$\left.\frac{\partial \upsilon}{\partial t}\right|_{t=0} = g\frac{\partial h}{\partial x}; \tag{8}$$

$$\left.\frac{\partial \upsilon}{\partial x}\right|_{x=L} = \frac{g}{V_0}\frac{\partial h}{\partial x}; \tag{9}$$

Узлуксизлик тенгламаси (7), бошланғич (8) ва чегаравий (9) шартлардан (6) тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\frac{\partial h}{\partial t} - (Ch + Fr)\frac{gB}{V_0}\frac{\partial h}{\partial x} = \nu\frac{gB}{C^2R^2}Re + \frac{gB}{V_0}\frac{q_{ён}}{\nu} - i\frac{gB}{V_0}Fr; \quad (10)$$

(10) тенгламани стохастик тизимлар усулларидан фойдаланиб ечамиз. Бунинг учун (10) тенгламанинг ўнг томонидаги стохастик ҳадларни қуйидагича белгилаб оламиз:

$$f = \nu\frac{gB}{C^2R^2}Re + \frac{gB}{V_0}\frac{q_{ён}}{\nu} - i\frac{gB}{V_0}Fr; \quad (11)$$

У ҳолда

$$\frac{\partial h}{\partial t} - (Ch + Fr)\frac{gB}{V_0}\frac{\partial h}{\partial x} = f; \quad (12)$$

(12) тенглама стохастик тизимлар усулларидан фойдаланган ҳолда ечилди. Ушбу усулда тенглама параметрлари детерминирли хусусий хосилавий дифференциал тенгламаларидаги каби аниқланади. (12) тенгламани ечимини амалга ошириш мақсадида қуйидаги операторлар киритилади:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = L_t h \text{ ва } \frac{\partial h}{\partial x} = L_x h; \quad (13)$$

(13) белгилашларни эътиборга олиб (12) тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$L_t h - (Ch + Fr)\frac{gB}{V_0}L_x h = f; \quad (14)$$

Шундай қилиб, деформацияланувчи ўзан бўйича беқарор сув ҳаракатининг стохастик тенгламаси (14) ишлаб чиқилди.

Энди (14) тенгламани стохастик тизимлар усуллари асосида сонли экспериментини амалга оширамиз. Бунинг учун L_t^{-1} – оператор мавжуд деб фараз қиламиз. У ҳолда

$$h = L_t^{-1}\cdot f + (Ch + Fr)\frac{g\cdot B}{V_0}L_t^{-1}\cdot L_x\cdot h; \quad (15)$$

(15) тенглама ечилиши қуйидаги шаклда қидирамиз

$$\langle h\rangle = F^{-1}\cdot f; \quad (16)$$

бу ерда:

$$F^{-1}\cdot f = \sum_{n=0}^{\infty}\lambda^n H_n f; \quad (17)$$

у ҳолда

$$\sum_{n=0}^{\infty}\lambda^n H_n f = L_t^{-1}\cdot f + (Ch + Fr)\frac{g\cdot B}{V_0}\lambda\left(\sum_{n=0}^{\infty}\lambda^n H_n f\right)\left(\sum_{m=0}^{\infty}\lambda^m H_m f\right); \quad (18)$$

(18) дан қуйидаги натижаларга эга бўламиз:

$$H_0 f = L_t^{-1} f = h_0,$$

$$H_1 f = (Ch + Fr)\frac{g \cdot B}{V_0} L_t^{-1} \cdot L_x[(H_0 f)(H_0 f)] = (Ch + Fr)\frac{g \cdot B}{V_0} L_t^{-1} \cdot L_x h_0^2; \quad (19)$$

Стохастик тизимлар усулларига асосан

$$L_t^{-1} L_x h_0^2 = \int LG(x,\tau) \cdot h_0^2(\tau) d\tau; \quad (20)$$

ёки

$$\int LG(x,\tau) \cdot h_0^2(\tau) d\tau = \int \delta(t-\tau) \cdot h_0^2 d\tau; \quad (21)$$

бу ерда:

$G(x,\tau)$ – Грин фунцияси, $\delta(t-\tau)$ – Дирак функцияси.

Дирак функцияси хоссаларига кўра (20) тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$L_t^{-1} L_x h_0^2 = t_0 \cdot lnh_0; \quad (22)$$

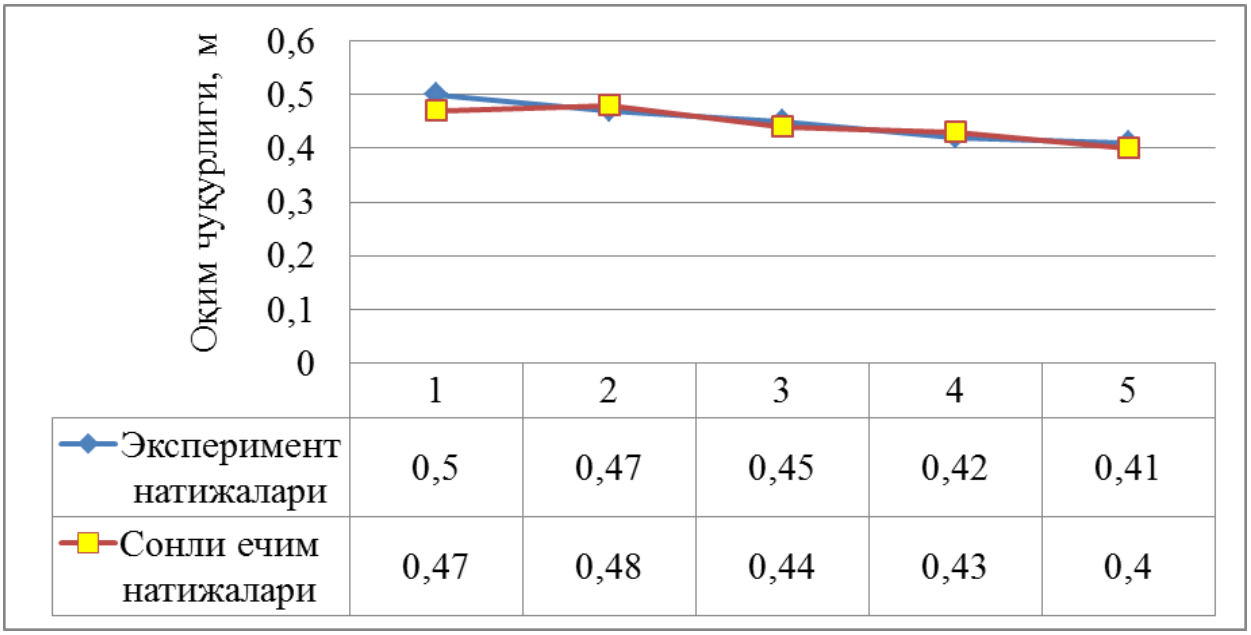
(22) ифодани (19) тенгламалар тизимига қўямиз:

$$\left.\begin{aligned} H_0 f &= L_t^{-1} f = h_0 \\ H_1 f &= (Ch + Fr)\frac{g \cdot B \cdot t_0}{V_0} \cdot lnh_0 \end{aligned}\right\}; \quad (23)$$

(17) ва (23) тенгламаларга асосан (16) тенглама ечимига эга бўламиз:

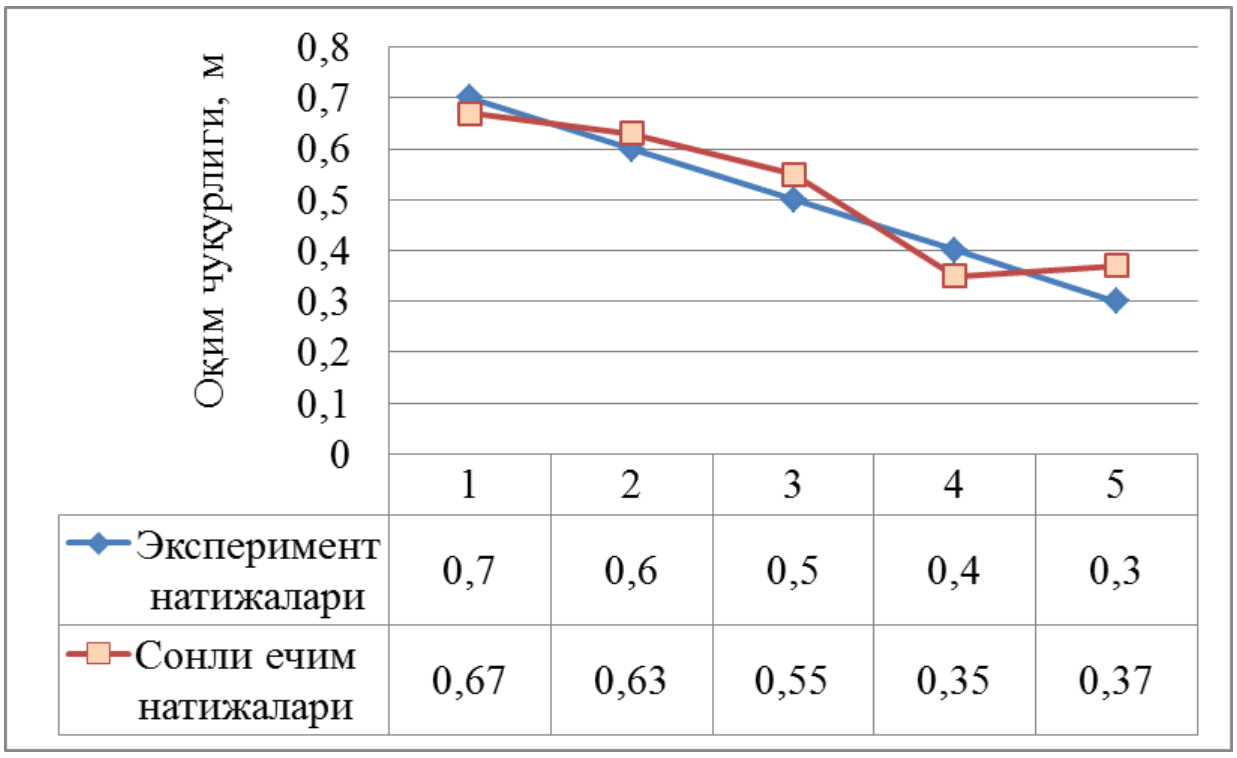
$$\langle h \rangle = h_0 + (Ch + Fr)\frac{g \cdot B \cdot t_0}{V_0} \cdot lnh_0; \quad (24)$$

Натижада, деворлари эластиклик хусусиятига эга композит материаллардан тайёрланган суғориш лотокларида сув оқимининг беқарор ҳаракатида оқим чуқурлиги динамикасининг математик кутилмаси учун (24) тенгламага эга бўламиз.



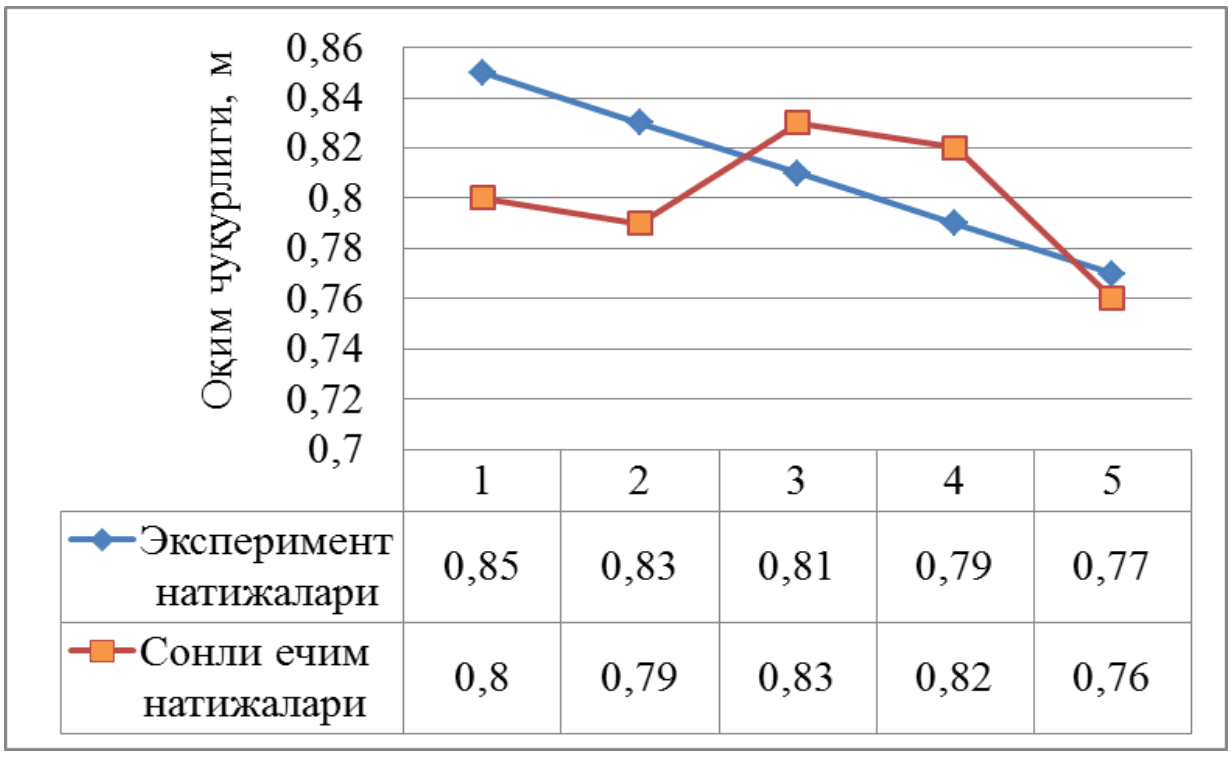
	1	2	3	4	5
Эксперимент натижалари	0,5	0,47	0,45	0,42	0,41
Сонли ечим натижалари	0,47	0,48	0,44	0,43	0,4

1-расм. **ЛК-60 туридаги лоток тармоғида сув оқими чуқурлигини динамикасининг сонли ва тажриба натижаларини таққослаш графиги**



	1	2	3	4	5
Эксперимент натижалари	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Сонли ечим натижалари	0,67	0,63	0,55	0,35	0,37

2-расм. **ЛК-80 туридаги лоток тармоғида сув оқими чуқурлигини динамикасининг сонли ва тажриба натижаларини таққослаш графиги**



	1	2	3	4	5
Эксперимент натижалари	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77
Сонли ечим натижалари	0,8	0,79	0,83	0,82	0,76

3-расм. **ЛК-100 туридаги лоток тармоғида сув оқими чуқурлигини динамикасининг сонли ва тажриба натижаларини таққослаш графиги**

Хулоса. Олиб борилган тадқиқот ишлари шуни кўрсатмоқдаки, амалиётдаги кўпгина гидравлик ҳисобларни амалга оширишда энг ишончли формулалар бу Н.Н.Павловский ва Маннинг формулалари ҳисобланиб, эксперимент натижалари билан яхши мос келади. Ушбу формулалар ўзан деворлари грунтли, бетон, керамика, ғишт, темирбетон қопламали каналлар учун квадратик қаршилик соҳаси учун яхши самара беради.

Квадратик қаршилик соҳасигача бўлган соҳа учун ушбу формулалар катта хатолик бермаслиги учун ушбу формулаларга корректировка коэффициентларини қўллаш лозим бўлади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Медзвелия М.Л. Факторы, влияющие на коэффициент Гидравлического трения равномерных открытых потоков / М.Л.Медзвелия, В.В.Пипия//Вестник МГСУ. - 2011 г. №8.

2. Зуйков А.Л. Гидравлика. Том 2. Напорные и открытые потоки. Гидравлика сооружений / А.Л.Зуйков, Л.В.Волгина // - Москва: МГСУ., 2015г.

3. Гончаров В.Н. Динамика русловых потоков и русловые процессы / В.Н.Гончаров, И.В.Попов // - Л.: Гидрометеоиздат., 1988 г.

4. Брянская Ю.В. Совершенствование методов гидравлического расчета характеристик течения и сопротивления в трубах: Автореф. дисс. На соискание ученой степени канд. техн. наук: Брянская Юлия Вадимовна. – Москва, 2003 г.

5. Мусаев.Ш.М. Композит новли суғориш тармоғида сув окими динамикасининг гидравлик хисоблаш усулларини такомиллаштириш. Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий даражасини олиш учун диссертация. Тошкент – 2022 йил.

6. Mahmudov IE va boshqalar. Sug'orish kanallarining ishonchliligi va samaradorligining ehtimollik-statistik modeli // Pozitiv maktab psixologiyasi jurnali. – 2022. – B. 2956-2960.

7. Maxmudov I. E., Muradov N., Ernazarov A. Beqaror harakat sharoitida sug‘orish kanallari bo‘ylab sho‘rlanish zonasi chegaralarini aniqlashning gidravlik bog‘liqligi // Sug‘orma dehqonchilik samaradorligini oshirish yo‘llari. – 2016. – No 4. – B. 51-55.

8. Maxmudov, I. E., Mamutov, R. A., Ernazarov, A. I. U., & Musaev, Sh. M. (2021). Qishloq xo`jalik ekinlarini sug`orlashda nomlash zonasidagi infiltratsiya oqimlari dinamikasini boshqarish uchun gidravlik model. Universum: texnik fanlar, (12-2 (93)), 42-46.

UDC: 524.3-17 621.644.2

NUMERICAL MODELING OF MULTIPHASE FLOW IN A HORIZONTAL PIPELINES

Murodov Navruz Qurbonovich
PhD**,** senior researcher
Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems
Salimjon Raxmankulov
base doctoral student
Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems
Sayramxon Raxmonkulova
base doctoral student.
Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems.
e-mail: sayramxonraxmonkulova@gmail.com.

Abstract. This article examines the econometric analysis of the results of numerical modeling. A statistical assessment of the accuracy of the model and its predictive ability is carried out. Transporting solids as a water carrier through long pipelines is widely used in many industries and power plants. Transporting slurry through a vertical pipeline is a challenging task and requires modification to overcome pressure loss and power consumption requirements. In this regard, a numerical simulation of a three-dimensional horizontal slurry pipeline carrying glass beads with spherical particles with a diameter of 440 μm and a density of 2470 kg/m^3 was carried out. A 3D computational model for a horizontal down comer pipeline for a pipe with a diameter of 0.0549 m was developed and analyzed in the available commercial software ANSYS Fluent. The simulation is performed using an Eulerian multiphase model with SST turbulence model in the solid concentration range of 10–20% (by volume) for mean flow velocities of 1-4 ms-1. A parametric study is conducted to visualize and understand the transition flow. Finally, solid concentration contour, velocity contour, solid concentration profiles, velocity profiles results and predictions for slurry pipelines.

Keywords: Navier-Stokes equations, machinery learning, suspension, turbulence, pipe flow, numerical simulation, ANSYS Fluent, CFD.

Introduction. Econometric analysis plays an important role in the evaluation and validation of numerical modeling results, especially in complex areas such as computational fluid dynamics (CFD) [1, 2]. Particle−liquid flow in pipes finds important applications in many industries, including mining, food, metallurgy, energy, chemicals, pharmaceuticals, oil, and construction.

Liquid flows carrying solid particles are observed in a number of natural phenomena and in technical devices. The study of particle motion in a turbulent

flow and their influence on the characteristics of the carrier medium is one of the important and difficult problems of multiphase flow mechanics.

Currently, the approach of direct numerical modeling of suspension flows with resolution of liquid flow around individual particles has been rapidly developed [10]. However, this approach is too expensive for solving a wide range of engineering problems. The most suitable models of turbulent suspension flows are still two-fluid models describing the movement of the carrier phase and the movement of a group of particles, based on a continuum representation and using Reynolds or Favre-averaged equations.

When constructing a turbulence model for a particle-liquid system, it is convenient to distinguish three levels of description: microscopic, mesoscale, and macroscale [12]. At the microscopic level, the motion of individual particles and the flow of fluid flowing around them are considered. The mesoscale level corresponds to the averaged description of the chaotic or pseudo-turbulent motion of particles caused by interparticle interaction. The macroscale description considers the patterns of turbulent motion of fluid and the involvement of particles in pulsating motion by turbulent vortices.

Hydrodynamic interactions between particles and direct collisions between them lead to the appearance of pseudo-turbulent pulsations and stresses of the particle field, which must be taken into account when modeling flows with a high particle concentration. The description of stresses in the particle phase caused by interparticle [5-8] interactions can be performed within the framework of the kinetic model of granular media or using a phenomenological rheological model. The construction of a kinetic model of granular media is performed by analogy with the kinetic theory of molecular gas motion. The evolution of pulsations is described by the pseudo-temperature transfer equation taking into account the generation of chaotic motion in a gradient flow, dissipation of pulsation energy due to viscous losses and inelastic collisions. At present, the kinetic model is considered well tested and suitable for the mesoscale description of flows of moderately dense granular media.

In mathematical models of suspension flows, phenomenological algebraic dependences of normal and shear stresses on particle concentration and velocity gradients are introduced [12, 13]. Depending on the local Stokes number, particle Reynolds number and particle concentration, the following particle motion regimes in the flow are distinguished: free fall and prolonged interparticle contact, inertial and viscous regimes. Kinetic or rheological approaches to describing

mesoscale flow can be used to construct a model of macroscale turbulent flow [14, 18].

The sand slurry simulation the usage of algebraic slip model growth of numerous constraints at the entrance vicinity of the pipeline is achieved by way of Lin and Ebadian [16]. Chandel et al. [7, 18] examined the pressure drop and rheological characteristics for fly ash slurries and observed no settling of slurry at all tested data. Further, he proceeded with the study on pilot plant test loop with without additive in the slurry and found a dip in pressure drop on addition of additives. Moreover, Naik et al [19]. considered the rheological qualities by adding the cationic and counter ion and it was observed that the addition of cationic and counter ion brings about decrease of surface tension, improvement in wetting/spreading properties and upgrade in suspension stability of solid particulates. Senapati et al. [10] utilized the power law fluid and explored the impact of fly-slag slurry on friction.

Most numerical studies of the class of flows under consideration have been performed using two-fluid models that include equations of motion for each phase. However, for the vast majority of practical purposes, solving the full system of a two-velocity model is not only computationally expensive, but also unnecessary. Steady-state or weakly time-varying suspension flows are characterized by the smallness of the dynamic relaxation time of particles compared to the hydrodynamic time. In this case, the full two-velocity model can be reduced to a model with a quasi-equilibrium velocity of interphase slip [9, 11].

Highly concentrated fluid flows with relatively small particles, for which the Stokes number does not exceed 10, can be considered at the mesoscale level as suspension flows with some rheological law describing the total stresses in the mixture. Mesoscale stresses in the liquid phase include the stress that is the contribution of particles to the hydrodynamic part of the stresses of the mixture as a whole [13]. As a result, the decomposition of the mixture stresses into stress components in the liquid and solid phases, which is necessary for constructing two-fluid models, becomes a nontrivial task. There is uncertainty in the literature associated with modeling shear stresses in the liquid phase. In some two-fluid models, in particular, those described in [7, 8], the shear viscosity in the liquid phase is taken to be equal to the viscosity of the pure liquid, while in other models the viscosity is considered to be equal to the effective viscosity of the suspension [15]. Despite the fact that both of these approaches can give close results, strictly speaking, they are erroneous. The single-fluid description of suspensions based

on equations for the characteristics of a two-phase flow appears to be a good alternative to two-fluid models. Note that a similar approach using equations for a two-phase medium in general is also used in modeling two-phase flows with low-inertia particles [13].

In the field of hydrotransport theory, great achievements belong to scientists M.A.Velikanov, who substantiated the gravitational theory of solid phase motion of a suspension-carrying flow, and V.M.Makkaveev with his diffusion theory of pulsating motion of solid particles in a liquid flow. In expanding and deepening the theoretical approach to the problem of solid transfer in a liquid flow, important studies were carried out by eminent scientists such as N.A.Silin, A.P.Yufin, M.A.Dementyev, V.N.Pokrovskaya, A.E.Smoldyrev, A.G.Dzhvarsheishvili and others. Of the foreign schools, a great contribution to the general theory and practice of hydrotransport was made by the works of R.Durand, R.Wooster, D.F.Richardson, S.A.Shchuk, V.Pazhonka, C.Kemblovsky, E.Sobota, P.Slater and others [11, 13].

Problems of turbulent flow of liquid with solid particles require consideration of the influence of the solid phase on the turbulent characteristics of the flow. With increasing volume concentration and mass loading of the flow, the contribution of interparticle interactions to the transfer of momentum and energy of the dispersed phase increases, the influence of particles on both average and pulsation characteristics increases. In a two-phase flow, additional effects of production and transfer of turbulent energy arise.

The aim of this work is to develop a statistical model of turbulence and a method for calculating turbulent flows of liquid with an arbitrary concentration of solid particles based on a rheological model of a suspension with a quasi-equilibrium velocity of interphase slip. An additional important aspect of the presented model is to take into account the effect of particles on the turbulence of the carrier liquid. Using the developed model, this study calculates pressure turbulent flows of liquid with heavy particles in horizontal channels. Comparison of numerical results with experimental data and with calculations by other authors performed using eddy-resolving methods demonstrates the ability of the model to adequately describe various modes of two-phase flows Figure 1.

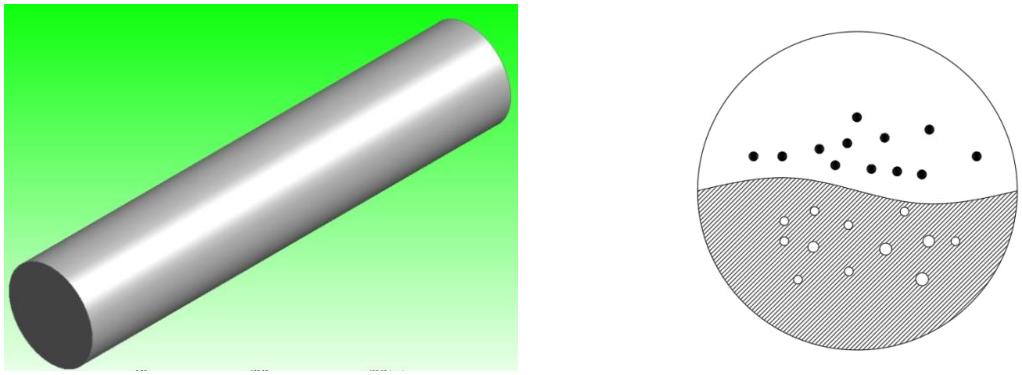


Figure 1. Multiphase flows in a horizontal pipe

The isothermal approximation in modeling the pipeline process of transporting liquids, gases and other mixtures works under certain conditions, for example, if the pipeline is short, the speed is low, the intensity of heat exchange with the environment is insignificant. In other cases, heat exchange with the environment should be taken into account.

Turbulence models also play a key role when performing RANS simulations of turbulent flows. The prediction of flow phenomena including boundary layer strongly depends on the choice of the turbulent model. The SST model [5-6] which solves directly a transport equation for the eddy viscosity, became quite popular because of its reasonable results for a wide range of flow problems and its numerical properties. Since the SST model has been developed mainly for aerodynamic calculations, not so many publications are devoted to verifications of its applications in hydrodynamic calculations.

The SST model is a popular choice in CFD due to its balance between accuracy and computational efficiency. It is especially valuable in scenarios where quick assessments of turbulent flows are necessary, making it a staple in aerospace and related fields.

Method. The Navier-Stokes equations are a system of differential equations that describe the motion of an incompressible fluid:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v}\nabla\mathbf{v} = -\dfrac{\nabla p}{\rho} + \nu\nabla^2\mathbf{v} + \mathbf{F}; \\ \nabla\mathbf{v} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Where: v-is the fluid velocity vector; t-time; p-pressure; ρ-density; ν-kinematic viscosity; F-external force acting on the fluid; ∇ is the nabla operator that determines the gradient and divergence of the vector field.

SST turbulence model. Menter's shear stress transfer (SST) model [5-6] is a combination of the k-ε and k-ω models. For the wall layer, k-ω is used, for the

outer region - k-ε. This model is currently very popular and is included in many CFD packages.

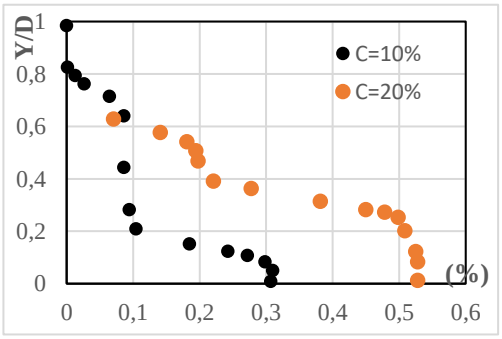
$$\begin{cases}(\mathbf{U}\cdot\nabla)k=\nabla\left[(\nu+\sigma_k\nu_t)\nabla k\right]+P-\beta^*\omega k,\\ (\mathbf{U}\cdot\nabla)\omega=\nabla\left[(\nu+\sigma_\omega\nu_t)\nabla\omega\right]+\dfrac{\gamma}{\nu_t}P-\beta\omega^2+2(1-F_1)\dfrac{\sigma_{\omega 2}}{\omega}\nabla\omega\nabla k.\end{cases}; \quad (2)$$

Here k is the specific turbulent kinetic energy (m2 s−2), ω is the specific rate of turbulent dissipation (s−1). Other values are presented in works [5-6].

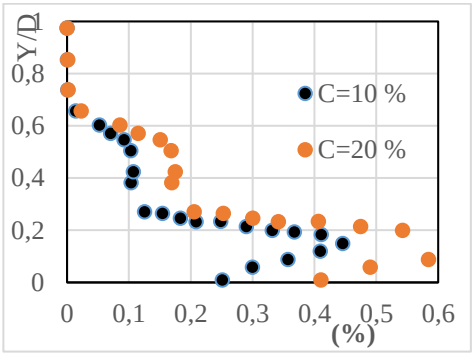
Solution method. Ansys Fluent offers a range of solvers to solve different types of physics problems. The choice of solver depends on the type of physics being modeled, the complexity of the problem, the desired accuracy, and the available computing resources. Ansys Fluent solvers were used for the standard SST turbulence model. The following boundary conditions were set for the SST model

$$\omega=10\frac{U}{L},\quad k=0.1\frac{\nu U}{L};$$

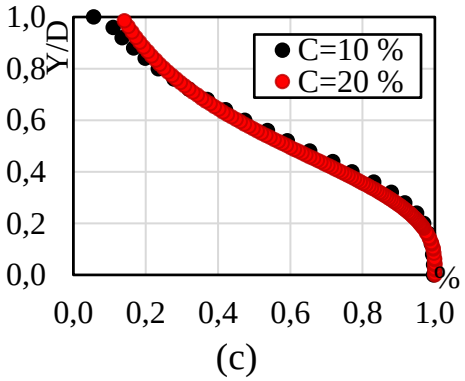
Results. **Solid Concentration Profile.** Figure 2 (a-d) portrays the solid concentration profile in horizontal in xy plane at x = 3.7 m from pipe inlet, at different mean flow velocity range, V = 1-4 ms^{-1} and solid concentration range, C =10-20%. The findings show that the solid concentration is maximum at the bottom of the pipe and subsequently decreases from the bottom to the top of the pipeline at all mean flow velocity and solid efflux concentration range.



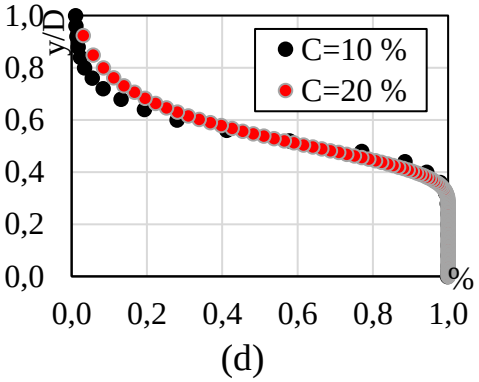
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 4. Solid concentration profile at $C = 10 - 20\%$ **(a) V=1 ms^{-1}, b) V=2 ms^{-1}, (c) V=3 ms^{-1}, (d) V=4 ms^{-1},**

Conclusion. A model for describing the turbulent flow of a highly concentrated mixture of Newtonian fluid with solid particles is presented. The peculiarity of this model in comparison with two-fluid models is that it solves the system of equations for a two-phase flow as a whole using rheological relations and transport equations for the concentration of the dispersed phase with an algebraic equation for the interphase slip velocity. The rheological model describes the viscous and contact modes of particle motion in a liquid.

A multiparameter version of the SST turbulence model is used to simulate suspension turbulence, taking into account the near-wall anisotropy of turbulence. The turbulence model is supplemented by the contribution of particles to turbulence generation due to the average slip velocity and dissipation associated with viscous losses when particles are involved in turbulent motion.

The model under consideration has been tested on problems of steady-state turbulent flow of a suspension with heavy particles in a horizontal pipe. RANS modeling demonstrates that without taking into account the modulation of turbulence by particles, the model significantly overestimates turbulent pulsations in the near-wall layer with a high concentration of particles adjacent to the lower wall. Taking into account the dissipation of turbulence due to the involvement of particles in turbulent motion allows us to adequately describe the turbulence intensity and the development of a stationary layer of settled particles. Analysis of secondary flows in the transverse plane allowed us to detect a three-layer structure of a two-phase flow. However, to clarify the flow structure and improve the description of turbulence anisotropy, it is necessary to use second-order closure models. The obtained results demonstrate good predictive ability of the model both in relation to local distributions of average and pulsation quantities, and in relation to the integral dependence of the pressure drop on the mixture velocity.

REFERENCES:

1. Shah A. et al. PUF-Based Lightweight Authentication Protocol for IoT Devices //International Conference on Intelligent Computing and Networking. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2023. – C. 401-412.
2. Juneja S. et al. Machine learning-based defect prediction model using multilayer perceptron algorithm for escalating the reliability of the software //The Journal of Supercomputing. – 2024. – T. 80. – №. 7. – C. 10122-10147.

3. A. I. Ibrokhimov, M. E. Madaliev, R. A. Fayziyev and A. A. Mirzoev, “Numerical Simulation of Separate Flow Around a Heated Square Cylinder,” in ICFNDS-2022, edited by A. Aziz (ACM, Tashkent, 2022), pp.23-26.

4. Madaliev E. et al. Numerical simulation of the layer mixing problem based on a new two-fluid turbulence model //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2612. – №. 1

5. Menter F. R.“Zonal two-equation k-ω turbulence models for aerodynamic flows”. AIAAPaper 1993-2906.

6. Menter F. R., Kuntz M., and Langtry R. “TenYears of Industrial Experience with the SST Turbulence Model”.

7. Shoyev M. A. et al. Numerical study of modified centrifugal cyclone //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 401. – C. 01036.

8. Ibrokhimov A. et al. Numerical study of particle motion in a two-dimensional channel with complex geometry //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 84. – C. 05037.

9. Mirsaidov M., Nosirov A., Nasirov I. Spatial forced oscillations of axisymmetric inhomogeneous systems //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – T. 164. – C. 02009.

10. Akbarova N., Azamatov Z. Deformation measurement by digital holographic interferometry //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 434. – C. 01039.

11. Sabirov O. I. et al. On the theoretical analysis of parametric amplification of femtosecond laser pulses in crystals with a regular domain structure //Physics of Wave Phenomena. – 2022. – T. 30. – №. 4. – C. 277-282.

12. Ibrokhimov A. et al. Comparison of the results of applying the turbulence model VT− 92 and two-fluid model to the problem of a subsonic axisymmetric jet //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 452. – C. 02026.

13. Mirsaidov M. M., Nosirov A. A., Nasirov I. A. Modeling of spatial natural oscillations of axisymmetric systems //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – T. 1921. – №. 1. – C. 012098

14. . Makhsudov M. et al. Asynchronous in motors reactive power current for monitoring and control modifiers scientific, ETC //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – T. 3152. – №. 1.

15. Madraximov M. et al. Numerical simulation of laminar symmetric flow of viscous fluids //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – T. 3119. – №. 1.

16. Akbarova N. et al. Third harmonic generation of femtosecond laser pulse in Argon //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – T. 3152. – №. 1.

17. Mavlyanov A. S. et al. Photoconductivity and bandgap of binary impurity-doped crystalline silicon //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2024. – T. 2697. – №. 1. – C. 012011.

18. Navruzov K. et al. Study of Oscillatory Flows of a Viscoelastic Fluid in a Flat Channel Based on the Generalized Maxwell Model //Russian Mathematics. – 2023. – T. 67. – №. 8. – C. 27-35.

19. Navruzov K., Sharipova S. B. Tangential shear stress in oscillatory flow of a viscoelastic incompressible fluid in a plane channel //Fluid Dynamics. – 2023. – T. 58. – №. 3. – C. 360-370.

20. Navruzov K. et al. Tangential Shear Stress in an Oscillatory Flow of a Viscoelastic Fluid in a Flat Channel //International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2022. – C. 1-14.

UDC: 524.3-17 621.644.2

NUMERICAL STUDY OF LAMINAR FLOW IN L SHAPED CHANNEL

Murodov Navruz Qurbonovich
PhD**,** senior researcher
Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems
Salimjon Raxmankulov
base doctoral student
Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems
Sayramxon Raxmonkulova
base doctoral student
Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems
e-mail: sayramxonraxmonkulova@gmail.com.

Abstract. This article presents the results of the study of the problem of laminar incompressible fluid flow through an L shaped channel using the Comsol Multiphysics software package. In the work, the finite element method (FEM) was used for the numerical implementation of the Navier-Stokes equation. Implementation in the Comsol Multiphysics software package showed good convergence, stability and high accuracy of the laminar flow.

Keywords*:* Navier-Stokes equations, separated flow, laminar flow, Comsol Multiphysics, finite element method.

Introduction. The intensive development of aviation, shipbuilding, and transport has attracted much attention to the study of separated flows at various values of regime parameters and configurations of streamlined bodies. Separated flow is a frequently encountered and, at the same time, the most difficult to study type of motion of a real fluid [7]. The main feature of separated flows is that after the flow separation occurs, the flow becomes unsteady [3, 5, 6]. The load-bearing capacity of wings, the aerodynamic characteristics of aircraft, ships, and submarines, the efficiency of hydraulic machines and wind turbines directly depend on the development of flow separation. The origin and development of flow separation, the characteristics of separated flows are determined by a large number of parameters. Many experimental [5] and theoretical works [6, 7] are devoted to the study of this complex phenomenon.

The first theoretical results were obtained using the classical boundary layer theory, which, however, does not allow for the strong interaction of the boundary layer with the external flow. The most important theoretical and practical results on the calculation of flows with flow separation were obtained using the asymptotic theory of viscous fluids and semi-empirical methods based on an a

priori choice of the flow model based on numerical or physical experiments [6]. Among the various approaches used to solve this problem, an important place is occupied by mathematical modeling based on the Navier-Stokes equations. At present, its role is increasing with the development of computers, the improvement of the models and numerical methods used, and also in connection with the possibility of replacing expensive, and in some cases practically impossible, physical experiments with calculations. Complementing each other, calculation and experiment provide new opportunities for studying complex interdependent processes. The study of separated flows is a classic problem in fundamental fluid mechanics [1]. This flow geometry is an important prototype for the study of flow separation, flow attachment and recirculation bubbles [1]. The phenomenon of flow separation is common in engineering applications such as water flow past a hydrofoil, air flow past compressor and turbine blades, suddenly expanding pipes, combustion chambers [1]. The geometry of sharply turning channels is also an important issue for understanding the instability of separated flow. Fluid flows in sharply turning channels occur in various technical devices and structures. An abrupt change in the geometry of the channel wall or the outside of a streamlined body can probably lead to flow separation, as well as significantly change its kinematic structure. The flow in a flat channel with a sharp turn belongs to a simple class of separated flows, when the point of flow separation is fixed. Theoretical study and calculation of similar flows presents significant difficulties due to the appearance of complex separated flows, as well as reverse vortices in the region behind the step.

Such problems are the most difficult cases to verify, since the flow structure is highly elliptical, and it is excellent for demonstrating the robustness of any numerical procedure. This flow is characterized by a straight entry length, where the flow may or may not reach a fully developed state, later the fluid enters a sudden turn, and a large vortex is formed. In this zone, the structure is completely elliptical. Finally, the flow recovers and the parabolic regime returns again. Typically, at low Reynolds numbers (laminar flow), reattachment increases, and when the flow enters the transition stage, the recirculation zone decreases, only to increase in size later as the flow velocity increases. In 1910, Blasius [1] analytically investigated the laminar separation of steady two-dimensional incompressible fluid flows in straight channels. This problem was then considered by many scientists to study the mechanisms of separation flows in observation and experiment differential schemes for solving the Navier-Stokes equations. Due

to their considerable practical importance, existing flows have been theoretically and experimentally investigated for both laminar [2, 4] and turbulent [5, 7] modes of motion of incompressible and compressible fluids. Most of the works in this direction consider flows in channels with bilateral symmetrical sharp expansion [8, 10]. The experimental data studied for this purpose in a flat channel were obtained in [8, 9], where the formation of a circulation zone behind the bar is observed. A number of scientists have used the equations of motion to calculate currents with a sharp expansion when approaching the edge layer [2, 3]. COMSOL Multiphysics is a powerful modeling software package that allows you to model and simulate various physical phenomena in various disciplines, including fluid dynamics, heat transfer, structural mechanics, electromagnetism, and chemical reactions. The finite element method is used to solve the equations of fluid dynamics in COMSOL Multiphysics. The fluid flow in a two-dimensional L-shaped channel (H=2mm) is studied. The calculations are performed for a turbulent flow regime based on the numerical integration of the unsteady Navier-Stokes equations. Various flow characteristics are determined at Re =200–800. Results are obtained for the longitudinal velocity profiles for various channel sections and lengths of the primary and secondary vortices at different Reynolds numbers after the step. In this paper, a numerical simulation of laminar flow in a channel with a sharp bend is performed. The longitudinal and transverse velocity profiles were constructed at different Reynolds numbers. Streamlines and flow isolines are constructed using Comsol Multiphysics software.

Physical and mathematical formulation of the problem. Laminar flow in a flat two-dimensional channel with an L-shape is considered. The scheme of the analyzed laminar flow and the configuration of the computational domain are shown in Fig. 1.

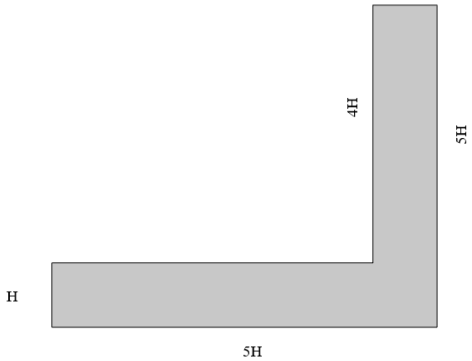


Fig. 1. Schematic diagram of the computational domain in an L shaped flat channel

For the numerical implementation of the problem, the origin of the Cartesian coordinate system is located in the lower corner of the step. The width of the smaller channel in the right inlet section is 5H, in the right outlet section the channel size is 2 times larger than the size of the channel inlet section H = 2 m. At the entrance to the channel, a parabolic Poiseuille flow profile is specified for the longitudinal velocity U, the transverse velocity V and the pressure p are equal to zero.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u_j}{\partial x_j} = 0 \\ \dfrac{\partial u_i}{\partial t} + \dfrac{\partial \left(u_j u_i\right)}{\partial x_j} = -\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial P}{\partial x_i} + \dfrac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\dfrac{\partial u_i}{\partial x_j} + \dfrac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\right] \end{cases}; \quad (1)$$

To describe the fluid motion, the complete non-stationary Navier-Stokes equations for an incompressible medium are used. When introducing dimensionless quantities, the width H of the larger channel is taken as the length scale, and the average flow velocity U0 at the entrance to the channel is taken as the velocity scale. To describe non-stationary turbulent separated incompressible flows, we use the Reynolds-averaged Navier-Stokes equations of an incompressible fluid

Solution methods and boundary conditions. COMSOL Multiphysics offers a range of solvers to solve different types of physics problems. The choice of solver depends on the type of physics being modeled, the complexity of the problem, the desired accuracy, and the available computational resources. To solve the equations of the two-fluid turbulence model, a Fully Coupled approach using a direct solver algorithm (PARDISO) was used.

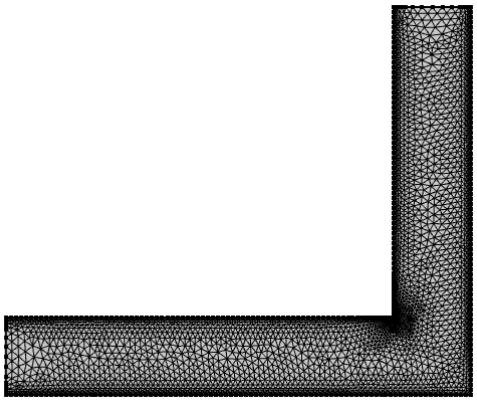
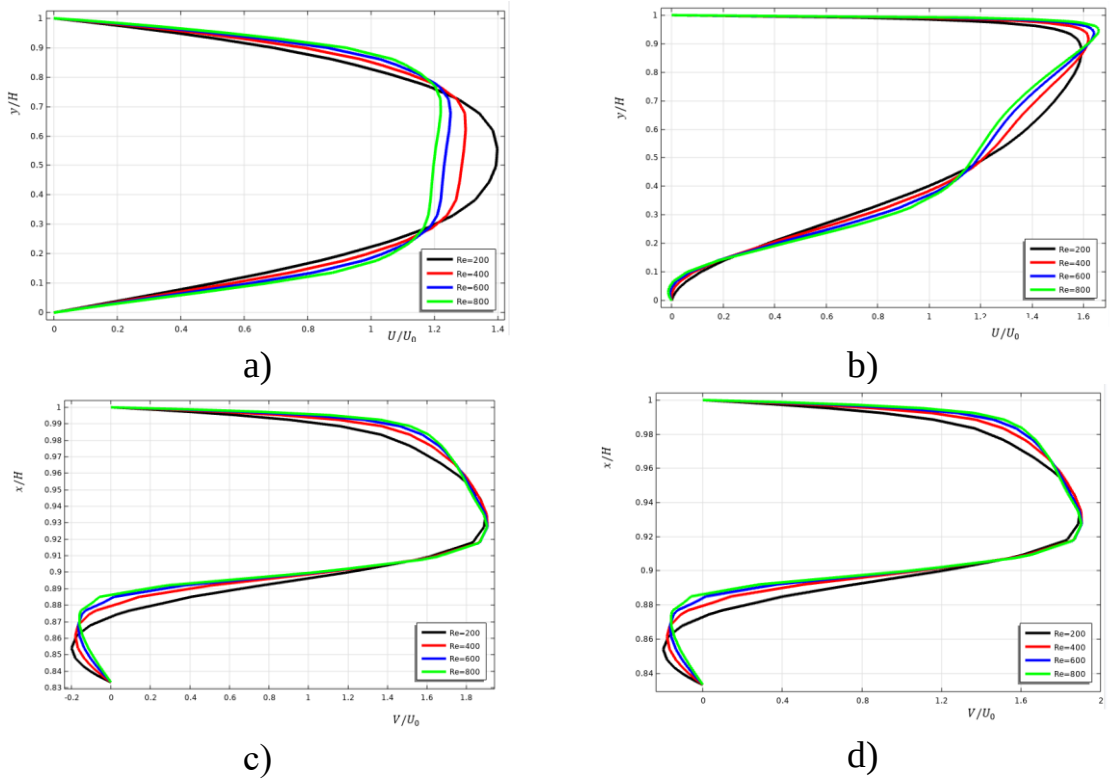


Fig. 2. Scheme of the computational grid in an L shaped flat channel

The input speed varies depending on the quantity Re=200-800.

Results and their discussion. The calculation results of the longitudinal flow velocity for different sections after the step are shown in Fig. 3

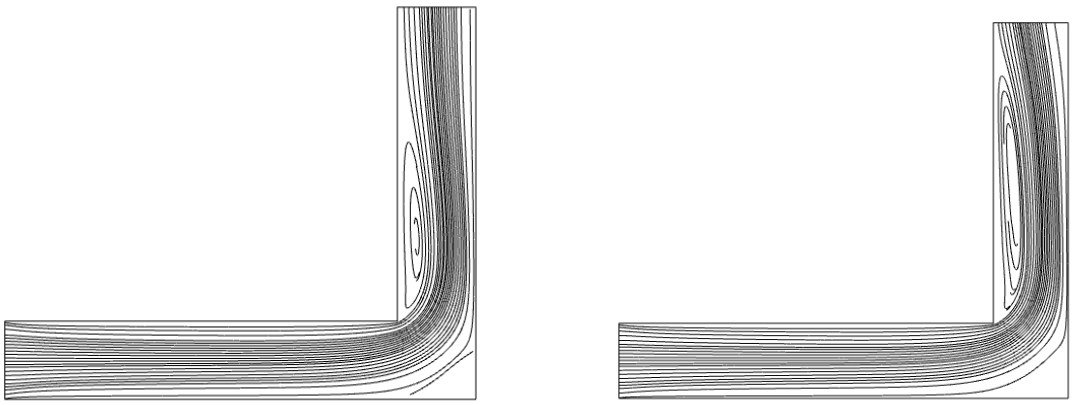


a) b)

c) d)

Fig. 3. Results of calculating the longitudinal velocity at Re=200-800

Figures a and b show longitudinal velocities in the flow, the values were obtained on sections before the sharp bend in the flow. We see that the velocity profile changes with increasing Reynolds number. Figures c) and d) show flow profiles after the sharp turn and we see that the vortices were formed due to the sharp turn.



a) b)

Fig. 4. Calculation results of the current line

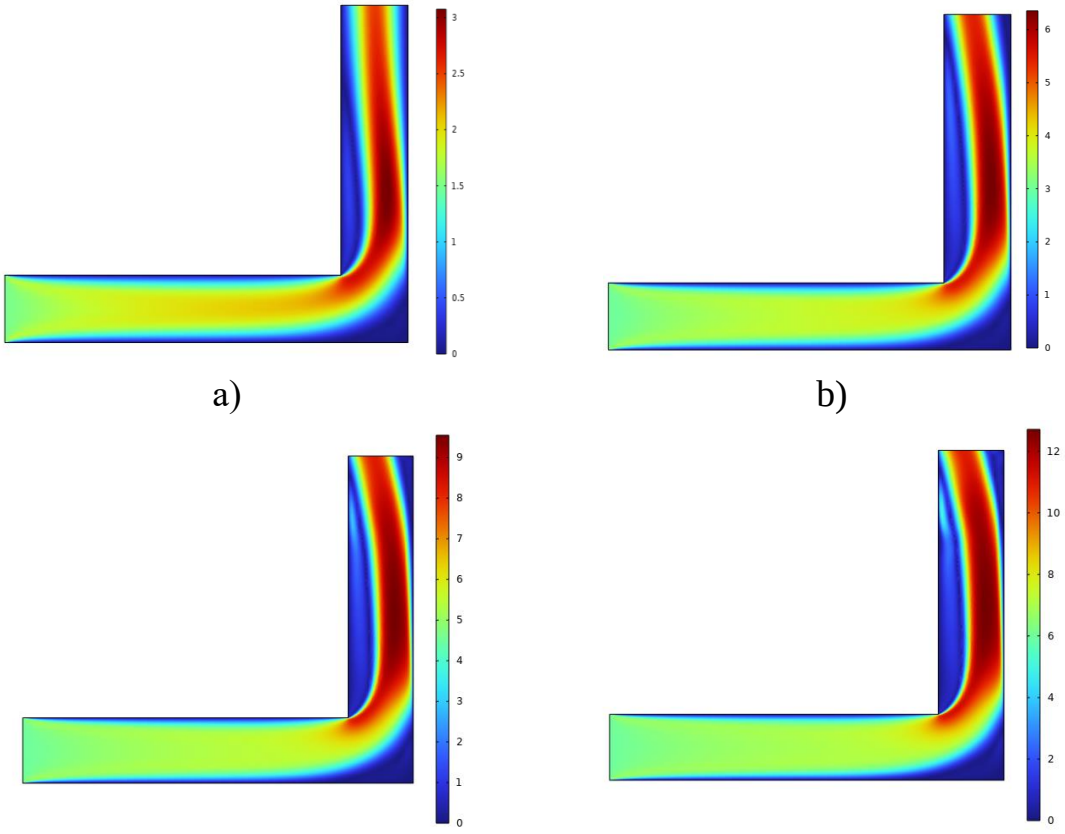


Fig. 5. Results of calculating the velocity isoline a) Re=200, b) Re=400, c) Re=600, d) Re=800

Fig. 5 shows the velocity contours. a) Re=20, b) Re=400, c) Re=600, d) Re=800, the pictures show an increase in velocity at the points of a sharp turn in the flow contour

Conclusion. In this paper, laminar flow was modeled using Comsol Multiphysics software. Velocity profiles were determined at different Reynolds number values. Calculating vortices is a complex task. The velocity profile, streamlines, vortex lengths, and flow contour were determined at Reynolds number values of 200, 400, 600, and 800.

REFERENCES:

1. Ibrokhimov A. et al. Mathematical modeling of the transport of hydraulic mixtures in turbulent flow in pipes //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 587. – C. 03011.
2. Ibrokhimov A. et al. Numerical study of particle motion in a two-dimensional channel with complex geometry //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 84. – C. 05037.

3. Андерсон, Д., Таннехилл, Д., Плетчер, Р. :*Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2-х т.: Пер. с англ*. Мир, 1990.

4. Warming, R. F., Hyett, B. J.: “The modified equation approach to the stability and accuracy analysis of finite-difference methods,” *J. Comput. Phys.*, vol. 14, no. 2, pp. 159–179, 1974.

5. Lax, P. D.: “Weak solutions of nonlinear hyperbolic equations and their numerical computation,” *Commun. pure Appl. Math.*, vol. 7, no. 1, pp. 159–193, 1954.

6. Ibrokhimov A. et al. Mathematical modeling of particle movement in laminar flow in a pipe //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 84. – C. 02026.

7. Usmanova A. Impact of E-government on Poverty Rate: A Cross-Country Empirical Assessment //International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2022. – C. 462-470.

8. Shah A. et al. PUF-Based Lightweight Authentication Protocol for IoT Devices //International Conference on Intelligent Computing and Networking. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2023. – C. 401-412.

9. Muratov S. A. et al. Economic Assessment of the Influence of Innovations on Income from Household Activities in the Framework of Digital Economy //Proceedings of the 7th International Conference on Future Networks and Distributed Systems. – 2023. – C. 33-41.

10. Ibrokhimov A. et al. Comparison of the results of applying the turbulence model VT− 92 and two-fluid model to the problem of a subsonic axisymmetric jet //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 452. – C. 02026.

11. MacCormack, R. W.: “The effect of viscosity in hypervelocity impact cratering,” *J. Spacecr. Rockets*, vol. 40, no. 5, pp. 757–763, 2003.

12. Navruzov K. et al. Study of Oscillatory Flows of a Viscoelastic Fluid in a Flat Channel Based on the Generalized Maxwell Model //Russian Mathematics. – 2023. – T. 67. - №. 8. - C. 27-35.

13. Navruzov K., Sharipova S. B. Tangential shear stress in oscillatory flow of a viscoelastic incompressible fluid in a plane channel //Fluid Dynamics. - 2023. - T. 58. – №. 3. - C. 360-370.

14. Tuychibaeva S., Usmanova A. Utilities of Chatbots in Teaching Russian as a Foreign Language at Higher Education Institutions //International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking. - Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. - C. 339-348.

15. Sultanova G., Djuraeva R., Usmanova A. The Impact of the ICT and Export Diversification on Income Inequality: Panel Quantile Regression Analysis

//International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2023. – C. 328-338.

16. Navruzov K. et al. Tangential Shear Stress in an Oscillatory Flow of a Viscoelastic Fluid in a Flat Channel //International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2022. - C. 1-14.

17. Ibrokhimov A. I. et al. NUMERICAL SIMULATION OF SEPARATE FLOW AROUND A HEATED SQUARE CYLINDER //Proceedings of the 6th International Conference on Future Networks & Distributed Systems. – 2022. – C. 23-26.

18. Madraximov M. et al. Numerical simulation of laminar symmetric flow of viscous fluids //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. - T. 3119. – №. 1.

19. Madaliev M. E. U. et al. Comparison of Finite Difference Schemes of Different Orders of Accuracy for the Burgers Wave Equation Problem //International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking. - Cham : Springer Nature Switzerland, 2022. - C. 15-25.

20. Fayziev R., Kurbonov F., Mirzoev A. A mathematical model to attract investments for power supply in the Republic of Uzbekistan //E3S Web of Conferences. - EDP Sciences, 2024. - T. 541. - C. 02002.

УЎТ: 621,65:681,5

СУҒОРИШ НАСОС АГРЕГАТЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРУВ ТИЗИМИНИ МАТЛАБ/СИМУЛИНКДА МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ ВА ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Шакиров Бахтияр Махмудович
т..ф.д., профессор
Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти
Сафаров Илғорбек Хасанович
катта ўқитувчи
Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти
Абдухалилов Обомуслим Абдумажид ўғли
Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти ассистенти
Ирисбоев Шерзод Ғофур ўғли
Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти талабаси

Аннотация: Ушбу мақола КАК-1 насос станциясини насос агрегатларининг ўлчов ва бошқарув тизимларини автоматлаштириш масалаларига бағишланган. Мақолада насоснинг чиқишидаги босим ўлчовларини тўплаш алгоритми, шунингдек, сув сарфини бошқарув учун ёпиқ контурни лойиҳалаш ва математик моделлаштириш жараёнлари кўриб чиқилади. Тизимнинг барқарорлиги ва самарадорлигини таъминлаш мақсадида ПИД-регулятор созламалари ва Симулинк дастурий муҳитида моделлаштириш натижалари таҳлил қилинади.

Таянч сўзлар. Д6300-27 насос, ўлчов алгоритми, бошқарув алгоритми, сув сарфи, босим датчиги, ПИД-регулятор, математик моделлаштириш, ёпиқ контур, автоматлаштириш, ўткинчи жараён, барқарорлик.

Аннотация: Статья посвящена вопросам автоматизации систем измерения и управления насосными агрегатами насосной станции КАК-1. В статье рассмотрен алгоритм сбора измерений давления на выходе из насоса, а также процессы проектирования и математического моделирования замкнутого контура регулирования расхода воды. С целью обеспечения устойчивости и эффективности работы системы проанализированы настройки ПИД-регулятора и результаты моделирования в программной среде Симулинк.

Ключевые слова. Насос Д6300-27, алгоритм измерения, алгоритм управления, расход воды, датчик давления, ПИД-регулятор, математическое моделирование, амкнутый контур, автоматизация, переходной процесс, устойчивость.

Abstract: This article is devoted to the issues of automation of measurement and control systems of pumping units of the KAK-1 pumping station. The article considers the algorithm for collecting pressure measurements at the pump outlet, as well as the processes of designing and mathematical modeling of a closed loop for controlling water flow. In order to ensure the stability and efficiency of the system, the PID controller settings and the results of modeling in the Simulink software environment are analyzed.

Keywords. D6300-27 pump, measurement algorithm, control algorithm, water flow, pressure sensor, PID controller, mathematical modeling, closed loop, automation, transient process, stability.

Кириш. Ҳозирги вақтда суғориш насос станцияларидаги насос агрегатлари ишлашини автоматлаштиришга тобора кўпроқ эътибор қаратилмоқда.

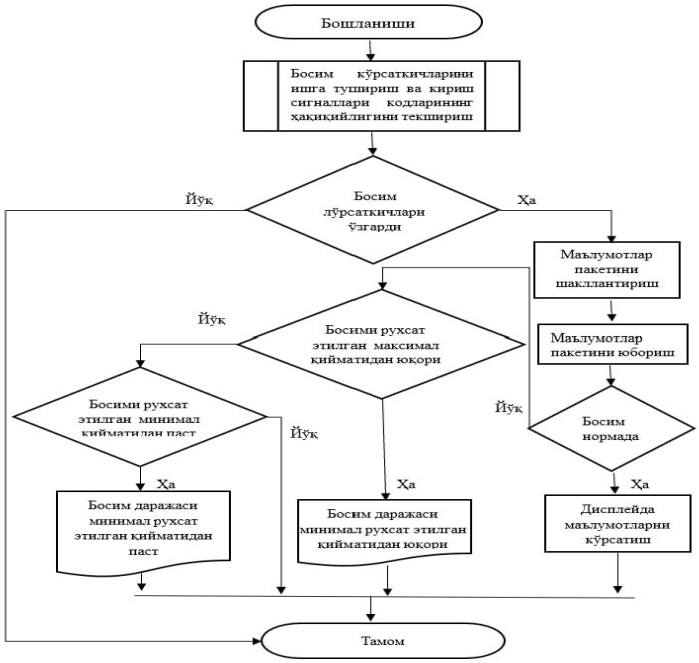
Автоматлаштириш ходимларни монотон ва оғир меҳнатдан озод қилади. Бундан ташқари, суғориш тизимида автоматлаштирилган бошқарув тизимларини жорий этиш меҳнат унумдорлиги ва самарадорлигига сезиларли таъсир кўрсатади, шу билан бирга инсон омилининг технологик жараёнларга таъсирини камайтиради [1].

Суғориш насос агрегатларининг ишончли ва самарали фаолиятини таъминлашда автоматлаштирилган бошқарув алгоритмик блок-схемаларини ишлаб чиқиш ва уларни Matlab/Simulink муҳитида таҳлил қилиш муҳим аҳамият касб этади. Бу ёндашув тизимни аниқ моделлаш, бошқариш сифатини ошириш ва сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш имконини беради.

КАК-1 насос станциясида Д6300-27 маркали 6 та насос агрегати мавжуд. Шу жумладан насос станцияларининг иш фаолиятини бахолаш мақсадида Норин-Қорадарё ирригация тизимлари хавза бошқармаси хузуридаги Насос станциялари ва энергетика бошқармасига қарашли КАК-1 насос станциясида тадқиқот олиб борилди. Насос станция Андижон вилояти Баликчи туманида жойлашган бўлиб, 1977-йил иш фаолиятини бошлаган ва 2025 гектар ерга сув етказиб бериш учун хизмат қилади. КАК-1 насос станциясида 6 дона Д6300-27 маркали марказдан қочма насос ўрнатилган, СД13-42-10 русумли электродвигателдан фойдаланилмоқда. Насос станциясининг сув кўтариш баландлиги 14 метр, умумий сув чиқариш қобиляти 9 $м^3/с$, умумий қуввати 2400 кВт ни ташкил этади. КАК-1 насос станциясининг узоқ йиллардан буён тўхтовсиз ишлаб келаётганлиги сабабли насосларнинг ишчи қисмлари ва деталлари жисмоний эскиришга

учраган. Илмий тадқиқотлар шуни қўрсатдики хозирда насос станциянинг сув чиқариш қобиляти 15% гача пастлагани аниқланди [2].

Материал ва услублар. Ўлчов канали сифатида насос блокининг чиқишидаги босим датчиги танланди ва у учун маълумотлар тўплаш алгоритминиг блок-схемаси ишлаб чиқилди. Ўлчов каналидан маълумотлар тўплашнинг алгоритмик блок-схемаси 1-расмда келтирилган [3].



1-расм. **Ўлчов каналидан маълумотлар тўплашнинг алгоритмик блок-схемаси**

Д6300-27 насос агрегати киришида сув сарфи оқимини бошқариш учун насоснинг сўриш қувурига тескари клапандан фойдаланилади. Ушбу тескари клапаннинг оптимал бошқаруви математик моделлаштириш орқали амалга оширилади ва аниқланади. Яъни, сув сарфи оқим бўйича узатиш функциясига эга ва у кечикишли апериодик бўғин сифатида тасвирланади:

$$W(p) = \frac{1}{Tp+1} \cdot e^{-\tau_0 p}; \quad (1)$$

$$T = \frac{2 \cdot L \cdot f \cdot c^2}{Q}; \ \tau_0 = \frac{L \cdot f}{Q}; \ c = \frac{Q}{f} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{2 \cdot \Delta P \cdot g}}; \quad (2)$$

Бу ерда: L-ўлчов нуқтаси ва бошқарув нуқтаси орасидаги қувур узунлиги; ρ-сув зичлиги; d-қувур диаметри; ω-қувур кесим юзаси; ΔP-қувурдаги босимлар фарқи; τ_0-кечикиш вақти; T-вақт доимийси.

Объект параметр учун қуйидаги қийматларини оламиз:

L=25 m;

Q=6300 m^3/soat = 1,75 m^3/s;

$$\Delta P=1MPa;$$

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3{,}14*(0{,}8^2)}{4} = 0{,}5024 \text{ м}^2;$$

ρ=1000 kg/m^3.

(2) - формулаларга сон қийматларини қўямиз ва қуйидагиларга ега бўламиз:

$$c = \frac{0{,}175}{0{,}0829} \cdot \sqrt{\frac{1000}{2 \cdot 10^6 \cdot 10}} = 0{,}1493 \text{ s};$$

$$\tau_0 = \frac{25 \cdot 0{,}5024}{1{,}75} = 7{,}1771 \text{ s};$$

$$T = \frac{2 \cdot 25 \cdot 0{,}5024 \cdot 0{,}1493^2}{1{,}75} = 0{,}32 \text{ s}.$$

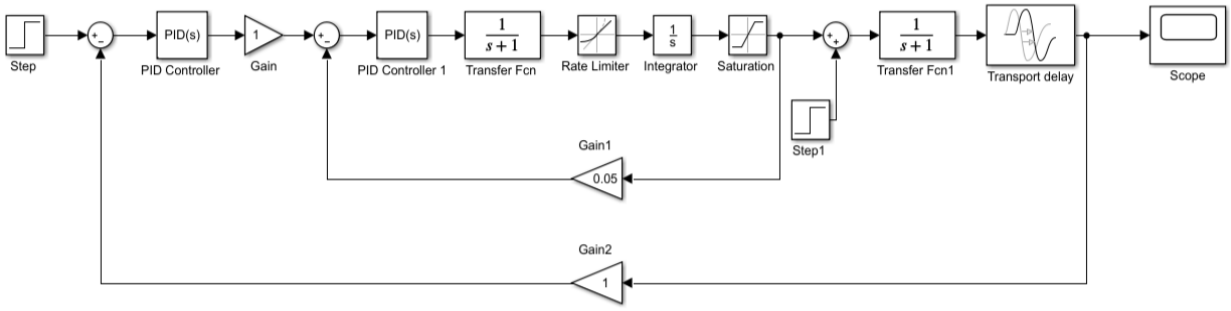
Натижада бошқарув объектининг математик модели қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$W(p) = \frac{1}{0{,}32p+1} \cdot e^{-7{,}1771p};$$

Кечикиш вақти ва вақт доимийси нисбатини аниқлаймиз:

$$\frac{\tau_0}{T} = \frac{7{,}1771}{0{,}32} > 1;$$

Бу нисбат бирдан катта бўлиб, бу объект катта транспорт кечикишига эга эканини, яъни сигнал ёки таъсирнинг етиб бориши учун узоқ вақт талаб қилинади ва шу сабабли бошқаришда анча мураккаб ҳисобланади [4].
Бошланғич тизимни қўрамиз. Бошланғич тизим 2-расмда келтирилган.



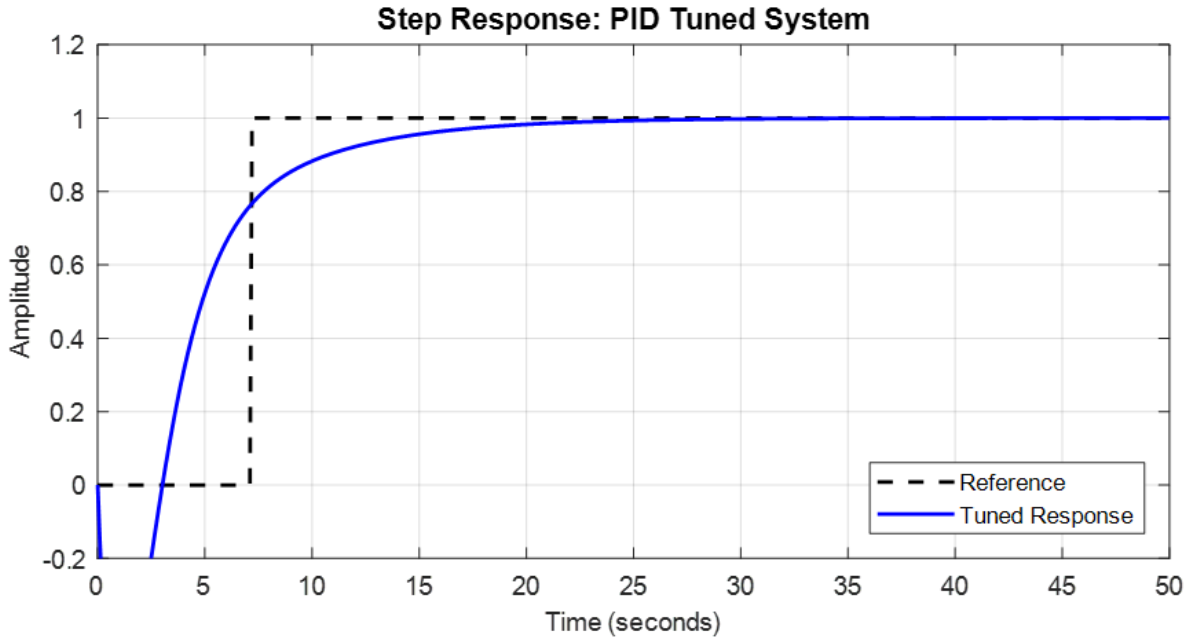
2-расм. **Симулинкдаги модел схемаси**

Натижа ва мунозара. Бошқарув органи ёпиқ контур сифатида тасвирланади. Бу контурнинг тўғри занжирида биринчи тартибли апериодик бўғин (электромеханик қисм), сигнал ўзгариш тезлигини чекловчи RateLimiter бўғини, бурчак тезликни ҳаракат бурчагига айлантирувчи интегратор ва бурчак ҳаракатини чекловчи Saturation бўғини жойлашган.

Тизим иккита контурга эга: электр юритманинг ёпиқ контури ва тўғридан-тўғри ташқи бошқарув контури.

Тизимга ташқи таъсирлар ҳам салбий таъсир кўрсатади, булар атроф-муҳит ўзгариши ёки объектга механик таъсир туфайли юзага келиши мумкин.

Ички контур учун ПИД-регуляторни Simulinknинг автосозлаш функцияси ёрдамида созлаймиз (3-расм).



3-расм. ПИД-регулятор автосозлашдан кейинги характеристикаси

Графикда вақт (секундларда) горизонтал ўқда, амплитуда эса вертикал ўқда жойлашган. Тизим 0 дан бошланиб, 1,2 амплитудага тез эришади (тахминан 2-3 секунд ичида) ва кейин амплитуда бироз пасайиб, 1 га яқинлашади ва 20 секунд давомида шу даражада барқарор бўлиб қолади. Бу график тизимнинг қадамли сигналдан кейин барқарорлашувини ва мослашувчанлигини кўрсатади. Автосозлаш ёрдамида қуйидаги ПИД-регулятор қийматлари олинди:

1-жадвал

ПИД-регулятор қийматлари

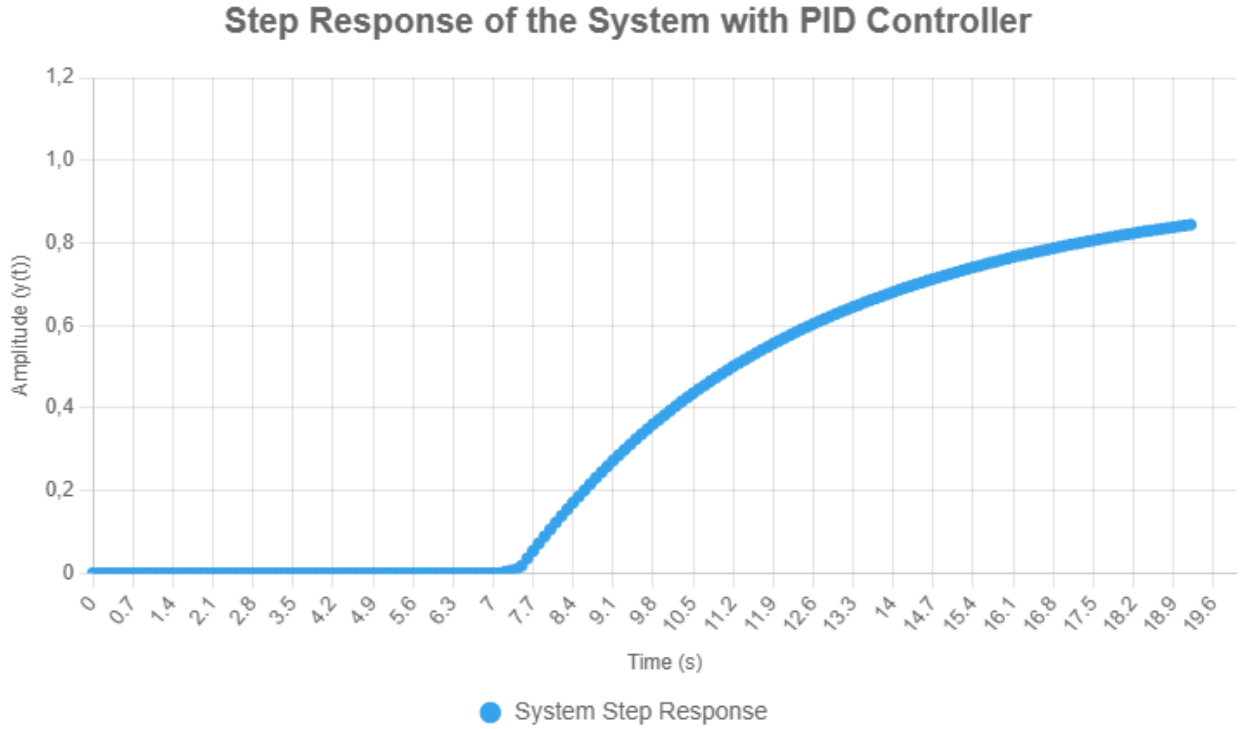
Параметр	Қиймати
K_p	0,0427
K_i	0,1333
Kd	0,3063

Ташқи контур учун регулятор коэффициентларини аниқлаш учун ҳам ПИД-регуляторнинг автосозлаш функциясидан фойдаланамиз. ПИД-регулятор маълумотлари 2-жадвалда келтирилган:

2-жадвал

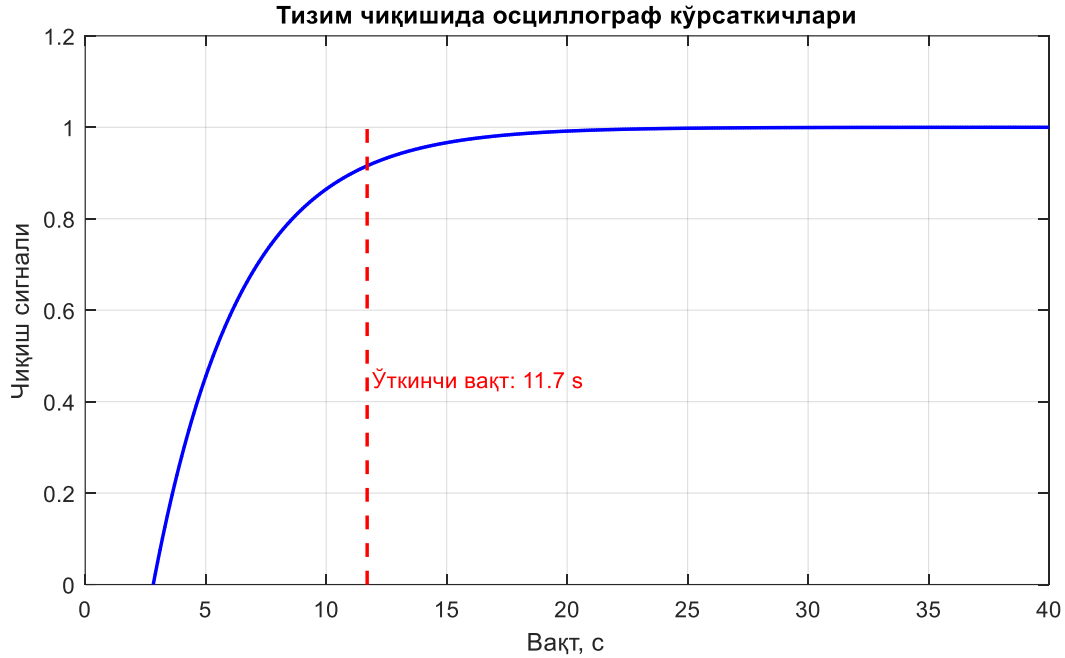
Ташқи контур ПИД-регулятор қийматлари

Параметр	Қиймати
K_p	0,0535
K_i	14,35
Kd	3,59 s



4-расм. Ўтиш характеристикавий графиги

Графикда вақт (секундларда) горизонтал ўқда, амплитуда эса вертикал ўқда кўрсатилган. Кўк чизиқ тизимнинг ўтиш характеристикасини ифодалайди, у 7,1771 с вақт ўтиши билан секин-аста ўсиб, тахминан 0,9 амплитудага яқинлашади. Сигнал ёки таъсирнинг етиб бориш вақти (транспорт кечикиши) ва ўрнатилиш вақти оралиғи 11,7 с бўлиб, бу тизимнинг динамик хусусиятларини кўрсатади.



5-расм. Тизим чиқишида осциллограф кўрсаткичлари графиги

Графикда D6300-27 маркали насос агрегати учун тузилган математик модел асосида тизим чиқишида осциллограф кўрсаткичларига нисбатан тизим чиқишининг динамик жараёни тасвирланган. Узатиш функциясидаги катта кечикиш (τ=7,1771 с) ва вақт доимийси (T=0,32 с) тизимнинг инерцион ва ортиқча инерцияли бўғин эканини кўрсатади. Графикдан кўриш мумкинки, қадам сигнали берилганидан сўнг, чиқиш жавоби дарҳол ўзгармайди, балки маълум вақт (тахминан 7 с) кечикиш билан бошланади. Бу ҳолат реал насос босимининг қувуридаги транспорт кечикишини, яъни сигнал ёки таъсирнинг етиб бориши учун узоқ вақт талаб қилишини ифодалайди. 11,7 секунд вақтида тизим чиқиши ўзининг деярли барқарор ҳолатига етиб боради. Бу вақт ўткинчи жараён тугаш вақти деб баҳоланади ва PID регуляторни созлашда муҳимдир [4].

Хулоса. Мақолада КАК-1 насос станциясидаги Д6300-27 насос агрегатлари учун автоматлаштирилган бошқарув тизимининг Матлаб/Симулинк дастури асосида математик моделлаштириш жараёни таҳлил қилинди ва босим ўлчови ва сув сарфини назорат қилишнинг алгоритмик блок-схемаси ишлаб чиқилиб, ПИД-регулятор параметрлари автосозлаш орқали аниқланди. Тизимнинг ўткинчи жараёнлари ва барқарорлик хусусиятлари таҳлил қилиниб, катта кечикишга эга бошқарув объектларини самарали бошқариш имконияти кўрсатилди.

Бундай таҳлил суғориш тизимларида насос агрегатларининг ишлаш самарадорлигини оширишга, технологик жараёнларни оптималлаштиришга ва ресурслардан оқилона фойдаланишга хизмат қилади.

Бундай моделлаштириш усули насос станцияларида автоматлаштирилган тизимларни ростлашда ва назорат қилишда тўғри регулятор танланганлигини, энергия тежамкорлигига ва ишончли ишлашига эришилганлигини кўрсатади. Шунинг учун ушбу сифат кўрсаткичлари тизим учун мақбулдир.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Н.В.Гусев, С.В.Ляпушкин, М.В.Коваленко. Автоматизация технологических комплексов и систем в промышленности: учебное пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2011, -198 с;

2. М.Мамажонов, Д.Р.Базаров, Т.Турсунов, Б.Р.Уралов, Насос станцияларидан фойдаланиш ва дигностикаси: олий ўқув юртлари учун дарслик/

3. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условных приборов и средств автоматизации в схемах [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200108003 (дата обращения 25.04.2020);

4. Р.Н.Усманов, В.С.Хамидов, К.Т.Абдурашидова, Д.Н.Хабирова. “Амалий дастурий пакетлар” ўқув қўлланма. Т.: "Алоқачи", 2019, 160 бет.

5. Шакиров Б.М., Сафаров И.Х., Абдухалилов О.А., Абдуғоппоров И.А., Ирригация насос станцияларидаги марказдан қочма насосларнинг эскиришини бахолаш // “Глобал иқлим ўзгариши шароитида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш” мавзусидаги ҳалқаро илмий ва илмий-техник анжуман мақолалар тўплами “ТИҚХММИ” МТУ Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти Бухоро, 29-апрел 2025 йил.

6. Шакиров Б.М., Сафаров И.Х., Абдухалилов О.А., Мирзахамдамова Н.Р., Ирригация насос станцияларининг иш фаолиятини бахолаш // “Глобал иқлим ўзгариши шароитида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш” мавзусидаги ҳалқаро илмий ва илмий-техник анжуман мақолалар тўплами “ТИҚХММИ” МТУ Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти Бухоро, 29-апрел 2025 йил.

7. Mamazhonov M., Matyakubov B., Shakirov B.M., Makhmudov A., Polymer materials used to reduce waterjet wear of pump parts // HIRM-2021. IOP Publishing. Journal of Physics: Conference Series 2176 (2022) 012048 doi:10.1088/1742-6596/2176/1/012048.

8. Shakirov B.M., Abduxalilov O.A., Sirochov A.M., Carrying out hydraulic calculation of the aquifer of pumping stations and work with sediments (in the example of the Ulugnor pumping station)// Eurasian Journal of Engineering and Technology. 2022, № 4, c.88-92.

9. Safarov, I. X. (2024). PROBLEMS OF ASSESSING THE RELIABILITY OF INPUT DATA IN INFORMATION SYSTEMS. Экономика и социум, (6-1 (121)), 582-585. https://cyberleninka.ru/article/n/problems-of-assessing-the-reliability-of-input-data-in-information-systems.

10. Safarov I. (2023). Automation of clean drinking water supply processes in agriculture systems. Экономика и социум, (11 (114)-2), 390-393. https://cyberleninka.ru/article/n/automation-of-clean-drinking-water-supply-processes-in-agriculture-systems.

11. Xasanovich,S.I.,&Azimjon o‘g‘li, M. X. (2025). Gidroturbinalarni dinamik kuchlarini tahlili. izlanuvchi, 1(4),22-25. https://phoenixpublication.net/index.php/Izlanuvchi/article/download/2268/1894
.

12. Shakirov B.M., Abduxalilov O.A., O‘rinov I.SH., Maxmudov D., Botirova N.M., Evalution of the texnical and economic efficiency of centrifugal pumps at irrigation pumping stations// Универсум техничтские науки №10(127) октябр, 2024, c. 52-54.

13. Shakirov B.M., Matyakubov B., Mamazhonov M., Shakirov B.B., Forebays of the poligonal cross-section of the irrigating pumping station // Международная научная конференция "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO - 2020).

14. Uralov B., Shakirov B.M., Mutalov Sh., Khakimova G., Sirojov B., Raimova I., Influence of hydroabrasive wear of impeller blades on head of centrifugal pump // E3S Web of Conferences 365, 03012 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/ 202336503012, *CONMECHYDRO – 2022*.

15. Mamajonov M., Shakirov B.M., Shakirov B.B., Forecasting factors affecting the water prevention of centrifugal pumps // European science review Scientific journal.Vienna, Austria № 5–6, 2018 (May–June), -304-307.

16. Mamajonov M., Shakirov B.M., Shermatov R.Yu., Hydraulik operating mode of the water receiving structure of the polygonal cross section // European science review Scientific journal.Vienna, Austria № 7–8, 2018 (July – Auqust), -241-244.

17. Мамажонов М., Шакиров Б.М., Шерматов Р., Повышение эффективности эксплуатации насосных станций оросительных систем // “Проблемы управления водными и земельными ресурсами.” Международный научный форум. Москва, 30 сентября 2015г. Часть 2.

18. Мамажонов М., Шакиров Б.М., Шерматов Р.Ю., Закиров Р., Экономические показатели рекомендаций по повышению эффективности

насосных станций // “Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства”. Международная научно-практическая конференция, посвящённая году экологии в России. С. Соленое Займище. Астраханская область. Россия – 2017 г. 18-19 май. 1011-1016с.

19. Шакиров Б.М., Эрматов К.М., Абдухалилов О.А., Шакиров Б.Б., Экспериментальная установка по исследованию центробежных насосов на кавитационный и гидроабразивный износ. // Международный научный журнал. 2022, № 5, с.692-697.

20. Shakirov B.M., Abduxalilov O.A., Sirochov A.M., Carrying out hydraulic calculation of the aquifer of pumping stations and work with sediments (in the example of the Ulugnor pumping station)// Eurasian Journal of Engineering and Technology. 2022, № 4, с.88-92.

УЎТ: 621,65:681,5

МАРКАЗДАН ҚОЧМА НАСОСЛАРДА СОДИР БЎЛАЁТГАН КАВИТАЦИЯ ЖАРАЁНЛАРИНИ ЛАБОРАТОРИЯ ТАДҚИҚОТИДА ЎРГАНИШ

Шакиров Бахтиёр Махмудович

Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти профессори, техника фанлари доктори

bshakirov@mail.ru

Саидходжаева Дилсорахон Абдурахмоновна

Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти доценти

dilsoraxonsaidxodjayeva@gmail.com

Абдухалилов Обомуслим Абдумажид ўғли

Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнологиялар институти ассистенти

obomuslimabduhalilov09@gmail.com

Ўринов Искандар Шухратбек ўғли

Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти таянч докторанти

iskandarorinov@gmail.com

Аннотация: Мақолада насос станцияси бўйича лойиҳавий маълумотлар, ишлаш шароитларини таҳлил қилиш ва шу асосида насос станцияси ишлаш самарадорлигини ошириш бўйича илмий асосланган тадбир ва тавсияларни ишлаб чиқиш масалалари ёритилган.

Калит сўзлар: Насос станцияси, сув манбааси, бош сув олувчи иншоот, сув олиб келувчи канал, аванкамера, насос ишчи ғилдираги, сўриш ва босимли қувурлар.

Аннотация: В статье рассмотрены проектные азатели насосной станции, анализ условий их эксплуатации и на основе этого разработка научно обоснованных мероприятий и рекомендаций по повышению эффективности эксплуатации работы насосной станции.

Ключевые слова: Насосная станция, источник воды, главное водоприемное сооружение, подводящий канал, аванкамера, рабочее колесо насоса, всасывающий и напорный трубопроводы.

Annotation: The article covers design data on the pumping station, analysis of operating conditions and, on the basis of this, the development of scientifically based measures and recommendations for increasing the efficiency of the pumping station's operating mode.

Key words: Pumping station, water source, main water receiving structure, water carrying channel, vane chamber, pump impeller, suction and pressure pipes.

Кириш. Жаҳонда ирригация тизимларидаги насос станцияларнинг ишлаш самарадорлигини ошириш, уларнинг ишончли ва кафолатли ишлашини таъминлаш масалалари етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Дунё миқёсида насос станциялар ишига салбий таъсир этувчи омилларни бартараф этиш, энергия ва ресурслар тежамкорлигига эришиш, сув етказиб бериш технологик жараёнини бошқаришнинг замонавий усулларидан фойдаланиш устувор вазифалар ҳисобланади.

Жаҳоннинг етакчи илмий муассасалари насос станцияларининг ишлаш самарадорлигини ошириш, энергия сарфини камайтириш ҳамда янги техник ечимлар ва технологияларни ишлаб чиқиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб бормоқдалар. Ушбу соҳада насос станциялардаги марказдан қочма насоснинг сув оқими қисмини модернизация қилиш, ишчи ғилдиракларни таҳлил қилиш, насос агрегатларининг ишлаш режимларини оптималлаштириш, бошқариш тизимларини такомиллаштириш ва ишлаш самарадорлигини оширишга қаратилган илмий асослаш ишлари олиб борилмоқда.

Республикамизда ирригация тизимларидаги насос станцияларни модернизация қилиш ва реконструкциялаш, иншоотлар ва жиҳозларнинг ишлаш самарадорлигини ошириш, эскирган жиҳозларни замонавий, энергия тежамкор жиҳозлар билан алмаштириш, насос станцияларда сув оқимини бошқариш орқали эксплуатацион режимларни такомиллаштириш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда ва аниқ натижаларга эришилган. Ҳозирги кунда Республикамиздаги суғориладиган ерларнинг 55 фоизидан ортиғи, яъни 2,4 млн. гектар экин майдонлари насос станциялар ёрдамида суғорилмоқда ва бунинг учун 2020 йилда 7,172 млрд.кВт·соат электр энергияси (мамлакат бўйича энергия истеъмолининг 10,4 фоизи) сарф қилинди. Энергия истеъмолининг жуда юқорилиги насос станцияларда тежамкор технологияларни амалиётга кенг жорий этишга алоҳида аҳамият беришни талаб этмоқда, жумладан, энергияни тежайдиган янги конструкциялар ва технологик ечимларни тадқиқ қилиш ҳамда уларни жорий этиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги ПФ-5742-сон фармонида қишлоқ хўжалигида ер ва сув ресурсларидан самарали фойдаланиш концепциясини амалга ошириш бўйича йўл харитасида

гидротехника иншоотлардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш, ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш ҳамда насос агрегатлари ишлаб чиқаришни ривожлантириш бўйича комлекс чора-тадбирларни доимий равишда амалга ошириб бориш белгиланган. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 9 октябрдаги ПҚ-4486-сон “Сув ресурсларини бошқариш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарорида ҳам энергия тежовчи ва энергия самарадор технологияларни кенг жорий этиш, шунингдек, насос станциялари иш режимини тартибга солишнинг самарали усулларини жорий этиш ҳисобига сув хўжалиги объектларида электр энергияси истеъмолини камида 10 фоизга қисқартириш белгиланган. Мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қилади.

Адабиётлар шарҳи. Марказдан қочма насослар сув оқим қисмининг ишчи элементларига қаттиқ заррачаларнинг маҳаллий консентрацияси ва таъсир қилиш бурчагини аниқлаш усули Мамажонов М., Мухаммадиев М.М., Гловацкий О.Я., Шакиров Б.М., Эргашев Р.Р., Мажидов Т., Рашидов Ж.И., Бекчанов Ф.А., Рустамов Ш.Р. ва бошқалар томонидан таклиф этилган.

Ҳозирги кунда ирригация насос станцияларидаги марказдан қочма насосларнинг янги конструктив параметрларини аниқлаш ва иш режимларини ишлаб чиқиш, насос оқим қисми параметрларини такомиллаштириш, спирал камерани модернизация қилиш, чиқиш патрубкасини янги конструкцияларини ишлаб чиқиш бўйича бир қатор масалалар тўлиқ ечилмаган. Оқим қисми параметрлари ўзгартирилган марказдан қочма насоснинг асосий кўрсаткичлари, ишчи ғилдиракнинг интенсив ишлашини ҳисоблаш, янги конструкцияга эга ишчи ғилдирак ишлаб чиқиш, кураклар сонини ўзгартириб, характеристик натижалар олиш, кураклнинг чиқиш ва кириш бурчакларини ўзгартириб, насос ичидаги оқим гирдобини камайтириш, марказдан қочма насос ишчи ғилдиракларининг кавитацион-гидроабразив емирилишини ҳисоблаш методикасини ишлаб чиқиш, насос ишчи деталларини минимал емирилишини ҳисобга олган ҳолда, уларнинг рационал иш режимини танлаш бўйича тавсияномалар ишлаб чиқиш етарли даражада ўрганилмаган.

Материал ва услублар. Суюқлик оқими ичидаги босим, суюқликнинг белгиланган температурадаги тўйинган буғлари босимига

туширилиши натижасида ҳосил бўлган пуфакчаларнинг шаклланиш жараёни (яъни суюқликнинг қайнаши) кавитация деб аталади. Насосларни лойиҳалашда ишлаб чиқарувчилар ҳар доим ушбу ёқимсиз ҳодисани ҳисобга олади. Суюқлик оқимидаги паст зўриқмалар натижасида сувнинг қайнаши (буғ ҳосил бўлиши) ва оқимнинг яхлитлигини узилиши туфайли юзага келадиган микрозарбалар ҳам кавитация деб қаралади [2]. Кавитация - мураккаб физик жараён бўлиб, ҳозирга қадар тўлиқ ўрганиб чиқилмаган. Физикадан маълумки, босим пасайганида сув пастроқ ҳароратда қайнайди. Масалан, босим 2 кПа даражасигача пасайганда, сув ўзининг одатдаги қайнаш ҳароратидан анча паст ҳароратда ҳам қайнай бошлайди. Насосларда, айниқса сўрилиш қисмида босимнинг шундай даражада пасайиши эҳтимоли мавжуд бўлиб, бу ҳолда суюқликда буғ пуфакчалари ҳосил бўлади. Ушбу буғ ва суюқлик аралашмаси ишчи ғилдирак кураклари орқали насоснинг паст босимли қисмида сўрилиб, юқори босимли қисмига ўтганида, буғ жадал конденсацияга учраб - яна суюқ ҳолатга ўтади. Бу жараёнда буғ пуфакчалари кескин равишда ёрилиб, локал гидравлик зарбалар (гидрозарбалар) ҳосил қилади. Бу эса қисқа муддатда жойларда босимнинг жуда юқори даражада ортиб кетишига сабаб бўлади. Бундай кескин босим тебранишлари насос деталларининг механик емирилиши ва кавитацион шикастланишига олиб келиши мумкин. Буғ пуфакчалари ёрилиши вақтида, уларнинг марказидаги босим қиймати ўнлаб мегапаскаль (МПа) даражасига етиши мумкин. Кавитация жараёнида бу пуфакчалар, асосан, ишчи ғилдирак кураклари атрофида ва унинг юза қисмларига яқин жойларда ёрилади. Бундай кескин босим импульслари насоснинг ишчи элементларига жиддий механик таъсир кўрсатади [1]. Ёрилиш натижасида вужудга келадиган импульслар юқори частотали митти зарбалар (микрозарбалар) кўринишида бўлиб, ишчи ғилдирак кураклари ва девор юзаларининг локал ва тезкор емирилишига олиб келади. Бу ердаги материалнинг умумибий мустаҳкамлик кўрсаткичлари қисқа муддат ичида пасаяди, бу эса насоснинг ишончлилиги ва узоқ хизмат қилишига салбий таъсир кўрсатади. Ишчи ғилдирак насоснинг асосий функционал узелларидан бири ҳисобланиб, у насос ўқи орқали берилган механик энергияни суюқлик оқимига узатиш вазифасини бажаради. Суюқликнинг ғилдиракка кириш йўналишига кўра, ишчи ғилдираклар конструктив жиҳатдан бир томонлама ва икки томонлама сув қабул қилувчи турларга бўлинади. Бир томонлама ғилдиракларда суюқлик фақат бир томондан

киритилади, икки томонлама ғилдиракларда эса суюқлик икки қарама-қарши томондан киритилади. Натижада, икки томонлама сув қабул қилувчи ғилдираклар орқали ўтадиган суюқлик сарфи бир томонлама турдаги ғилдиракларга нисбатан юқори бўлади.

Насосларда кавитация юзага келишининг белгилари:

Кавитация ҳодисасининг амалий намоён бўлиши қуйидаги белгилари орқали аниқланиши мумкин:

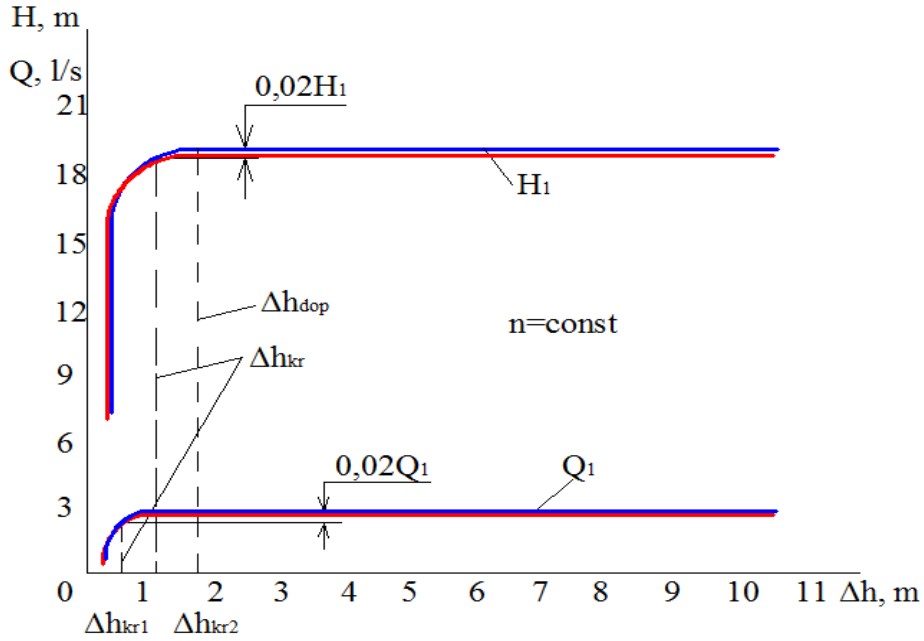
- Насос ишида шовқин ва юқори частотали тебранишлар (вибрация) пайдо бўлиши;
- Айниқса бир поғонали насосларда босим ва сарф характеристикаларининг кескин ўзгариши;
- Ишчи ғилдирак ва насос корпусида кавитацион емирилиш (эрозия) ва электрокимёвий коррозия белгиларининг юзага чиқиши;
- Насоснинг умумий иш фаолияти ва унумдорлигининг пасайиши;
- Демонтаж қилинган насос компонентларида кўзга кўринадиган механик шикастланишлар;
- Ишчи ғилдиракнинг яроқсиз ҳолатга келиши;
- Электр энергияси истеъмолининг ортиши.

Ишчи ғилдиракларни ясаш материаллари ва технологияси:

Ишчи ғилдираклар қуйма ёки йиғма усуллар орқали тайёрланади. Қуйма усулда тайёрланган ғилдирак каналлари кейинчалик қайта ишлов билан силлиқланади. Оддий шароитларда қўлланиладиган ғилдираклар, одатда, чўяндан қуйилади. Бироқ, юқори босим ва гидродинамик юкламалар таъсирида ишлайдиган насослардаги ғилдираклар махсус мажмуавий талабларга жавоб берувчи, марганец миқдори юқори бўлган чидамли пўлатлардан ясалади [18]. Айнан кончиликда ишлатиладиган насосларда, ишқорий ёки кислота хоссасига эга бўлган техноген сувлар насос материаллари билан кимёвий реакцияга киришиб, коррозия ва кимёвий емирилишга сабаб бўлади. Бундай муҳитлар учун махсус коррозиябардош материаллар танланиши зарур.

Насосда кавитация жараёнининг бошланиши ва унинг динамик ривожланиши, аввало, насоснинг асосий иш кўрсаткичлари - яъни босим H, валидаги қувват N ҳамда фойдали иш коэффициенти η нинг сезиларли даражада пасайишига олиб келади. Кавитация жараёни чуқурлашган сари, оқимдаги гидравлик номутаносибликлар ва турбулент тебранишлар ортиб

боради. Бу эса насос ишлаш режимининг барқарорлигини издан чиқаради ва охир-оқибатда унинг иш тартибининг тўлиқ бузилишига, яъни унумдорликнинг кескин камайиши, конструктив элементларнинг тез емирилиши ва умумий энергетик самарадорликнинг йўқолишига олиб келади [2]. Натижалар ва мунозара. Кавитацион синовлар натижасида насоснинг кавитацион характеристикаси (1-расм) тузилди.



2-расм. Насоснинг кавитацион характеристикаси

Ушбу характеристика график тарзда насоснинг иш режимидаги босим ўзгаришига нисбатан унумдорликнинг ўзгаришини акс эттиради. Тадқиқотларда кавитация заҳирасининг кескинлик нуқтаси сифатида насос босимининг 2% ли пасайиш нуқтаси қабул қилинади. Ана шу нуқтада насос унумдорлигида сезиларли пасайиш қайд этилади ва бу асосида критик кавитация заҳираси - $\Delta h_{кр}$ қиймати аниқланади [5].

Ўзгармас Q=const ва n=const учун экспериментал боғланиш графиклари $Q_H = f_1(\Delta h)$ ва $H = f_2(\Delta h)$ кавитация характеристикаси демирилади (1-расм) (Δh - Кавитация заҳираси).

Синовдан олинган қийматлар асосида, H формуласи ёрдамида ҳисобланади, Кавитация заҳираси Δhэса қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\Delta h = H_a - h_{буғ} - H_{вак} + \frac{V_в^2}{2g}; \quad (1)$$

$$H_{вак} = h_s - h_{ws} + \frac{V_в^2}{2g}; \quad (2)$$

бу ерда: H_a - атмосфера босими, м.сув.уст.; $h_{буғ}$ - тўйинган сув буғи босими, м; h_s - геодезик сўриш баландлиги, м; h_{ws} - сўриш қисмидаги гидравлик қаршиликлар йиғиндиси, м; $V_в$– сўриш қисмдаги тезлик, м/с; $H_{вак}$ - насос сўриш қусмига ўрнатилган вакуумметрнинг кўрсатиши, м.

Агар насос қурилмасидаги сўриш баландлиги h_s манфий қийматга эга бўлса, яъни насос суюқлик сатҳидан юқори жойлашган ҳолда ишласа, бундай шароитда сўрғичдаги босим мановакуумметр орқали ўлчанади. Бу прибор атмосфера босимидан паст босимларни аниқлашда қўлланилади [2].

Агар тажриба атмосфера босимидан юқори босим шароитида ўтказилаётган бўлса, унда 1-формула (кавитация заҳирасини аниқлаш учун) даги вакуумли босим ифодаси $H_{вак}$ манфий манометрик босим билан алмаштирилади. Бунда:

$$H_{вак} = -h_{м.в.}; \quad (3)$$

бу ерда: $-h_{м.в.}$ - манометр орқали ўлчанган сўрғичдаги манометрик босим (м) бўлиб, y мусбат қийматга эга, лекин формулага манфий ишора билан киритилади.

Бундай ҳисоблаш усули насос сўриш қисмидаги реал гидравлик шароитларни тўғри баҳолаш, айниқса кавитация хавфини аниқлашда муҳим аҳамиятга эга.

Тадқиқот ишлари лабораториядаги насос қурилмаси асосида амалга оширилди. Синовлар насоснинг кавитацион характеристикасини аниқлашга қаратилган бўлиб, қуйидаги тартибда амалга оширилди.

1. Синов бошланишидан аввал босимли трубопроводдаги задвижка тўлиқ беркитилади**,** сўриш трубопроводидаги задвижка тўлиқ очилади. Насос суюқлик билан тўлдирилиб, кейин ишга туширилади.

2. Босимли трубопроводдаги задвижка қисман очилади ва муайян Q_1=const сарф қийматига мос ҳолат белгиланади. Насоснинг иш параметрлари махсус ўлчов асбоблари ёрдамида аниқланиб, 2-жадвалга киритилади.

3. Сўриш трубопроводидаги задвижка аста-секин беркитилади, натижада сўриш қисмидаги босим камаяди. Лекин суюқлик сарфи Q_1 = const қийматда сақлаб қолиниши учун босимли трубопроводдаги задвижка қайта мослаштирилади. Барча ўлчовлар қайд этилади.

4. Ушбу жараён 4-5 марта такрорланади. Таъсир натижасида Q ва H кўрсаткичлари аста-секин пасайиб, насос иш режими кавитацион характеристиканинг горизонтал қисмидан қия қисмига ўтади (1-расм).

5. $H = f(\Delta h)$ характеристикасининг пасайиш соҳасида яна 3–4 тажриба нуқтаси олиш учун сўриш трубопроводидаги задвижка янада беркитилади. Бу пайтда босимли трубопроводдаги задвижка тўлиқ очилган ҳолатга келтирилади.

6. Янги синов даври бошида насос қурилмаси сув билан тўлдирилади. Босимли трубопроводдаги задвижка тўлиқ беркитилиб, сўриш томон очилади ва насос ишга туширилади (1-расм).

7. Босимли трубопроводдаги задвижка қисман очилиб, Q_1=const қийматига мос ҳолат белгиланади. Барча ўлчов асбобларининг кўрсатмалари 1-жадвалга ёзилади.

8. Герметик ҳажмий идишга уланган махсус вакуум-насос ёрдамида ҳаво босими $H_{вак}$ бошқарилади ва барча параметрлар қайта ўлчаниб, 2-жадвалга киритилади.

9. 3-пунктдаги амалиётлар яна 4–5 марта такрорланади. Қайтарилувчи жараёнда Q ва H қийматлари пасайиб, насос иш режими яна кавитацион характеристиканинг қия қисмига ўтади (1-расм).

10. Кавитацион характеристиканинг қия соҳасида яна 3-4 та қўшимча тажриба нуқталари қайд этиш учун 3-пунктдаги жараёнлар яна такрорланади.

Кавитация заҳирасига оид ҳисоблашлар лабораторияда олинган тажрибавий маълумотлар асосида, хусусан 2-жадвалдаги қийматлардан фойдаланган ҳолда амалга оширилади. Бу жараён қуйидаги босқичларда бажарилади.

1. Насоснинг сув ҳайдаши (Q, м³/с) ва босими (H, м) лаборатория тажрибаси натижалари асосида аниқланади. Бу қийматлар насоснинг ишлаш шароитидаги реал параметрларини ифодалайди.

2. Кавитация заҳираси Δh қиймати 1-формула ёрдамида ҳисобланади.

3. Ҳисобланган Δh қийматлари асосида, насоснинг кавитация характеристикаси Δh га нисбатан $H = f_1(\Delta h)$ ва $Q = f_2(\Delta h)$ параметрлар графиги тузилади. Бу характеристика 1-расмда кўрсатилган графикка ўхшаш шаклда бўлади.

4. Қурилган кавитация характеристикасида босимнинг 2% га тенг пасайиши нуқтаси аниқланади. Шу нуқтадаги Δh қиймати - кавитацион жамғарма $\Delta h_{кр}$ деб аталади ва насоснинг критик кавитация заҳираси сифатида қабул қилинади.

5. Жоиз Кавитация заҳираси қуйидагича ҳисобланади:

$$\Delta h_{ж} = aK_{б}\,\Delta h_{кр}; \qquad (4)$$

бу ерда, *a* - коэффициент, 3.8-жадвалдан $\Delta h_{кр}$ қийматига караб олинади;

$K_б$ - насоснинг тезкорлик коэффициенти ёки ишчи ғилдираги ўлчамлари нисбати $Д_2/Д_0$ қиймат бўйича 4-жадвалдан олинадиган.

1-жадвал

Ўлчанган миқдорлар жадвали

№	Ўлчов асбобининг кўрсаткичи	Белгиси	Ўлчов бирлиги	Кураклар бурчаги	Тажрибалар				
					I	II	IIII	IV	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Мановакуумметр кўрсатиши	МВ,В	кгс/см^2	28°	1,6	1,68	1,78	1,83	1,9
				30°	1,67	1,71	1,81	1,88	1,97
				26°	1,55	1,63	1,7	1,76	1,85
				32°	1,59	1,66	1,75	1,8	1,88
2.	Манометр кўрсатиши	М	кгс/см^2	28°	17,1	17,7	18,3	18,5	18,7
				30°	17,6	18,1	18,5	18,9	19,5
				26°	16,2	17,1	17,5	17,9	18,1
				32°	16,7	17,3	18	18,2	18,4
3.	Тахометр кўрсатиши	n	ай/мин	28°	2500	2600	2700	2800	2900
				30°	2500	2600	2700	2800	2900
				26°	2500	2600	2700	2800	2900
				32°	2500	2600	2700	2800	2900
Диаметрлар									
1.	- сўрғичи	d_1	мм	28°	70	70	70	70	70
				30°	70	70	70	70	70
				26°	70	70	70	70	70
				32°	70	70	70	70	70
2.	- узаткичи	d_2	мм	28°	185	185	185	185	185
				30°	185	185	185	185	185
				26°	185	185	185	185	185
				32°	185	185	185	185	185

2-жадвал

Кавитация заҳирасини ҳисоблаш жадвали

№	Ўлчов асбобининг кўрсаткичи	Белгиси	Ўлчов бирли-ги	Кураклар бурчаги	Тажрибалар				
					I	II	IIII	IV	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Насоснинг сув ҳайдаши	Q	$м^3/с$	28°	0,091	0,142	0,196	0,241	0,28
				30°	0,105	0,152	0,203	0,255	0,3
				26°	0,081	0,128	0,182	0,232	0,268
				32°	0,088	0,135	0,189	0,237	0,27
2.	Мановакуумметр кўрсатиши	h_{MB}	кгс/см^2	28°	1,6	1,68	1,78	1,83	1,9
				30°	1,67	1,71	1,81	1,88	1,97
				26°	1,55	1,63	1,7	1,76	1,85
				32°	1,59	1,66	1,75	1,8	1,88
3.	Манометр кўрсатиши	$h_{ман}$	кгс/см^2	28°	17,1	17,7	18,3	18,5	18,7
				30°	17,6	18,1	18,5	18,9	19,5
				26°	16,2	17,1	17,5	17,9	18,1
				32°	16,7	17,3	18	18,2	18,4
4.	Сўрғичдаги оқим тезлиги	$V_в$	м/с	28°	1,04	1,16	1,21	1,29	1,38
				30°	1,098	1,22	1,28	1,37	1,51
				26°	1	1,107	1,16	1,23	1,35
				32°	1,02	1,13	1,19	1,26	1,37
5.	Узаткичдаги оқим тезлиги	$V_н$	м/с	28°	1,14	1,21	1,237	1,37	1,47
				30°	1,158	1,27	1,35	1,46	1,58
				26°	1,09	1,17	1,225	1,29	1,41
				32°	1,13	1,19	1,23	1,34	1,45
6.	Тезликлар фарқидан ҳосил бўладиган босим	$\frac{V_н^2 - V_в^2}{2g}$	м	28°	0,011	0,006	0,003	0,01	0,013
				30°	0,006	0,006	0,009	0,013	0,017
				26°	0,01	0,004	0,002	0,0108	0,011
				32°	0,01	0,005	0,003	0,011	0,012
7.	Насоснинг тўла босими	H	м	28°	18,7	19,3	20,08	20,3	20,6
				30°	21,2	21,8	22,31	22,8	23,3
				26°	16,9	18,1	18,5	18,9	19,4
				32°	17,6	18,7	19,4	19,8	20,2
8.	Кавитация заҳираси	Δh	м	28°	11,41	11,51	11,61	11,67	11,75
				30°	11,49	11,54	11,65	11,73	11,84
				26°	10,7	11,08	11,27	11,38	11,43
				32°	11	11,19	11,32	11,41	11,5
9.	Жоиз Кавитация заҳираси	$\Delta h_{ж;}$	м	28°	12,38	12,48	12,6	12,66	12,75
				30°	12,47	12,53	12,6	12,73	12,85
				26°	12,3	12,38	12,47	12,56	12,61
				32°	12,33	12,41	12,54	12,62	12,7
10.	Жоиз вакуумметрик	$H_{вак}^{ж}$		28°	-2,57	-2,66	-2,76	-2,82	-2,89
				30°	-1,67	-1,71	-1,81	-1,88	-1,97

№	**Ўлчов асбобининг кўрсаткичи** сўриш баландлиги	**Белгиси**	**Ўлчов бирли-ги**	**Кураклар бурчаги**	Тажрибалар				
					I	II	III	IV	V
				26°	-2,67	-2,76	-2,78	-2,87	-2,91
				32°	-2,63	-2,74	-2,77	-2,84	-2,9

3-жадвал

Коэффициент *a* қийматлари

$\Delta h_{кр}$, м	0	2	4	6	7	8	10	12	14	16
a	1,6	1,37	1,2	1,13	1,1	1,09	1,08	1,07	1,06	1,06

4-жадвал

Коэффициент $K_б$ қийматлари

$Д_2/Д_0$	1,0	1,25	1,5	2	2,5	3,0
$К_б$	1,1	1,1	1,094	1,052	1,014	1,0

Жоиз вакуумметрик сўриш баландлиги:

$$H_{вак}^{ж} = H_a - h_{буг} - \Delta h_{ж} + \frac{V_в^2}{2g}; \quad (5)$$

Насоснинг сув ҳайдаши Q билан $\Delta h_{ж}$ ёки $H_{вак}^{ж}$ ўртасидаги ўзаро боғланиш графигини, яъни $\Delta h_{ж} = f_3(Q)$ ёки $H_{вак}^{ж} = f_3(Q)$ каби характеристикаларни келтириб чиқариш учун юқорида баён этилган услуб бўйича тажрибалар 4-5 марта қайтарилиши зарур (ўқув жараёнида вакт етишмаслиги сабабли қайта тажриба ўтказиш шарт эмас).

3-расм. Лаборатория қурилмасида ўтказилган тажрибаларга кўра кузатув камерасидаги кавитация жараёни

Лаборатория тадқиқотида насос қурилмасининг ишчи ғилдираги кураклари 26°, 28°, 30° ва 32° бурчакларда қўлланилди. Натижада насос

қурилмасидаги босим ўзгариши, сув сарфи, қуввати, ФИК ва кавитация жараёнлари ўрганилди.

Хулоса. Ушбу бобда насос қурилмасининг сув сарфи ва босимини аниқлашга хизмат қилувчи махсус экспериментал қурилманинг тузилиши ва ишлаш принциплари ёритилди. Қурилмадаги асосий техник ечимлардан бири - насос ишчи қисмида содир бўлаётган кавитация жараёнларини визуал кузатиш имконини берадиган кузатув камерасининг жорий этилишидир. Бу орқали иш жараёнидаги номуқобил шароитларни ўз вақтида аниқлаш ва таҳлил қилиш имкони яратилди. Тадқиқот жараёнида насос куракларининг турли бурчак остида (26°, 28°, 30° ва 32°) ишлаш самарадорлиги ўрганилди. Олинган натижаларга кўра, 30° бурчакка эга бўлган ишчи ғилдирак энг яхши гидравлик кўрсаткичларни намоён этди. Хусусан, у бошқа бурчаклардаги конструкцияларга нисбатан ўртача 5 % юқори самарадорлик кўрсатди. Насос иш жараёнида рўй берадиган кавитация ҳодисалари ва уларнинг насос самарадорлигига таъсири экспериментал жиҳатдан таҳлил қилинди. Бунда махсус ишлаб чиқилган лаборатория қурилмаси ёрдамида насос ишчи қисмидаги кавитация жараёнлари визуал кузатилди. Кузатув камераси орқали кавитациянинг пайдо бўлиши, тарқалиши ва насосга етказадиган таъсири реал вақтда баҳоланди. Насос кураклари бурчаги ўзгариши билан кавитация интенсивлиги ўртасида аниқ боғлиқлик кузатилди. Хусусан, 30° бурчакдаги ишчи ғилдирак нафақат энг юқори самарадорликни, балки энг кам кавитация таъсирини ҳам намоён этди. Бу ҳолат насоснинг узоқ муддатли ишлаш қобилияти ва эксплуатация барқарорлиги учун муҳим омил сифатида қайд этилди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Мамажонов М., Повышение эффективности эксплуатации центробежных и осевых насосов насосных станций оросительных систем: /Диссертация/ Андижон 2005.
2. Мамажонов М., Хакимов А., Мажидов Т., Уралов Б., Насос ва насос станцияларидан амалий машғулотлар//Андижон 2005. № 1. 72-73.
3. Шакиров Б.М., Эрматов К.М., Абдухалилов О.А., Шакиров Б.Б., Экспериментальная установка по исследованию центробежных насосов на кавитационный и гидроабразивный износ. // Международный научный журнал. 2022, № 5, с.692-697.
4. Shakirov B.M., Abduxalilov O.A., Sirochov A.M., Carrying out hydraulic calculation of the aquifer of pumping stations and work with sediments (in the example of the Ulugnor pumping station)// Eurasian Journal of

Engineering and Technology. 2022, № 4, c.88-92.

5. Шакиров Б.М., Абдухалилов О.А., Тешабоев Б.Р., Экин –тикин насос станциясининг сув олиш иншоотидаги гидравлик қаршиликларини хисоблаш усулини такомиллаштириш.// Proceedings of International Conference. 2023, №6, с.210-217.

6. Mamajonov M., Shakirov B.M., Qo’chqarboyev A., Sodiqov E., Recommendations for determining the sizes of the water receiving chamber of the pumping station // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Volume 7, Issue 1, January 2020, - 12583-12588.

7. Shakirov B.M., Ermatov K.M., Shakirov B.B., Economik Indicators of Recommendations for Increasing the Efficiency of Pumping Stations // Middle European Scientific Bulletin, Volume 30 / nov-2022/ 71-75. https://cejsr.academicjournal.io ISSN 2694-9970.

8. Shakirov B.M., Abduxalilov O.A., O‘rinov I.SH., Maxmudov D., Botirova N.M., Evalution of the texnical and economic efficiency of centrifugal pumps at irrigation pumping stations// Универсум техничтские науки №10(127) октябр, 2024, с. 52-54.

9. Shakirov B.M., Matyakubov B., Mamazhonov M., Shakirov B.B., Forebays of the poligonal cross-section of the irrigating pumping station // Международная научная конференция "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO - 2020) в режиме онлайн. 23 апреля в 10.00 по Ташкентскому времени.

10. Mamajonov M., Shakirov B.M., Aynakulov Sh.A., Karimova Kh., Alibekov S., Constructive device for sediment flushing from water acceptance structure //Международная конференция по физике материалов, строительным конструкциям и технологиям в строительстве, промышленности и производстве (МПКПЭ 2020) 27-28 апреля 2020 года, Владимирский государственный университет имени Александра и Николая Столетовых, Владимир, Российская Федерация.

11. Mamazhonov M., Matyakubov B., Shakirov B.M., Makhmudov A., Polymer materials used to reduce waterjet wear of pump parts // HIRM-2021. IOP Publishing. Journal of Physics: Conference Series 2176 (2022) 012048 doi:10.1088/1742-6596/2176/1/012048 (Скопус базасига киритилган).

12. Шакиров Б.М., Беккулов.Б.Р., Шакиров.Б.Б., Ахмадалиев Н.М., Гидравлические сопротивления во входной части всасывающего трубопровода насоса // Всероссийская научно-практическая конференция «Машиностроение: Новые конценции и технологии» 28 октября 2022 г. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технололгий имени акамдемика М.Ф.Решетнева».

13. Uralov B., Shakirov B.M., Mutalov Sh., Khakimova G., Sirojov B., Raimova I., Influence of hydroabrasive wear of impeller blades on head of centrifugal pump // E3S Web of Conferences 365, 03012 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/ 202336503012, CONMECHYDRO – *2022 (Скопус базасида).*

14. Mamajonov M., Shakirov B.M., Shakirov B.B., Forecasting factors affecting the water prevention of centrifugal pumps // European science review Scientific journal.Vienna, Austria № 5–6, 2018 (May–June), -304-307.

15. Mamajonov M., Shakirov B.M., Shermatov R.Yu., Hydraulik operating mode of the water receiving structure of the polygonal cross section // European science review Scientific journal.Vienna, Austria № 7–8, 2018 (July – Auqust), -241-244.

16. Мамажонов М., Шакиров Б.М., Шерматов Р., Повышение эффективности эксплуатации насосных станций оросительных систем //“Проблемы управления водными и земельными ресурсами.” Международный научный форум. Москва, 30 сентября 2015г. Часть 2.

17. Мамажонов М., Шакиров Б.М., Шерматов Р.Ю. Конструктивные решения по улучшению гидравлических условий водоприёмных камер насосных станций // Российский электронный научный журнал. Башкирский Государственный Аграрный Университет. г.Уфа.29.06. 2015г.

18. Мамажонов М., Шакиров Б.М., Шерматов Р.Ю., Закиров Р., Экономические показатели рекомендаций по повышению эффективности насосных станций // “Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства”. Международная научно-практическая конференция, посвящённая году экологии в России. С. Соленое Займище. Астраханская область. Россия – 2017 г. 18-19 май. 1011-1016 с.

19. Шакиров Б.М., Сафаров И.Х., Абдухалилов О.А., Абдуғоппоров И.А., Ирригация насос станцияларидаги марказдан қочма насосларнинг эскиришини бахолаш// “Глобал иқлим ўзгариши шароитида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш” мавзусидаги ҳалқаро илмий ва илмий-техник анжуман мақолалар тўплами “ТИҚХММИ” МТУ Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти Бухоро, 29-апрел 2025 йил

20. Шакиров Б.М., Сафаров И.Х., Абдухалилов О.А., Мирзахамдамова Н.Р., Ирригация насос станцияларининг иш фаолиятини бахолаш// “Глобал иқлим ўзгариши шароитида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш” мавзусидаги ҳалқаро илмий ва илмий-техник анжуман мақолалар тўплами “ТИҚХММИ” МТУ Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти Бухоро, 29-апрел 2025 йил.

UO‘T: 621. 65:621.311

NASOS STANSIYALARIDA MUQOBIL ENERGIYADAN FOYDALANISH

Ergashev Rustam Rahimovich
t.f.d., professor, “TIQXMMI” MTU
Ernazarov Alisher Qoryogdievich
ISMITI tayanch doktoranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada nasos stansiyalarida muqobil energiya manbalaridan foydalanish, ishlab chiqarish ilmiy asosda tahlil qilindi. Nasos stansiyada quyosh energiyasidan foydalanish quvvatiga asoslangan ishlovchi drenaj nasoslar va yoritish tizimlarining, texnik-iqtisodiy, barqaror, ekologik ustunliklari ko'rib chiqiladi. Xalqaro tajribalar asosida O'zbekistonda ham muqobil energiyadan foydalanish va ishab chiqarish mexanizmlari taklif etiladi.

Kalit so'zlar: Nasos stansiyasi, muqobil energiya, quyosh panellari, energiya tejamkor texnalogiyalar.

Annotation: This article analyzes the use and production of alternative energy sources at pumping stations on a scientific basis. The technical, economic, sustainable, and environmental advantages of solar-powered drainage pumps and lighting systems at pumping stations are considered. Based on international experience, mechanisms for the use and production of alternative energy are proposed in Uzbekistan.

Keywords: Pumping station, alternative energy, solar panels, energy-saving technologies.

Аннотация: В статье на научной основе анализируется использование и производство альтернативных источников энергии на насосных станциях. Рассмотрены технические, экономические, устойчивые и экологические преимущества использования дренажных насосов и систем освещения на насосной станции, работающих на солнечной энергии. На основе международного опыта в Узбекистане также предложены механизмы использования и производства альтернативной энергии.

Ключевые слова: Насосная станция, альтернативная энергетика, солнечные батареи, энергосберегающие технологии.

Kirish. Bugungi kunda mamlakatda yerlarni sug’orishda 1 ming 698 nasos stantsiyasidan foydalanilmoqda, ular yiliga 6,8 milliard kVt/soat elektr energiyasi iste’mol qilib, fermer xo’jaliklariga 32,5 milliard kub metr suv yetkazib bermoqda [4].

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2021-2030 yillarda O‘zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” qayta tiklanuvchi energiya manbalarini iqtisodiyotning barcha

tarmoqlariga, xususan, suv xo‘jaligi sohasiga keng joriy etish vazifasi belgilangan [1].

2030-yilgacha mamlakatda 15 mingdan ortiq quyosh va shamol energiyasi qurilmalarini o‘rnatish, suv ta'minoti va irrigatsiya tizimlarida muqobil energiyadan foydalanishni kamida 25 foizgacha yetkazish maqsad qilingan. Bu esa nasos stansiyalarida energiya samaradorligini oshirish bilan birga, ularning atrof-muhitga salbiy ta’sirini kamaytiradi [2, 4].

Prezident qarorida muqobil energiya manbalariga asoslangan yechimlarni joriy etishda xalqaro tajriba va zamonaviy texnologiyalar asosida mahalliy modellarni ishlab chiqish tavsiya etilgan.

Hozirgi vaqtda yurtimizda muqobil energiyaga va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish bo’yicha keng ko’lamli ishlar amalga oshirilmoqda. Xalqaro ishlab chiqarish Muqobil energiya asosidagi Germaniya nasos stansiyalari bo'yicha ishlab chiqarish tahlilida quyosh panellari quvvatli suv nasos tizimlarining 86% energiya talabini to'liq qoplagani isbotlangan[5]. Hindistonda Central Institute of Agricultural Engineering tomonidan olib borilgan izlanishlarda quyosh-nas os vositalar yordamida sug'orish 30–40% ga oshgan, foyda esa 50% gacha kamaygani tartibga solingan, Xitoyda shamol energiyaga samarali gidravlik nasos tizimlari tejamkorligi va ishlab chiqarish ko'rsatkichlari yuqori bo’lishi tadqiqotlarda ko’rsatib o’tilgan[6,7]. Mahalliy izlanishlar O'zbekistondan ham muqobil energiyadan yuklash bo'yicha bir qator tadqiqot ishlari olib borilgan. TATU,Toshkent irrigatsiya universiteti va Buxoro muhandislik-texnologiya institutlarida quyosh energiya quvvati nasos stansiyalari rejalashtirilgan “Yashil energiya” dasturi Buxoro va Navoiy viloyatida tajriba quyosh panellari bilan ta’minlangan 12 ta nasos stansiyasi joriy etildi yillik energiya sarfi o'rtacha 38% ga kamaygan, atmosferaga olingan CO_2 miqdori esa 45 tonnaga qisqargan [8, 9].

Shu bilan bir qatorda, nasos stansiyalarida muqobil energigadan, jumladan quyosh energiyasidan foydalanib energiya bilan ta’minlashga qaratilgan dolzarb muammoni yechish bo’yicha tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Materiallar va uslublar. Nasos stantsiyalarida energiyatejamkor texnologiyalarni qo‘llash bo‘yicha tadqiqot ishlari Amu-Buxoro-2 mashina kanali nasos stantsiyalarida olib borildi. Amu-Buxoro 2 nasos stansiyasida o‘z extiyoji uchun sarflanadigan energiya miqdorini aniqlash ishlari drenaj nasoslari, yoritish, istish, sovitish tizimlari uchun talab etiladigan energiya miqdori nasos stansiyalari xisobotlaridagi ma’lumotlar asosida aniqlandi. Nasos stansiyasini o’z

ehtiyoji bo’yicha elektr energiyaga bo’lgan talabini inobatga olgan holda quyosh panellarini o’rnatish boyicha hisoblash ishlari olib borildi. Bunda nasos stansiyasining asosiy ishlash davri qishloq xo’jalik ekinlarining vegitasiyasi davriga to’g’ri kelishini va bu davrda quyosh energiyasiga bo’lgan talabni inobatga olgan holda quyosh panellarining soni hisoblab topildi.

Natijalar va munozara. Nasos stansiyalarida o’z ehtiyoji uchun bir sutkada sarflanadigan elektr energiyasining miqdori 1-jadvalda keltirilgan. Quyosh panellari yordamida ishlab chiqariladigan elektr energiyasining miqdori yil fasllarida va geografik joylanishga bog’liq bo’lib, ularning sonini hisoblashda elektr uzatish tizimidagi tabiiy yo’qotishlarni inobatga olish talabetiladi.

Jadval-1

Amu-Buxoro-2 nasos stansiyasida sutkalik elekt energiya sarfi

Elektr iste’moli manbasi	**Talab qilinadigan el. energiya (kvatt)**	**Sutka davomida ishlash vaqti (soat)**	**Umumiy talab qilinadigan el. energiya**
Drenaj tizimlari el.dvigateli	400 kvatt	2 soat	800 kvatt
Ventlyasiya tizimi	104 kvatt	2 soat	208 kvatt
Yoritish tizimi	10 kvatt	24 soat	240 kvatt
Dispecherlik tizimi	12 kvatt	10 soat	120 kvatt
Aloqa tizimi	5 kvatt	24 soat	120 kvatt
Isitish tizimi	688 kvatt	3 soat	264 kvatt
JAMI	**619 kvatt**		**1752 kvatt**

Nasos stantsiyalarida elektr energiyasiga bo’lgan talab miqdori doimiy bir xil bo’lmaydi. Bunday holatlarda energiyaga talab eng katta bo’lgan davr inobatga olinib quyosh panellarining sonini aniqlash mumkin bo’ladi. Xar bir region uchun panellarni o’rnatish vaqtida quyoshning faolligi bo’yicha bir necha yillik statistik ma’lumotlardan foydalaniladi. Bu ma’lumotlar asosida yer nasos stansiyasi joylashgan hududning xar bir metr kvadratiga tushayotgan quyosh quvvati aniqlanadi. Olingan ma’lumotlar kerakli miqdorda elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun o’rnatiladigan panellar sonini va turini aniqlash uchun xizmat qiladi.

Amu-Buxoro mashina kanali Olat boshqarmasi joylashgan xududda yil davomida quyoshli kunlar o’rtacha 320 kunni tashkil etadi. Bu xudud uchun quyosh eng kam bo’lgan oylar dekabr, yanvar oylari bo’lib, bu oylarda quyoshli kunlar 15-18 kunni tashkil etadi [11].

Quyosh panellarining quvvatini hisblash uchun quydagi ifodalardan foydalaniladi [12].

$$P_{qp}=E_t \cdot k \cdot P_{qem}/E_{qem};$$

Bu yerda: P_{qp}-Quyosh panellarining quvvati, Вт; E_t-talab qilinadigan energiya, Вт·с sutka davomida ishlab chiqarilgan energiya в sutka; E_{qem}-oy davomida qabul qilingan quyosh energiyasi кВтс/м^2/кун; P_{qem}-bir metr kvadrat maydon yuzasiga tushayotgan quyosh energiyasining miqdori (1000Вт/м^2); k-akkumlyatorni quvvatlash va sarflashni, o’zgarmas tokni o’zgaruvchan tokka aylantirilishini inobatga oluvchi koeffitsient koeffitsient, odatda, 1,2-1,4 deb qabul qilinadi.

Muqobil energiya asosida energiya nasos stansiyalari uchun mezonlar asosidagi tahlil o'tkazildi: Energiya manbalarini ishlab chiqarish va jismoniyligi Jihozning ish tajribasi va ekspluatatsion qobiliyat tabiiyligi va iqlimiy moslik texnik xizmat ko'rsatish jarayoni soddaligi O'zbekiston Respublikasi iqlim sharoitiga mos holda, quyosh energiyasidan eng qulay deb topilgan. Amu-Buxoro mashina kanali Olot bo’limida quyoshli kunlar soni yiliga o'rtacha 320-340 kunni tashkil etadi. Bu esa 1 kVt quvvatli quyosh panellaridan yiliga 1500–1800 kWh energiya ishlab chiqarishga erishiladi.

Xulosa: Nasos stansiyalarini muqobil energiya bilan ta'minlash natijasida , o‘z ehtiyojini energiya bilan ta'minlash imkoniyatiga ega bo‘lamiz. Markaziy energiya manbalarida avariya holatlari sodir bo‘lib, energiyadan uzilgan vaqtda nasos stansiyasini energiya bilan ta'minlashga erishiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10 iyuldagi PF-6024-son Farmoni bilan tasdiqlangan “O‘zbekiston Respublikasi suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasi”.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni.
3. Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to‘g‘risida O‘zbekiston Respublikasining Qonuni, 30.08.2023 yildagi O‘RQ-865-son
4. Quyi bo‘g‘inda suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish hamda suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 05.01.2024 yildagi PQ-5-sonli qarori.
5. Koch, M., Müller, T., Schneider, A. (2019). Solar-powered irrigation systems: Status and potentials. Renewable Energy Applications Journal, Fraunhofer ISE Institute, Freiburg, Germany. pp. 45–62.
6. Patel, R. and Singh, A. (2021). Performance assessment of solar water pumping systems in India. Central Institute of Agricultural Engineering Report, Bhopal, India. pp. 13–27.

7. Li, Z. and Wang, Y. (2020). Wind energy driven water pumps in rural China: A techno-economic assessment. Renewable Energy Journal, Vol. 78, Beijing, China. pp. 91–104.

8. Yusupov, A. (2022). ‘Quyosh panellaridan foydalangan holda suv nasos tizimlarini avtomatlashtirish’. TATU ilmiy jurnali, Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Toshkent, O‘zbekiston. №2, b. 55–61.

9. Hasanov, I. (2023). ‘Nasos stansiyalarining energiya samaradorligini oshirish yo‘llari’. Buxoro muhandislik-texnologiya instituti ilmiy to‘plami, Buxoro, O‘zbekiston. №1,b. 18–25.

10. World Bank. (2020). Energy for Water Supply and Sanitation. World Bank Report, Washington D.C., USA. pp. 1–89.

11. Energetika vazirligi. (2023). O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi axboroti byulleteni., Toshkent,. b 5-30.

12. Адылов, Я. Т. Использование возобновляемых источников энергии для повышения надежности работы систем управления и защиты насосных станций / Я. Т. Адылов, О. А. Назаров. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2017. № 18 (152). С. 21-24. URL: https://moluch.ru/archive/152/43126/ (дата обращения: 28.05.2025).

УЎТ: 628.1 631.624

НАСОС СТАНЦИЯСИНИ ТЕХНИК СУВ ТАЪМИНОТИ

Рустам Эргашев
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мухандислиги институти” Миллий тадқиқот университети
erustamrah@mail.ru
Нигина Саидова
Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти
nsaidova@gmail.com

Аннотация. Тадқиқот насос станцияларини техник сув билан таъминлаш тизимининг оптимал вариантини ишлаб чиқишга қаратилган бўлиб, насос агрегатларининг сув сарфини инобатга олган ҳолда мақбул вариантини асослашга қаратилган масалалар кўриб чиқилган. Насос станцияларида олиб борилган тадқиқот натижаларида техник сув билан таъминлаш тизими турли хил режимда ишлаши аниқланди. Насос агрегатларининг параметрлани инобатга олинган ҳолда, насосларнинг сув узатиш сарфи катта бўлган холатларда техник сув таъминотининг блокли-агрегатли тизимини қўллаш тавсия этилади. Амударёдан сув оладиган насос станцияларида чўкиндилар миқдори 14% гача баъзи бир хил ҳолатларда 28-35% гача бориб етган ҳолатлар аниқланган. станцияларда техник сув таъминоти тизимларининг сув олиш қурилмаларида тиндиргичлар лойиҳа қилинади. Манба сатҳидан юқорида ўрнатилган насосларга сув қуйиш вакуум-насослар, эжекторлар, автоматик сўриш усули ёки аккумулятор баклари ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Муаллифлар томонидан Қизилтепа насос станциясида модернизация қилинган техник сув таъминоти тизимида насосларни совутиш тизими учун сувни тозалаб, керакли миқдорда етказиб бериш жарёни ўрганилди. Техник сувнинг сарфи ва температураси +10^{o}Сдан +25^{o}С гача бўлишини таъминлаш муҳим кўрсаткич ҳисобланади. Калит сўзлари: Насос станцияси; техник сув;тизим; параметр;лойқалик;тозалаш; тиндиргич,сарф, температура.

Кириш. Сув танқис бўлиб бораётган шароитда суғорма деҳқончилик қилинадиган майдонларга сув етказиб беришда насос станцияларидан фойдаланиб қишлоқ хўжалик экинлари экиладиган майдонлар ортиб бораётган ҳозирги вақтда насос агрегатларининг эксплуатацион кўрсаткичларини таъминлаш масаласини ечиш долзарб муаммо бўлиб қолмоқда. Каналдан келаётган сувнинг таркибида табиий аралашмалардан ташқари турли хил заррачалар бўлиб, насос агрегатларини техник сув билан таъминлаш тизимида тўғридан-тўғри фойдаланиш подшипник ва вал

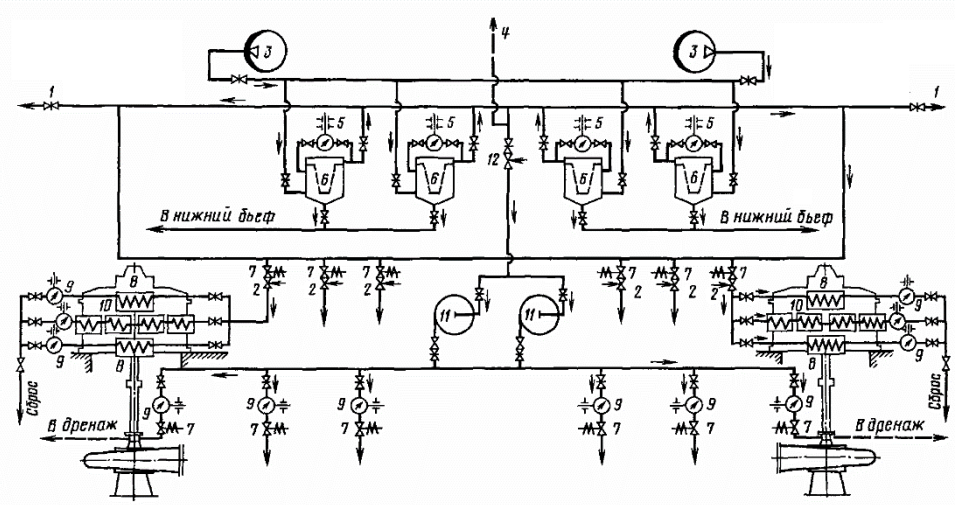
юзаларини ейилиб ишдан чиқишига олиб келади. Олиб борилган тадқиқотларда Амударё сувида механик заррачаларнинг катта миқдорда бўлишини кўрсатди [1, 2, 3]. Бундай холат айниқса қирғоқларнинг ювилиши, сел ва кучли ёғингарчиликнинг бўлиши натижасида лойқа миқдорининг, сузиб юрувчи менерал, органик ва бошқа турдаги заррачаларнинг ортиб кетишига олиб келган холатлар аниқланган [4, 5]. Одатда насос агрегатларини совутиш тизими учун техник сувдан фойдаланилади. Сувнинг таркибидаги заррачалар юқори бўлганлиги учун турли хил механик заррачалардан тозаламасдан насос агрегатларининг совутиш тизими учун фойдаланиш насос ишчи қисмларига ва қувур юзаларининг ейилиши натижасида ишдан чиқишига олиб келади [6, 7, 8].

Аму-Занг, Қарши магистрал каналлари ва Аму-Бухоро машина канали таркибидаги йирик насос станцияларида техник сувни тозалаш учун турли хил тизимлардан, жумладан тиндириш, тозалаш ва фильтрлаш усулларидан фойдаланилади. Хозирги кунда насос станцияларида фойдаланилаётган сув тозалаш усулларини қўллаш, энергиянинг ортиқча сарф бўлишига олиб келиши билан бирга, лойқа миқдори юқори бўлганлиги учун фильтрларнинг тез тўлиб қолишига олиб келмоқда. Фильтрни тозалаш учун насос агрегатларини тўҳтатиш ва қайта ишга тушириш қўшимча эксплуатацион сарфларни талаб қилади. Насос станцияларини техник сув билан таъминлаш тизими учун янги технологияларни жорий этиш ва бу тизимни доимий назорат қилиш алгоритмини ишлаб чиқиш долзарб муаммо ҳисобланади.

Услуби. Насос станцияларини техник сув билан таъминлаш тизимида содир бўладиган технологик жараёнларни ўрганиш икки босқичли сув тозалаш тизими билан таъминланган Қуйимозор ёрдамчи насос станциясида олиб борилди. Биринчи босқичда каналдан келаётган сув босимли қувурлардан олиниб тозалаш учун махсус фильтрга узатилади. Фильтрдан олдин ва ундан кейин сувнинг босимини аниқлаш учун махсус монометрлар ўрнатилган. Сувнинг таркибидаги лойқа миқдори юқори бўлган холатларда насос агрегатларига берилаётган техник сувни тозалаш учун насос агрегатларини тўхтатиш вақтлари ўрганилди. Техник сув билан таъминлаш тизимига ўрнатилган фильтрларни тозалаш даврийлиги аниқланди. Тажрибаларни ўтказиш усуллари насос станциялардан фойдаланиш бўйича меъёрий хужжатларда кўрсатилган бандлар бўйича ўтказилди. Ўлчаш ишларини бажариш вақтида олинган маълумотларга

статистик ишлов берилиб техник сув билан таъминлаш тизими асосланди. Насос станциясини техник сув билан таъминлаш тизимларининг параметрларини доимий назорат қилишни таъминлаш учун бошқариш алгоритми ишлаб чиқилди.

Натижалар ва мунозара. Насос станциясидаги асосий насос агрегатларининг сонини, параметрларини ва ишлаш шароитини инобатга олган ҳолда техник сув таъминотининг қуйидаги схемасидан фойдаланиш мумкин: марказлаштирилган, гуруҳли ва блокли [9, 10, 11]. Марказлаштирилган техник сув билан таъминлаш тизими, одатда, ушбу тизимга сув билан таъминланган ўрта ва катта станцияларда босимли қувур линиясидан сув олиш билан махсус кучайтирувчи насослар томонидан таъминлаш усулидан қўлланилади (1-расм).



1-расм. Йирик насос станцияларида техник сув билан таъминлаш тизими

1-техник сув билан таъминлаш қувури; 2-клапан; 3-босимли қувурдан техник сув олиш қувури; 4-махсус сув тозалаш иншоотидан сув олиш қувури; 5-фильтрда босимнинг тўзгаришини кўрсатувчи монометр; 6-фильтр; 7-зулфак; 8-мой совутгич; 9-реле; 10-асосий электродвигателни ҳаво ёрдамида совутиш тизими; 11-техник сув узатиш насоси.

Муаллифлар томонидан Қизилтепа насос станциясидаги янги ўрнатилган техник сув билан таъминлаш ўрганилди. Техник сув билан таъминлаш тизимида ўрнатилган қувурлар занглашга қаршилиги юқори бўлиши билан бирга қувур ичида сувнинг харакатланиш тезлиги сўрувчи қисм учун 0,6... 1,5 м/с ва босимли қисм учун 0,8...3 м/с бўлишини таъминлаш талаб этилади [12, 13, 14].

Насос агрегатлари электродвигателларини, мойлаш тизимларини ва подшипникларни совутиш учун бу қувурлар ёрдамида техник сув етказиб берилади (2-расм).

а б

2-расм. Қизилтепа насос станциясида техник сув таъминоти тизими

Насос агрегатларининг босимли қувурларидан олинган сувнинг таркибидаги механик заррачлар тиндиргичда чўктирилиб, сўнгра фильтрлар ёрдамида тўлиқ тозаланади. Тозаланган техник сув насос агрегатларининг барча қисмларини совутиш учун параметрларини назорат қилиш талаб этилади.

Хулоса. Насос станцияларида олиб борилган тадқиқот натижаларида техник сув билан таъминлаш тизими турли хил режимда ишлаши аниқланди. Насос агрегатларининг параметрлани инобатга олинган ҳолда, насосларнинг сув узатиш сарфи катта бўлган холатларда техник сув таъминотининг блокли-агрегатли тизимини қўллаш тавсия этилади.

Амударёдан сув оладиган насос станцияларида чўкиндилар миқдори 14% гача баъзи бир хил ҳолатларда 28-35% гача бориб етган ҳолатлар аниқланган. Йирик насос станцияларда техник сув тайёрлаш кўп босқичли тизим ёрдамида амалга оширилади. Биринчи босқичда махсус тиндиргичлар ёрдамида механик заррачалар чўктирилади, иккинчи босқичда махсус фильтрлар ёрдамида сувнинг таркибидаги майда заррачалар тозаланади.

Қизилтепа насос станциясида модернизация қилинган техник сув таъминоти тизимида насосларни совутиш тизими учун сувни тозалаб, керакли миқдорда етказиб бериш жарёни ўрганилди. Техник сувнинг сарфи ва температураси +10^{o}Сдан +25^{o}С гача бўлишини таъминлаш муҳим кўрсаткич ҳисобланади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. O.Glovatskii, A.Dzhurabekov, U.Sadiev, Sh.Rustamov, J.Rashidov and A. Saparov Improving the Efficiency of Irrigation Pumps Cite as: AIP Conference Proceedings 2612, 020030 (2023); https://doi.org/10.1063/5.0113295 Published Online: 15 March 2023.

2. Nasyrova, Naila & Glovatskiy, Oleg & Artykbekova, Fotima & Sultanov, Shukhrat. (2021). Operation of the Cascade of Pumping Stations of the Karshi Main Canal. 10.1007/978-3-030-72404-7_23. https://www.researchgate.net/publication/350427658_Operation_of_the_Cascade_of_Pumping_Stations_of_the_Karshi_Main_Canal

3. А.А.Янгиев, О.Я.Гловацкий, Н.Р.Насырова, А.С.Газарян, Ж.И.Рашидов Параметрические испытания насосных агрегатов насосной станции №6 Каршинского каскада // “Ўзбекистонда сув Ресурсларидан самарали Фойдаланишнинг муаммолари Ва ечимлари” Мавзусида республика миқёсидаги Илмий-амалий анжумани Материаллари тўплами. – Карши, 2021 г.- 374-379 с.

4. E.Kan, M.Mukhammadiev, N.Ikramov. Methods of regulating the work of units at irrigation pumping stations. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 869, (2020) 042009

5. Насырова Н., Газарян А., Рашидов Ж., Гидравлическое уравновешивание и восстановление рабочих колес и подшипников лопастных насосов // Сборник научных статей XX научно-практической конференции молодых учёных и магистров «Современные проблемы в сельском и водном хозяйстве», 2 том. Ташкент, 2021. - 535-539 с.

6. Ш.М.Шарипов, Н.Р.Насырова, А.Б.Сапаров Экологические и энергосберегающие проблемы реконструкции систем машинного водоподъема // Международная научно-практическая конференция «Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК» (Костяковские чтения). ВНИИГиМ, Россельхозакадемия. Москва, 2017, -с. 246-249.

7. McKinney C and Savitsky A.G 2001 EPIC modeling system guide - *Water, salt and energy management problems(User Manual).*Austin, Texas, USA.

[8] A Dzhurabekov, Sh Rustamov, N Nasyrova, J Rashidov Erosion processes during non-stationary cavitation of irrigation pumps // E3S Web of Conferences 264, 03016 (2021) (CONMECHYDRO 2021) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403016

8. Сорозащитное устройство водозаборного сооружения. Патент № FAP 00528 О.Я.Гловацкий, Р.Р.Эргашев.

9. Nasyrova N., Tadzhieva D., Krasnalobova D., Shodiev B. (2021) Use of Combined Floating Structures at Water Inlets of Pumping Stations. In: Vatin N.,

Borodinecs A., Teltayev B. (eds) Proceedings of EECE 2020. EECE 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 150. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72404-7_26

10. Гловацкий О., А.Б.Сапаров, Б.Хамдамов, Ф.Сафаров Исследования режима работы насосов и турбин при гидроабразивном износе деталей проточной части // Ўзбекгидроэнергетика 2021, №1 (9). С.53-56.

11. Di, D. and Nasrulin, A (2019) Analysis of the use of the method of hydroecological monitoring in order to improve the ecological condition of the hydrotechnical constructions of Uzbekistan, Technical science and innovation: Vol. 2019 : Iss. 2 , Article 4.

12. N.Ismoilov, N.Nasirova, B.Kholbutaev, Kh.Khusanbayeva, O.Nazarov Technology of water supply to water inlets of pumping stations // (IPICSE 2020) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering1030 (2021) 012156IOP Publishingdoi:10.1088/1757-899X/1030/1/0121561

13. Q.Z.Liu, W.T.Su, X.BinLi, and Y.N.Zhang, “Dynamic characteristics of load rejection process in a reversible pump-turbine,” *Renew. Energy*, **146**, pp. 1922–1931.

УЎТ: 627.8.034.6.

ҲИСОРАК СУВ ОМБОРИДА ФИЛЬТРАЦИЯ СУВЛАРИ МОНИТОРИНГИНИ ЮРИТИШДА ЮПҚА ДЕВОРЛИ НОВЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ

Камалов Жамол Давлатбоевич
“Ўзбекгидроенерго” АЖ Сув ресурсларини бошқариш бўлими бошлиғи,
e-mail: j.kamalov.85@mail.ru
Бакиев Машариф Рузметович
"ТИҚХММИ" Миллий тадқиқот университети
“Гидротехника иншоотлари ва мухандислик конструкциялари“ кафедраси мудири, техника фанлари доктори, профессор,
e-mail: lazizbekmavlanov772@gmail.com
Лазизбек Мавланов
"ТИҚХММИ" Миллий тадқиқот университети магистри
e-mail: lazizbekmavlanov772@gmail.com.

Аннотация: Мақолада дарё, сой, сув омборлари ва бошқа ирригация тармоқларида сув ресурслари ҳисобини юритишда сув ўлчаш гидропостлари, асосан юпқа деворли сув ўлчаш новларидан фойдаланиш бўйича маълумотлар келтирилган. Амалиётда сув ресурсларини ҳисобини юритишда бир қатор қурилмалардан фойдаланилади. Сув ўлчаш қурилмалари (гидропост) сув ўлчаш жойининг нишаблиги, сув таркибидаги лойқа-оқизиқлар ҳамда сув сарфининг миқдорига қараб танлаб олинади. Сув сарфи миқдори катта бўлган ирригация тармоқларида асосан ўзгармас ва белгиланган ўзан туридаги гидропостлардан фойдаланилади. Амалиётда сув сарфи миқдори кам бўлган манбаларда асосан стандарт турдаги САНИИРИ, паршал ва юпқа деворли новлардан фойдаланилади. Сув хўжалигимиз тизимида юпқа деворли новлар орқали асосан сув омборларидаги фильтрация сувларини ўлчаш, хўжаликлараро ирригация тармоқларида истеъмолчиларга сувни тақсимлашда фойдаланиб келинади.

Калит сўзлар: сув омбори, тўғон, гидропост, сув сатҳи, сув сарфи, стандарт сув ўлчаш новлари, Томсон нови, Чиполетти нови, филътрация сувлари.

Аннотация: В статье приведены сведения об использовании водомерных гидропостов, в основном тонкостенных водомерных стержней, при учете водных ресурсов в реках, ручьях, водохранилищах и других оросительных сетях. На практике для учета водных ресурсов применяется ряд приборов. Водоизмерительные приборы (гидропосты) выбирают в зависимости от уклона водоизмерительного участка, мутности воды и

величины расхода воды. На оросительных сетях с большими расходами воды в основном применяют стационарные и стационарные гидропосты. На практике в источниках с малым водопотреблением применяются стандартные трубы типа САНИИРИ, паршал и тонкостенные трубы. В нашей системе водного хозяйства тонкостенные трубы в основном применяются для измерения фильтрационной воды в водохранилищах и распределения воды потребителям в межхозяйственных оросительных сетях.

Ключевые слова: водохранилище, плотина, гидропост, уровень воды, расход воды, стандартные водомерные рейки, трубка Томсона, трубка Чиполетти, фильтрация воды.

Abstract: The article provides information on the use of water measuring hydroposts, mainly thin-walled water measuring rods, in accounting for water resources in rivers, streams, reservoirs and other irrigation networks. In practice, a number of devices are used for accounting of water resources. Water metering devices (hydroposts) are selected depending on the slope of the water metering site, the amount of turbidity in the water, and the amount of water flow. In irrigation networks with large water flow rates, fixed and fixed-base hydroposts are mainly used. In practice, in sources with low water consumption, standard type SANIIRI, parshal and thin-walled pipes are used. In our water management system, thin-walled pipes are mainly used to measure filtration water in water reservoirs and distribute water to consumers in inter-farm irrigation networks.

Key words: reservoir, dam, hydropost, water level, water consumption, standard water measuring rods, Thomson tube, Chipoletti tube, filtration water.

Кириш. Республикамиз сув хўжалиги тизими сув манбалари бўйича бир-бирига боғланган мураккаб қудратли мажмуа ҳисобланиб, унинг таркибида умумий сув сарфи секундига 2500 кубометрдан ортиқ сув ресурсларини ўтказа олиш қобилиятига эга бўлган 75 та йирик каналлар, 19,4 млрд. кубометр ҳажмга эга 55 та сув ва 25 та сел омборлари мавжуд бўлиб, ушбу гидротехник иншоотларнинг кўп қисми йирик ва тоифаланган гидротехник иншоотлар ҳисобланади.

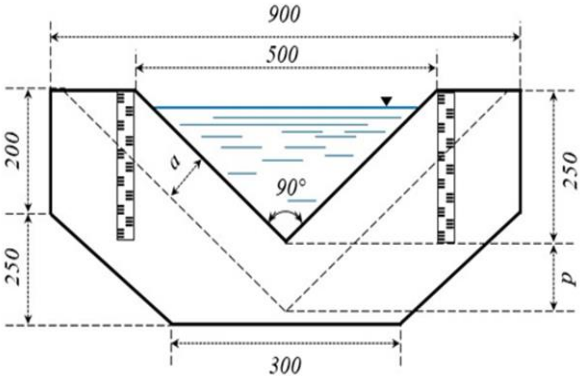
Гидротехника иншоотларидан 40-60 йиллар давомида фойдаланиб келинаётган бўлиб, уларни хавфсиз ва барқарор ишлашини таъминлаш учун доимий равишда эксплуатация тартиб қоидалари ва йўриқномалар талабларини ўз вақтида сифатли ва тўлиқ бажарилиши шартдир.

Ўз навбатида сув омборлари тўғонлари ва бошқа барча турдаги гидротехник иншоотлар техник ҳолатини мониторинг этиб бориш учун назорат-ўлчов қурилмаларининг соз ва ишончли ишлаши катта аҳамият касб этади. Сув омборларидан ишончли ва хавфсиз фойдаланишнинг асосий

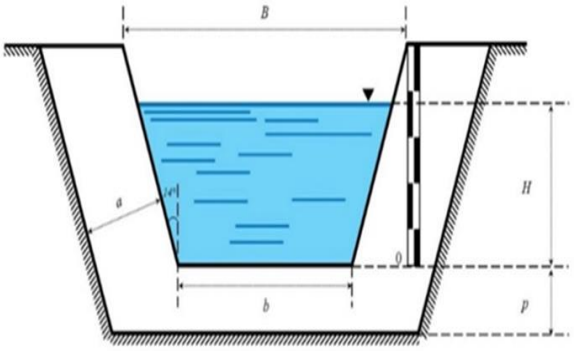
мезонларидан бири тўғон танасидаги фильтрация сувлари миқдорини доимий кузатиб, таҳлил қилиб боришдир.

Сув омборларидаги очиқ дренаж тармоқлари ва тўғон танасидан чиқувчи фильтрация сувлари миқдори асосан юпқа деворли новлар орқали ўлчаб борилади.

Юпқа деворли новларнинг Томсон, Чиполетти, Иванов турлари мавжуд. Ушбу новлар стандарт сув ўлчаш қурилмалари ҳисобланиб, асосан 500 л/сек.гача бўлган сув сарфларини ўлчаш учун мўлжалланган. Сув сарфи *(Q, л/сек)* новдаги сув сатҳининг ўлчанадиган қийматига *(H, м)* асосан аниқланади.



1-расм. Юпқа деворли Томсон нови



2-расм. Юпқа деворли “Чиполетти” нови

Томсон нови учбурчаксимон бўлиб, 3-4 мм қалинликдаги металлдан, бурчаклари 60° ,90° ва 120° қилиб ясалади.

$$Q=1{,}41\cdot H^{2}; \qquad (1)$$

Томсон новидаги сув сарфи ушбу формула орқали ҳисобланади. Бунда: Н-сатҳи баландилиги, метр

Юпқа деворли “Чиполетти” нови - юпқа деворли, ён томондаги қиялиги 1:4 бўлган трапеция шаклидаги нов ҳисобланади ва қалинлиги 3-4 мм бўлган ясси темир ҳамда маҳкамлаш учун металл бурчаклардан ясалади. Чиполетти нови сув ўтказгич қисми тубининг кенглигиги *(b)* 25, 50, 75 см катталикда тайёрланиши мумкин ва улар турли сарфдаги сувни ўлчашга, масалан “ЧВ-50” нови - 5 л/с дан 82 л/с гача, “ЧВ-75” нови эса - 16 л/с дан 225 л/с гача сув сарфини ўлчаш учун қўлланилади. “ЧВ–50” нови остонасининг ўлчами 2-3 мм, қолган ўлчамлари 5-10 мм, “ЧВ–75” нови остонасининг ўлчами 5 мм, қолган қисмлари ўлчамлари ± 5 мм аниқликда ясалади.

Чиполетти нови трапециясимон бўлиб, 3-4 мм қалинликдаги металлдан, ясалади.

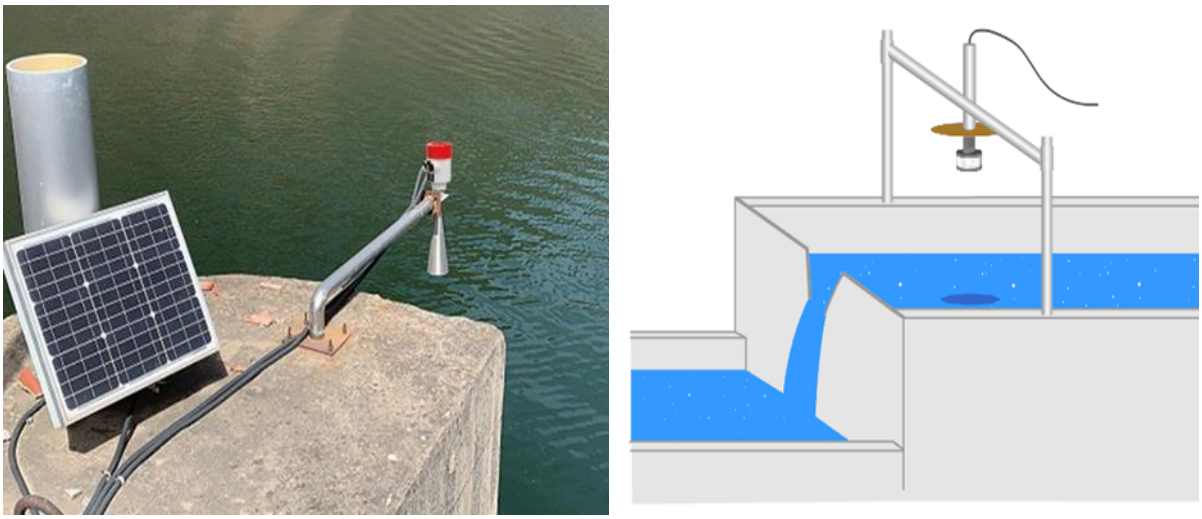
$$Q=1,86\cdot b\cdot H2/3,\ (tg\acute{a}=0,25); \quad (2)$$

Чиполетти новидаги сув сарфи ушбу формула орқали ҳисобланади. Бунда: H-сатҳи баландилиги, метр, b–қурилма остонасининг кенглиги, метр.

Юпқа деворли новлар орқали сув сарфи ўлчанганда аниқлик даражаси бошқа сув ўлчаш қурилмаларига нисбатан юқори бўлади.

“Ўзбегидроэнерго” АЖ тасарруфидаги Ҳисорак сув омборида жами 10 дона Томсон ва Чиполетти туридаги юпқа деворли новлардан фойдаланилиб, фильтрация сувлари юқори аниқликда ўлчаб борилмоқда.

Сув омборларида олиб борилган рақамлаштириш ва автоматлаштириш тадбирлари доирасида барча фильтрация сувларини ўлчашга мўлжалланган юпқа деворли новлар ва мавжуд барча сув ўлчаш гидропостларига замонавий рақамли сув ўлчаш қурилмалари ўрнатилиб, маълумотлар онлайн олиниб, таҳлил қилиб борилмоқда.



3-расм. Гидропостларга ўрнатилган рақамли сув ўлчаш воситалари

Ушбу турдаги новларни 3 йилда бир маротаба метрологик аттестациядан ўтказилиши белгиланган бўлиб, сув омборлардаги барча новлар атестациядан (тарировка) ўтказилиб, тўлиқ соз ҳолатда ишлаши таъминлаб келинмоқда.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. А.Фатхуллоев, Д.Назаралиев. Эксплуатационная гидрометрия. 2023 йил.
2. Д.Ахмеджанов, Х.Ибрагимова. Амалий гиддрометрия. 2018 йил
3. И.Карасев. Речная гидрометрия и учет водных ресурсов. 1980 йил

UO‘T: 631.675.2:631.674.6

TOMCHILATIB SUG‘ORISH TIZIMLARINING GIDRAVLIK O‘LCHAMLARI VA SUG‘ORISH SAMARADORLIGI TAHLILLARI

G‘ulomov Oybek G‘ayratovich
PhD, Irrigatsiya suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti
Surxondaryo mintaqaviy markazi direktori
e-mail: gulomovoybek985@gmail.com
https://orcid. org/0007-0006-5462-1434
Nazarov Abdulla Abduvaxob o‘g‘li
Irrigatsiya suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti tayanch doktoranti
e-mail: abdullanazarov30@gmail.com
https://orcid. org/0009-0005-4873-1325

Annotatsiya. Maqolada tomchilatib sug‘orish tizimida suv taqsimotining bir xilligi, tomchilatib sug‘orish tizimining muvaffaqiyatli ishlashi tomchilatib yuboriladigan quvurlarning fizik va gidravlik xususiyatlariga bog'liqligi, shuningdek emissiya bir xilligi, o'zgarish koeffitsienti va ishlab chiqarish o'zgarishi koeffitsienti kabi tushunchalar ham juda muhim va bir-biri bilan uzviy bog’liq ekanligi ko’rsatib o’tilgan. Bundan tashqari sug'orish uchun suv ta'minoti tanklaridan foydalangan holda tomchilatib sug'orish tizimining gidravlik o'lchamlarini o'lchash metodologiyasini o'z ichiga olgan tadqiqot ishi tahlillari keltirilgan.

Kalit so’zlar. emitent oqimining o'zgarishi; bosimning o'zgarishi; taqsimotning bir xilligi; dastur samaradorligi; emissiya bir xilligi, tomchilagichning oqim tezligi, suv taqsimotining bir xilligi.

Аннотация. В статье показано, что равномерность распределения воды в системе капельного орошения, успешная работа системы капельного орошения зависят от физических и гидравлических свойств капельных трубок, а также таких понятий, как равномерность эмиссии, коэффициент вариации и коэффициент вариации выработки, которые также весьма важны и неразрывно связаны друг с другом. Кроме того, представлен анализ научного исследования, включая методику измерения гидравлических параметров системы капельного орошения с использованием резервуаров для подачи воды для орошения.

Ключевые слова: изменение тока эмиттера; изменения давления; равномерность распределения; эффективность программы; равномерность выброса, расход капельницы, равномерность распределения воды.

Abstract: The article shows that the uniformity of water distribution in a drip irrigation system, the successful operation of a drip irrigation system depends on the physical and hydraulic properties of the drip pipes, as well as the concepts

of emission uniformity, coefficient of variation, and production coefficient of variation are very important and inextricably linked. In addition, an analysis of a research work is presented, including a methodology for measuring the hydraulic dimensions of a drip irrigation system using water supply tanks for irrigation.

Key words: to the emitter installation itself; to the passage; to the uniformity of distribution; to the application; to the uniformity of emission, to the flow of the dripper, to the uniformity of water distribution.

Kirish. Eng muhim nozik sug'orish texnologiyalaridan biri sifatida mikroirrigatsiya butun dunyoda qo'llaniladi, chunki u ekinlarning ildiz zonasini yuqori nazorat ostida suv va o'g'it bilan ta'minlashi va sug'orish suvi unumdorligini sezilarli darajada oshiradi [3]. Tomchilatib sug'orish suv va o'g'itlardan samarali foydalanish uchun eng katta imkoniyatlarga ega. Sug'orish va o'g'itlash xarajatlarini kamaytirish uchun tomchilatib sug'orish minimal miqdorda suv va o'g'itlardan foydalangan holda ozuqa moddalarini maksimal darajada iste'mol qilish uchun muhimdir. Tomchilatib sug'orish tizimi ichki yoki onlayn emitentli bosimli quvur liniyasidan iborat. Lateral tomchilatib sug’orish tizimlarining to'g'ri gidravlik dizayni odatda quvur va emitent bo'ylab ishqalanish yo'qolishi va emitentning ulanishi tufayli mahalliy yo'qotish bilan ifodalanadigan umumiy bosh yo'qotilishini aniqlaymiz [1].

Irrigatsiyani modernizatsiya qilish rejalari asosan infratuzilmani yaxshilashga, adekvat sug'orish tizimini loyihalashni ta'minlashga qaratilgan, lekin fermerlarni boshqarishga e'tibor bermagan.

Asosiy qism: Suv taqsimotining bir xilligi tomchilatib sug'orish tizimlarini loyihalash samaradorligini aniqlashda muhim ko'rsatkichlardan biridir. Uzoq vaqt davomida tiqilib qolish tomchilatib sug'orishni rivojlantirishda asosiy to'siq bo'ldi. Emitentning tiqilib qolishi sug'orish tizimining bir xilligini kamaytirishi mumkin, ayniqsa o'g'it (o‘g‘itlash) qo'llanilganda. Shuning uchun, tiqilib qolishning oldini olish uchun tegishli emitentni tanlash uchun to'g'ri baholash kerak [5]. Emitentning gidravlik xususiyatlari emitent dizayni, suv sifati, suv harorati va emitent oqim tezligiga boshqa omillar ta'sirini o'z ichiga oladi. Emitentning tiqilib qolishi va emitent komponentlarining eskirishi kabi omillar emitentlarning yoshiga qarab suv taqsimotiga ta'sir qiladi.

Tomchilatib sug'orish so'nggi to'rt o'n yillikda ulkan yutuqlarga erishdi va u suvni tejash va o'simliklarning optimal javoblarini ta'minlash uchun samarali sug'orish usullarining zamonaviy standartiga aylandi. Mikroirrigatsiya juda moslashuvchan texnologiyalar majmuasi bo'lib, deyarli har bir ekin, tuproq turi

va iqlim zonalarida iqtisodiy jihatdan qo'llanilishi mumkin, ammo bu yuqori darajadagi boshqaruvni talab qiladi [6].

Tomchilatib sug'orishdan kutilgan foyda olish malakali mutaxassislar tomonidan puxta ishlab chiqilgan va boshqariladigan loyihalarga hamda tomchilatib sug'orishni puxta o'tkazishga bog'liq. Tizim loyihada taklif qilinganidek amalga oshirilishi va qayta ishlanishi kerak. Tomchilatib sug'orishning dastlabki investitsiya xarajatlari yuqori bo'lib, tomchilatib sug'orishni amalga oshirish katta hajmdagi ma'lumotlar va ko'nikmalarni talab qiladi. Shu bois fermerlarni tomchilatib sug‘orish tizimlarini boshqarish bo‘yicha xabardor qilish, ularni bu tizimdan xabardor qilish zarur. Shunday qilib, tizimlardan yanada samarali va samarali foydalanish kerak. Foydalanuvchilar operatsion tizimlarga mo'ljallanganidan pastroq bosimga moyil bo'lib, bu sug'orish tizimining bir xilligini sezilarli darajada kamaytiradi. Shubhasiz, ushbu tomchilatib sug'orish tizimlari aniq sug'orish talablariga javob berishda qiyinchiliklarga duch kelmoqda [3]. Biroq, samarali qo'llanilishi uchun sug'orish suvi bir xilda qo'llanilishi kerak. Ya'ni, har bir sug'orishda barcha sug'oriladigan o'simliklar uchun taxminan bir xil miqdorda suv qo'llanilishi kerak. Sug'orish bir xilda qo'llanilmasa, ba'zi maydonlar juda ko'p, boshqalari esa juda kam suv oladi. Natijada o'simliklarning o'sishi ham bir xil bo'lmaydi va ko'p qo'llanilganda suv isrof bo'ladi. Sug'orish tizimi kimyoviy moddalarni sug'orish suvi bilan birga qo'llash uchun foydalanilganda bir xillik ayniqsa muhimdir, chunki kimyoviy moddalar faqat sug'orish suvi kabi bir xilda qo'llaniladi.

Tomchilatib sug'orish tizimining muvaffaqiyatli ishlashi tomchilatib yuboriladigan quvurlarning fizik va gidravlik xususiyatlariga bog'liq. Tomchilatib sug'orishning eng yaxshi va eng maqbul xususiyati shundaki, u suvning bir xil taqsimlanishini ta'minlaydi , bu esa ushbu tizimni loyihalash, boshqarish va qabul qilishda eng muhim parametrlardan biridir [4]. Ideal holda, yaxshi ishlab chiqilgan tizim har bir o'simlikka deyarli teng miqdorda suv qo'llaydi, bir xillikni saqlaydi va uning suvga bo'lgan ehtiyojlarini qondiradi va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir.

Ta'kidlanishicha, tizimni baholash usullari joriy ish sharoitida sug'orish samaradorligini aniqlash orqali tizimning yanada tejamkor va samarali ishlashi uchun potentsialni aniqlash uchun ishlatilishi mumkin [7]. Bunday tadqiqotlar joriy tatbiqlarni davom ettirish yoki biznesga tuzatishlar kiritish mumkinmi yoki yo'qligini hal qilishda muhim ahamiyatga ega.

Tomchilatib sug'orish tizimining gidravlik ko'rsatkichi suv taqsimotining bir xilligi bilan ko'rsatiladi, bu bir xillik koeffitsienti, emissiya bir xilligi, o'zgarish koeffitsienti va ishlab chiqarish o'zgarishi koeffitsienti bilan o'lchanadi [8]. Tomchilatib sug'orish tizimining samaradorligi suv taqsimotining bir xilligiga bog'liq bo'lib, uni har bir emitentdagi oqim tezligini o'lchash orqali baholash mumkin [9]. Tomchilatib sug'orish tizimlarining gidravlik ko'rsatkichlari uchun turli o'lchovlar tizimni samarali loyihalash va ishlatish uchun juda foydalidir [10].

Tomchilatib sug'orish tizimidagi umumiy bosh yo'qotilishini aniqlash tizimning yetarli bosim bilan ishlashini ta'minlash uchun juda muhimdir. Optimal iqtisodiy ta'sir natijasida emitentning o'rtacha ish bosimi, bir xillikning taqsimlanishi va lateral va kollektor o'rtasidagi bosimning yo'qolishi paydo bo'ladi [11]. Bralts va boshqalar [12] nazariy jihatdan kompensatsion tomchilatib yuboruvchi emitterning har xil bosim boshlari ostida hech qanday o'zgarishlar ko'rsatmasligi kerakligini ta'kidladi. Bosim balandligini faqat bosim o'tkazmaydigan emitentlarda kuzatish kerak bo'lsa ham, bosim o'zgarishi chegaralari ishlab chiqaruvchilar tomonidan belgilangan oldindan belgilangan chegaralardan oshib ketgan bo'lsa, to'g'ri ishlab chiqilgan bosimni kompensatsiya qiluvchi tomchilatib yuboruvchi o'zini bosim o'tkazadi.

Tomchilagichning oqim tezligini aniqlash: Bumlarning mos yozuvlar oqim tezligi o'lchangandan so'ng, bumlar bum ushlagichlariga ulanadi va bu safar biz tankdagi tegishli suv balandliklarida h1, h2, h3, h4 va h5 bo'yicha 5 ta ketma-ket sug'orishni boshlaymiz. Har bir ramp (tomizgich shlang) da 1 soat davomida ma'lum balandlikda 6 ta tomchilatib yuborilgan suv hajmi o'lchanadi. Turli tomchilatgichlar tomonidan yetkazib beriladigan bu oqim tezligi ma'lum bir suv balandligi uchun tomchilatib yuboruvchi oqim tezligi deb ataladi.

Tarmoq hajmlarini aniqlash: Jarayon 1 soat davomida 96 ta tomchilatib sug'orishni boshlashdan iborat. Har bir tomchilatgichda 1,5 litrli shisha tomchilatib yuboradigan suvni to'playdi. Oqim tezligining o'zgarish koeffitsienti (Vt) Ecartype ning barcha sinovdan o'tgan tomchilatib yuboruvchilarning o'rtacha oqim tezligiga nisbati bilan aniqlanadi: $Vt=\sigma/qm$.

Har bir tarmoq to'rtta rampaga o'rnatilgan 24 ta tomizgich bilan jihozlangan. H1, h2, h3, h4 va h5 suv havzalaridagi suv balandligidagi tarmoqning barcha tomchilatib qo'yuvchilari tomonidan NDE suv bilan sug'orish paytida yetkazib beriladigan suv hajmlari ushbu hajmlarning arifmetik yig'indisi bilan baholanadi. Sug'orish tarmoqlari (uchastkalari) darajasida suv taqsimotining bir xilligini tekshirish:

Foydalanilayotgan tomchilatgichning texnologik sifatini sinovdan o'tkazgandan so'ng, uchastkada (bu yerda tarmoq) suv taqsimoti qanday amalga oshirilganligini tekshirish haqida gap boradi.

Bir xilmi yoki yo'qmi? Ushbu taqsimotni amalga oshirish uchun uchastka suv taqsimoti sinovi Keller va Karmeli (1983) tomonidan uchastkaga suv taqsimotining bir xillik koeffitsientini aniqlashda qo'llaniladigan formula bo'yicha amalga oshiriladi [2].

Xulosa: Maqolada tomchilatib sug’orish tizimlarida emitent oqim tezligi va bosimidagi o'zgarishlar maqbul darajada emas edi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, gidravlik samaradorlik ko'rsatkichlari umuman olganda maqbul darajada ekanligi aniqlangan bo'lsa-da, sinovdan o'tgan tomchilatib sug’orish tizimlarida sug'orish samaradorligi ko'rsatkichlari kutilgan me'yorlardan past bo'lgan, bu esa ushbu tizimlar bilan bog'liq asosiy muammo dizayn emas, balki ularni boshqarish va ishlatishda ekanligini ko'rsatadi. Shunday qilib, past ko'rsatkichlar tiqilib qolish yoki fermerlar tomonidan tizimni loyihalash va qo'llash amaliyotining yetishmasligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Har qanday sug'orish usulining, xususan, tomchilatib sug'orishning muvaffaqiyati ko'p jihatdan sug'orish tizimini boshqarishga bog'liq. Tomchilatib sug'orish bilan sug'orish miqdorini yetarli darajada aniqlash uchun ishlatadigan suv miqdori haqida aniq ma'lumot talab qilinadi . Tuproq suvi yoki o'simlik suvining holati to'g'risidagi teskari aloqa ma'lumotlaridan foydalangan holda nazorat qilish strategiyalari sug'orish dasturlari juda katta yoki juda kichik ekanligini aniqlash uchun ishlatilishi mumkin.

Tomchilatib sug'orishda duch keladigan asosiy muammo emitentlarning tiqilib qolishi yoki to’lib qolishi hisoblanadi. Xususan, tomchilatib yuboruvchilardagi jismoniy tiqilib qolish suv manbasining turiga qarab aniq bo'lishi mumkin. Fermerlarga filtrlash tizimlarida gidrosiklon va diskli filtrlardan foydalanishni tavsiya qilinadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Alper Baydar, Yeşim Bozkurt Çolak, Cenk Küçükyumuk and Burak Dalkılıç. “Evaluation of Hydraulic and Irrigation Performances of Drip Systems in Nectarine Orchards (Prunus persica var. nucipersica) in The Mediterranean Region”. *Water* 2025, *17*(5), 758; Published: 5 March 2025.

2. Aboubacar Yerima Bako Djibo, Abdou Yahaya, Guero Yadji. “Hydraulic sizing of a drip irrigation system coupled with the technological quality test of drippers”. Scholars Academic Journal of Biosciences. Published:16.01.2025, Niger.

3. Wang, X.R.; Zhang, C.; Li, G.Y. Improving drip irrigation uniformity by boosting the hydraulic performance of drip lateral pressure regulators. Int. J. Agric. Biol. Eng. 2024, 17, 185–192. [CrossRef].

4. Venot, J.P.; Zwarteveen, M.; Kuper, M.; Boesveld, H.; Bossenbroek, L.; Van Der Kooij, S.; Wanvoeke, J.; Benouniche, M.; Errahj, M.; Fraiture, C.D.; et al. Beyond the promises of technology: A review of the discourses and actors who make drip. Irrig. Drain. 2015, 63, 186–194. [CrossRef]

5. Zhou, B.; Li, Y.; Song, P.; Zhou, Y.; Yu, Y.; Bralts, V. Anti-clogging evaluation for drip irrigation emitters using reclaimed. Water Irrig. Sci. 2017, 35, 181–192. [CrossRef].

6. Evans, R.G.; Wu, I.P.; Smajstrala, A.G. Microirrigation Systems. In Design and Operation of Farm Irrigation Systems, 2nd ed.; The American Society of Agricultural and Biological Engineers: St. Joseph, MI, USA, 2007; Chapter 17; pp. 632–677.

7. Merriam, J.L.; Keller, J. Farm Irrigation System Evaluation: A Guide for Management, 3rd ed.; Agricultural and Irrigation Engineering, Department of Utah State University: Logan, UT, USA, 1978; p. 276.

8. Wu, I.P.; Gitlin, H.M. Drip irrigation application efficiency and schedules. Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 1993, 26, 92–99. [CrossRef].

9. Kumar, S.; Singh, P. Evaluation of hydraulic performance of drip irrigation system. J. Agric. Eng. 2004, 44, 106–108.

10. Gil, J.; Khan, L.; Hernandez, R. Evaluation of the hydraulic performance of several imported emitters for drip irrigation. Rev. Cient. UDO Agric. 2002, 2, 64-72.

11. Chamba, D.; Zubelzu, S.; Juana, L. Energy, cost and uniformity in the design of drip irrigation systems. Biosyst. Eng. 2019, 178, 200–218. [CrossRef]

12. Bralts, V.F.; Kesner, C.D. Drip irrigation field uniformity estimation. Trans. ASAE 1983, 26, 1369–1374. [CrossRef].

UO‘T: 631.675.2:631.674.6

SUG‘ORISH TIZIMLARI GIDRAVLIK PARAMETRLARINI GIDRAVLIK SIMULYATSIYA VOSITALARI ORQALI TAHLIL QILISH VA O‘RGANISH

G‘ulomov Oybek G‘ayratovich
PhD, Irrigatsiya suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti
Surxondaryo mintaqaviy markazi direktori.
e-mail: gulomovoybek985@gmail.com
https://orcid. org/0007-0006-5462-1434.
Nazarov Abdulla Abduvaxob o‘g‘li
Irrigatsiya suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti tayanch doktoranti.
e-mail: abdullanazarov30@gmail.com
https://orcid. org/0009-0005-4873-1325.
Hazratqulov Yusuf Allanazarovich
Irrigatsiya suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti tayanch doktoranti
e-mail: hazratqulovyusuf66@gmail.com.
Qambarov Raxmonali Asqaraliyevich
Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti huzuridagi
Surxondaryo mintaqaviy markazi laboratoriya mudiri.
qambarovraxmonali61@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada bosimli sug’orish tarmoqlari orqali suv yetkazib berish, suv tanqisligi dolzarb muammo bo‘lgan qishloq xo‘jaligi sharoitida sug‘orish samaradorligini optimallashtirish, hosildorlikni maksimal darajada oshirish uchun bosimli sug‘orish tarmoqlarini samarali boshqarish muhim ahamiyatga ega ekanligi haqida ma’lumotlar keltirilgan. Bundan tashqari tadqiqotchilarning gidravlik simulyatsiya vositalari muhandislar va boshqaruvchilarga turli vaziyat va sharoitlarda sug'orish tizimlarining ishlashini modellashtirish, tahlil qilish va optimallashtirishga yordam berishi haqidagi ilmiy izlanishlari tahlillari keltirilgan.

Kalit so’zlar: gidrant, gidravlik simulyatsiya, AdorSprinkler, EPANET, tuproq suvining taqsimlanishi, lateral, Hydrus-2D/3D modellari.

Аннотация: В статье представлена информация о важности эффективного управления напорными оросительными сетями для водоснабжения, оптимизации эффективности орошения и максимизации производительности в сельскохозяйственных условиях, где дефицит воды является острой проблемой. Кроме того, в статье анализируются научные исследования исследователей о том, как инструменты гидравлического моделирования могут помочь инженерам и менеджерам моделировать,

анализировать и оптимизировать работу оросительных систем в различных ситуациях и условиях.

Ключевые слова: гидрант, гидравлическое моделирование, AdorSprinkler, EPANET, распределение почвенной воды, боковое, модели Hydrus-2D/3D.

Abstract: The article presents information on the importance of effective management of pressurized irrigation networks for water supply, optimization of irrigation efficiency, and maximizing productivity in agricultural conditions where water scarcity is a pressing problem. In addition, the article analyzes the scientific research of researchers on how hydraulic simulation tools can help engineers and managers model, analyze, and optimize the operation of irrigation systems in various situations and conditions.

Key words: hydrant, hydraulic simulation, AdorSprinkler, EPANET, soil water distribution, lateral, Hydrus-2D/3D models.

Kirish. Bosimli sug‘orish tizimlari ekinlarga samarali va o‘z vaqtida suv yetkazib berish orqali qishloq xo‘jaligi hosildorligini ta’minlash uchun muhim hisoblanadi. Yuqori bosimli tarmoqlar konstruktiv elementlarning nominal bosimini hisobga olgan holda tarmoq gidrantlarida maqsadli suv bosimini saqlab turish va sug‘orish suvi taqsimotini aniq nazorat qilish qobiliyati bilan tavsiflanadi. Suv tanqisligi dolzarb muammo bo‘lgan qishloq xo‘jaligi sharoitida sug‘orish samaradorligini optimallashtirish, hosildorlikni maksimal darajada oshirish uchun bosimli sug‘orish tarmoqlarini samarali boshqarish muhim ahamiyatga ega. Gidravlik simulyatsiya vositalari muhandislar va tadqiqotchilarga turli vaziyat va sharoitlarda sug‘orish tizimlarining ishlashini modellashtirish, tahlil qilish va optimallashtirish imkonini beradigan ushbu urinishda qimmatli aktivlardir (Lanza-Castillo, GM va boshq., 2021; Morales-Hernandez va boshq., 2022). Gidravlik simulyatsiya modellari yuzlab yoki minglab gektar maydonlarni egallagan Suvdan foydalanuvchilar uyushmalarida (SFU), turli fermer xo‘jaliklariga xizmat ko‘rsatadigan jamoaviy taqsimlash tarmoqlarida (Khadra & Lamaddalena, 2006; Zapata va boshq., 2023) va xo‘jalik ichidagi bosimli sug‘orish tizimlarida qo‘llanilgan. (Playan va boshqalar, 2024) [1].

Bosimli sug‘orish tizimlari odatda bitta suv ta’minoti nuqtasiga ega bo’lgan oddiy tarmoqli topologiya sifatida tuzilgan. Gidravlik asboblarni bosimli sug‘orish tarqatish tarmoqlarida qo‘llash samaraliroq bo‘ldi va ularni boshqa gidravlik tizimlarga, masalan, ichimlik suvi tarmoqlariga qo‘llashdan ko‘ra aniqroq prognozlar berdi. Bu ularning nisbatan soddaligi bilan bog‘liq (Estrada

va boshq., 2009). Kam noaniqlik bilan tavsiflangan vaziyatlarda gidravlik modellashtirish nisbatan oddiy kalibrlash protseduralari bilan ham aniq bashoratlarni taklif qilishi mumkin (Aliod va boshq., 1998; Moreno va boshq., 2008). Shunday qilib, modellar muntazam operatsiyalarni boshqarish va ortiqcha talab, tizimdagi nosozliklar va to‘siqlar va oqishlarni aniqlash kabi murakkab vaziyatlarni hal qilish uchun samarali interaktiv qarorlar qabul qilish vositalaridir [1].

Tadqiqot uslublari: Yillar davomida bosimli sug‘orish tizimlari va yopiq o‘tkazgichli gidravlik tarmoqlar uchun turli xil simulyatsiya va optimallashtirish vositalari ishlab chiqilgan va qo‘llanilgan. Masalan, EPANET (Rossman va boshq., 1994) dastlab shahar suv ta’minoti tarmoqlarida xlor miqdorini boshqarish muammolarini hal qilish uchun yaratilgan bo‘lsa-da, u umumiy yopiq quvur tarmoqlari uchun ham ko‘p maqsadli, samarali gidravlik simulyatsiya vositasi sifatida qo‘llaniladi.

COPAM (Lamaddalena & Sagardoy, 2000) asosan talabga asoslangan (on-demand) bosimli kollektiv sug‘orish tizimlarining ishlash holatini diagnostika qilishga qaratilgan bo‘lib, shuningdek, ularning gidravlik loyihalash jarayonida ham qo‘llanilishi mumkin.

GESTAR (Estrada va boshq., 2009) bu yuqori bosimli sug‘orish tarmoqlari uchun mo‘ljallangan dizayn vositasi bo‘lib, u quvur diametrlarini optimallashtirish orqali tizim samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

SPRINKMOD (Andrade & Allen, 1999) yomg‘latib sug‘orish tizimlarida suvning taqsimoti va emissiyasini model orqali baholash imkonini beradi.

AdorSprinkler (Playan va boshq., 2024) esa maydon sharoitida ishlatiladigan qattiq purkagichli sug‘orish tizimini va suvning tuproq yuzasiga qo‘llanilishini simulyatsiya qiluvchi ilg‘or vosita hisoblanadi [1].

Ushbu vositalar muhandislar va tadqiqotchilarga suv talabi, bosim taqsimoti, tizim ishonchliligi va sug‘orishning bir xilligi kabi omillarni hisobga olgan holda sug‘orish tizimlarini loyihalash, baholash va optimallashtirish imkonini berdi (Moreno va boshq., 2016). Sug‘orish tarmoqlarini modellashtirishda erishilgan yutuqlarga qaramay, zamonaviy qishloq xo‘jaligi tizimlarining murakkabligi va ko‘lami ortib borayotgani, aniq va o‘z vaqtida simulyatsiya qilish uchun hisoblash quvvati ko‘proq narsani talab qiladi. Tarmoq elementlari sonini ko‘paytirish, ko‘proq boshqaruv strategiyalarini o‘rganish va xususan, gidravlik parametrlarni optimallashtirish juda tegishli hisoblash harakatlarini talab qiladi. Shaxsiy kompyuterda gidravlik simulyatsiyani

bajarishda Playan va boshqalar. (2024) EPANET dasturlash asboblar to‘plamidan foydalangan holda soniyaning yuzdan bir qismi (Rossman va boshq., 2020), tarqatish tarmog‘idagi notekislikni optimallashtirish milliondan ortiq simulyatsiya va deyarli bir kunlik hisoblash vaqtini talab qildi. Bunday muammolar uchun faqat markaziy protsessorga (CPU) asoslangan qayta ishlashga tayanish xavfli tanlovdir. Katta miqyosli, hisoblash intensiv simulyatsiyalarni o‘z vaqtida ishlatishdan kelib chiqadigan cheklovlar (Danovitz va boshq., 2012; Lacasta va boshq., 2014) ushbu ishlanmalarning amaliy qo‘llanilishiga to‘sqinlik qiladi. Mavjud gidravlik simulyatsiya vositalari suv taqsimlash tarmoqlarini modellashtirishda bebaho ekanligini isbotladi, ammo zamonaviy qishloq xo‘jaligi tizimlarining o‘sib borayotgan murakkabligi va kengayishi hisoblash jihatidan samaraliroq yechimlarni talab qiladi. Sug‘orish tarmoqlari uchun gidravlik simulyatsiyalarning samaradorligi va kengaytirilishini oshirish uchun ilg‘or texnologiyalarni qo‘llagan holda innovatsion yondashuvlarga katta ehtiyoj bor [1].

Natijalar va tahlillar: Sug‘orish tarmoqlarining ma’lum parametrlarini optimallashtirish ko‘pincha tizim ichidagi murakkab o‘zaro ta’sirlar va o‘zaro kelishuvlarni o‘rganish uchun juda ko‘p simulyatsiyalarni o‘tkazishni talab qiladi (Morales Hernandez va boshq., 2022). Har bir simulyatsiya tenglamalar to‘plamini yechishni va turli sharoitlarda ishlash ko‘rsatkichlarini baholashni o‘z ichiga oladi, bu esa katta hisoblash ish yukiga olib keladi. An’anaviy protsessorga asoslangan usullar ushbu hisoblash talabini samarali bajarish uchun kurash olib borishi mumkin, bu esa o‘z vaqtida qaror qabul qilish va resurslarni taqsimlashga to‘sqinlik qilishi mumkin. Protsessorlardan farqli o‘laroq, grafik ishlov berish birliklarining (GPU) katta parallellashtirish imkoniyatlari ularni ushbu maqsadlar uchun juda mos keladi (Lacasta va boshq., 2014). Hisoblash yukini minglab yadrolar bo‘ylab taqsimlash va simulyatsiyalarni bir vaqtning o‘zida bajarish orqali GPU tezlashtirilgan hisoblash iterativ optimallashtirish vazifalarini bajarish uchun zarur bo‘lgan vaqtni sezilarli darajada qisqartirishi mumkin, bu parametr bo‘shliqlarini yanada kengroq va samarali o‘rganish imkonini beradi va biologik tizimlarda optimal umumiy konfiguratsiyalarni aniqlashni osonlashtiradi (2023) [1].

Tuproq suvining taqsimlanishi va qayta taqsimlanishi jarayonlari asosan bir qancha tadqiqotchilar tomonidan tekshirilgan [2]. Yer osti tomchilatib sug‘orish (SDI) tizimlarining yon tomonlari ostidagi namlangan hududning geometriyasiga- laterallar uzunligi birligiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri tushirish tezligi,

tuproqqa tushgan suvning umumiy hajmi, ildiz suvining o‘zlashtirilishi va tuproqning fizik xususiyatlari ta‘sir qiladi [3]. Shuning uchun yer osti tomchilatib sug‘orish tizimlarining tomchilatib laterallarida namlangan tuproqning geometriyasiga tuproqning gidrodinamik xususiyatlari va ko‘milgan lateral bo‘ylab istalgan holatda tuproqqa tushadigan suv hajmi ta’sir qiladi. Bundan tashqari, emitentlar ostidagi tuproq-suv dinamikasi yer osti tomchilatib sug‘orish tizimlarida osonlikcha ko‘rinmaydi va shuning uchun kuzatuv tadqiqotlari uchun qimmat va vaqt talab etiladi. Binobarin, tuproqdagi suv dinamikasini bashorat qilish, ma’lumotlarni taxminiy tasvirlash uchun mos modellardan foydalanishni talab qiladi. Tuproqdagi namlanish old geometriyasini baholash uchun bir qancha eksperimental, analitik va raqamli modellar taklif qilingan [4, 8]. Ushbu analitik va empirik modellar muayyan sozlamalar va shartlar uchun ishlab chiqilgan va ulardan faqat bir xil sharoitlarda foydalanish mumkin. Raqamli modellar boshqa modellarga qaraganda samaraliroq va aniqroq bo‘lib, turli tuproq sharoitlarida suv oqimi va namlik taqsimotini aniq simulyatsiya qila oladi [9, 2] Hydrus-2D/3D so‘nggi paytlarda mikro sug‘orish tizimi manbalari ostida tuproq suvining taqsimlanishini simulyatsiya qilish uchun bir nechta tadqiqotlarda muvaffaqiyatli qo‘llanildi.

Elmaloglou va Diamantopulos [10] yer osti tomchilatib yuboruvchi manba ostidagi suv oqimini tekshirdilar. Ular ildiz suvini qabul qilish, tuproq yuzasidan bug‘lanish va tuproq-suvni ushlab turish egri chizig‘ining (histerizisini) hisobga olgan holda matematik modelni taqdim etdilar. Kandelous va boshqalar [11]. Hydrus-3D modeli barcha sug‘orish bosqichlarida yer osti tomchilatib sug‘orish tizimlarida tuproq namligining murakkab dinamikasini to‘g‘ri tasvirlab bera olishini ko‘rsatdi.

Shu bilan birga, mikro sug‘orish tizimlarini gidravlik loyihalash va tahlil qilish uchun boshqa modellar va protseduralar ishlab chiqilgan. Ushbu tadqiqotlardan biri ko‘milgan lateral quvurlarning bosimi va oqimi o‘zgarishlarini hisoblash uchun nazorat hajmi usulini (CVM) qo‘llashga qaratilgan [12].

Holzapfel va boshqalar. [13] tomchilatib sug‘orish tizimlarini loyihalash va boshqarish uchun chiziqli bo‘lmagan optimallashtirish modelini ishlab chiqish uchun samarali omillar sifatida emissiya darajasi va har bir yon tomondagi tomchilatib yuboruvchilar soni kabi bir nechta o‘zgaruvchilardan foydalangan. Uorrik va Yitayu [14] tomizuvchi lateral oqimni tavsiflovchi chiziqli bo‘lmagan qisman differentsial tenglamalarni yechish uchun Runge-Kutta raqamli yechimidan foydalanganlar. Bundan tashqari, boshqa tadqiqotda bosimga

asoslangan ikkinchi darajali chiziqli bo‘lmagan qisman differensial tenglamalarni yechish uchun chekli elementlar usuli ishlatilgan [15]. Rodriges-Sinobas va boshqalar [16] tomchilatib lateral suv taqsimotini bashorat qilish uchun lateral va sug‘orish birliklari orqali oqimni tahlil qildi.

Bizning ma’lumotlarimizga ko‘ra, mavjud modellarning hech biri yer osti tomchilatib sug‘orish tizimining oson kirish mumkin bo‘lgan parametrlaridan foydalangan holda ko‘milgan emitent atrofida namlanish naqshlarini bashorat qila olmaydi. Bu yerda biz namlanish naqshlarining geometriyasiga ta’sir qiluvchi lateral va tuproq xususiyatlarining gidravlik parametrlari o‘rtasidagi munosabatlarga asoslangan yer osti tomchilatib sug‘orish tizimlarida ko‘milgan laterallar atrofida suv taqsimotini simulyatsiya qilish uchun keng qamrovli modelni taqdim etamiz. Ren va boshqalar [17] lateral gidravlikaning chiziqli bo'lmagan matematik modelini va tuproqning fizik parametrlarini taqdim etdi. Ular tuproqning dastlabki suv tarkibini (SIWC), tuproqning massa zichligini (SBD), massa fraktal o'lchamini (MFD) va bosh bosimini hisobga oladigan yangi emitent tushirish (ED) tenglamasini taqdim etdilar.

Xulosa: Ushbu tadqiqot FAST-GPU, bosimli sug‘orish tarmoqlari uchun yangi simulyatsiya va optimallashtirish vositasini taqdim etadi. CUDA dasturlash orqali GPU tezlashuvidan foydalangan holda, FAST-GPU an’anaviy protsessorga asoslangan yondashuvlarga nisbatan sezilarli tezlikka erishadi. Bir qator amaliy tadqiqotlar uning samaradorligi va kengaytirilishini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, miqyoslilik tahlili. FAST-GPU o‘zining hisoblash unumdorligi miqyosi bilan tobora kattalashib borayotgan sug‘orish tarmoqlarini samarali boshqarishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Kuzatilgan va model simulyatsiya qilingan qiymatlar o‘rtasidagi yaxshi kelishuv asosida ham emitent oqim tezligi, ham namlash old o‘lchamlari, keng qamrovli model emitentning o‘zgaruvchanligini baholash uchun ishonchli, foydali va samarali deb hisoblanishi mumkin. Yer osti tomchilari tushadigan tuproq profili bo‘ylab tushirish va namlanish naqshlari sug‘orish lateral ko‘milgan. Taklif etilayotgan model mavjud modelga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Avvalo, ijobiy suv tufayli emitentning chiqishini kamaytirish emitent atrofidagi bo‘shliqdagi bosimning tushirish koeffitsientida hisobga olinadi. Ikkinchidan, model har bir lateral uchastkada quvur ishqalanishining haqiqiy yo‘qotishlarini aniqlay oladi.

Shunday qilib, keng qamrovli model aniq prognozni ta’minlaydi. Shuning uchun, ushbu modelni dizaynning aniqligini oshirish va suvni boshqarishni

optimallashtirish va natijada suv, o‘g‘it va ozuqa moddalarining yo‘qolishini kamaytirishda qo‘llash mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Fernandez-Pato J, Zapata N, Latorre B, Playan E. “Acceleration of pipeline analysis for irrigation networks through parallelisation in Graphic Processing Units”. Biosystems Engineering Volume 252, April 2025, Pages 1-14.
2. Saeid Zamani, Rouhollah Fatahi and Giuseppe Provenzano. “A Comprehensive Model for Hydraulic Analysis and Wetting Patterns Simulation under Subsurface Drip Laterals”. Water 2022, 14(12), 1965; Published: 19 June 2022, Shahrekord, Iran.
3. Schwartzman, M.; Zur, B. Emitter spacing and geometry of wetted soil volume. J. Irrig. Drain. Eng. 1986, 112, 242–253. [CrossRef].
4. Warrick, A.; Lomen, D.; Amoozegar-Fard, A. Linearized moisture flow with root extraction for three dimensional, steady conditions. Soil Sci. Soc. Am. J. 1980, 44, 911–914. [CrossRef].
5. Shiri, J.; Karimi, B.; Karimi, N.; Kazemi, M.H.; Karimi, S. Simulating wetting front dimensions of drip irrigation systems: Multi criteria assessment of soft computing models. J. Hydrol. 2020, 585, 124792. [CrossRef].
6. Simunek, J. Models of water flow and solute transport in the unsaturated zone. Encycl. Hydrol. Sci. 2006. [CrossRef].
7. Singh, D.; Rajput, T.; Sikarwar, H.; Sahoo, R.; Ahmad, T. Simulation of soil wetting pattern with subsurface drip irrigation from line source. Agric. Water Manag. 2006, 83, 130–134. [CrossRef].
8. Cook, F.J.; Thorburn, P.J.; Fitch, P.; Bristow, K.L. WetUp: A software tool to display approximate wetting patterns from drippers. Irrig. Sci. 2003, 22, 129-134. [CrossRef]
9. Bouchemella, S.; Seridi, A.; Alimi-Ichola, I. Numerical simulation of water flow in unsaturated soils: Comparative study of different forms of Richards equation. Eur. J. Environ. Civ. Eng. 2015, 19, 1-26. [CrossRef]
10. Elmaloglou, S.; Diamantopoulos, E. Simulation of soil water dynamics under subsurface drip irrigation from line sources. Agric. Water Manag. 2009, 96, 1587–1595. [CrossRef]
11. Kandelous, M.M.; Simunek, J.; Van Genuchten, M.T.; Malek, K. Soil water content distributions between two emitters of a subsurface drip irrigation system. Soil Sci. Soc. Am. J. 2011, 75, 488-497. [CrossRef]
12. Hathoot, H.M.; Al-Amoud, A.I.; Mohammad, F.S. Analysis and design of trickle-irrigation laterals. J. Irrig. Drain. Eng. 1993, 119, 756–767. [CrossRef]
13. Holzapfel, E.A.; Mario, M.A.; Valenzuela, A. Drip irrigation nonlinear optimization model. J. Irrig. Drain. Eng. 1990, 116, 479–496. [CrossRef]
14. Warrick, A.; Yitayew, M. Trickle lateral hydraulics. I: Analytical solution. J. Irrig. Drain. Eng. 1988, 114, 281–288. [CrossRef]

15. Kang, Y.; Nishiyama, S. Analysis and design of microirrigation laterals. J. Irrig. Drain. Eng. 1996, 122, 75–82. [CrossRef]

16. Rodriguez-Sinobas, L.; Gil, M.; Juana, L.; Sánchez, R. Water distribution in laterals and units of subsurface drip irrigation. I: Simulation. J. Irrig. Drain. Eng. 2009, 135, 721–728. [CrossRef].

17. Ren, C.; Zhao, Y.; Dan, B.; Wang, J.; Gong, J.; He, G. Lateral hydraulic performance of subsurface drip irrigation based on spatial variability of soil: Experiment. Agric. Water Manag. 2018, 204, 118–125. [CrossRef].

UO‘T: 331.45 331.101.37

KICHIK VA O‘RTA KORXONALARDA MEHNAT XAVFSIZLIGI MADANIYATINI O‘LCHASH INDIKATORLARI

J.E.Saidov
Irrigasiya va suv muommolari ilmiy tadqiqot instituti, t.f.f.d.
B.E.Mustafayev
Irrigasiya va suv muommolari ilmiy tadqiqot instituti tayanch doktoranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada kichik va o‘rta korxonalar (KO‘K) uchun mehnat xavfsizligi madaniyatini baholash indikatorlari bo‘yicha xalqaro tajribalar tahlil qilinadi. Asosiy e’tibor ISO 45001, ILO-OSH, hamda EU-OSHA kabi tashkilotlarning yondashuvlariga qaratilgan. Indikatorlar liderlik, xodim xabardorligi, xavfni boshqarish, o‘quv tizimi va takomillashtirish kabi besh klasterga ajratilib, ularning psixometrik tahlili (Cronbach α, EFA/CFA) va pilot dasturlardagi natijalari solishtirilgan. Tahlil KO‘K sharoitida menejment yetakchiligi, ochiq muloqot muhiti va raqamli audit vositalarining ahamiyatini ta’kidlaydi.

Kalit so‘zlar: Mehnat xavfsizligi madaniyati; kichik va o‘rta korxonalar; indikatorlar tizimi; xalqaro tajriba; ISO 45001; ILO-OSH; EU-OSHA; psixometrik tahlil; xavf boshqaruvi.

Аннотация: В статье рассматриваются международные подходы к разработке и применению индикаторов культуры охраны труда на малых и средних предприятиях (МСП). Основное внимание уделено стандарту ISO 45001, рекомендациям ILO-OSH и инструментам EU-OSHA.

Индикаторы сгруппированы в пять концептуальных кластеров: лидерство, осведомлённость сотрудников, управление рисками, система обучения и непрерывное совершенствование. Проведён сравнительный анализ психометрических оценок (α Кронбаха, EFA/CFA) и результатов пилотных программ. Анализ подчеркивает важность лидерства руководства, открытой коммуникации и удобства цифровых платформ аудита в условиях МСП.

Ключевые слова: Культура охраны труда; малые и средние предприятия (МСП); система индикаторов; международный опыт; ISO 45001; ILO-OSH; EU-OSHA; психометрический анализ; управление рисками.

Annotation: This article reviews international practices for developing and applying occupational safety culture indicators in small and medium-sized enterprises (SMEs). It focuses on approaches from ISO 45001, ILO-OSH, and EU-OSHA. Indicators are grouped into five conceptual clusters: leadership, employee awareness, risk management, training systems, and continuous

improvement. Psychometric evaluations (Cronbach's α, EFA/CFA) and pilot program results are compared. The analysis highlights the importance of management commitment, open communication ("speak-up" culture), and the usability of digital audit tools in SMEs.

Keywords: Safety culture; small and medium-sized enterprises (SMEs); indicator system; international practice; ISO 45001; ILO-OSH; EU-OSHA; psychometric analysis; risk management.

Kirish. Kichik va o‘rta korxonalarda (KO‘K) mehnat xavfsizligi madaniyatini yuksaltirish bugungi kunda dolzarb masala sanaladi. Statistika shuni ko‘rsatadiki, aynan KO‘Klardagi baxtsiz hodisalar ulushi yuqori – hatto ba’zi tadqiqotlar natijasida halokatli ishlab chiqarish baxtsiz hodisalari yirik korxonalarga nisbatan 8 barobar ko‘proq, jarohatlanish holatlari esa 50% ga ko‘proq uchrashi aniqlangan [1]. Bu mehnat xavfsizligi madaniyatining sustligi va xavf-xatarlarni boshqarish tizimlaridagi kamchiliklar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

KO‘Klar iqtisodiyotning asosiy tayanchi bo‘lib (Yevropada korxonalarning ~99% ini tashkil qiladi), ular bandlikning salmoqli qismini ta’minlaydi, ammo shu bilan birga mehnat muhofazasi bo‘yicha katta xavotirlarga sabab bo‘lmoqda. Kichik tashkilotlarda resurslar cheklanganligi, rahbariyatning bilim va malaka darajasi pastligi hamda biznes omon qolishi kabi ustuvorliklar tufayli xavfsizlik masalalariga yetarlicha e’tibor berilmasligi kabi omillar aniqlangan [2].

Shu sababli, xalqaro tajriba va yondashuvlarni o‘rganish KO‘Klar uchun mehnat xavfsizligi madaniyatini oshirishda juda muhim.

So‘nggi yillarda xalqaro darajada mehnat xavfsizligi madaniyatini shakllantirish bo‘yicha ko‘plab tashabbuslar amalga oshirildi. ISO 45001 standarti, Xalqaro Mehnat Tashkiloti (XMT) ILO-OSH 2001 qo‘llanmalari, Yevropa Mehnat Xavfsizligi va Salomatligi Agentligi (EU-OSHA) dasturlari kabi tashabbuslar KO‘Klarga mos yondashuvlar ishlab chiqishga harakat qilmoqda (1-jadval). Masalan, EU-OSHA 2022–2027 strategiyasida KO‘Klarning maxsus muammolariga alohida e’tibor qaratilib, ularning mehnat xavfsizligi boshqaruvini yaxshilash ustuvor yo‘nalish etib belgilangan.Xalqaro tajribada ishlab chiqilgan **indikatorlar** va usullar KO‘Klar uchun xavfsizlik madaniyatini baholash hamda uni oshirish choralarini belgilashda qo‘l keladi [3].

1-jadval

Kichik va o‘rta korxonalarda mehnat xavfsizligi madaniyati bo'yicha xalqaro yondashuvlar taqqoslash

Yondashuv	Asosiy xususiyatlari	Afzalliklari	Kamchiliklari	KO'K uchun moslik
ISO 45001	Xalqaro standart, PDCA sikli, sertifikatlash tizimi	Dunyo bo'yicha tan olingan, boshqa ISO bilan uyg'un, aniq talablar	Murakkab joriy etish, yuqori xarajatlar, ko'p hujjat	O'rta
ILO-OSH 2001	XMT qo'llanmasi, ixtiyoriy, 5 bosqichli model	Bepul, moslashuvchan, har qanday o'lcham uchun	Aniq mezonlar kam, nazorat mexanizmi zaif	Yuqori
EU-OSHA	OiRA platformasi, Safe365, bepul resurslar	Amaliy vositalar, onlayn platformalar, KO'K uchun maxsus	Majburiy emas, faqat Yevropa uchun, til muammosi	Yuqori
NIOSH (AQSH)	Ilmiy yondashuv, psixometrik o'lchov, 8 omilli model	Ilmiy asoslangan, ishonchli natijalar	Murakkab, ekspert talab qiladi, qimmat	O'rta
Safe365	Raqamli platforma, yetuklik indeksi, benchmarking	Zamonaviy, tez natija, vizual hisobotlar	Yangi texnologiya, raqamli ko'nikmalar talab	Yuqori

Manba: *Mualliflar tomonidan xalqaro manbalar asosida tuzilgan*

Tadqiqot uslublari: Ushbu tadqiqotda kichik va o‘rta korxonalarda (KO‘K) mehnat xavfsizligi madaniyatini o‘lchash indikatorlariga oid xalqaro tajribalar tizimli tahlil qilindi. Buning uchun 2010-2025 yillar oralig‘ida nashr etilgan 30 dan ortiq ilmiy maqola, xalqaro tashkilotlar (ISO, ILO, EU-OSHA, NIOSH) hisobotlari va texnik qo‘llanmalari asos qilib olindi. Adabiyotlar tanlanayotganda ularning ilmiy asoslanganligi, indikatorlar tizimi mavjudligi, kichik bizneslarga qaratilganligi va psixometrik baholash usullaridan foydalangani inobatga olindi.

Indikatorlar tematik klasterlash yondashuvi asosida besh guruhga ajratildi: rahbariyat majburiyati, xodimlarning xabardorligi va ishtiroki, o‘quv-trening tizimi, xavfni aniqlash va boshqarish, hamda monitoring va doimiy takomillashtirish. Har bir klaster uchun o‘ziga xos mezon va ko‘rsatkichlar shakllantirildi.Psixometrik tahlil usullaridan Cronbach's Alpha koeffitsienti va eksplorator (EFA) hamda konfirmator (CFA) faktor tahlillari orqali indikatorlarning ichki ishonchliligi va struktura validligi baholandi. Taqqoslov jadvali yordamida har bir xalqaro tizim afzalliklari va cheklovlari KO‘K sharoitiga mosligi bo‘yicha solishtirildi. Natijalarning O‘zbekiston kontekstiga

mosligini baholash uchun kontekstual tahlil va ekspert fikrlariga asoslangan muvofiqlashtirish usuli qo‘llandi.

Adabiyotlar sharhi:Mehnat xavfsizligi va sog‘lig‘ini ta’minlash har bir korxona faoliyatining muhim jihatlaridan biridir. Bu yo‘nalishda xalqaro tashkilotlar tomonidan ishlab chiqilgan standartlar va yondashuvlar korxonalarda xavfsizlik madaniyatini shakllantirishda asos bo‘lib xizmat qiladi. Ulardan biri — ISO 45001 xalqaro standarti bo‘lib, u ish joyida sog‘liq va xavfsizlikni boshqarish uchun yagona tizimni taklif etadi. Standart doimiy takomillashtirishga asoslangan bo‘lib, rahbariyatning ishtiroki, xodimlarning faolligi, xavf-xatarlarni aniqlash, monitoring va auditni o‘z ichiga oladi. ISO 45001 boshqa menejment tizimlari bilan uyg‘unlashgan holda, kichik va yirik korxonalar tomonidan tatbiq etilishi mumkin [4].

1-jadval

Mehnat xavfsizligi madaniyati klasterlari va asosiy indikatorlari

Klaster nomi	Asosiy indikatorlar	O'lchash usullari
1. Rahbarlik va majburiyat	• Rasmiy xavfsizlik siyosati • Byudjet ajratilishi • Rahbariyat ishtirok darajasi • Mas'uliyat taqsimoti	Hujjatlar tahlili, byudjet tekshiruvi, yig'ilishlar qaydlari
2. Xodimlar xabardorligi va ishtiroki	• Bilim darajasi testlari • Xavf haqida xabar berish faolligi • Takliflar soni • "Speak-up" muhiti	So'rovnomalar, bilim testlari, takliflar hisobi, focus guruhlar
3. Trening va malaka oshirish	• O'qitilgan xodimlar ulushi (%) • Trening soatlari (yiliga) • Sertifikatlar soni • Test natijalari	Trening qaydlari, sertifikatlar hisobi, test baholari
4. Xavfni aniqlash va boshqarish	• Risk baholash mavjudligi • Aniqlangan xavflar soni • Nazorat choralari • Inspeksiya muntazamligi	Risk registrlari, inspeksiya hisobotlari, hodisalar statistikasi
5. Monitoring va doimiy takomillashtirish	• Baxtsiz hodisalar chastotasi (LTIFR) • Yaqin hodisalar hisobi • Ichki auditlar soni• Tuzatuvchi tadbirlar	KPI dashboard, statistik tahlil, audit hisobotlari, trend tahlil

Manba: *ISO 45001, ILO-OSH va EU-OSHA tavsiyalari asosida mualliflar tomonidan tuzilgan*

ILO-OSH 2001-Xalqaro Mehnat Tashkiloti tomonidan ishlab chiqilgan qo‘llanma bo‘lib, bu majburiy hujjat emas, balki tavsiya etilgan amaliyot sifatida xizmat qiladi. Ushbu tizim beshta asosiy bosqichdan iborat: siyosat, tashkil etish, rejalashtirish, baholash va takomillashtirish. Uning maqsadi xavfsizlikni faqat texnik xodimlar emas, balki rahbariyat ham o‘z zimmasiga olishi kerakligini ta’kidlashdir. Ishchilarning ishtiroki va fikrlarini hisobga olish ILO-OSH yondashuvining muhim jihatlaridan biridir [5]. EU-OSHA esa Yevropa Ittifoqining ishchi salomatligi va xavfsizligi agentligi bo‘lib, ayniqsa kichik korxonalar uchun mos vositalar ishlab chiqadi. Masalan, OiRA onlayn platformasi xavf-xatarlarni aniqlash va boshqarishda yordam beradi. Shuningdek, Safe365 kabi raqamli vositalar korxonalarning xavfsizlik madaniyati darajasini baholaydi. Hisobotlar orqali zaif jihatlar aniqlanadi va doimiy takomillashtirishga yo‘l ochiladi [6].

Boshqa manbalar (NIOSH, HSE UK, OSHA AQSH).

Xalqaro miqyosda mehnat xavfsizligini oshirishga qaratilgan ko‘plab tashkilotlar va yondashuvlar mavjud. Ular KO‘Klarga xavfsizlik madaniyatini shakllantirishda amaliy va ilmiy yondashuvlar taklif etadi. ISO 45001 standarti xavfsizlik boshqaruvini PDCA sikli asosida tizimlashtirib, rahbariyat majburiyati, xodimlar ishtiroki va xavfni baholashga e’tibor qaratadi. Biroq uni to‘liq joriy etish KO‘Klar uchun murakkab va qimmat bo‘lishi mumkin [7].ILO-OSH 2001 XMT tomonidan ishlab chiqilgan ixtiyoriy qo‘llanma bo‘lib, u rahbariyat ishtiroki va ishchilarning maslahatlashuviga asoslanadi. U rasmiy sertifikat talab qilmaydi va moslashuvchanlikni ta’minlaydi, biroq baholash mezonlari noaniqroq.AQSHda OSHA va NIOSH KO‘Klar uchun xavfsizlik bo‘yicha sodda tavsiyalar va indikatorlarga asoslangan dasturlar yaratgan (2-jadval).

EU-OSHA esa OiRA va Safe365 kabi bepul, raqamli vositalar orqali KO‘Klarda xavflarni aniqlash va madaniyatni baholash imkonini beradi.

Ular xodimlar xabardorligi, rahbariyat ishtiroki, xavfni baholash, trening va monitoring klasterlari bo‘yicha ko‘rsatkichlar ishlab chiqqan.Buyuk Britaniyada HSE Safety Climate Tool orqali xavfsizlik iqlimi tahlil qilinadi, HSG65 qo‘llanmasi esa kichik firmalarga qulay boshqaruv yondashuvini taklif etadi [8].

Xulosa qilib aytganda, bu yondashuvlar KO‘Klardagi xavfsizlik madaniyatini oshirish uchun rahbariyatni jalb qilish, xodimlarni o‘qitish, xavfni oldindan aniqlash va tizimli monitoringni yo‘lga qo‘yishni targ‘ib qiladi [9].

Tahlil va muhokama. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, kichik va o‘rta korxonalarda mehnat xavfsizligi madaniyatini baholashda qo‘llanilayotgan

xalqaro indikatorlar tizimi bir necha yondashuvlarga asoslanadi. ISO 45001 standarti xavfsizlik boshqaruvini PDCA sikliga muvofiq tizimlashtiradi va hujjatlashtirilgan siyosat, rahbariyat ishtiroki, xavfni baholash va doimiy takomillashtirish kabi elementlarni o‘z ichiga oladi. Mazkur standart yirik korxonalar uchun samarali bo‘lsa-da, KO‘Klar uchun uni to‘liq joriy etish moliyaviy va tashkiliy jihatdan murakkablik tug‘diradi. Bunda xodimlar sonining kamligi, hujjat yuritishdagi resurs cheklovlari va texnik ko‘nikmalarning yetishmasligi asosiy to‘siq bo‘lmoqda.

ILO-OSH 2001 tizimi esa ixtiyoriy tavsiyalar asosida tuzilgan bo‘lib, siyosat, rejalashtirish, amalga oshirish, baholash va takomillashtirish bosqichlarini o‘z ichiga oladi. Bu yondashuv yuqori moslashuvchanlik va arzonlik jihatdan KO‘Klar uchun yanada qulayroq, biroq baholash mezonlarining noaniqligi va sertifikatlashning yo‘qligi uning tizimlashtirilgan monitoring imkoniyatlarini cheklaydi.

EU-OSHA tomonidan ishlab chiqilgan OiRA va Safe365 kabi raqamli vositalar esa xavflarni aniqlash, baholash va indikatorlar asosida auditi yuritish imkonini beradi. Bu platformalar bepul va foydalanuvchi uchun qulay dizaynga ega bo‘lib, ayniqsa Yevropa mamlakatlaridagi KO‘Klar uchun keng joriy etilgan. Biroq ularning til va regional moslik muammosi mavjud, bu esa O‘zbekiston sharoitida ularni bevosita qo‘llashni cheklaydi.

NIOSH va OSHA (AQSh) tomonidan ishlab chiqilgan indikatorlar tizimi ilmiy asoslangan bo‘lib, xodim xabardorligi, rahbariyat yondashuvi, xavfni boshqarish, treninglar va auditlar kabi komponentlarni o‘z ichiga oladi. Bu yondashuv yuqori ishonchlilik va psixometrik tasdiqqa ega bo‘lsa-da, uni joriy etish murakkab va tajribali mutaxassislarni talab qiladi.

Klaster tahlili asosida aniqlangan indikatorlar (rahbariyat majburiyati, xodim ishtiroki, o‘quv tizimi, xavf baholash va monitoring) ko‘pchilik tizimlarda uchraydi. Har bir xalqaro tizim bu klasterlarga turli darajada e’tibor qaratadi. Shu bois, KO‘Klar uchun universal yondashuvdan ko‘ra, ehtiyojga moslashtirilgan kombinatsion yondashuv afzal hisoblanadi.

O‘zbekiston sharoitida EU-OSHAning soddalashtirilgan vositalari va ILO-OSH tavsiyalarining milliy qo‘llanma shaklida uyg‘unlashtirilishi, kichik korxonalar ehtiyojiga javob beradigan, arzon, tushunarli va bosqichma-bosqich joriy etilishi mumkin bo‘lgan xavfsizlik madaniyati modeli uchun asos bo‘la oladi. Psixometrik yondashuvlar asosida ishlab chiqilgan indikatorlar tizimi esa nazorat va takomillashtirishni tizimli yo‘lga qo‘yishga xizmat qiladi.

Umumiy xulosalar va O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish bo‘yicha tavsiyalar.

Yuqoridagi tahlildan ko‘rinadiki, kichik va o‘rta korxonalarda mehnat xavfsizligi madaniyatini rivojlantirish uchun xalqaro standartlar va qo‘llanmalarda bir-birini to‘ldiruvchi yondashuvlar taklif etiladi. Ularning barchasi mohiyatan bir xil elementlarni qamrab oladi: rahbariyatning liderligi, ishchilarning jalb etilishi, o‘qitish, xavflarni boshqarish, hamda monitoring va yaxshilash**.** Farqi shundaki, har bir tizim bu elementlarni joriy etish usuli va ko‘lamiga turlicha yondashadi. Eng muhimi, KO‘Klar o‘z imkoniyat va ehtiyojlaridan kelib chiqqan holda ushbu tizimlarning mos kombinatsiyasini tanlashi va amaliyotga tatbiq etishi lozim [10].

O‘zbekiston sharoitida ham mehnat xavfsizligi madaniyatini oshirish dolzarb vazifalardan sanaladi. Mamlakatimizda mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risidagi qonunchilik mavjud bo‘lsa-da (masalan, 2016 yilda yangilangan “Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonun), KO‘Klarga alohida e’tibor qaratish va xalqaro tajribani moslashtirish uchun quyidagicha tavsiyalar berish mumkin:

- **Milliy qo‘llanmalar ishlab chiqish:** ISO 45001 va ILO-OSH tamoyillariga asoslangan, aynan O‘zbekiston KO‘Klari uchun sodda va amalga oshiriladigan bosqichma-bosqich qo‘llanma yaratilishi kerak. Bu qo‘llanma mahalliy til va misollarda yozilib, kichik korxonalar qanday qilib xavfsizlik dasturini bosqichma-bosqich joriy eta olishini ko‘rsatib berishi lozim.
- **Trening va bilimni oshirish:** KO‘K rahbarlari va xodimlari uchun respublika bo‘yicha maxsus o‘quv dasturlari va seminarlar tashkil etish zarur. Ushbu treninglarda xalqaro tajribadan misollar keltirilib, xavfsizlikni kuchaytirishning iqtisodiy va ijtimoiy foydalari tushuntirilishi lozim. Ayniqsa, rahbarlarning munosabatini o‘zgartirishga e’tibor qaratish kerak (masalan, “xavfsizlik – xarajat” emas, “xavfsizlik - investitsiya” ekani haqida).
- **Psixometrik vositalarni joriy etish:** O‘zbekiston sharoitiga moslashtirilgan xavfsizlik madaniyati so‘rovnomalarini ishlab chiqish va korxonalar o‘rtasida o‘tkazish mumkin. Bunda mahalliy ishlovchilar mentaliteti va til o‘ziga xosliklari hisobga olinadi. So‘rovnoma natijalariga ko‘ra, har bir qatnashgan KO‘K o‘zining kuchli va zaif tomonlarini bilib oladi va shu asosda reja tuzishi mumkin. Bunday tadqiqotlarni Mehnat vazirligi yoki ilmiy muassasalar orqali amalga oshirish maqsadga muvofiq.

- **Iqtisodiy rag‘batlar va majburiyatlar:** KO‘Klar uchun mehnat xavfsizligini yaxshilashga undaydigan iqtisodiy mexanizmlar joriy etish kerak. Masalan, agar korxona xalqaro sertifikat olsa yoki ko‘rsatkichlarini yaxshilasa, uni soliq imtiyozlari yoki sug‘urta chegirmalari bilan rag‘batlantirish. Shu bilan birga, og‘ir hodisalarni yashirish holatlarini kamaytirish uchun nazoratni kuchaytirish, jarimalarni muvofiq darajada belgilash ham muhim (jarima haddan tashqari yuqori bo‘lsa, KO‘K yopilib ketishi mumkin, juda past bo‘lsa, ta’sir qilmaydi – muvozanat zarur).
- **Axborot-maslahat xizmatlari:** KO‘Klarga bepul yoki subsidiyalangan konsultatsiya xizmati yo‘lga qo‘yilishi kerak. Malakali mehnat xavfsizligi mutaxassislari kichik korxonalarga borib, ularning holatini baholab, amaliy ko‘rsatmalar bersa, bu juda samarali bo‘ladi. Bu borada, masalan, “Mehnat muhofazasi ilmiy-tadqiqot instituti” yoki shu kabi tashkilotlar qoshida mobil guruhlarni tashkil etish mumkin.
- **Madaniy targ‘ibot va oshkoralik:** Jamiyatda mehnat xavfsizligi madaniyatini targ‘ib qilish, KO‘Klar orasida “eng namunali xavfsizlik dasturi” tanlovlarini o‘tkazish lozim. OAVda baxtsiz hodisalar sabablari va oqibatlarini yoritish, tahlil qilish orqali hamkorlikda xulosa chiqarish madaniyatini shakllantirish kerak. Yirik kompaniyalar o‘z zanjiridagi kichik yetkazib beruvchilarga xavfsizlik talablari qo‘yib, ularni o‘rgatishi ham rag‘batlantirilishi kerak (masalan, yirik qurilish kompaniyasi o‘z subpudratchilariga trening o‘tkazishi va hokazo).

Yuqoridagi choralar xalqaro tajriba va mahalliy sharoit uyg‘unligida amalga oshirilsa, O‘zbekistonning kichik va o‘rta korxonalarida mehnat xavfsizligi madaniyati sezilarli darajada yuksaladi. Bu esa o‘z navbatida jarohatlar va kasalliklarni kamaytirib, mehnat unumdorligi va barqaror rivojlanishga xizmat qiladi. Eng muhimi, har bir ishchi sog‘-omon uyiga qaytadigan, har bir korxona xavfsizlikni o‘z faoliyatining ajralmas qismiga aylantiradigan madaniyatga erishishdir. Xalqaro tajriba shuni ko‘rsatadiki, bunga erishish mutlaqo imkoniy - buning uchun bilim olishga ochiqlik, qat’iyat va hamkorlik zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Nastasia, I., & Rives, R. (2024). Successful strategies for occupational health and safety in small and medium enterprises: Insights for a sustainable return to work. *Journal of Occupational Rehabilitation*. https://doi.org/10.1007/s10926-024-10255-2

2. Kabiesz, P. (2024). Safety culture in SMEs of the food industry: A case study and best practices. *Sustainability, 16*(24), 11185. https://doi.org/10.3390/su162411185

3. Darabont, D. C., Antonov, A. E., & Bejinariu, C. (2016). *Key elements on implementing an occupational health and safety management system using ISO 45001 standard*. Stiința şi Ingineria Materialelor. CC BY 4.0.

4. Mohandisiorg, F., et al. (2025). *Assessing the organizational impact of ISO 45001 implementation: A case study of New Algerian Cannery*. Journal of Information Systems Engineering and Management, 10(4), e-ISSN. https://www.jisem-journal.com/index.php/journal/article/view/10031

5. Williams, C. C. (2021). Online Interactive Risk Assessment (OiRA) for micro- and small-sized enterprises (MSEs). European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). *Technical Report*. DOI: 10.13140/RG.2.2.12603.95523

6. Factors influencing compliance to iso 45001 for health and safety a case study of amazon| International Journal of Innovative Science and Research Technology. (n.d.). https://www.ijisrt.com/factors-influencing-compliance-to-iso-45001-for-health-and-safety-a-case-study-of-amazon

7. Barbosa, C. va boshq. (2019). Occupational safety and health performance indicators in SMEs: A literature review. Work, 64(2), 217-227researchgate.netresearchgate.net.

8. Salguero-Caparros, F. va boshq. (2025). Where is occupational health and safety management research in SMEs headed? IJERPH, 19(20): 13602researchgate.net.

9. Smithers (2025). ISO 45001 and Workplace Safety: Tips for Creating a Culture of Health and Compliancesmithers.comsmithers.com.

10. CCS Risk (2023). Enhancing Workplace Safety: The Power of ISO 45001 in Reducing Accidents and Injuriesccsrisk.com.

UDC: 629.017 631.624

INCREASING THE RELIABILITY OF OPERATION OF THE PUMPING STATION OF MACHINE WATER LIFT SYSTEMS

Rustam Xujakulov[1], Feruz Tursunov[1], Naira Nasyrova[2], Ilhom Islomov[2], Gavhar Samandarova[3], Shaxzodbek Xo‘jayorov [1]

[1]Karshi State Technical Institute
[2]Research Institute of Irrigation and Water Problems
[3] Bukhara State Technical Institute

Abstract. The main goal of increasing the reliability of cascades of pumping stations of mechanical water lifting systems includes calculating the reliability of main facilities. Identification of the main problems of reliability and safety of operation of cascades is based on the stated theoretical premises. Effective measures to combat sediment and driftwood during water intake from the river into supply canals are considered. Using a full-scale survey of water intakes, digital modeling of the developed mathematical models of the supply channel of the main Karshi and Kuyumazar pumping stations was carried out with algorithms for calculating their operating modes. clarification of the physical nature of failures, especially emergency shutdowns. Studies taking into account non-stationary pressure pulsations in pumps, especially the interaction of mating units and working parts of the pump, have established a connection between pressure pulsations and flow structure, as well as a decrease in reliability when parameters change. The applied parametric diagnostics made it possible to estimate the spectrum of vibration acceleration amplitude on the pump impeller chamber. Mathematical models have been created for pressure pipelines of large-diameter pumping stations. Dependencies for calculating the total longitudinal and transverse vibrations of the pipeline with their interaction are proposed. Increasing reliability during the rehabilitation of cascades will significantly increase the service life of structures and pumping equipment, ensuring a guaranteed water supply.

Key words: reliability, safety, operation, pumping units, pipelines, parametric diagnostics, vibration strength

Introduction. The world has recognized the urgent tasks of increasing the reliability and safety of large cascades of irrigation pumping stations (PS). The creation of reliable systems, structures, and equipment is the subject of consideration of reliability theory. This theory is common to all technical devices. However, when forecasting and developing measures to improve the reliability of

critical hydraulic structures, their features must be taken into account. Reliability theory makes it possible to solve problems of the stability of structures in conjunction with modern achievements in the use of artificial intelligence, which is associated with a similar problem of using computers in the SCADA system, diagnostics, control of the systems under study, which consist of many elements [1,2]. The methodology for designing various structures without assessing reliability does not make it possible to take into account the benefits of clarifying operating conditions, estimate the service life in advance, and clarify the degree of safety guarantee.

At present, methodological approaches and relevant regulatory documentation for assessing, determining and regulating the safety and operational reliability of PS have not been fully developed. Safety is defined as the property of an object during manufacture and operation and, in the event of a malfunction, not to create a threat to the life and health of people, as well as to the environment, and reliability as the property of an object to maintain over time within the established limits the values of all parameters characterizing the ability to perform the required functions in specified modes [3, 4].

Existing cascades of PS machine water lifting systems are often approaching the stage of wear-out failures due to their age. This period of operation is characterized by an increase in the intensity of failures and accidents, an increase in the volume of work on the reconstruction and modernization of buildings, structures and equipment and, accordingly, an increase in the costs and consumption of electrical energy per unit volume of pumped water.

In 2024, the 50th anniversary of the launch of the first unit of the Karshi Main Canal (KMC) was celebrated. The Karshi cascade, being a vitally important facility, serves a population of over 1.5 million, supplying water to an irrigation system that provides water to 400,000 hectares in the south of Uzbekistan and a number of regions in Turkmenistan [5, 6]. The cascades of the Amubukhar PS (ABMC), Amuzang and other machine canals play the same leading role in the irrigation of Uzbekistan. The increase in operational reliability is confirmed by the operating experience of Chinese and American scientists [7, 8].

To meet the growing demand for energy savings in many areas, the stability and long-term performance of pumps is very important. This is also important for power plants supplying electricity to PS cascades, where, for example, nuclear reactor and technical water supply pumps must operate safely for 60 years without any repairs to the main hydraulic components [9, 10].

Methods. In the process of research, methods of algorithmization of systems with distributed parameters according to the principles of system analysis and statistical processing of experimental results of field studies based on the laws of fluid mechanics were used. The results of studies at the largest cascades and generally accepted standard methods for measuring the parameters of units were used for their further use and application [11, 12].

Methods for recording non-stationary changes in pressure in pumps and pipelines have established a connection between pressure pulsation and flow structure, as well as a decrease in safety and reliability when parameters change and vibrations of pump pipelines. The numerical modeling method was used to predict the characteristics of pressure pulsations using the RANS (Reynolds Averaged Navier–Stokes) method [13]. Due to the shortcomings of the RANS model, the DDES method with modeling of individual vortices was used to capture the exact flow structures in pumps [14]. The RANS method cannot predict flow patterns and pressure pulsations for pumps under off-design operating conditions. In recent years, a more advanced numerical method has been adopted. The main goal of pressure pulsation research is to establish effective control of reducing the energy of pressure pulsations and pump vibration. To achieve this goal, the authors study the impact of new pump designs.

Results and Discussion. Experience in operating PS cascades shows that the reliability and technical condition of such units as damless water intake, various discharges, structures at the intersection of canals with partitioning structures significantly affect the performance of the entire complex. Therefore, the reliability of cascades primarily depends on the water supply structures of the head part (Fig. 1).

Fig. 1. Damless water intake of KMC and water intake of PS ABMC

The main objectives of a comprehensive analysis of the work during operation of the head part of the pumping station are to identify changes in the

processes of hydrodynamics of the working parts of the pump with changing water parameters in the flow part of hydraulic units. The complete picture of hydraulic phenomena during pump operation was determined experimentally [15,16].

Studies of the condition of the supply channel of the largest PS cascades have shown that the geometry of the channels undergoes significant changes due to erosion, sedimentation, and artificial cleaning.

Studying the distribution of sediment deposits along the length of the channel is important to ensure a guaranteed flow of water to the head PS-1 of the KMC. As a result of a decrease in flow velocity, a sharper decrease in depth is observed in the initial sections of the channel, depending on the number of operating pumping units. An increase in turbidity requires a revision of the standard value of the slope of the channel bottom, which is determined based on all possible volumes of removal of this turbidity from the channel.

Data on sediment pumped through the pump and deposited in the PS-1 channel of the KMC has been increasing in recent years: in 2019. – 3512.0 thousand m^3 (4390106 tons), in 2020 – 8268.5 thousand m^3 (10335614 tons), in 2021 – 9204.0 thousand m^3 (11505251 tons), in 2022 11399.0 thousand m3 (14,248,927 tons) and deposited in the canal in 2019. – 9442.0 thousand m^3 (11802684 tons), in 2020 – 10742.2 thousand m^3 (13428540 tons), in 2021 – 15743.7 thousand m^3 (19679684 tons), in 2022 30402.4 thousand m^3 (38,003,016 tons).

An increase in sediment supply to the channel causes a decrease in the depth of flow of water moving in the channel and an increase in the width of the channel. This situation, in turn, leads to the emergence of a dynamic equilibrium. Expansion of the channel width leads to an increase in the width of the sediment transport front. When modernizing structures, the function of a settling tank arises.

Siltation and sedimentation are observed in the forechamber. When the outermost pumps operate in the front chamber near the receiving chambers, the formation of funnels on the water surface is noted at the entrance to the suction pipe (Fig. 2).

Fig. 2. Formation of craters on the water surface of the water intake

This phenomenon, associated with periodic air leaks in front of the impeller, affects a sharp increase in cavitation and vibration of the pump unit.

The resulting frequency acting on the pump impeller housing is:

$$f=n\cdot Z_r\cdot q; \quad (1)$$

where Z_r is impeller blade number; n is rotation speed; q is the number of harmonics.

In a conventional vane pump, the blade passing frequency will dominate the pressure spectrum. A numerical simulation method can be used to predict the amplitude; however, this requires special acoustic studies to predict the corresponding amplitude [17]. The model parameters were corrected by experimental data. However, the pressure distribution at the periphery of the impeller chamber was assumed to be uniform, which was not accurate.

The above theoretical analysis can be useful in pump design. For a vane diffuser pump, using formula (1), it is easy to obtain the dominant frequency for a typical impeller type without matching blade numbers. An unintended number of coincidences resulted in high pressure pulsation and even abnormal vibration. The effect of the number of coincidences on pressure pulsation must be clarified experimentally.

When several pumping units are operating, the water level rise limit is determined by the sum of water flow rates at the boundaries of areas where the water rise height is constant. The flow, gauge pressure and efficiency of each operating pump are characterized by the values of the rotation angles of the impeller blades $(z_{нб}, z_{вб}, \varphi)$.

Consequently, the flow rate and efficiency of the i-th pumping unit are determined as the point of intersection of the operational characteristics with the pressure characteristics of the pipeline

$$\Omega_p^i\left(Q_p^i, H_p^i, \varphi_i^p\right) = \Omega_T^i \cap \Omega_{H,Q,\varphi},$$
$$\Omega_p^i\left(Q_p^i, \eta_p^i, \varphi_i^p\right) = \Omega_T^i \cap \Omega_{H,Q,\eta},\quad ; \qquad (1)$$
$$\varphi_i = \varphi_i^p, \qquad \Omega_{H,Q,\varphi} \subset \Omega_э^i, \quad \Omega_{H,\eta,\varphi}^i \subset \Omega_э^i$$

Flow and power consumption for the PS as a whole are defined as the algebraic sums of the flows and powers of the operating unit.

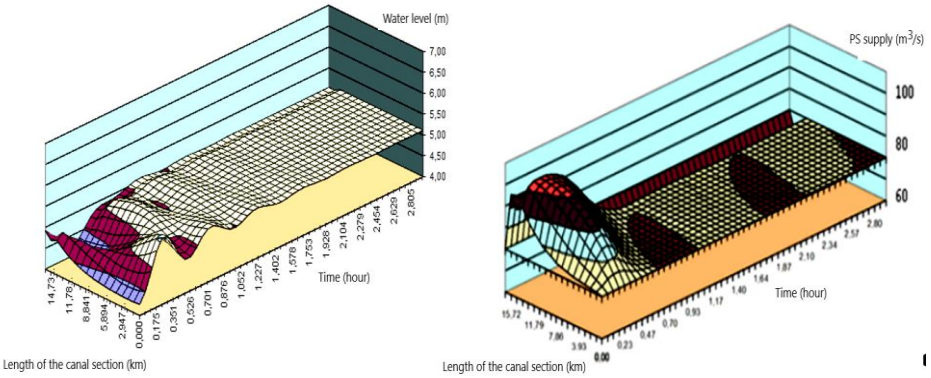


Fig. 3. **Changes in water level and ABMC supply over time and length**

Digital modeling was carried out taking into account the developed mathematical models of the supply channel of the Kuyumazar PS and algorithms for calculating their operating modes [18]. In Figure 3 presents the results of numerical experiments to determine the level and flow of water over time.

If the set supply value is greater than the head PS, there is a certain supply reserve that cannot be realized due to insufficient channel capacity.

The supply value obtained for the KMC has a certain supply margin, which cannot be realized by the PS-1. (Table 1).

Table 1

Operating modes of PS-1

Water mark in the Amudarya (conditional)	Maximum channel capacity, m^3/s	Number of pump jobs/things	Maximum pump flow m^3/s	Total station flow, m^3/s	Pump head, m	Impeller blade installation angle	Impeller depth⁄TWL, m
43,0	145,0 145,0	5 4	29 32	145,0 128,0	19,74 19,35	$-6,5^0$ -5^0	-3,5
43,4	172,0	5	32	160,0	19,74	$-4,5^0$	
43,6	201,0	5	32	160,0	19,18	-5^0	
44,0	236,0	5	32	160,0	18,45	-6^0	
43,0	114,0 114,0	4 3	28,5 35,0	114,0 105,0	18,88 18,88	$-7,5^0$ -4^0	-4,0

43,4	145,0 145,0	5 4	29,0 34,6	145,0 138,4	19,22 19,22	-7^0 -4^0	
43,6	176,0	5	34,0	170,0	19,51	-4^0	
44,0	215,0	5	35,0	165,0	18,67	-4^0	
42,0	68,5	2	34,25	68,5	18,13	-5^0	-4,5
43,4	110,0 110,0	4 3	27,5 36,6	110,0 110,0	18,31 18,60	-9^0 $-3,5^0$	
43,6	147,0 147,0	5 4	29,4 36,75	147,0 147,0	18,75 18,995	-7^0 -3^0	
44,0	190,0	5	37,0	185,0	19,29	$-2,5^0$	

The results of calculations of the maximum supply of PS-1 for various situations are given in the process of reconstructing the water intake, supply canal and water outlet [19, 20].

All existing theories and criteria for the reliability of machine water lift system are adequate and are based on the determination of qualitative characteristics [21, 22]. Reliability management during pump operation is achieved by identifying and preventing failures. At the same time, operating failures with a complete loss of performance become prevalent due to three main reasons: the emergency condition of the body parts and working parts of the unit, the cessation of the possibility of supplying or draining water, a sharp increase in cavitation and vibration phenomena that threaten the integrity of the unit.

According to the research program, tests were carried out on three PS-1 units. Based on the actual operating mode of the PS (three units of different supply when the water levels of the lower and upper pools change), a new unit of type 300VO-37/26Ts (pumping unit № 3) and two units of type OPV11-260 (pumping unit № 2, 6), the parameters of which are presented in table. 2.

Table 2

Basic nominal parameters of pump tests

PS-1 KMC	**Pumping unit №3**	**Pumping unit №2, 6**
Pump brand	300 MO-37/26C	OPV 11-260 EG
Supply, m^3/s	39,0	40,5
Total head, m	21,5	19,3
power, kWt	9500	8700
Efficiency,	87	86
Allowable cavitation reserve, m	13,0	11,0

To measure the general level of vibration velocity in the frequency band 2...1000 Hz and spectral analysis, an SD-12M vibration analyzer was used, which has the main technical characteristics: frequency range with maximum

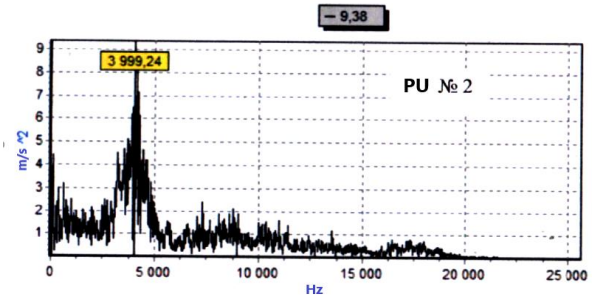
unevenness of the frequency response +0.5 dB 0.5...25600 Hz; vibration parameters: vibration displacement, vibration velocity, vibration acceleration.

From the point of view of vibration strength in units, the most dangerous are periodic vibrations, which are the result of mechanical, electromagnetic and hydraulic processes with clearly defined discrete components. Such dangerous vibrations are generally strong diagnostic signals and stand out well against the background of vibration noise. Such a defect as a consequence of a change in the profile of the blades during wear was recorded when measuring vibration on pumping unit № 3 (21 μm) PS-1 and pumping unit № 5 (42 μm) when measuring vibration on impellers 24 and 50 μm (Fig. 4).

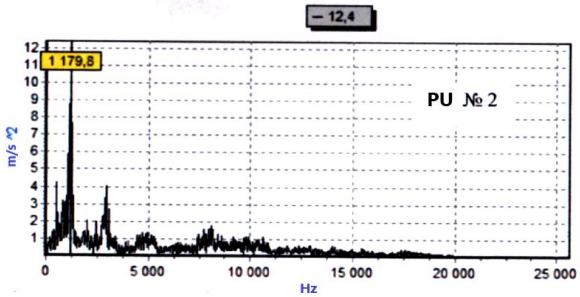
If vibration diagnostics, first of all, solves the problem of increasing equipment reliability, then parametric diagnostics of a pumping unit helps to achieve more economical operating parameters. Parametric diagnostics are also based on assessments of the pressure, power and efficiency of the pump and the unit as a whole, identifying the reasons causing the deterioration of these parameters, developing and implementing measures to improve or restore the pressure and energy characteristics of the pump, determining the trend of their change as it operates.

Structures deserve special attention in terms of their strength and reliability, all elements of which have increased dimensions and elements for various purposes [23]. In theoretical terms, it is necessary to create various mathematical models for large diameter PS pressure pipelines. At the PS of the Jizzakh cascade the diameter is 4.2 m, at the PS of the Karshi and Amubukhara cascades it is 3.6 m (Fig. 5).

Radial direction



Vertical direction



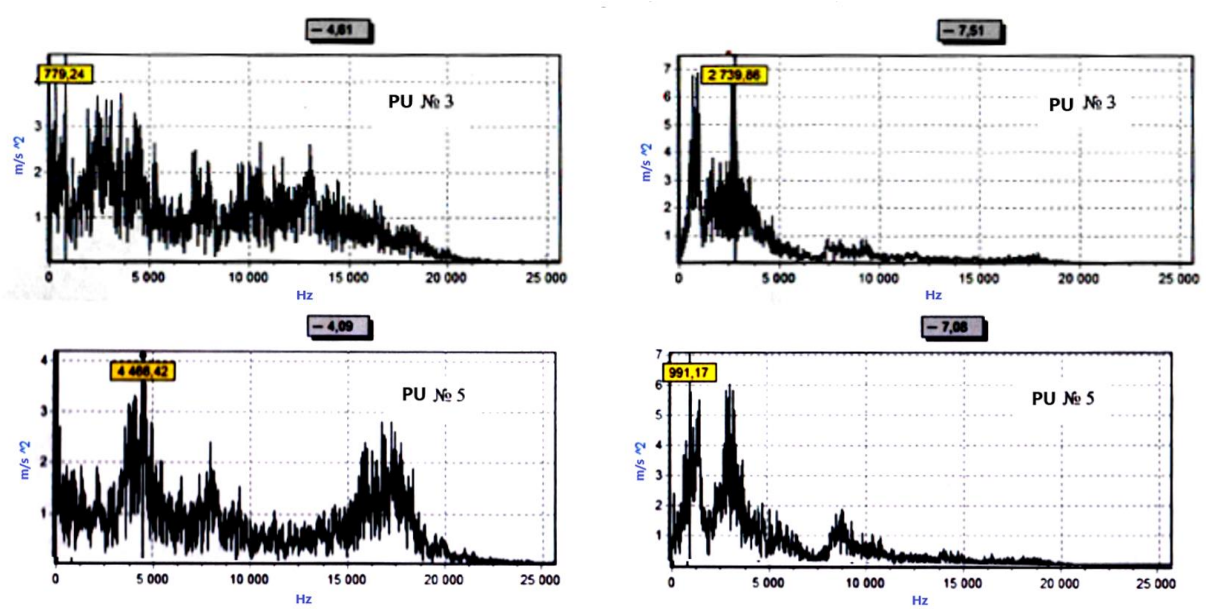


Fig.4. Spectrum of vibration acceleration amplitude on the impeller chamber of PS-1 pumps, m/s^2

Fig.5. **Pressure pipelines of PS ABMC**

The equation for longitudinal vibrations of the main pipelines B_x caused by pressure along the x axis will be written in the form

$$B_x \frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} - \left(\tau_{xz} d_y + \tau_{xy} d_z\right) = 0; \qquad (2)$$

The differential equation of longitudinal vibrations u_x along x in relative displacements d_y and d_z has the form

$$B_x \frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} - k_x u = -m \frac{\partial^2 u_0}{\partial t^2} + B_x \frac{\partial^2 u_0}{\partial x^2}; \qquad (3)$$

where k_x denotes the value of the parameters relative to d_y and d_z in formula (2).

Additionally, the total longitudinal and transverse vibrations u of the straight final section of the pipeline are considered with a variable longitudinal interaction coefficient.

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = E \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{2R}{(R^2 - r^2)} k_x (u - u_0); \quad (4)$$

$$\rho F \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} + EI \frac{\partial^4 \psi}{\partial x^4} + 2\pi R k_x (\psi - u_0) = 0; \quad (5)$$

where ρ is the density of the support material; F – cross-sectional area of the pipe; E – elastic modulus; η – viscosity coefficient; $k_x(x)$ - coefficient of transverse interaction of the pipeline with the support; R,r – outer and inner radii of the pipeline; ψ – transverse displacement with pipeline deflection, u_0 – displacement relative to the support; EI – bending stiffness.

The problem of significant bending of pipelines under longitudinal loading is solved

$$EJ \frac{\partial^4 (W_1 - W_0)}{\partial x^4} + m_p \frac{\partial^2 W_1}{\partial t^2} + (W_1 - W_0) + P(t) \frac{2R}{(R^2 - r^2)} \frac{\partial^2 W_1}{\partial t^2} \quad (6)$$

where $W_1(x,t)$, $W_0(x)$ – initial and total pipe deflections; u(0,t) and u(l,t) - longitudinal movement of the ends of the pipeline; E-modulus of elasticity of the pipe material; J – axial moment of inertia of the pipe section; m_p – linear mass of the pipeline; P(t) – external force of water flow.

The problems of ensuring the reliability of pipeline operation were solved in both linear and geometrically nonlinear formulations. Solutions were obtained by analytical and numerical methods [6, 23]. It was revealed that the stability of the pipeline is mainly influenced by the values of the longitudinal force, the initial deflection, the geometric dimensions of the pipe, and the coefficient of elastic interaction of the pipeline with the supports. The results obtained make it possible to establish in each specific case the value of the critical values of time and force at which the pipeline finds itself in a state of dynamic instability.

Conclusions.

1. The main goal of increasing the reliability of the operation of cascades of PS systems of machine water lifting is to calculate the certain reliability of the main objects. This is a multifaceted problem that reflects the various stages of their existence, including the creation of effective measures to control sediment and driftwood during water intake from the river into the inlet canals of the head pump stations and further into the irrigation canals.

2. For the period 2020-2022. A full-scale inspection of the KMC and ABMC water intakes was carried out for the operating mode of the main equipment. Digital modeling was carried out taking into account the developed mathematical models of the supply channel of the Kuyumazar PS and algorithms

for calculating their operating modes. The results of numerical experiments to determine the level and flow of water over time are presented graphically.

3. Research into the reliability of PS operation is developing in two independent directions: clarifying the physical essence of failures and eliminating their consequences, especially emergency shutdowns. The need to limit the service life of PS equipment and pipelines is determined by their physical and moral wear and tear, determined by diagnostic results, with a decrease in the required reliability.

4. Parametric diagnostics are based on assessments of the main parameters of the pump and the unit as a whole, identification of the reasons causing the deterioration of these parameters, development and implementation of measures to improve the pressure and energy characteristics of the pump, their changes as the operating time progresses. Modernization of pumps will ensure the speedy completion of the cascade rehabilitation program, will significantly increase the service life of pumping equipment and guaranteed water supply to the regions.

REFERENCES:

1. Beata Mrugalska, Edwin Tytyk Quality Control Methods for Product Reliability and Safety https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.683
2. Nancy Leveson, Nicolas Dulac and al. Engineering Resilience into Safety-Critical Systems (2006) https://www.taylorfrancis.com
3. JCSS, Joint Committee on Structural Safety, Probabilistic assessment of existing structures, Rilem publication, 2001.
4. Bertram Kühn Assessment of existing steel structures - Recommendations for estimation of the remaining fatigue life https://doi:10.1016/j.proeng.2013.12.057
5. Kurbon Dzhuraev, Aydar Nasrulin, Fotima Shadibekova and Shokhboz Kurbonov Geoinformation systems at the selection of engineering infrastructure of pumped storage hydropower for the tuyamuyun complex. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 869 (2020) 042004 doi:10.1088/1757-899X/869/4/042004
6. Oleg Glovatskiy, Rustam Ergashev, Ilhom Kurbonov, Boybek Kholbutaev, Ilkhom Pirnazarov, and Adkhamjon Rajabov Practice of permanent presence and equipment of the Karshi main canal CONMECHYDRO - 2023 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101022
7. Fu, Y.; Yuan, J.; Yuan, S.; Pace, G.; D’Agostino, L.; Li, X. Numerical and experimental analysis of flow phenomena in a centrifugal pump operating under low flow rates. ASME J. Fluids Eng. 2015, 137, 011102. [Google Scholar] [CrossRef]

8. NEESR Annual Report. Prepared by Cornell University, Rensselaer Polytechnic Institute and Sciencenter Discovery Center. USA, 2006. – 36 p.

9. Lu, Y.G.; Zhu, R.S.; Fu, Q.; Wang, X.L.; An, C.; Chen, J. Research on the structure design of the LBE reactor coolant pump in the lead base heap. *Nucl. Eng. Technol.* 2019, *51*, 546–555. [Google Scholar] [CrossRef]

10. Rodriguez, C.G.; Mateos-Prieto, B.; Egusquiza, E. Monitoring of rotor-stator interaction in a pump-turbine using vibration measured with onboard sensors rotating with shaft. *Shock Vib.* 2014, *2014*, 276796. [Google Scholar]

11. Sinha, M.; Pinarbashi, A.; Katz, J. The flow structure during onset and developed states of rotating stall within a vaned diffuser of a centrifugal pump. *ASME J. Fluids Eng.* 2001, *123*, 490–499. [Google Scholar] [CrossRef] [Green Version]

12. Krause, N.; Zähringer, K.; Pap, E. Time-resolved particle imaging velocimetry for the investigation of rotating stall in a radial pump. *Exp. Fluids* 2005, *39*, 192–201. [Google Scholar] [CrossRef]

13. Si, Q.R.; Yuan, J.P.; Yuan, S.Q.; Wang, W.J.; Zhu, L.; Bois, G. Numerical investigation of pressure fluctuation in centrifugal pump volute based on SAS model and experimental validation. *Adv. Mech. Eng.* 2014, *6*, 972081. [Google Scholar] [CrossRef] [Green Version]

14. Posa, A.; Lippolis, A.; Balaras, E. Investigation of separation phenomena in a radial pump at reduced flow rate by large eddy simulation. *ASME J. Fluids Eng.* 2016, *138*, 121101. [Google Scholar] [CrossRef] [Green Version]

15. Nasyrova, Naila & Glovatskiy, Oleg & Artykbekova, Fotima & Sultanov, Shukhrat. (2021). Operation of the Cascade of Pumping Stations of the Karshi Main Canal. 10.1007/978-3-030-72404-7_23.

16. Kan E, Mukhammadiev M and Ikramov N 2020 Methods of regulating the work of units at irrigation pumping stations *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* Volume 869, 042009 doi:10.1088/1757-899X/869/4/042009

17. Parrondo, J.L.; González, J.; Fernández, J. The effect of the operating point on the pressure fluctuations at the blade passage frequency in the volute of a centrifugal pump. *ASME J. Fluids Eng.* 2002, *124*, 784–790. [Google Scholar] [CrossRef]

18. A.J.Seytov, B.R.Khanimkulov, M.R.Sherbaev, G.U.Muzaffarova, A.A. Mathematical models and optimal control algorithms for channels of irrigation systems. Academic research in educational sciences volume 2 | ISSUE 5 | 2021 ISSN: 2181-1385 Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723.

19. Oleg Glovatsky, Rustam Ergashev, Aleksandr Gazaryan1, Jaloliddin Rashidov and Boybek Kholbutayev Improvement of water intake in large machine water lifting systems (On the example of the karshi main canal) *AIP Conf. Proc.* 2612, 020031 https://doi.org/10.1063/5.0113298

20. Naim Ismoilov, Naira Nasirova, Boybek Kholbutaev, Khusnora Khusanbayeva1 and Odil Nazarov Technology of water supply to water inlets of pumping stations (2021) https://doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012156

21. Mirskhou1ava Ts. E. Scour in River Basin in its Bed Mechanism Forecast. International Symposium, River Mechanism. Hong—Kong, Thailand, 2003.

22. Nasyrova N., Tadzhieva D., Krasnalobova D., Shodiev B. (2021) Use of Combined Floating Structures at Water Inlets of Pumping Stations. In: Vatin N., Borodinecs A., Teltayev B. (eds) Proceedings of EECE 2020. EECE 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 150. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72404-7_26

23. Rashidov T.R., Bekmirzaev D.A. Seismodynamics of Pipelines Interacting with the Soil // Soil Mechanics and Foundation Engineering. Vol. 52. New York. July 2015. Issue 3. P. 149 - 154.

24. R.Xujakulov, M Zaripov and U Normurodov Subsidence deformations of the foundations of hydraulic structuresE3S Web of Conferences 264, 03069 (2021) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403069 CONMECHYDRO - 2021

25. Xujakulov R. Stresses in subsidence bases of flutbet models under the moisturizing conditions. IPICSE 2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012138 IOP Publishing https://doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012138

26. R.Xujakulov, M Rahmatov, E Nabiev and M Zaripov. Determination of calculating stresses on the depth of loess grounds of hydraulic structures, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021), https://doi:10.1088/1757- 899X/1030/1/0121331

27. Xujakulov R. Interaction of hydraulic structures and their subsidence bases. Cite as:AIPConferenceProceedings 2612, 020038 (2023); https://doi.org/10.1063/5.0113983 Published Online: 15 March 2023

28. Xujakulov, R., Samandarova, G.Dependence of stress-strain state of hydraulic structures on infiltration moistening of foundation soils (2023) E3S Web of Conferences, 401, статья № 01046 https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85169700117&doi =10.1051% 2fe3sconf%2f202340101046&partnerID=40&

УДК: 622.011.4 627.824.31

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛЁСОВО ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН

А.Махмудов
доцент Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологий

Аннотация. Изучении особенности лёссовых грунтов, методы, применяемые для оценки просадочности, также приведении оценка просадочности лессовых грунтов в поле центробежных сил. Приведены сравнительные анализ результатов, выбраны наиболее достоверные критерии оценки просадочности для исследуемых грунтов.

Ключевые слова. Грунт, плотина, лесс, модель, деформация, просадка.

Abstract. The study of the features of loess soils, the methods used to assess subsidence, as well as the estimation of subsidence of loess soils in the field of centrifugal forces. A comparative analysis of the results is given, and the most reliable criteria for assessing subsidence for the studied soils are selected.

Keywords. Soil, dam, loess, model, deformation, subsidence.

Введение. При строительстве грунтовых плотин небольшой и средней высоты, особенно для нужд ирригации, в последние годы все чаще приходится откликается с проблемой строительства на лессовых просадочных основаниях. Широкое распространение лессовых просадочных грунтов в районах интенсивного плотин строения-Средней Азии, Западной Сибири, Закавказья, Европейской территории, ставят проблему обеспечения безопасной работы сооружений на этих основаниях в число наиболее актуальных.

Опыт строительства на лессовых просадочных грунтах показал, что эти грунты находясь в маловлажном состоянии могут быть достаточно надежным основанием, но при замачивании обуславливают значительные просадочные деформации, которые могут привести к аварии и полному разрушению сооружения. Для снижения этой опасности при проектировании плотин на лессовых основаниях существующими нормативными документами предписывается обязательное требование предварительной подготовки основания методом замачивания с обязательным увлажнением всей просадочной толщи. Это мероприятие призвано снежить величины просадки основания еще до начала

строительства с тем, чтобы уменьшить относительные деформации основания и сделать их более равномерными.

Однако, предварительное замачивание вследствие сравнительно небольших напряжений от собственного веса грунта оставляет существенную потенциальную возможность грунта к доуплотнению под действием нагрузки от сооружения. Кроме того, плотины, строящиеся в относительно широких долинах, по своей длине находятся в весьма неоднородных как топографических, так и инженерно-геологических условиях. Это обуславливает неодинаковую по длине плотины деформируемость основания и, следовательно, может вызывать неравномерные деформации самого сооружения. Таким образом, может происходить нарушение целостности плотины в виде очень опасных сквозных поперечных трещин.

Для оценки опасности трещинообразовании, а также для разработки рекомендаций по предотвращению трещин необходимо прогнозировать зоны потенциального трещинообразовании и значения неравномерных осадок поверхности плотин, при которых могут образовываться трещины.

Исследованиям этих двух вопросов применительно к строящейся плотине Нижне-Алаарчинского водохранилища проводились на установке центробежного моделирования, так как только в поле центробежных сил возможно оценить деформативные свойства основания и прогнозировать поведение сооружённым в период строительства и эксплуатации.

Задачи и методика провединия экспериментов. Экспериментальные исследования, выполнялися определением просадочных свойств лессовых грунтов ненарушенной структуры при их обводнении для оценки возможных деформаций основания плотины.

Для решения этой задачи проводились компрессионные испытания массива лессового грунта ненарушенной структуры в сухом и обводненном состоянии. Испытываемый массив грунта представлял собой кубический образец размером 200x200x200 мм. Образец устанавливался в кассете центрифуги размером 800x200x400 мм. С боковых сторон для предотвращения боковых деформаций в кассету укладывался уплотненный песчаный грунт.

Испытания проводились при ускорении 200g, следовательно, фактические размеры испытываемого массива в пересчете на натурные условия составляли: 40x40x40 м. В качестве действующих нагрузок в

опытах были: собственный вес, обеспечивающий среднее напряжение в образце около 3 кг/см^3, и дополнительная нагрузка от штампа, укладываемого на поверхность массива. Вес штампа 10 кг обеспечивал при максимальном ускорении дополнительную нагрузку на поверхности образца около 5 кг/см^2. Следовательно, среднее напряжение в образце было около 8 кг/см^3.

Для наблюдения за деформациями массива грунта он оснащался поверхностными и боковыми марками. Поверхностные марка устанавливались в трек створах по верховой грани образца и положение их измерялось до и после каждого этапа опыта с помощью специального координатомера. Координатомер обеспечивал измерение остаточных деформации поверхности модели по трём координатам с погрешностью 0,1 мм. Измерение боковых деформаций проводилось через прозрачную боковую стенку кассеты с нанесенной координатной сеткой. До и после опыта измерялось положение марок, установленных по боковой грани массива грунта в трех ярусах по высоте. Измерения деформаций проводились с помощью бинокулярной лупы с погрешностью до 0,05 мм.

Деформации поверхности модели во время опыта измерялись с помощью двухкомпонентных датчиков деформаций (ДДД-1). Разработанных в НИСе Гидропроекта. Эти датчики, работающие в поле центробежных ускорений и выдерживающие перегрузки в 320 g позволяли фиксировать перемешения поверхности модели в двух направлениях: в вертикальном (осадку) и горизонтальном (смещение). Погрешность измерения этих датчиков составляла 0,05 мм.

Помимо измерения деформаций в опытах, проводимых с замачиванием массива, вались наблюдена за уровнем воды в грунте.

Исследования компрессионных свойства грунта проводились на массивах, взятых из основания плотин с глубины 4-6 м. Схема их испытания была следующей. Первоначально сухой образец подвергался нагруженную собственным весом до нагрузок, соответствующих природному давлению. Затем массив обводнялся, причем вода во всех случаях подавалось снизу. После обводнения в одних опытах массив нагружался вновь нагрузкой от собственного веса, в других опытах на поверхность укладывался штамп и загружение массива выполнялось с дополнительной пригрузкой. Величина этой пригрузки была выбрана таким образом, чтобы она соответствовала максимальной нагрузке от плотины.

Испытание приводилось по ступенчатому режиму нагружения.

Центробежная установка разгонялась до ускорений 25,50,75,100,125,150,175 и 200 g. На каждой ступени массив выдерживался до стабилизации деформаций. После затухания деформаций массива на последней ступени награждения центрифуга останавливалась и определялись остаточные деформации. Объемный вес грунта определялся до и после окончания опыта.

Для измерения деформаций в основании и на самой плотине устанавливались боковые и поверхностные марки. Поверхностные марки устанавливались в двух продольных створах, боковые в 2-4 горизонтальных ярусах. Наблюдения за осадками и смещениями модели во время опыта с помощью двухкомпонентных датчиков деформаций. Испытание модели проводилось по тому не ступенчатому режиму нагружены, как и в случае испытания массива грунта на компрессию. Наиболее важным в опытах было фиксирование момента образования трещин на гребне плотины. Для этого на гребень модели наклеивалась тонкая фольга, по которой пропускался электрический ток. Разрыв цели свидетельствовал о появлении трещины. Как правило, величина упругих деформаций в опытах была незначительной, основанную роль играли присадочные деформации основания.

Анализ результатов экспериментальных исследований. Как показали лабораторные испытания образцов, полученных в процессе исследовательского щурфа, наибольшей просадочностью обладает верхний слой лессового грунта глубиной от 0 до 20 м от поверхности земли. Хотя характеристики просадочности отдельных слоев по глубине основания существенно различаются между собой, тем не менее до глубины 20 м наблюдаются слои с просадочностью, достигающей 10 и более процентов. Учитывая это, в экспериментах при моделировании просадочных деформаций эффективная глубина основания, определяющая основную часть просадок, была принята равной 20 м. При постановке экспериментов не было возможности смоделировать в точности с равными условиями просадочность отдельных слоев основания по глубине. Это не имело смысла, так как деформативные свойства грунтов существенно различаются и по площади основания. Поэтому с некотором запасом модель основания выполнялась из однородного по своим просадочным свойствам грунта ненарушенной структуры. Характеристики просадочности его были близки

к максимально полученным по щурфу. На подобных же монолитах проводились и компрессионные испытания свойства грунта.

Как уже указывалось, компрессионные испытания монолитов, отобранных из щурфа в основании плотины, в поле центробежных сил проводились с тем, чтобы уточнить истенные деформативные характеристики материала при нагружении его нагрузной только от собственного веса. Известно, что стандартные компрессионнқе испытания дают результаты существенно отличающееся от данных, полученных штамповании испытаниями, и ещё более отличающееся от результатов натурных наблюдений [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Причем для лессовых макропористых грунтов по данным ряда авторов различно деформативных свойств определленых в компрессионом приборе и в полевых опытах, может достигать 300% (Ю.М.Абелев, 1978).

Известно также, что вследствие природной неоднородности просадочность макропористых лессовых грунтов также может существенно различаться в пределах одного монолита (в 1,5-5-2,0 раза).

И наконец, еще один фактор, установленный Гильманом Я.Д. (Гильман Я.Д., Ананъев В.П., 1971 г): существующая методика определения характеристик просадочности грунта, когда замачивание в компрессионном приборе происходит в течение 3-4 суток, не обеспечивает определение полной величины просадочности. На самом деле по данным этого иследователя требуется замачивание образца в течение 14 суток [9, 10, 11].

Проведение компрессионных испытанный методом центробежного моделирования позволяют избавиться от многих указанных выше недостатков, в результате чего существенно повышается достоверность определения деформативных и просадочных свойств испытываемого грунта. Во-первых, в центробежной установке исследуется весь монолит грунта, поэтому получается более обобщенные характеристики.

Во-вторых, при небольшом уровне напряжений (до 3 кг/см^2) испытания монолита проводится под действием только собственного веса образца, увеличивающегося в после центробежных сил. Следовательно, характер приложения сил такой же, как и в натуре, и, следовательно, отсутствуют дополнительные погрешности, вносимые штампом в напряжённое состояние образца. И, наконец, ещё одним положительным фактором при исследованием просадочности водонасыщенного образца является то, что в поле центробежных сил, как об этом говорилось уже

выше, процессы консолидации ускоряются в «n^2» раз, где «n»- масштаб центробежного моделирования. т.е. при 200 g один час испытания образца моделирует фильтрационную консолидацию, которая происходит в реальных условиях в течение примерно 4-х лет.

Характерные результаты компрессионного испытания одного из монолитов на центробежной установке показаны на рис.1, 2, 3. Первоначально испытывался монолит ненарушенной структуры и естественной влажности (около 6%) под действенном собственных сил. Испытание проводилось до ускорения 150 g, что соответствовало моделированию бытовых напряжений. Как видно из графика, максимальная осадка монолита при нагрузке 2 кг/см^2 составила 1,3% от H. Приведенные на этом же графике результаты стандартных компрессионных испытанный показывают существенное отличие, (при малых напряженных) почти в два раза. Таким образом видно, что стандартные компрессионные испытания дают завышенные показатели деформативности лессового макропористого грунта. Это согласуется с данным полевых штамповых испытаний [12, 13].

Для оценки просадочности монолита он был замочен водой и в таком состоянии (при полном водонасыщении) испытан по тому же режиму в центрифуге. На графике относительной осадки видно, что при нагрузке 2 кг/см^2 просадка грунта составила около 8%. Причем в этом интервале нагрузок просадка реализуется почти полностью, так как при больших нагрузках кривая осадки выполаживаются. Сопоставление с данными, полученными на этом монолите, по просадке, определенной на компрессионном приборе, показало, что там присадка меньше-6%. Таким образом, при определении просадочности грунта компрессионные опыты несколько занижают величину просадки.

Для оценки дефоративных характеристик грунта в большом диапазоне нагрузок, этот монолит после первых двух испытаний был нагружен штампом и подвергнут дальнейшему нагруженную в после центробежных сил. (рис.2). Испытание проводилось при ускорении до 200 dg. При этом ускорении нагрузка от штампа составляла 5,7 кг/см^2, а нагрузка от собственного веса монолита по основанию-6,84 кг/см^2, таким образом максимальная средняя нагрузка в монолите при максимальное ускорении составила 9,12 кг/см^2. Такое нагружение дополнительной штамповой нагрузкой вызвало относительную просадку в пределах максимальных нагрузок около 10%. В пересчете на нагрузки от реального сооружения- 1-2

очереди строительства плотины (3,6 кг/см^2) относительная просадка составит 5,7 % от H (где H-глубина присадочной толщи основания, в данном случае -20 м).

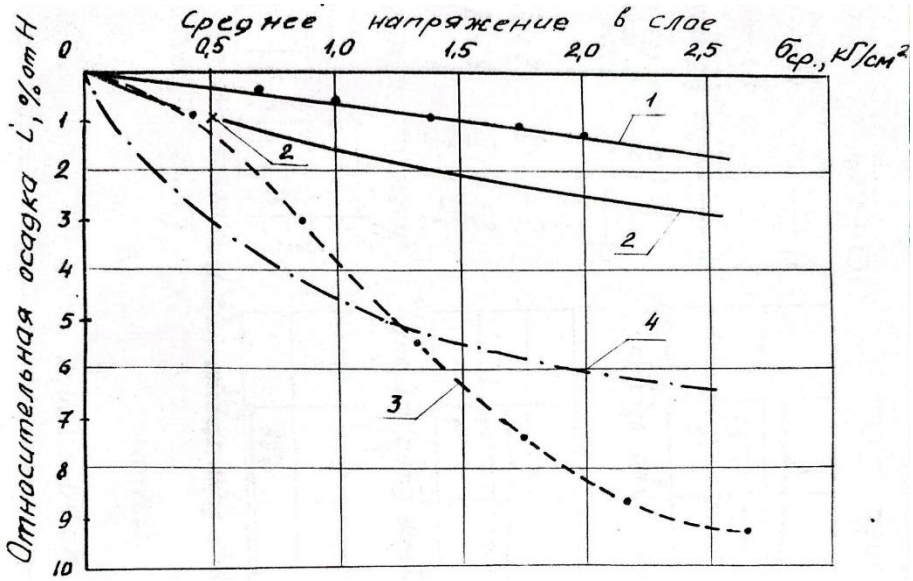


Рис.1. Компрессионные испытания монолитов лессового грунта в центрафуге

Если перевести полученные результаты на реальную схему производства работ, то будем иметь следующее. Замочка основания может вызывать просадку основания на величину до 8 % от глубины просадочной замоченной толщи грунта. При возведении сооружения (1-й очереди строительства) поверхность основания может получить осадку еще в переделах 5,6 % от глубины пересадочной толщи.

На центрафуге. 1-грунт естественной влажности, 3-грунт воданасыщенный. В компрессионном приборе. 2-грунт естественной влажности, 4-грунт воданасыщенный.

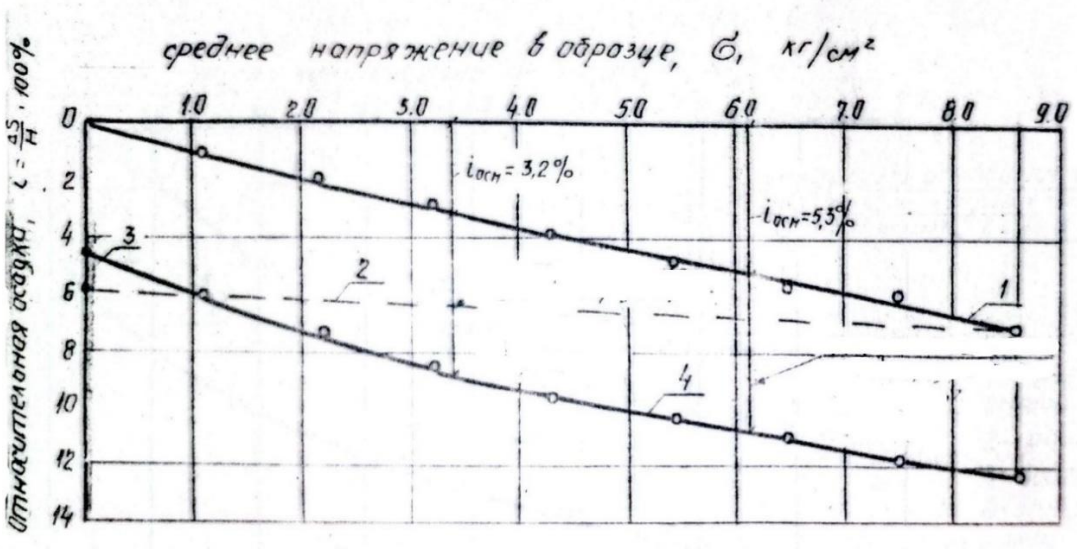


Рис.2. Компрессионные испытания грунта на центрафуге

1-первое нагружения грунта естественной влажности со штампа, 2-разгрузка, 3-воданасыщениг со штампа, 4-второе нагружение воданасыщенного грунта со штанпом

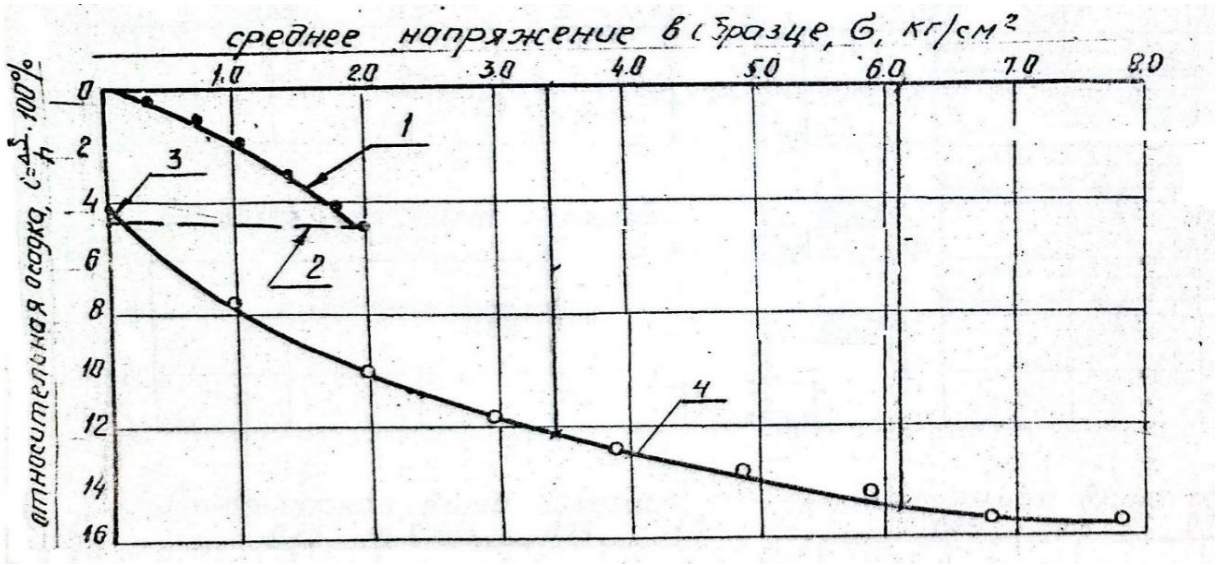


Рис.3. **Компрессионные испытания грунта на центрафуге**

1-первое нагружения грунта естественной влажности без штампа, 2-разгрузка, 3-воданасыщениг без нагрузки, 4-второе нагружение воданасыщенного грунта со штанпом

На рис. 3. приведены результаты компрессионных испытаний монолита без предварительного закачивания. Первый цикл испытания проводился с монолитом естественной влажности (6%) ненагруженной структуры нагруженным сверху штампом. Затем образец водонасывался под штамповой нагрузкой до максимального ускорения.

Величина полной просадки образца без предварительного замачивания от нагрузки, соответствующей весу первой очереди плотины, составила 11 %.

ВЫВОДЫ.

1. Выполненые исследования дефоративных свойств лессового макропористого грунта с помощью метода центробежного моделирования позволили уточнить характеристики, полученные в стандартных компрессионных опытах, для возможности использования их при строительстве грунтовой плотины;

- было определено, что для грунта естественной влажности компрессионные испытания дают значительно заниженные результаты, в то же время при определении просадочности (при водонасыщении грунта) они примерно на 20 % завышены;

-эксперименты показали, что замачивание основания плотины при величине присадочной толщи около 20 м обеспечивает просадку основания в пределах 8 %;

-дальнейшее нагруженные основания весом первой очереди грунтовой плотины обеспечивает осадку в пределах 5,8 % от

2. На основании полученных результатов по оценке скорости увеличения грунтов и интенсивности приращения просадочных деформаций сделан вывод, что время замачивания основания может быть сокращено с трех лет (как это принято по проекту) до 250 суток.

3. Выполненые на центрифуге исследования свойств грунтов дают для гидротехнических сооружений более достоверные результаты, нежели стандартные полевые опыты и полевые штамповые испытания. Это позволяет отказаться от устройства шести опытных котлованов замачивания, оставив два контрольных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Абелев Ю.М. Основы проектирования и строительства на просадочных грунтах. М.: Стройиздат, 1979, 271 с.

2. Галай Б.Ф. О гранулометрической классификации лессовых пород // Классификационные критерии разделения лессовых пород. М.: Наука, 1984. С. 23 – 25.

3. Грунтоведение. Под ред. В.Т. Трофимова. 6е изд., перераб. и дополн. (серия «Классический университетский учебник»). М.: Изд-во МГУ, 2005, 1024 с.

4. Денисов Н.Я. О природе просадочных явлений в лѐссовидных суглинках. М.: Сов. наука, 1946, 176 с.

5. Иванов И.П. О предварительной оценке просадочности лѐссовых пород // Зап. ЛГИ. 1958. Т. 34. №2. С. 214 – 220.

6. Иванов И.П., Тржцинский Ю.Б. Инженерная геодинамика. СПб: Наука, 2001, 416 с.

7. Крутов В.И. Классификация просадочных лѐссовых грунтов. Геоэкология, 1998, С. 55 – 64.

8. Н.Я. Денисов «Строительные свойства лесса лессовидных суглинков», 1953 г.

9. В.И Крутов «Расчет фундаментов на просадочных грунтах». Стройиздат. 1972 г.

10. А.И Тейтельбаум, В.Г. Мельник, В.А. Саввина Трещинообразование в ядрах и экранах каменной – земляных плотин Стройиздат. 1975 г.

11. «Методы расчеты устойчивости и прочности гидротехнический сооружений» - под редакцион д.т.н. проф. М.М. Гришива,1966 г.

12. Научно-иследовательский институт «Гидропроект» Заключетельный отчёт. Иследования деформативных свойств слабых грунтов в основании грунтовых плотин М.1984.46 с.

13. Научно-иследовательский институт «Гидропроект» Заключетельный отчёт. Исследование совместной работы насыпей и их оснований из слабых грунтов методом центробежного моделирования М.1985 44 с.

14. Сергеева Т.Д., Кузнецова Т.А. Проблемы изучения инженерно-геологических условий на объектах нефтяной и газовой промышленности. //Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в РФ. Материалы 3 конференции изыскательских организаций. М.: ОАО ПНИИС. 2008 –С.58-60.

15. ГОСТ 20276-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. (Взамен ГОСТ 20276-99).

16. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. (Взамен ГОСТ 20522-96).

УДК: 627.8.034.93

BIM-ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ИННОВАЦИИ, ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

Петров Андрей Александрович, PhD, с.н.с.
ORCID: 0000-0002-1605-9491
Сабиров Марат Равильевич, м.н.с.
ORCID: 0009-0002-7895-2397
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

Аннотация: Внедрение технологий Building Information Modeling (BIM) в гидротехническом строительстве открывает новые возможности для проектирования, строительства и эксплуатации сложных инженерных объектов. В статье рассматриваются ключевые аспекты применения BIM в гидротехническом строительстве, такие как повышение точности проектирования, улучшение координации, снижение затрат и управление жизненным циклом объектов. Приводятся примеры реализации проектов с использованием BIM и анализируются перспективы дальнейшего развития этой технологии в области гидротехнического строительства.

Ключевые слова: *BIM, гидротехническое строительство, информационное моделирование, проектирование, строительство, управление жизненным циклом, инновации.*

Аннотация. Гидротехникага Building Information Modeling (BIM) технологияларини жорий этиш мураккаб муҳандислик иншоотларини лойиҳалаш, қуриш ва улардан фойдаланиш учун янги имкониятлар очади. Мақолада лойиҳанинг аниқлигини ошириш, мувофиқлаштиришни яхшилаш, харажатларни камайтириш ва объэктларнинг мустаххамлигини бошқариш каби гидротехникада BIMни қўллашнинг асосий жиҳатлари муҳокама қилинади. BIM дан фойдаланган ҳолда лойиҳаларни амалга ошириш мисоллари келтирилган ва ушбу технологияни гидротехника соҳасида янада ривожлантириш истиқболлари таҳлил қилинган.

Калит сўзлар: *BIM, гидротехника, ахборотни моделлаштириш, дизайн, қурилиш, ҳаёт айланишини бошқариш, инновациялар.*

Annotation. The implementation of Building Information Modeling (BIM) technologies in hydraulic engineering opens up new opportunities for the design, construction and operation of complex engineering facilities. The article discusses key aspects of BIM application in hydraulic engineering, such as increasing design accuracy, improving coordination, reducing costs and managing the life cycle of facilities. Examples of the implementation of projects using BIM are

given and the prospects for further development of this technology in the field of hydraulic engineering are analyzed.

Key words: *Building Information Modeling (BIM), hydraulic engineering, information modeling, design, construction, life cycle management, innovation.*

Введение. Гидротехническое строительство охватывает возведение сложных инженерных сооружений, таких как плотины, водозаборы, каналы и насосные станции. Эти объекты обеспечивают управление водными ресурсами и их распределение, что требует высокого уровня точности и координации. Традиционные методы проектирования гидротехнических объектов часто включают множество стадий с пересылкой информации между различными специалистами, что повышает риск ошибок и задержек. Введение технологии Building Information Modeling (BIM) позволяет оптимизировать процессы проектирования и строительства и улучшить управление жизненным циклом гидротехнических сооружений.

Основные принципы BIM-проектирования в гидротехническом строительстве

BIM - это подход к проектированию, строительству и эксплуатации, при котором создается цифровая модель объекта, объединяющая в себе все необходимые данные. BIM-модели включают геометрическую информацию, строительные материалы, спецификации, расчеты и другие характеристики. Это позволяет:

- Обеспечивать централизованный доступ ко всей информации о проекте для всех участников.
- Улучшать визуализацию проекта за счет создания детализированных 3D-моделей.
- Обеспечивать управление изменениями — все изменения в проекте автоматически вносятся в модель, что снижает риск ошибок.

Тип изображения: Рекомендуется использовать изображения, показывающие процесс создания 3D-модели гидротехнического объекта, например, плотины или канала, с указанием различных инженерных систем и слоев информации.

Преимущества BIM для гидротехнического строительства

Повышение точности проектирования

Одним из главных преимуществ BIM является повышение точности проектирования. Благодаря BIM можно интегрировать геодезические данные, результаты гидравлических и структурных расчетов в единую

модель. Это позволяет избежать проблем, связанных с неточностями в проектировании, например, конфликтов между инженерными системами. В сравнении с традиционными методами проектирования, BIM снижает количество проектных ошибок на 30–40%.

Пример применения: На строительстве дамбы "Моузес" в Венеции, Италия, использовалась BIM-модель для интеграции данных о грунтах, гидравлических расчетах и структурных особенностях. Это позволило учесть сложные условия основания и обеспечить высокую точность проектных решений.

Улучшение координации и сотрудничества

BIM позволяет объединить данные, поступающие от различных специалистов (гидрологов, геологов, строителей), в одну модель. Например, при проектировании канала с насосными станциями использование BIM обеспечивает лучшее взаимодействие между проектировщиками гидравлических систем и архитекторами, что помогает избегать пересечений и конфликтов.

Пример применения: При проектировании системы каналов в Сингапуре, включающей насосные станции и дренажные системы, BIM позволил синхронизировать работу различных команд, снизив количество пересечений инженерных сетей на 25%, что значительно уменьшило объем переделок.

Снижение затрат и сроков строительства

Благодаря улучшению планирования и минимизации ошибок, использование BIM может существенно снизить затраты и сократить сроки строительства. Моделирование в BIM позволяет заранее выявить проблемы и исправить их до начала строительства.

Пример применения: На строительстве гидроузла на реке Эльба в Германии использование BIM позволило сократить сроки строительства на 18% и уменьшить общие расходы на проект на 10%.

Тип изображения: Визуализация сравнения традиционного и BIM-проектирования в виде схемы, иллюстрирующей разницу в затратах и сроках.

Управление жизненным циклом объекта

BIM позволяет эффективно управлять гидротехническим объектом на протяжении всего его жизненного цикла. Информация о конструкции и

материалах, собранная в BIM-модели, используется для планирования техобслуживания и модернизации.

Пример применения: При эксплуатации водоочистного сооружения в Осло (Норвегия) BIM-модель использовалась для отслеживания состояния всех элементов конструкции и планирования их замены. Это позволило на 30% снизить затраты на обслуживание и продлить срок службы объекта на 10 лет.

Тип изображения: График, показывающий снижение затрат на эксплуатацию объекта при использовании BIM на протяжении жизненного цикла.

Примеры применения BIM в гидротехническом строительстве

Строительство дамбы Северного Вилла в Нидерландах.

BIM-моделирование было использовано при проектировании дамбы Северного Вилла, что позволило интегрировать все инженерные системы и материалы в одну модель. В процессе проектирования были выявлены пересечения между системами водоотведения и конструктивными элементами, что позволило избежать значительных затрат на переделку и сократить время строительства на 15%.

Тип изображения: 3D-модель дамбы, показывающая различные инженерные системы и их взаимодействие.

Проект реконструкции канала в Германии.

В проекте реконструкции канала с использованием BIM удалось создать детализированную модель, включающую гидравлические элементы, инфраструктурные сооружения и берегоукрепление. Это способствовало улучшению планирования работ и снижению риска столкновений инженерных сетей.

Тип изображения: Скриншот BIM-модели канала с цветовым выделением различных компонентов, таких как насосные станции, шлюзы и берегоукрепительные элементы.

Водозаборное сооружение в Сингапуре.

В водозаборном сооружении, спроектированном с использованием BIM, была создана точная модель всех компонентов системы, что улучшило визуализацию и управление проектом. BIM позволил определить оптимальные пути размещения трубопроводов и снизить затраты на строительство на 20%.

Тип изображения: Визуализация BIM-модели водозаборного сооружения с пометками инженерных коммуникаций и систем.

Перспективы развития BIM в гидротехническом строительстве.

С дальнейшим развитием BIM-технологий можно ожидать их интеграции с технологиями искусственного интеллекта (AI) и машинного обучения (ML), что позволит автоматизировать проектирование и анализ гидротехнических объектов. Например, AI может использовать данные BIM для прогнозирования потенциальных проблем и оптимизации конструкции.

Совмещение BIM с геоинформационными системами (ГИС) открывает возможности для точного учета природных условий и особенностей местности при проектировании гидротехнических объектов. Это особенно важно для сооружений, таких как каналы и дамбы, где необходимо учитывать топографию и гидрологические условия.

Использование дополненной и виртуальной реальности (AR/VR) совместно с BIM позволит улучшить визуализацию и обучение специалистов. Инженеры смогут "погружаться" в цифровые модели объектов, что облегчит понимание сложных конструкций и улучшит контроль за строительством.

Заключение

BIM-технологии оказывают значительное влияние на гидротехническое строительство, улучшая точность проектирования, координацию между специалистами и управление жизненным циклом объектов. Применение BIM позволяет минимизировать ошибки, сократить сроки строительства и повысить прозрачность процесса. В будущем использование BIM станет стандартом для гидротехнических проектов, обеспечивая надежное и эффективное управление водными ресурсами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Smith J., Brown L. "BIM in Hydraulic Engineering: Opportunities and Challenges" // Journal of Civil Engineering and Management, 2021.
2. Müller A., Schulz T. "The Impact of BIM on Reducing Construction Errors in Dam Projects" // Journal of Hydraulic Structures, 2020.
3. Li H., Chen W. "Integration of GIS and BIM in Hydraulic Infrastructure Projects" // Water Management Journal, 2022.
4. Johnson P., Wang Y. "BIM for Lifecycle Management of Hydraulic Structures" // Journal of Sustainable Construction, 2023.
5. Petrova A., Ivanov I. "Cost and Time Benefits of BIM in Canal Construction" // Civil Engineering Journal, 2022.

6. Lee J., Kim S. "Using BIM for Enhancing Collaboration in Hydraulic Projects" // Construction Project Management Review, 2021.
7. Thompson R. "Future Perspectives of BIM in Water Resources Engineering" // Journal of Innovative Construction, 2023.
8. Singh R. "BIM-based Visualization and Planning for Hydraulic Projects" // Journal of Environmental Engineering, 2020.

5-SHO‘BA

IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA SUG‘ORILADIGAN YERLARNING MELIORATIV HOLATINI YAXSHILASHNING ILMIY ASOSLARI

УДК: 631

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА МЕЖХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ВУСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА И СНИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Кирейчева Людмила Владимировна
Руководитель научного направления, д.т.н., профессор ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова»
Рогачев Дмитрий Алексеевич
Ведущий научный сотрудник, к.т.н. ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова»

Аннотация. Представлена интеллектуальная автоматизированная система управления водопользованием на межхозяйственных оросительных системах, адаптированная к условиям дефицита и снижения качества водных ресурсов. Методология исследования включает системный анализ, экономико-математическое моделирование, цифровые двойники и методы искусственного интеллекта. Система реализована на платформе 1С и обеспечивает многокритериальную оптимизацию водораспределения, выбор мероприятий технической эксплуатации и прогнозирование урожайности. Предусмотрено использование дренажно-сбросных вод после очистки в биоинженерных сооружениях, основанных на сорбционных и биологических технологиях. Апробация подтвердила эффективность комплексного подхода к устойчивому управлению водными ресурсами.

Ключевые слова: управление, водораспределение, оптимизация, оросительная система, интеллектуальная автоматизированная система, водопользование, дефицит, качества водных ресурсов

Annotatsiya. Suv tanqisligi va suv sifatining yomonlashuvi sharoitlariga moslashtirilgan, xo‘jaliklararo sug‘orish tizimlarida suvdan foydalanishni boshqarishning intellektual avtomatlashtirilgan tizimi taqdim etilgan. Metodologiya tizimli tahlil, iqtisodiy-matematik modellashtirish, raqamli egizaklar va sun’iy intellekt usullarini o‘z ichiga oladi. 1C platformasida amalga oshirilgan ushbu tizim suv taqsimotining ko‘p mezonli optimallashtirilishi, texnik xizmat ko‘rsatish tadbirlarini tanlash va hosildorlikni bashorat qilish imkonini beradi. Sug‘orilgan maydonlardan chiqqan drenaj suvlarining sorbsiya va biologik texnologiyalarga asoslangan bioinjenerlik inshootlarida tozalanib, qayta ishlatilishi ham ko‘zda tutilgan. Tajriba sinovlari integratsiyalashgan yondashuvning suv resurslarini barqaror boshqarishdagi samaradorligini tasdiqladi.

Kalit so‘zlar. sug‘orish tizimi, intellektual avtomatlashtirilgan tizim, suvdan foydalanish, suv tanqisligi va suv sifatining yomonlashuvi.

Abstract. An intelligent automated water use management system for inter-farm irrigation networks, adapted to conditions of water scarcity and declining water quality, is presented. The methodology incorporates systems analysis, economic-mathematical modeling, digital twins, and artificial intelligence methods. Implemented on the 1C platform, the system enables multicriteria optimization of water distribution, selection of technical maintenance measures, and yield forecasting. The reuse of drainage and return flows is provided for, following treatment in bioengineering facilities based on sorption and biological technologies. Pilot implementation confirmed the effectiveness of the integrated approach for resilient and balanced water resource management.

Keywords. management, water distribution, optimization, irrigation system, intelligent automated system, water use, scarcity, quality of water resources.

Введение. Мир сталкивается с прогрессирующим снижением пресных водных ресурсов, что связано с ростом населения планеты, требующим больший объем качественного продовольствия; техническим и технологическим развитием промышленности и энергетики; экстремальным проявлениями климата, приводящим к засухам и опустыниванием территорий, которые усугубляют проблему нехватки водных ресурсов и продовольствия. По данным ФАО к 2050 прогнозируется необходимость увеличения объема продовольствия до 70 % к уровню 2009 г. Растущий спрос будет покрываться в основном за счет орошаемого земледелия. За последние 50 лет мировое сельскохозяйственное производство уже выросло в 2,5-3 раза, орошаемые площади удвоились, а объем забора воды увеличился в 3 раза. К настоящему времени мировой объем возобновляемых водных ресурсов составляет 42 000 км^3 в год, из которого около 3 900 км^3 употребляется человечеством в процессе жизнедеятельности, в том числе 2 710 км^3 (70%) используется для орошения, 19% – для промышленных нужд и 11% в коммунальном секторе. Несмотря на это уже сейчас наблюдается дефицит водных ресурсов, который к 2050 г. возрастет еще на 70-90 %. Это потребует глубоких изменений методов управления водными ресурсами, в том числе в орошаемом земледелии, направленными на их рациональное использование и водосбережение.

По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» для нужд населения и хозяйственного комплекса страны ежегодно используется порядка 52,2 км^3, самым крупным водопотребителем является орошаемое земледелие. На

нужды регулярного и лиманного орошения используется в современных условиях около 6-8 км^3 воды в год, однако в будущем прогнозируется увеличение потребления на орошение до 20 км^3 пресной воды. На европейской части России, где сосредоточено около 80% населения и хозяйственной деятельности, приходится лишь 20% водных ресурсов. В результате, такие регионы как Крым, Калмыкия, Краснодарский и Ставропольский края, Астраханская, Ростовская, Волгоградская, Курганская и Оренбургская области уже испытывают дефицит воды и к 2050 году ситуация может стать катастрофической, если не будут приняты меры по инновационному управлению водными ресурсами и защите водных источников от загрязнения.

Одновременно с этим, износ инфраструктуры водоотведенияи очистки воды уже сейчас достигает критических уровней. Проблема водопользования на мелиоративной системе усугубляется ухудшением качества забираемой из водоисточника воды и формированием возвратных вод, основной объем которых составляют дренажно-сбросные стоки с мелиоративных систем, которые требуют проведение очистки и водоподготовки. Объем годового дренажного стока оценивается в мире в 300…1000 км^3, в бывшем СССР оценивался порядка 40…45 км^3, в России до 1990 года – от 6 до 14 км^3.

ФАО и МКИД в своих информационно-методических материалах акцентируют внимание на том, что совершенствование управления водопользованием позволит не только сократить потери воды, но и повысить эффективность орошения на 40-50 % за счет разработки компьютерных технологий. Решению этой проблемы посвящены многочисленные публикации зарубежных ученых: Penman, Jackson, Solomon, Cislak, Svendsen, Stansfurg и др. [1, 6]. Повышенное внимание к обеспечению водной безопасности отмечается у значительного количества государств [7, 10]. Наряду с активным поиском эффективных решений интегрированного управления водными ресурсами [1, 2, 5, 11, 14] автоматизируются процессы планирования водопользования с использованием пакетов специализированных программ, реализующих подходы оптимизационного моделирования [15]. В последние годы по рассматриваемой тематике за рубежом разработаны: интегральная система поддержки принятия решения ISS, а также региональные системы управления водопользованием Irrigat, ISI, IMS, C IMIS, AGMET, VISP. В

России к примерам успешного применения систем управления водопользованием в практике мелиорации можно отнести опыт ФГУ «Управление Саратовмелиоводхоз», «Приволжгипроводхоз» и «ФГБНУ «Радуга».

Новые возможности для повышения эффективности управления водными ресурсами открылись с развитием цифровизации процессов, использования искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения (МО) и создание цифровых двойников (ЦД). Важнейшим факторам эффективного использования воды на оросительных системах является взаимоувязанное межсистемное, межхозяйственное и внутрихозяйственное водораспределение по всем звеньям оросительной сети, обеспечивающее внутрисистемное использование коллекторно-сбросных вод.

Цель настоящих исследований - разработка автоматизированной технологии управления водораспределением и водотведением на межхозяйственных оросительных системах в условиях напряженных климатических и хозяйственных условий на основе оптимизации и применения цифровых двойников менеджмента водохозяйственных организаций.

Материалы и методы. Методологическая основа включала системный анализ, экономико-математическое моделирование, цифровое моделирование (цифровой двойник) и методы искусственного интеллекта. Для решения задачи системного водораспределения в условиях дефицита водных ресурсов рассматривались методами оптимизационного экономико-математического моделирования с учетом интересов всех участников водопользования, как водопотребителей, так и водохозяйственной организации. Исследования базировались на методических подходах, представленных в трудах российских и зарубежных ученых [16, 21].

В задачи моделирования входило оптимальное распределение лимитированных водных ресурсов и ограниченных инвестиций на ремонтно – восстановительные работы инфраструктуры оросительной системы с применением многокритериальной целевой функции, реализованной с помощью эволюционно-генетического программирования. Информационную базу составляли статистика водоподачи, данные агропроизводства, технические параметры инфраструктуры, заявки водопользователей, а также нормативные регламенты. Реализация автоматизированной системы «Водопользование ОС» выполнена на

платформе 1С: Предприятие с интеграцией модулей расчёта, анализа, визуализации и управления.

Результаты и их анализ. В рамках исследования, выполненного в ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н.Костякова», разработана интеллектуальная автоматизированная система управления водопользованием (АСУ «Водопользование») для повышения эффективности использования оросительной воды на государственных мелиоративных системах, обеспечивающая поиск оптимального решения по следующим параметрам: площадь орошения, объем производства сельскохозяйственной продукции и доход водохозяйственной организации от реализации плана водопользования в условиях дефицита [22].

ИАСУ «Водопользование» использует методы многокритериального экономико-математического моделирования, искусственного интеллекта, модели – двойников организаций. Концептуальная модель интеллектуальной системы представлена на рисунке 1. Технологическая структура системы обеспечивает поддержку специалистов службы эксплуатации ОС и включает:

- многокритериальное планирование водораспределения с применением методов искусственного интеллекта; оценку надёжности водопроводящей сети с использованием данных ГЛОНАСС/GPS для управление финансово-экономическими и производственными процессами с помощью цифрового двойника предприятия;

Рисунок 1. Концептуальная модель автоматизированной системы управления водопользованием на межхозяйственных оросительных системах

- обоснования приоритетов технической модернизации;

- прогнозирование урожайности на базе нейросетевых моделей, адаптированных к локальным агроклиматическим условиям;
- совершенствование документооборота и информационных потоков;
- работу с атрибутивной и картографической информацией, её обновление, визуализацию и преобразование в удобную для анализа форму;
- автоматизацию рутинных операций с целью снижения нагрузки на персонал.

Ядро ИАСУ «Водопользование» включает целевую функцию экономико-математической модели оптимизации системного водораспределения, специализированные базы данных и интеллектуальные программные модули: «Оптимизация распределения оросительной воды», «Планирование технической эксплуатации», использующие эволюционно-генетические алгоритмы. многокритериальная экономико-математическая модель оптимизации водораспределения на межхозяйственных оросительных системах.

Целевая функция включает три критерия - площадь политых земель, выручку от продажи продукции растениеводства, доход водохозяйственной организации от подачи воды. Каждый из них отражает, соответственно, ключевую управленческую цель: обеспечение продовольственной и водной безопасности, повышение эффективности землепользования, устойчивость функционирования водохозяйственной организации. Вместе они охватывают интересы всех участников - сельхозпроизводителей, водохозяйственную организацию (ВХО), общество и государство. Модель обеспечивает планирование водораспределения между потребителями, с учетом принципов равноправности и непрерывности водоподачи, что особенно критично в напряженных метеорологических условиях.

Интеллектуальная автоматизированная система управления водопользованием разработана по модульному принципу и имеет гибкую архитектуру, обеспечивающую масштабируемость, адаптивность к различным условиям эксплуатации и совместимость с действующей водохозяйственной инфраструктурой. Система реализована на платформе 1С: Предприятие, что позволяет интегрировать её в существующие информационные и управленческие контуры мелиоративных организаций. В состав системы входят следующие ключевые функциональные модули:

1. Планирование водоподачи посредством приёма и обработки заявок от водопользователей; формирование сезонных, декадных и суточных графиков подачи воды с учётом агротехнологических параметров (нормы водопотребления, структура посевов).

2. Оптимизация водораспределения. Выполняет: многокритериальную оптимизацию распределения ресурсов на основе экономико-математических моделей. Оптимизация осуществляется с использованием эволюционно-генетических алгоритмов.

3. Техническая эксплуатации системы. Поддерживает учёт состояния инженерной инфраструктуры (каналы, гидроузлы, насосные станции), регистрацию дефектов, сбоев, аварийных ситуаций; выполняет оптимизацию распределения ограниченных финансовых ресурсов на ремонтно - восстановительные работы объектов технической эксплуатации. В качестве критериев оптимизации приняты: площадь орошения покомандная объектам, сокращение потерь поливной воды и доход водохозяйственной организации от реализации мероприятий технической эксплуатации.

4. Прогнозирование урожайности. Его основная задача - формирование достоверной информации, отсутствующей на этапе разработки годовых планов водораспределения. Модуль использует методы статистического анализа и нейросетевого моделирования, что позволяет адаптировать прогнозы к конкретным агроклиматическим условиям и структуре посевных площадей. Это, в свою очередь, обеспечивает более обоснованное планирование, позволяет отдавать приоритет участкам с высокой продуктивностью и тем самым увеличивать ресурсную отдачу мелиоративной системы.

5. Цифровой двойник водохозяйственной организации обеспечивает интеграцию и автоматизацию учётных и управленческих процессов предприятия на платформе «1С: Предприятие» с использованием типовых решений (1С-ERP, 1С-ЗУП, 1С-Документооборот). Модуль формирует виртуальную модель (цифровой двойник), отражающую текущую структуру, ресурсы и производственно-финансовые показатели организации. Это позволяет оперативно анализировать и моделировать сценарии водопользования, формировать отчётность и принимать обоснованные управленческие решения. Модуль связан с

функциональными блоками планирования, оптимизации и технической эксплуатации.

6. Визуализация пользовательского интерфейса. Модуль осуществляет графическую и интерактивную поддержку пользователей системы на всех этапах работы — от ввода данных и настройки параметров до анализа результатов. Основная задача модуля — сделать взаимодействие с системой интуитивно понятным, доступным специалистам различной квалификации и соответствующим задачам управления оросительной системой.

7. Информационно-аналитическая подсистема. Обеспечивает сбор, хранение и систематизацию данных, необходимых для работы всех модулей системы. В её составе реализованы базы данных по водопользователям, участкам, объектам инфраструктуры, водоподаче, урожайности и техническому состоянию оросительной системы. Предусмотрены инструменты анализа, формирования отчётов, сводных таблиц и визуализаций. Механизмы фильтрации, экспорта и разграничения доступа упрощают работу пользователей различного уровня. Подсистема служит информационным ядром системы и поддерживает обоснованность управленческих решений.

Система «Водопользование ОС» может функционировать как автономно, и как компонента более широкой цифровой платформы управления мелиоративным комплексом. Модульная архитектура позволяет внедрять систему поэтапно - от локального уровня (на базе отдельного гидроузла или района) до межхозяйственных и межрегиональных решений.

Таблица 1

Сводные данные оптимизации выбора первоочередных объектов технической эксплуатации Красногвардейской оросительной системы ГБУ Республики Крым

Применяемые критерии оптимизации		**Площадь ороше-ния, га**	**Сокращение потерь воды, тыс. м^3**	**Финансо-вый результат в/х организа-ции, тыс. руб**	**Интеграль-ный нормиро-ванный результат**	**% к показателю многокрите-риальной оптимизации**
1	Много-критериальный	1976,4	1668,5	1864,5		
	Нормиро-	0,71	0,65	0,76	2.12	

	ванное значение					
2	Площадь орошения	1980,1	1702,8	1321,2		
	Нормированное значение	0,71	0,66	0,54	1,91	90,15
3	Сокращение потерь воды	1980,1	1702,8	1321,3		
	Нормированное значение	0,71	0,66	0,54	1,91	90,15
4	Финансовый результат в/х организации	1387,6	1241,8	2225,24		
	Нормированное значение	0,50	0,48	0,91	1,89	89,15

Математические модели системы реализованы в виде прикладных алгоритмов, интегрированных в функциональные модули. Основу составляют: модель многокритериальной оптимизации водораспределения, модель оптимизации распределения ресурсов на ремонтно-восстановительные работы и нейросетевая модель прогнозирования урожайности. Их взаимодействие обеспечивает целостность управления и адаптацию решений к текущим ресурсным и производственным условиям. Модели встроены в единую среду, формирующую обоснованные графики подачи воды, приоритеты водообеспечения и аналитическую поддержку управления водопользованием. Разработанная интеллектуальная система управления водопользованием прошла апробацию на материалах службы Красногвардейской оросительной системы ГБУ Республики Крым (модуль «Техническая эксплуатация») и в условиях функционирующей Городищенской оросительной системы Волгоградской области (модуль «Оптимизация водораспределения»). Эффективность предложенных подходов многокритериальной оптимизации оценивалась в сравнении с результатами однокритериальной оптимизации по каждому из нормированных показателей, входящих в состав интегрального критерия (таблица 1).

Анализ данных таблицы 1, содержащей результаты выбора первоочередных объектов технической эксплуатации, подтвердил преимущества многокритериального подхода: наилучший совокупный результат получен по интегральному показателю, и у него наименьший разброс между значениями отдельных критериев, что показывает его

сбалансированность и устойчивость при ограниченных ресурсах (рисунок 2).

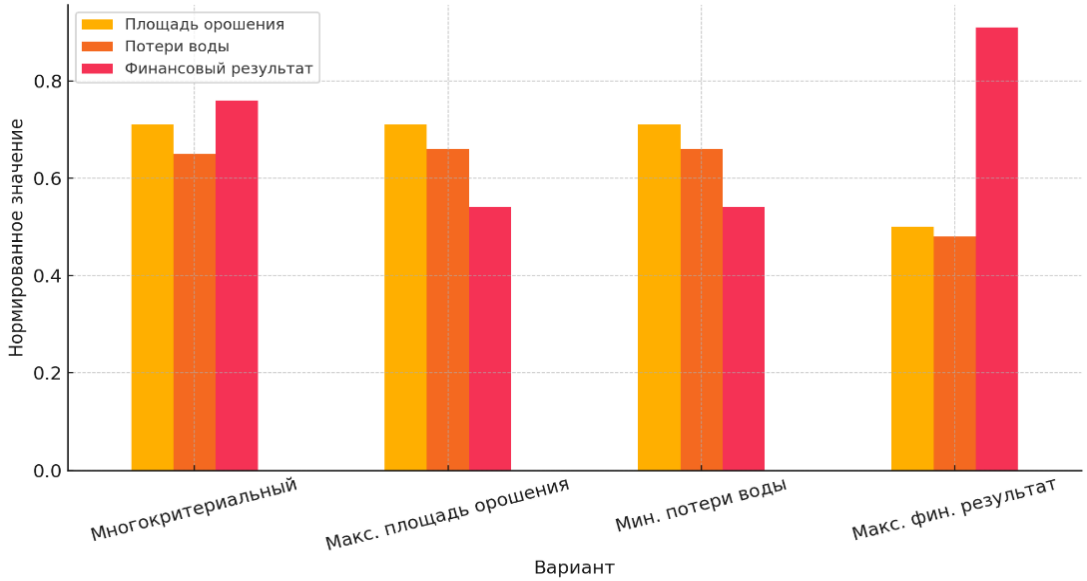


Рисунок 2. Сравнение сбалансированности подходов к оптимизации распределения ограниченных ресурсов на мероприятия технической эксплуатации

Результаты планирования водораспределения для Городищенской оросительной системы Волгоградской области в условиях дефицита водных ресурсов также подтверждают преимущества интегрального подхода - наилучшее совокупное значение нормированных показателей (рисунок 3).

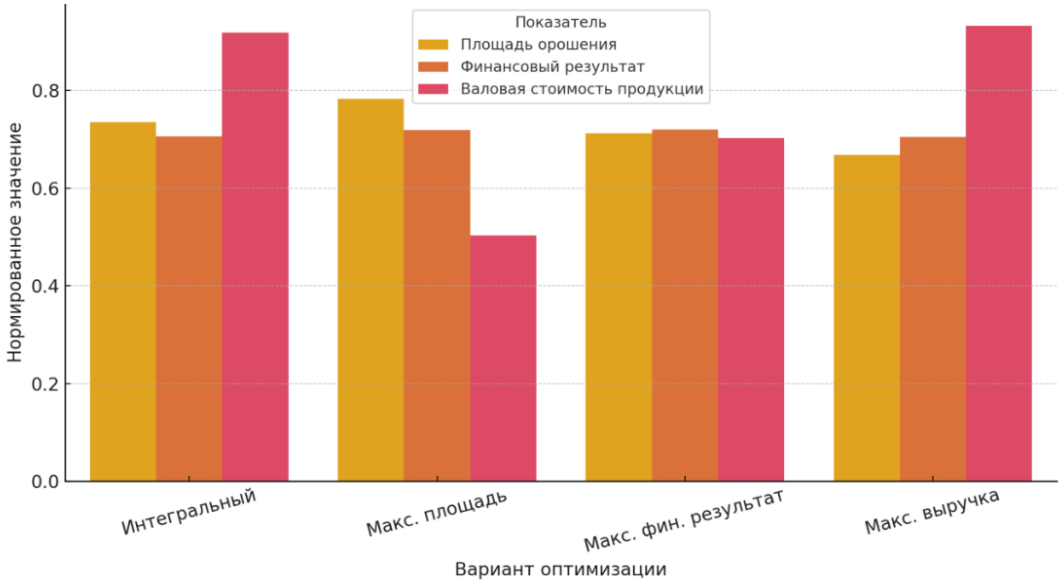


Рисунок 3. Сравнение сбалансированности подходов к оптимизации водораспределения

Анализ тактических стратегий водопользования выявил ряд характерных особенностей:

- вариант с максимизацией дохода водохозяйственной организации обеспечивает высокий финансовый результат за счёт ориентации на участки, где условия оплаты по договорам наиболее выгодны, а эксплуатационные затраты минимальны. Однако он ограничивает вовлечение менее рентабельных, но агроэкологически значимых участков;

- при максимизации площади орошения обеспечивается полив наибольших территорий, но снижается общая выручка, что указывает на экстенсивное использование ресурсов;

- фокусирование на максимизации выручки от продукции снижает задействование орошаемых площадей, отдавая предпочтение высокодоходным культурам, что снижает управленческую гибкость;

- интегральный подход позволяет достичь баланса: обеспечивает устойчивость решений, управленческую универсальность и стабильность в меняющихся природных и рыночных условиях.

Повышение эффективности использования водных ресурсов на оросительных системах возможно также осуществить за счет внутрисистемного использования подготовленных дренажных и сбросных вод с орошаемых полей. В представленной интеллектуальной системе водопользования предусмотрено использование дополнительных источников воды в виде внутрисистемных прудов на орошение. Для этого на системе создаются накопители дренажных вод и устройства для их очистки, деминерализации и водоподготовки. В ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова» разработаны очистные биоинженерные сооружения (БИС), основанные на биологических и сорбционных методах очистки и обеспечивающие очистку от органических примесей высшей водной растительностью (ВВР) и химических элементов с помощью селективных сорбентов [23]. При высокой минерализации воды возможно использовать дополнительно ионообменные фильтры для селективного удаления отдельных ионов

Выводы. Разработанная интеллектуальная автоматизированная система управления водопользованием на межхозяйственных оросительных системах продемонстрировала высокую эффективность в условиях дефицита и снижения качества водных ресурсов. Модульная архитектура и использование методов искусственного интеллекта обеспечивают

адаптивность, гибкость и системную устойчивость управления. Результаты апробации на реальных объектах подтвердили преимущество многокритериального подхода к оптимизации водораспределения и технической эксплуатации, что позволяет достичь наилучших значений интегральных показателей и минимизировать разброс между отдельными критериями, что указывает на сбалансированность и устойчивость решений.

Интегральные стратегии демонстрируют универсальность и управленческую гибкость, обеспечивая охват как наиболее продуктивных и рентабельных, так и агроэкологически значимых площадей орошения. Это особенно важно в условиях меняющихся природно-климатических и рыночных факторов, подтверждая целесообразность внедрения интеллектуальных систем нового поколения в практику мелиоративного водопользования.

Предложенная система позволяет принимать решения по использованию дополнительных источников воды, формирующихся на оросительной системе, в виде подготовленных дренажно-сбросных вод и оценивать эффективность в условиях недостатка оросительной воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пенман Х.Л. Растение и влага / Пер. с англ. - Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 302 с.

2. Jackson, Richard. Ptrception of enviromental damago acsociated – with irrigation. / J. Envir. Man., 1977, 5. – N. 2. – p. 112-126.

3. Solomon, K. Agri-Sintesis / K. Solomon. – 1986, 17, 77. – p. 22-23.

4. Cislak, V. Sucasny stav a perspektivy vyneitia / V. Cislak. Sb. ICS Akad. Zenred. – Praha, 1988, N. 122. – p. 103-105.

5. Cislak, V. Sucasny stav a perspektivy vyneitia / V. Cislak. Sb. ICS Akad. Zenred. – Praha, 1988, N. 122. – p. 103-105.

6. Svendsen, M., Small L. Farmer’s perspective on irrigation performans Irrig. Drain Systems. 1990, I-B. – p. 585-594.

7. Malaterre, P.-O., Rogers D.C., Schuurmans J. Classification of Canal Control Algorithms//Journal of Irrigation and Drainage Engineering, January/February 1998. –Vol. 124. – No. 1, –P.3-10. Режим доступу: http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1998)124:1(3)

8. Mancosu N. et al. Water scarcity and future challenges for food production //Water. – 2015. – Т. 7. – №. 3. – С. 975-992.

9.Elgallal M. M. Development of an approach for the evaluation of wastewater reuse options for arid and semi-arid area: дис. – University of Leeds,

10. Muñoz-Sabater, J., Dutra, E., Agustí-Panareda, A., Albergel, C., Arduini, G., Balsamo, G., Boussetta, S., Choulga, M., Harrigan, S., Hersbach, H., Mar-tens, B., Miralles, D. G., Piles, M., Rodríguez-Fernández, N. J., Zsoter, E., Buontempo, C., and Thépaut, J.-N.: ERA5-Land: a state-of-the-art global reanalysis dataset for land applications, Earth Syst. Sci. Data, 13, 4349– 4383, https://doi.org/10.5194/essd-13-4349-2021, 2021.

11. Bowen, J. Cutting irrigation costs World Farming / J. Bowen, B. Kruthy, 1982, 24, 1 – p. 14-19.

12. Coote D.R.; Gregorich L.J. The Health of Our Water, Towards Sustainable Agriculture in Canada // Ministry of Public Works and Government Ser-vices. - Ottawa, Canada, 2000. 508

13. Haverstock M.J., Madani A., Balde H., Vanderzaag A., Gordon R. Performance of an Agricultural Wetland-Reservoir-Irrigation Management System // Water. – Vol. 9, Iss. 7. – 2017. – https://doi.org/10.3390/w9070472

14. Aziz F., Farissi M. Reuse of treated wastewater in agriculture: solving water deficit problems in arid areas //Annales of West University of Timisoara. Series of Biology. – 2014. – T. 17. – №. 2. – C. 95-100

15. Stansfurg, M. Irrigation and water quality – a U.S. Perspective. Trank 14 th cong. irrig. and drain, 1990, I-B. – p. 585-594.

16. Принципы применения информационных технологий при организации и проведении планирования водопользования на оросительных системах / В. И. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко, И. В. Коржов, В. И. Ольгаренко // Мелиорация и гидротехника. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 100-115. – DOI 10.31774/2712-9357-2024-14-3-100-115. – EDN URAPHZ

17. Щедрин В. Н., Васильев С. М., Слабунов В. В. и др. Подходы к формированию информационной системы «Цифровая мелиорация» // Информационные технологии и вычислительные системы. 2020. № 1. С. 53–64. DOI 10.14357/20718632200106. EDN FAWTUT.

18. Morán-Valencia M., Flegl M., Güemes-Castorena D. A state-level analysis of the water system management efficiency in Mexico: Two-stage DEA approach //Water Resources and Industry. – 2023. – T. 29. – C. 100200

19. Park J., Bayraksan G. A multistage distributionally robust optimization approach to water allocation under climate uncertainty //European Journal of Operational Research. – 2023. – T. 306. – №. 2. – C. 849-871.

20. Raška P. et al. Exploring local land use conflicts through successive planning decisions: a dynamic approach and theory-driven typology of potentially conflicting planning decisions //Journal of Environmental Planning and Management. – 2023. – Т. 66. – №. 10. – С. 2051-2070.

21. Tavakoli M. et al, An integrated decision-making framework for selecting the best strategies of water resources management in pandemic emergencies //Scientia Iranica. – 2023.

22. Оптимизация распределения ограниченных водных ресурсов методами эволюционно-генетического программирования / Л. В. Кирейчева, Д. А. Рогачев, И. Ф. Юрченко, А. Ф. Рогачев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 2(398). – С. 233-238. – DOI 10.55186/25876740_2024_67_2_233. – EDN QABDGE.

23. Кирейчева, Л. В. Очистка дренажных вод - важное направление водосбережения в орошаемом земледелии / Л. В. Кирейчева, В. А. Супрун // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2(70). – С. 65-71. – DOI 10.32786/2071-9485-2023-02-07. – EDN MXNYVU.

УДК: 532.543:626.80

ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ПОТОКА ПРИ БОРОЗДКОВОМ ПОЛИВЕ ХЛОПЧАТНИКА

Мейли Авлакулов
доктор технических наук, профессор
Каршинский государственный технический университет.
e-mail: mavlakulov@mail.ru. ORSID 0000-0002-8154-1153
Махмудов Илхомжон Эрназарович
доктор технических наук, профессор
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

Аннотация. В данной статье предлагается редукция выполнения задачи с целью получения ОДУ (обычного дифференциального уравнения) второго порядка, решение которого необходимо найти на промежутке (0,1), являющимся компактом, что упрощает вычисления относительно эквивалентной задачи Блазиуса,

Многие прикладные мелиоративные задачи направлены на безнапорные фильтрационные течения со свободной поверхностью, которые обычно наблюдаются при бороздковом поливе сельскохозяйственных культур. Однако исследование безнапорного движения представляет значительные математические сложности, связанные с не стационарностью движения воды по борозде, гомогенностью и гетерогенностью среды при фильтрации воды и ряд других факторов. Поэтому их решение имеет практическое значение для прогноза характеристик движения фильтрационных потоков. Многими авторами произведены определения предельной задачи Буссенеска нестационарной теории фильтрации, сформулированной для скалярной пористой среды, в задачу Блазиуса, а затем в предельную задачу меньших параметров.

Ключевые слова: фильтрация, поливная вода, пористая среда, задача Буссенеска, гетерогенная среда, предельные задачи, итерационный процесс, аппроксимация.

Annotatsiya. Ushbu maqolada ikkinchi tartibli, uning yechimi (0,1) oraliqda topilishi kerak bo‘lgan ODT (oddiy differensial tenglama) ni olish uchun masalani qisqartirish taklif qilinadi. Bu ixcham to'plam bo'lib, hisob-kitoblarni ekvivalent Blazius masalasiga nisbatan soddalashtiradi.

Ko'pgina qo'llaniladigan meliorativ masalalar, odatda, qishloq xo'jaligi ekinlarini sug'orish paytida kuzatiladigan erkin sirtli filtratsiya oqimlariga qaratilgan. Shu bilan birga, erkin oqim harakatini o'rganish suvning egat bo'ylab statsionar bo'lmagan harakati, suvning filtratsiyalanish jarayonida muhitning bir xilligi va geterogenligi va boshqa bir qator omillar bilan bog'liq muhim matematik

qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Shuning uchun ularning yechimi filtratsiya oqimlari harakatining xususiyatlarini bashorat qilish uchun amaliy ahamiyatga ega. Ko'pgina mualliflar skalyar g'ovakli muhit uchun tuzilgan nostatsionar filtratsiya nazariyasining Bussensk chegaraviy masalasini Blazius masalasiga, keyin esa kichikroq parametrlarning chegaraviy masalasiga aylantirganlar.

Kalit so'zlar: filtratsiya, sug'orish suvi, g'ovak muhit, Bussensk masalasi, geterogen muhit, chegaraviy masalalari, iterativ jarayon, approksimatsiya.

Abstract. This article proposes a reduction of the problem in order to obtain a second-order ODE (ordinary differential equation), the solution of which must be found on the interval (0,1), which is a compact set, which simplifies calculations with respect to the equivalent Blasius problem,

Many applied reclamation problems are aimed at free-surface free-surface filtration flows, which are usually observed during furrow irrigation of agricultural crops. However, the study of free-flow movement presents significant mathematical difficulties associated with the non-stationary movement of water along the furrow, the homogeneity and heterogeneity of the medium during water filtration, and a number of other factors. Therefore, their solution is of practical importance for predicting the characteristics of the movement of filtration flows. Many authors have transformed the Boussenesk limit problem of nonstationary filtration theory, formulated for a scalar porous medium, into the Blasius problem, and then into the limit problem of smaller parameters.

Key words: filtration, irrigation water, porous medium, Boussenesk problem, heterogeneous medium, limit problems, iterative process, approximation.

Введение. Безнапорные фильтрационные течения со свободной поверхностью, на которой давление жидкости постоянно и равно внешнему атмосферному давлению, характерны при фильтрации поливной воды через почва-грунтах, обусловленные при бороздковом поливе хлопчатника.

Теория фильтрации для подобных водохозяйственных задач была разработана [1, 2]. В работе [5] отмечается, что в точной постановке исследование безнапорного движения представляет значительные математические сложности.

Таким образом, задачи безнапорной фильтрации сохраняют теоретический интерес, на что обращено внимание в работах [1, 4, 7, 9, 10, 12, 13], а их решение имеет практическое значение для прогноза характеристик движения фильтрационных потоков в прикладных мелиоративных задачах.

Материали и методы. Произведены определения предельной задачи Буссенеска нестационарной теории фильтрации, сформулированной для

скалярной пористой среды, в задачу Блазиуса, а затем в предельную задачу меньших параметров. Предлагаемая редукция выполнена с целью получения ОДУ второго порядка, решение которого необходимо найти на промежутке (0,1), являющимся компактом, что упрощает вычисления относительно эквивалентной задачи Блазиуса, решение которой необходимо искать на полубесконечном интервале [0,∞). Предельная задача меньших параметров для гетерогенной среде обусловленной фильтрации поливной воды по бороздам хлопчатника формулируется следующим образом:

$$2\varphi\varphi'' + u = 0, u_e \le u_0 \le u \le 1,$$

$$\varphi := \int_u^1 \zeta dv, \varphi(1) = \varphi'(u_0) = 0, \zeta := \frac{x'}{2\sqrt{t'}}$$

Аналитическое решение уравнение меньших параметров производится для его обобщенной формулировки, частным случаем которой является формулировка для гетерогенной среде. Типичная предельная задача меньших параметров формулируется следующим образом [5]:

$$yy'' + \gamma x = 0, D(y) = (x: x_0 < x < 1),$$

$$y'(x_0) = y(1) = 0, \mathrm{Im}(y) = (y: y_0 > y > 0), \quad (1)$$

где $y_0 := y(x_0) > 0$. В классическом случае типичной предельной задачи $\gamma = 1/2, x_0 = 0, y_0 := y(0)$. Дальше рассматривается именно этот случай.

Результаты. Можно доказать, что двухточечные предельные условия (2.1) равносильны условию Коши: $y(0) - a = y'(0) = 0$. Пусть $a = 0$. Тогда $y(x) = \pm\sqrt{2/3(-x)^3}$ есть решение однородной одноточечной задачи для уравнения меньших параметров на отрицательной полуоси.

В гидродинамических приложениях $y(x)$ – (обезразмеренное) трение, x – (безразмерная) продольная компонента скорости в гетерогенной среде, подпираемой плоским потоком в продольном направлении. Тогда y_0 представляет касательное напряжение трения на поровой стенке (константа Блазиуса) [6]. В гидравлической теории фильтрации x – (безразмерная) глубина фильтрационного потока сквозь скалярную (однородную и изотропную) пористую среду, y - *потенциал*, определяемый как:

$$y(x) = \int_x^1 sdx', \;\; y(1) = y'(0) = 0,$$

где s – продольная координата, отсчитываемая вдоль фильтрационного потока. В задачах фильтрации постоянная y_0 пропорциональна фильтрационному расходу в сечении выхода потока на границу среды [4].

Стационарные решения для безнапорной фильтрации в скалярной среде выполнены в терминах аналитической теории ОДУ, [1]. Современные результаты приводятся в работах [4].

Справедливы следующие утверждения:

Утверждение 1. Уравнение меньших параметров имеет 2 ветви решения, положительную $y_+(\mathrm{x})$, и отрицательную, $y_-(\mathrm{x})$. Отрицательная ветвь определяется как решение предельной задачи:

$$2y_-y_-'' + \gamma x = 0, D(y_-) = (x: x_0 < x < 1),$$
$$y_-'(0) = y(1) = 0, \mathrm{Im}(y_-) = (y_-: -y_0 > y_- > 0),$$

При этом $y_+(\mathrm{x}) + \; y_-(\mathrm{x}) = 0, 0 < x < 1$. Доказательство очевидно.

Дальше рассматривается *только* положительная ветвь решения уравнения меньших параметров, т.е. $\mathrm{y}: = y_+$.

Утверждение 2. Решение типичной предельной задачи меньших параметров (2) обладает свойствами:

$$y'(x) < 0, y''(x) < 0;$$
$$y'(x) \xrightarrow[x \to 1-0]{} -\infty.$$

Поэтому $y_0 > y(x), 0 < x < 1$. Для доказательства формально понизим порядок уравнения и сведем его к интегральному уравнению:

$$2y' = -\int_0^x \frac{tdt}{y(t)} \to y' \le 0, 0 \le x < 1,$$

что и требовалось.

Интеграл в правой части можно вычислить, используя теорему Бонне о среднем значении. Получим:

$$2yy' = -1/2(1 - \theta^2)x^2, \qquad (2)$$

где θ - правильная дробь. Остается перейти к пределу при $x \to 1 - 0$.

Решение уравнения (2), такое, что $y(1) = 0$ есть:

$$y^2(x,\theta) = 1/6(1-\theta^2)(1-x^3). \quad (3)$$

Это решение непрерывно зависит от величины дроби θ. Среднее по θ значение решения (3) представляет так называемое слабое решение типичной предельной задачи меньших параметров, трактуемое как распределение по θ с плотностью распределения y(x; θ) [5].

В силу (3) слабое решение типичной предельной задачи меньших параметров имеет вид:

$$y(x) = 1/3\sqrt{1-x^3}, \quad (4)$$

и тогда $y_0 = y(0) = 1/3$, что является неплохим рациональным приближением для постоянной Блазиуса. Точное значение постоянной Блазиуса вычислено в работе [6]. Как видно из формулы (4), решение можно продолжить на отрицательные значения xс сохранением непрерывности и гладкости решения в точке $x = 0$.

Решение типичной предельной задачи меньших параметров связано с решением нелинейного интегрального уравнения:

$$y(x) = 1/2\left\{\int_0^1 \frac{(1-s)sds}{y(s)} - \int_0^x \frac{(x-s)sds}{y(s)}\right\}. \quad (5)$$

Из уравнения (5) получается следующее выражение постоянной Блазиуса:

$$y_0 := y(o) = 1/2\int_0^1 \frac{(1-s)sds}{y(s)},$$

Решение уравнения (5) можно получить в виде ряда Лагранжа, [9]. Доказано, что радиус сходимости ряда Лагранжа меньше 1 и ряд расходится при $x \to 1-0$. Альтернативой методу решения в виде ряда Лагранжа может служить итерационный процесс:

$$y_k(x) = 1/2\left\{\int_0^1 \frac{(1-s)sds}{y_{k-1}(s)} - \int_0^x \frac{(x-s)sds}{y_{k-1}(s)}\right\}, k = 1(1)\infty,$$

где нижний значок определяет номер итерации. Итерированные значения постоянной Блазиуса определяются из последовательности:

$$y_k(0) = 1/2 \int_0^1 \frac{(1-s)sds}{y_{k-1}(s)} .$$

Последовательно находим:

$$k = 1: y_0(x) = y_0 = \sqrt{1/12} = 0{,}2887;$$

$$k = 2: y_1(x) \cdot y_0 = 1/12(1-x^3), y_1(x) = (1-x^3)/\sqrt{12}\,, y_1(0) = 1/\sqrt{12}$$

$$k = 3: y_2(x)$$

$$= \sqrt{3}\left(\int_0^1 \frac{(1-s)sds}{1-s^3} - \int_0^1 \frac{(x-s)sds}{1-s^3} \right)$$

$$- \sqrt{3} \left\{ \begin{array}{c} \ln\sqrt{3} - \frac{x+2}{3}\ln\sqrt{1+x+x^2} + \\ +1/3(1-x)\ln\left(\frac{1}{1-x}\right) - \frac{\pi}{6\sqrt{3}} + \\ + \frac{1}{\sqrt{3}}\left(arctg\frac{2x+1}{\sqrt{3}} - \frac{\pi}{6}\right) \end{array} \right\},$$

$$y_2(0) = \sqrt{3}\left(\ln\sqrt{3} - \frac{\pi}{6\sqrt{3}}\right),$$

и т.д. Соответственно первые три итерированные значения постоянной Блазиуса образуют последовательность значений:

$y_0(0) = 1/\sqrt{12} = 0.2887\ldots, y_1(0) = 0.2887\ldots, y_3(0) = 0.4278\ldots,$

и, в среднем, за первые три итерации, $0{,}3299 < y(0) < 0{,}3344$. Итерационный процесс приводит к тривиальным и длинным вычислениям, что видно уже на третьей итерации. Очевидно, любое итерированное решение обладает всеми основными свойствами решения предельной задачи (1):

$$\forall x \in (0,1), \forall k = 1(1)\infty, y_k'(x) < 0, y_k''(x) \xrightarrow[x \to 1-0]{} -\infty.$$

Неудобство итерационного процесса состоит в громоздкости выражений для итерированных решений и в отсутствии доказательства сходимости итерационного процесса. Оба этих препятствия можно обойти, используя разностную аппроксимацию предельной задачи (5).

Интерес к численным решениям уравнения Блазиуса появился сразу же после публикации работы [6] в методе интегрирования с помощью степенных рядов, см. [6] и препринт работы [2], содержащий историю вопроса. Современные работы, [7]-[9] в основном, посвящены улучшению

сходимости предиктккоррекшн методов решения ОДУ пограничного слоя. Исключение составляет работа [8], трактуемого в терминах гомотопических отображений промежутка интегрирования на компакт. В случае предельной задачи (2) отображения компактны. Пусть линейная гомотопия $F(t,x)$: $((0<t<1)\times(0<x<1))\to(0,a)$ изображает решение предельной задачи (5). Тогда $F(0,x)$ изображает решение в окрестности точки $x=0, F(1,x)$ изображает решение в окрестности точки $x=1$. Например, для слабого решения

$$F(0,x)=1/3(1-x^3/2-x^6/8), F(1,x)=1/\sqrt{3}\sqrt{1-x}\,.$$

Линейное отображение имеет вид: $y(x)=F(t,x)=(1-t)F(0,x)+$

$$tF(1,x)=(1-t)/3(1-x^3/3-x^6/8)+t\sqrt{\frac{1-x}{3}}\,.$$

Слабое решение также представляет некоторую семейство непрерывных отображений с параметром $\theta\in(0,1)$. Действительно:

$$y^2(x,\theta)=1/6(1-\theta^2)(1-x^3), y^2(x,1)=0, y^2(x,0)=1/6(1-x^3).$$

Наконец, работа [1] посвящена восстановлению методу степенных разложений. Но ее результаты перекрываются результатами работы [6].

Для предельной задачи меньших параметров сформулированной для фильтрации поливной воды через борозды, доказано, что полученное слабое решение обладает всеми свойствами точного решения. Значение постоянной Блазиуса в слабом решении, $\gamma=1/2$, $y(0)=1/3$, $\gamma=1$, $y(0)=0{,}4714$, и отличается от точного значения меньше, чем на 0,4%. Слабое решение предельной задачи меньших параметров имеет вид:

$$\phi(u)=1/3\sqrt{1-u^3}\,.$$

Выводы: Аналитически получено решение уравнения параметров со всеми свойствами точного решения. Полученное численное решение задачи параметров для инфильтрационного потока при бороздковом поливе хлопчатника хорошо согласуется с аналитическим. Депрессионные кривые, полученные с помощью метода установления, согласуются с аналитическим решением. Промежуток высасывания влаги стремится к нулю на лизиметрическом комплексе. Для L/H более восьми промежутков высасывания влаги равен нулю.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Van der Ploeg R.R., Kirkham M.B., Marquardt M. The Golding equation for soil drainage: its origin, evoluation and use // Soil Sci. Soc. Am. J. – 2009. – 63. – P. 33–39.

2. Van Genuchten M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils // Soil Sci. Soc. Am. J. – 2015. – 44. – P. 892–898.

3. Avlakulov M., Kodirov I.E., Faiziev S.S. Mass transfer processes in a heterogeneous medium occurring in the aeration zone during infiltration of surface waters //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 411. – C. 02022.

4. Шеин Е.В., Архангельская Т.А., Гончаров В.М. и др. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство / Под ред. Е. В. Шеина. – Москва: Изд-воМГУ, 2001. – 200 с.

5. Mann C. User’s guide for the Johnson and Ettinger (1991) model for subsurface vapor intrusion into buildings. – Durham: Experimental Quality Management. – 2017. – 62 p.

6. Mualem Y. Extension of the similarity hypothesis used for modeling the soil water characteristics // Water Resour. Res. – 2017. – 13. – P. 773–780.

7. Scanlor B.R., Milly P.C. D. Water and heat fluxes in desert soils. Numerical simulations // Water Resour. Res. – 2014. – 30. – P. 721–733.

8. Ivitskiy A.I. Fundamentals of design and calculation of drainage and wetting systems, Minsk: Nauka i tekhnika, 2018 (in Russian).

9. Murashko A.I. Agricultural drainage in the humid zone, Moscow: Kolos, 2012 (in Russian).

10. Oleynik A. Ya. Polyakov V.L. Drainage of waterlogging lands, Kiev: Nauk. Dumka, 2007 (in Rassian).

11. Avlakulov M., Matyakubov B., Kodirov I. Methods for solving the problem of filter flow with furrow irrigation //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2612. – №. 1

12. Shein E.V., Arkhangelskaya T.A., Goncharov V.M. Field and laboratory methods of for investigating physical properties and soil regimes: Methodical guidance, Moscow, Publ. Moscow Univ., 2001 (in Russian).

13. Mann C. User’s guide for the Johnson and Ettinger (1991) model for subsurface vapor intrusion into buildings, Durham: Experimental Quality Management, 2007.

UO‘T: 631.6

SHOLINI SUG’ORISHDA SUVTEJAMKOR SUG’ORISH TEXNOLOGIYALARINI QO‘LLASH

Maxmudov Ernazar Jumayevich
t.f.d., professor, bosh ilmiy xodim
Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti
Urazkeldiyev Abduvoxid Baxtiyorovich
q/x.f.n., katta ilmiy xodim
Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti
Usmanov Shavkat Abbasovich
t.f.d., katta ilmiy xodim,
Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti
Qutlimurotov Javlon
Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy-tadqiqot instituti tadqiqotchisi

Annotatsiya. Sholi dunyodagi eng ko‘p iste‘mol qilinadigan donlarning birinchi uchligiga kiradi, bug‘doydan keyin ishlab chiqarish hajmi va makkajo‘xoridan keyin ishlab chiqarish hajmi bo‘yicha ikkinchi o‘rinda turadi. O‘zbekistonda sholi ishlab chiqarish hajmi yiliga 297,6 ming tonnadan sal ko‘proqni tashkil etadi (idora ma‘lumotlariga ko‘ra, mamlakat aholisining sholiga bo‘lgan o‘rtacha yillik ehtiyoji 333,2 ming tonnani tashkil etadi.), bu mamlakatning sholiga bo‘lgan ehtiyojidan oshmaydi, sholi importi yiliga 49-50 ming tonnani tashkil etadi.

Kalit so‘zlar: sholi, hosildorlik, tomchilatib sug‘orish, yomg‘irlatib sugiorish, yerni sho‘rlanishi.

Аннотфция. Рис входит в тройку самых потребляемых зерновых культур в мире, уступая по объему производства только пшенице и кукурузе. Объем производства риса в Узбекистане составляет чуть более 297,6 тыс. тонн в год (по данным агентства, среднегодовая потребность населения страны в рисе составляет 333,2 тыс. тонн), что не превышает потребности страны в рисе, при этом импорт риса составляет 49-50 тыс. тонн в год.

Ключевые слова: рис, урожайность, капельное орошение, дождевание, засоление почвы.

Annotation. Rice is among the top three most consumed cereals in the world, in second place in terms of production area after wheat and production volume after corn. The volume of rice production in Uzbekistan is slightly more than 297.6 thousand tons per year (According to the ministry, the average annual demand of the country's population for rice is 333.2 thousand tons), which does

not exceed the country's demand for rice, while the volume of rice imports is 49-50 thousand tons per year.

Keywords: rice, yield, drip irrigation, rain irrigation, salinization of the earth.

Suv resurslari yetishmovchiligining kuchayishi, sholi sug‘orish tizimlari yerlarining unumdorligi pastligi va yillik ekspluatatsion agrotexnik tadbirlarni amalga oshirishning yuqori narxi muqarrar ravishda mamlakatda sholi ishlab chiqarish hajmining pasayishiga olib keladi va O‘zbekistonning oziq-ovqat xavfsizligiga tahdid soladi. Sholi ishlab chiqarish hajmini aniqlash uchun dunyoda sholi ishlab chiqarish bo‘yicha jahon tajribasini tahlil qilish kerak. Sholini etishtirish bo‘yicha jahon tajribasini baholashda asosiy e'tibor sholi sug‘orish tizimlaridan tashqarida ishlatilishi mumkin bo‘lgan texnologiyalarga qaratilishi kerak[1]. Xitoy sholi ekish sohasida shubhasiz yetakchi bo‘lib, 10 yildan ortiq vaqt davomida sholini tomchilatib sug‘orishdan samarali foydalangan, bu suv resurslarini ekologik nomiya qilish, tuproqlarning meliorativ holatini saqlab qolish, antropogen yukni kamaytirish va kafolatlangan sholi hosilini olish va sholi ekinlarini ekish uchun yechim bo‘lishi kerak. Biz ishlab chiqqan texnologik sxema va texnologik qishloq xo‘jaligi tadbirlari majmuasi nafaqat sholini sug‘orish tizimlari bilan bog‘liq bo‘lmagan qishloq xo‘jaligi yerlarida sholi etishtirish imkoniyatini ko‘rib chiqishga, balki moddiy resurslarni, sug‘orish suvi hajmini va tannarxini kamaytirishga imkon beradi [2].

Bugungi kunga kelib, qishloq xo‘jaligida sholi ishlab chiqarish ba‘zi hollarda foydasiz bo‘lib, bu ishlab chiqarish jarayonining tartibsizligini, almashlab ekish va ishlov berish jarayoniga va sholi almashlab ekish ekinlariga rioya qilmaslikni ko‘rsatadi. Soli sug‘orish tizimlarida qo‘llaniladigan sug‘orish – suv toshqini rejimi hozirgi vaqtda eskirgan va juda ko‘p resurs talab qiladi, chunki sholi etishtirish xarajatlaridan tashqari, sholi sug‘orish tizimini qoniqarli holatda saqlash uchun resurslarni ajratish talab etiladi [1, 3]. Ilmiy - texnik taraqqiyotning zamonaviy darajasi va sholi ekishning ilg‘or jahon tajribasi sholi etishtirish texnologiyasida tub o‘zgarishlar zarurligini aniq ko‘rsatib turibdi. Masalan, Xitoyda 10 yildan ortiq vaqt davomida sholi tomchilatib sug‘orishda, shu jumladan polietilen mulchalash plyonkasi ostida samarali etishtirildi [4, 5]. O‘zbekistonda tomchilatib sug‘orishda sholi yetishtirish bo‘yicha tadqiqotlar Buxoro va Xorazm viloyatlarida, Qoraqalpog‘iston Respublikasida O‘zbekistonda sholi tomchilatib sug‘orish texnologiyalarini rivojlantirish samaradorligini isbotlagan olimlar [6, 7] tomonidan amalga oshirildi. Biroq,

O‘zbekistonda sholini tomchilatib sug‘orish keng qo‘llanilmadi. Bu nafaqat agrosanoat sektori xodimlarining ushbu sohadagi yutuqlar bilan yetarli darajada xabardor emasligi, balki tomchilatib sug‘orishda sholi etishtirish texnologiyasini yetarli darajada o‘rganmaganligi va ishlab chiqarish bo‘yicha tavsiyalarning yo‘qligi bilan bog‘liq. Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, tomchilatib sug‘orishda sholi etishtirishning yangi, resurslarni tejaydigan texnologiyalarini ishlab chiqish bo‘yicha tanlangan tadqiqot yo‘nalishining yangiligi va dolzarbligi aniq bo‘ladi [8, 9]. Sholini tomchilatib sug‘orishdan foydalanish sholi ekin maydonlarini minimal xarajatlar bilan kengaytirishga imkon beradi va olingan tajriba optimal almashlab ekishni tanlash qoidalari to‘plamini, tomchilatib sug‘orishning texnologik sxemasini va texnologik chora - tadbirlar majmuasini qo‘llab - quvvatlash uchun tizimli ravishda ishlab chiqiladi. Keyingi bosqich imitatsion matematik modellarda amalga oshiriladigan axborot-maslahat tizimlarini ishlab chiqish bo‘lib, agrosanoat sektori xodimlariga tuproqlarning agrosanoat salohiyatini pasaytirmasdan va iqtisodiyotda mavjud resurslarni taqsimlashning moslashuvchan yondashuvi bilan kafolatlangan yuqori sholi hosilini olish uchun o‘z vaqtida boshqaruv qarorlarini qabul qilishga imkon beradi [10].

Materiallar va usullar. Sholini yetishtirishning innovatsion usulini amalga oshirish uchun sholini yer osti tomchilatib sug‘orishning texnologik sxemasi ishlab chiqilgan bo‘lib, u quyidagi yo‘llar bilan amalga oshiriladi.

Kuzda, yer osti tomchilatib sug‘orish bilan sholi irrigatsiya fondi yerlarida sholi yetishtirish usulini amalga oshirishning birinchi yilida, avvalgisini yig‘ib olgandan so‘ng, bir martalik ishlab chiqariladi:

- 0,4-0,6 m chuqurlikdagi periferik tekshirish yivlarini kesish va tiklash,
- cheklarning sirtini tekislash,
- tuproqni 0,25-0,30 m chuqurlikka asosiy ishlov berish,
- sug‘orish va tiklash kanallarini tozalash.

Keyin usulni amalga oshirishning birinchi yilining bahorida asosiy ma - gistral va yer osti tomchilatib shlanglari va/yoki lentalari yotqiziladi 1 tomchilatib sug‘orish sholi almashlab ekish ekinlarining ildiz tizimining o‘rtasidan yuqori bo‘lmagan chuqurlikka va ishlov berish chuqurligiga-siz sakkiz yilgacha, shu jumladan, yer osti shlangining suv chiqishi yoki lenta orasidagi qadam 1 tomchilatib sug‘orish 33 sm, ka - pel shlangi yoki lenta devorlarining diametri va qalinligi bilan-mos ravishda 16 mm va 1,2 mm, va 2 tomchi shlang va 1 m uchun 1 v l/soat lentani tortib olish zarur namlikni ta‘minlash shartidan kelib chiqadi-

sholi almashlab ekish ekinlari uchun ma‘lum bir tuproq qatlamidagi bo‘shliqlar, bundan tashqari, tomchilatib yuboradigan shlanglar yoki lentalar orasidagi masofa 20 sm.

Bundan tashqari, ular har yili bahor-kuz texnologik siklini bajaradilar, shu jumladan:

- 0,16-0,18 m chuqurlikka gevsetmek yoki chizish;
- bir vaqtning o‘zida organik o‘g‘itlarni 0,10-0,12 m chuqurlikka kiritish va kiritish bilan disk raskadrovka 1 ga go‘ng yoki yashil o‘g‘it uchun 40-50 tonna qo‘llash darajasi;
- sholi urug‘ini ekishdan 5-6 kun oldin n150p50k40 normasida kg DV/ga 0,10-0,12 m chuqurlikda mikroelementlarni bir vaqtning o‘zida maydalash bilan yetishtirish;
- tuproq yuzasini tekislash va siljitish;
- sholi ekishdan oldin ekishdan oldin sug‘orish tuproq namligini 0,6 m qatlamdagi eng past namlik sig‘imining 100% bilan ta‘minlaydigan norma hisoblanadi;
- tuproq yuzasini tuproq gerbitsidlari bilan davolash;
- sholi urug‘ini tizimli fungitsidlar va o‘sish regulyatori bilan davolash;
- sholi ekish tuproq-iqlim sharoitiga, naviga, ekish vaqtiga va sholining ekish sifatiga, meteorologik sharoitlarga, shuningdek tuproqqa ishlov berish sifatiga qarab hisoblangan me'yor bilan;
- sholining vegetatsiya davrida yer osti tomchilatib sug‘orish tizimi orqali sholini tomchilatib sug‘orish chastotasi va normasi tuproqning doimiy namligini 0,6 m qatlamdagi eng past namlik sig‘imining 80 foizini ta‘minlash shartlariga rioya qilinishiga bog‘liq;
- sholi o‘simliklarini boqish: birinchisi, 1 o‘simlik uchun 8 mg azot miqdorida sholi paydo bo‘lganda, ikkinchisi 2-3 barg bosqichida 1 o‘simlik uchun 10 mg azot miqdorida, uchinchisi 4-5 barg bosqichida 1 o‘simlik uchun 12 mg azot miqdorida, 7-9 barg bosqichida 1 o‘simlik uchun 12 mg azot miqdorida, uch marta sholini biologik faol moddalar bilan 2-3, 6-7 barg fazalarida va ishlov berish fazasining oxirida naychaga chiqish fazasi boshlanishidan oldin purkash;
- sholi ekinlarini qayta ishlash: 2-barg fazasidan Inter - mil bilan ishlov berish bosqichigacha bo‘lgan pestitsidlar bilan 10-15 kun davomida tuproqni eng kam namlik - 0,4 m qatlamdagi suyakning 100% gacha oldindan namlash bilan, vegetatsiya davrida hasharotlar, zararkunandalar iqtisodiy chegaradan oshib

ketganda. zararli, naychaga chiqish bosqichida ikki marta fungitsidlar va 20-25 kundan keyin yana kunlar;

- sholi ekinlarini tozalash;
- sholini tozalash;
- ekin ekish uchun zarur va yetarli namlik va tuproq namligini yer osti tomchilatib sug‘orish tizimi orqali minalashtirilgan o‘g‘itlarni qo‘llash bilan ta‘minlash bilan birga keladigan sholi almashlab ekish ekinlarini ekishdan oldin sug‘orish normalari va muddatlari ushbu sholi almashlab ekish madaniyatini ishlab chiqarish texnologiyasiga muvofiq qabul qilinadi;
- ko‘chatlarni yetishtirish yoki sholi almashlab ekish bilan bog‘liq ekinlarni ekishta;
- mineral o‘g‘itlarni qo‘llash;
- ekinlarni pestitsidlar, fungitsidlar va insektitsidlar bilan davolash ushbu hosilni ishlab chiqarishning qabul qilingan texnologiyasiga muvofiq amalga oshiriladigan me'yorlar;
- vegetatsiya davrida yer osti tomchilatib sug‘orish tizimi orqali sholi almashlab ekish ekinlarini tomchilatib sug‘orish chastotasi va sug‘orish normasi madaniyatning normal rivojlanishi uchun zarur bo‘lgan tuproq qatlamini madaniyat ishlab chiqarish texnologiyasida ta‘minlash shartlariga rioya qilishga bog‘liq tuproq namligi;
- sholi almashlab ekish ekinlarini yig‘ish.

Bahorda, keyingi yillarda sholi etishtirish 0,06–0,08 m chuqurlikda ikki izda tozalanadi; asosiy ishlov berish 0,25–0,3 m chuqurlikda amalga oshiriladi, shundan so‘ng har yili bahor - kuzgi texnologik sikl takrorlanadi.

Ishlab chiqilgan sholi yetishtirish texnologiyasi sholi sug‘orish tizimlaridan tashqarida sholi yetishtirish orqali sholi ekin maydonlarini kengaytirishga imkon beradi, shuningdek, atrof - muhitni tekshirish oluklarini kesish va tiklash, cheklar yuzasini tekislash, sug‘orish va qayta tiklash kanallarini tozalash kabi meliorativ tizimda yillik rejalashtirilgan ta‘mirlash va ekspluatatsiya ishlarini bajarish zarurligini istisno qiladi., qayta tiklash roliklarini qo‘shish loyiha belgilariga qadar, bu sholi ishlab chiqarish jarayonida mehnat zichligi, antropogen yuk, resurs sarfini kamaytirishni ta‘minlaydi.

Ishlab chiqilgan texnologik sxemadan foydalangan holda, fermer xo‘jaliklari elita sinfidagi urug‘ materialini tayyorlash imkoniyatiga ega, bu sholi ishlab chiqarishning rentabelligini sezilarli darajada oshiradi, shuningdek, fermer xo‘jaligining urug‘ga bo‘lgan ehtiyojlarini ta‘minlaydi.

Sholini etishtirishning tavsiya etilgan usuli moslashuvchan yondashuvga ega, chunki diametri, emitent balandligi, devor qalinligi, qatorlar orasidagi masofa, shuningdek tomchilatib yuboradigan lentaning yer osti yoki sirt joylashuvi texnologik sxemani ishlab chiqishda har bir fermer xo‘jaligi uchun alohida - alohida ishlab chiqilgan bo‘lib, texnik xususiyatlarni hisobga olgan holda- iqtisodiyotning texnologik imkoniyatlari, tuproqlarning meliorativ holati va iqtisodiyotning moddiy resurslari.

Sholi ekinlarini tomchilatib sug‘orish texnologiyasidan foydalanishning eng muhim natijasi qoidalar to‘plamini ishlab chiqishdir, ularning bajarilishi AG - roprosanoat majmuasi xodimlariga dasturlashtirilgan sholi ekinlari va sholi almashlab ekishning tegishli ekinlarini tuproqning Agro - resurs salohiyatini va ekologik holatini yomonlashtirmasdan o‘z vaqtida boshqarish qarorlarini qabul qilishga imkon beradi.

Tadqiqotning keyingi bosqichi simulyatsiya qilingan matematik modellar asosida axborot-maslahat tizimini ishlab chiqishdir, bu sholi yetishtirish xavfini kamaytiradi va asosiy vazifani olish uchun xo‘jalik resurslaridan maksimal darajada samarali foydalanishni ta‘minlaydi-sholi uchun yuqori sifatli hosilning kafolatlangan hosilini olish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ramazanov A.R., Yakubov X.I. Promivniye i vlagozaryadkoviye polivi. Tashkent: Mexnat, 1988 g., 192s.

2. Duxovniy V.A. Vtoroy vsemirniy forum vodi zovet: “Chelovechestvo! Prosnis!”. Inform. sb. NITS MKVK, 2000, №2, , s.4-10.

3. Duxovniy V.A., Avakyan I.S., Prixodko V.G., Ruziyev M.T. Basseyn Aralskogo morya i oroshayemoye zemledeliye Sentralnoy Azii v XXI veke. Inform. sb. NITS MKVK, 2000, №2, s.31-41.

4. Yakubov X.I., Usmanov A.U., Yakubov M.A. Perspektiva ispolzovaniya kollektorno-drenajnogo stoka v oroshayemom zemledelii i v osvoyenii pustin (pechatayetsya v nastoyashem sbornike), 38 str.

5. Komilov K.U., Kurbanova A.Dj. Kimyoviy meliorantlarni sug‘orish suvini tejashdagi roli. Agroiqtisodiyot ilmiy-amaliy jurnali. 2020. Maxsus son. 55-57 betlar.

6. Komilov K.U., Kurbanova A.Dj. Fosfogipsdan yerning strukturasini yaxshilovchi sifatidan foydalanish. Agroiqtisodiyot ilmiy-amaliy jurnali. 2020. Maxsus son. 57-59 betlar.

7. Niyozov X.A., Komilov K.U., Kurbanova A.J., Muxamedov G.I. Ispolzovaniye fosfogipsa dlya uluchsheniya meliorativnix svoystv pochvi. Academic Research in Educational Sciences. Vol. 1 No. 1, 2020. Page 92-97.

8. Komilov K.U., Kurbanova A.D., Nièzov X.A., Muxamedov G.I. Ekologicheskaya selesoobraznost ispolzovaniya fosfogipsa v selskom xozyaystve. Lesnaya melioratsiya i ekologo-gidrologicheskiye problemi donskogo vodosbornogo basseyna. Materiali Natsionalnoy nauchnoy konferensii g. Volgograd, 29-30 oktabrya 2020 g. Str. 261-264.

9. Eshmatov A.M., Komilov K.U., Kurbanova A.Dj,. Mukhamedov G.I. Dispers to‘ldiruvchili polimer-polimer komplekslar asosidagi kompozitsion materiallar. Academic research in educational sciences. Vol 2 № 2 . 2021. 334-341.

10. Komilov K.U., Kurbanova A.Dj., Muhamedov G.I. New Technology of Cotton Sowing. Psychology and education (2021) 58(2): 296-303.

11. J.K.Kutlimuratov Y.Y.Turdiboyev N.YE.Avezov S.S.Achilova Development of the optimal regime of irrigated land// lop Conference Series: Earth and Environmental Science 2023.

12. Kalandarov P.I., Qutlimurotov J.Q. Sistema avtomaticheskoy regulirovki rasxoda vodi v protsesse kapelnogo orosheniya// nauchniye izvestiya 29 2022 god.

13. A.B.Urazkeldiyev., Y.Y.Turdiboyev., J.Q.Qutlimurotov. O‘zbekiston respublikasi xorazm viloyatida sug‘oriladigan yerlarining holatini meliorativ maqbullashtirish va kollektor-zovur suvlarining shakllanishini kamaytirishga suv tejovchi sug‘orish texnologiyalar ta’siri// Xorazm Ma’mun akademiyasi jurnali 2022.

14. Qutlimurotov Javlonbek Qadamovich This article is about the development of the irrigation regime using water-saving technologies in the cultivation of rice. Th// Ekanomika i sotsium 2022.

15. Qutlimurotov Javlonbek Qadamovich development of irrigation regime using water-saving technologies in rice cultivation// international bulletin of applied scenge and texnology 2023.

УЎТ: 631.6

ШЎР ЮВИШ ИШЛАРИДА ЧЕКЛАРНИНГ (ПОЛЛАРНИНГ) КАТТАЛИГИНИ КОСМИК СУРАТ МАЪЛУМОТЛАРИ ОРҚАЛИ ТАҲЛИЛ ЭТИШ

Эшчанов Одилбек Исламович
Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти
Хоразм минтақавий маркази директори, т.ф.н.
Садуллаев Ҳикмат Шухрат ўғли
Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти
Хоразм минтақавий маркази муҳандиси

Аннотация. Ушбу илмий мақолада Хоразм вилояти шароитида суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш, инновацион шўр ювиш йўналишлари бўйича, лазер ускунали текислагичларда текисланган ерларда шўр ювишда космик суратлар орқали шўр ювиш учун олинган чекларнинг (полларнинг) катталиги ва уларнинг шўр ювиш меъёрларига таъсири тўғрисида сўз боради.

Калит сўзлар: Шўр ювиш тадбирлари, лазер текислагич, чекларнинг (чел) катталиги, чекларнинг (чел) баландлиги, сув исрофгарчилиги, шўр ювиш учун тавсия этилган меъёрлар, ер майдонлари нишаблиги.

Аннотация. В данной научной статье рассматриваются вопросы улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель, о методах инновационных промывки в условиях Хорезмской области, анализ данных полученных с использованием космических снимков по размеров чеков (полов) и влияние их на промывные нормы на землях выровненных лазерным оборудованием.

Ключевые слова: Мероприятия для промывки почвагрунтов, лазерный планировщик, размер чека, высота чека, потери воды, рекомендуемые промывные нормы, уклон земельных участков.

Abstract. This scientific article discusses the improvement of the reclamation condition of irrigated lands in the Khorezm region through innovative leaching approaches. It focuses on leaching processes conducted on laser-leveled fields, where the size of leaching plots (checks) identified using satellite imagery and their impact on leaching norms are analyzed.

Keywords: Salt leaching activities, laser leveler, check (chel) size, check (chel) height, water wastage, recommended standards for saline leaching, land areas slope.

Кириш. Хоразм вилоятининг суғориладиган ер майдонлари жуда кичик нишабликдан иборатлиги сабабли, ерларни лазер ускунали текислагичларда текислаш юқори самара беради. Шу билан бирга вилоят

суғориладиган экин майдонларининг текис бўлиши, экин даласининг барча қисмларини бир текис намлаш, мелиоратив ҳолатини яхшилаш, уруғларни бир текис ундириш, энг асосийси сув танқислиги шароитида суғоришга ишлатиладиган сувни тежаш, унинг самарадорлигини ва экинлар ҳосилдорлигини ҳамда иқтисодий самарадорликни ошириш имкониятларини яратади.

Шу сабабли бугунги кунда ерларни лазер ускунали текислагичлар билан текислаш технологиясига талаб юқори. Лазерли ускуналар ёрдамида ер текислаш ишлари асосан қишлоқ хўжалиги экинларидан бўшаган майдонларда куз ойларидан бошлаб ер музлагунча ва қиш-баҳор ойларида ерда музламалар эриганидан кейин, шунингдек, ёз ойларида ғалладан бўшаган майдонларда ҳам олиб борилади [1].

1-расм. Урганч тумани Иброҳим-Фарида фермер хўжалиги даласида лазер ускунали текислагичлар ёрдамида ерларни шўр ювишга тайёрлаш жараёни

Вилоятда оҳирги 5-6 йиллик давр ичида қишлоқ хўжалигига мўлжалланган суғориладиган майдонларни лазер ускунали технологиялар билан текислаш ишлари жуда катта кўламда амалга оширилмоқда (1-расм). Фермер хўжаликлари ўзларига тегишли бўлган экин майдонларини олдинги карталаштириш даврида олинган ички ариқлар ва челлар (дамбалар) ҳозирги кунда мақбуллаштирилмоқда, бунинг натижасида экин майдонлари кенгаймоқда, натижада етиштирилаётган қишлоқ хўжалигидан олинаётган ҳосил ошмоқда ва қўшимча даромад манбаи яратилмоқда [2].

Шу билан бирга суғориладиган майдонларни инновацион усулда лазер ускунали текислаш ҳисобига қишлоқ хўжалик экинларини суғориш ва

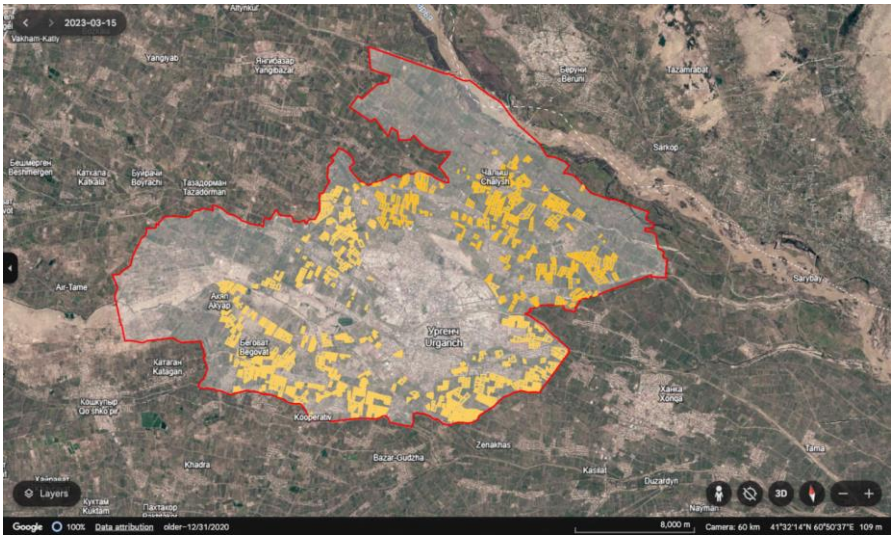
шўр ювиш тадбирларида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш имкониятлари яратилмоқда.

Бундай шароитда сув истеъмолчилари томонидан шўр ювиш тадбирини илмий ёндашган ҳолда амалга ошириш талаб этилади. Лекин амалда сув истеъмолчилари тавсия этилган ўлчамларга риоя қилмасдан, ўз тажрибасидан келиб чиқиб, суғориладиган ерларнинг шўрини ювишда юза майдони катта бўлган чек (чел) олиб полларга бўлишади, шўр ювиш муддатларини хамма деярли бир хил вақтда ва бир хил меъёрда амалга оширадилар. Шу сабабли Қуйи Амударё ҳудудида жойлашган Хоразм вилоятининг оғир сув танқислиги шароитида сув истеъмолчилари учун лазер ускунали текислагичлар билан текисланган майдонларда далаларни чек (чел) олиб полларга бўлиш ўлчамлари бўйича муаммонинг ечимига қаратилган илмий тадқиқотлар ўтказилиши муҳим аҳамиятга эга.

Мазкур дала илмий тадқиқот иши Агробанк АТБ молиявий ҳамкорлигида Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги ва Хоразм сув муаммолари илмий-тадқиқот маркази билан биргаликда “Хоразм вилояти тупроқ шароитида шўр ювиш муддатларини белгилаш ва лазер ускунали текислагичлар билан текисланган майдонларда далаларни чек (чел) олиб полларга бўлиш ўлчамларининг шўр ювиш меъёрларига таъсирини ўрганиш” мавзусидаги амалий лойиҳа (2024-2026 йй.) доирасида амалга оширилди [3, 4].

Материаллар ва услублар. Амалий илмий лойиҳани бажарилишида дала тадқиқотлари Урганч тумани ҳудудида 2024-2025 йилларда шўр ювиш даврида лойиҳа календар режаси асосида ташкил этилиб, тажрибаларни ўтказиш ва тупроқ намуналарини олиш бўйича барча ишлар Б.А.Доспеховнинг, “Методика полевога опыта” ҳамда ПСУЕАИТИ нинг “Дала тажрибаларини ўтказиш услублари” услубий қўлланмаларида кўрсатилган кўрсатмалар бўйича олиб борилди [5, 6].

Тадқиқотнинг объекти сифатида лойиҳа календар режасига асосан Хоразм вилояти Урганч тумани ҳудуди танлаб олинган. Урганч тумани мисолида космик суратлар (2-расм) орқали туманда пахта экишга мўлжалланган ерларда шўр ювиш учун олинган чекларнинг (поллар) катталиги кўрсаткичлари ва уларни хар хил категорияларга бўлиш орқали таҳлил этилган.



2-расм. Урганч тумани ҳудуди Сентинел-2А космик суръат маълумотлари

Натижалар ва мунозара. Мазкур илмий тадқиқотнинг ўтказилишидан асосий мақсад Хоразм вилояти тупроқ шароитида лазер ускунали текислагич билан текисланган далаларда шўр ювиш учун тайёрланадиган чеклар (поллар) катталигининг шўр ювиш меъёрларига таъсирини аниқлашдан иборат.

3-расм. 0,5 гектаргача бўлган катталикдаги чекларга (полларга) бўлинган майдонлар

Урганч тумани мисолида космик суратлар орқали таҳлил натижалари кўрсатдики, жами шўр ювишга тайёрланган 5252,4 га майдонда чекларнинг катталиги 0,5 га гача бўлган майдон 292,2 га (5,6 %), 0,5 гектардан 1,0 гектаргача катталикдаги чекларга бўлинган майдон 474,1 га (9 %), 1,0 га дан 2,0 га гача бўлган майдон 1140,1 га (21,7 %), 2,0 га дан 5,0 га гача бўлган майдон 2222,5 га (42,3 %), 5,0 га дан 10,0 га гача бўлган майдон 975,8 га

(18,6 %), 10,0 га дан катта бўлган чекларга бўлинган майдон 147,7 га (2,8 %) ни ташкил қилди.

4-расм. 2,0 га дан 5,0 га гача бўлган катталикдаги чекларга (полларга) бўлинган майдонлар

Таҳлиллар натижаси кўрсатмоқдаки, шўр ювилган фақат 5,6 % майдонда чеклар катталиги бўйича 0,5 гектаргача бўлган (3- ва 4- расмлар). Шўр ювилган майдонларда энг кўп 2,0 га дан 5,0 га гача бўлган катталикдаги чеклар улуши жами майдоннинг 42,3 % ни ташкил этмоқда. Шу билан бирга чеклар катталиги 1,0 га дан 2,0 га гача бўлган майдон 21,7 % ни ташкил қилди.

1-жадвал

Урганч туман ҳудудида шўр ювиш даврида олинган чекларнинг катталигини космик суратлар ёрдамида таҳлил қилиш натижалари (2023-2024 йй.)

Кўрсаткичлар	Чекларнинг катталиги						Жами
	0,5 га гача	0,5-1,0 га гача	1,0-2,0 га гача	2,0-5,0 га гача	5,0-10,0 га гача	10,0 га дан катта	
Чекнинг ўртача катталиги (га)	0,30	0,68	1,35	2,76	5,81	9,63	3,42
Жами майдон (га)	292,2	474,1	1140,0	2222,5	975,7	147,7	5252,4
Жами майдонга нисбатан фоизда	5,6	9,0	21,7	42,3	18,6	2,8	100

Юқоридаги жадвалдаги таҳлилларга кўра фермер хўжаликлари томонидан 2023-2024 йилларда Урганч туманида шўр ювиш даврида энг кўп қўлланилган чеклар катталиги 2,0 га дан 5,0 га гача бўлган чеклар ташкил қилади, яъни жами шўр ювиладиган майдоннинг 42,3 фоизига тенг.

Шунингдек, 5,0 га дан катта ўлчамдаги (5-расм) челарнинг улуши жами шўр ювиладиган майдоннинг 21,4 фоизини ташкил этади.

5-расм. Тадқиқот даласида шўр ювишда чекнинг катталиги 7,0 га ни ташкил этди

Бундан ташқари космик суратлар таҳлили кўрсатмоқдаки, контур майдони 0,5 гектаргача бўлган катталикдаги чекларга бўлинган бўлишига қарамасдан, ўқ ариқлар олинмагани кузатилди, шўр ювиш тадбирлари мониторинг маълумотларлари асосида бундан шундай хулоса қилиш мумкинки, шўр ювиш ишларида чекларга бир-биридан сув ўтказиб шўр ювиш амалиёти бажарилган. Бундай ҳолатда кичик чеклар олиниши катта чекларга қараганда самарасиз бўлишига олиб келади, чунки бу ҳолатда сув исрофгарчилиги ошади.

Тажриба далаларида ўтказилган тадқиқот натижаларига кўра бир марта шўр ювилганда 0,3 га катталикдаги чекда шўр ювиш меъри 1434,0 м^3/га, 1,9 га дан 2,6 гектаргача катталикдаги чекларда 1977,0 м^3/га ёки 0,5 га гача катталикдаги чекга нисбатан 38 фоиз кўп сув ишлатилди, 3,4 га катталикдаги чекда 2399,0 м^3/га ёки 0,5 га гача катталикдаги чекга нисбатан 67 фоиз кўп сув ишлатилди, ҳамда 6,5-7,0 га катталикдаги чекларда шўр ювиш меъёри амалда 3200,0 м^3/га (дала шўр ювишдан олдин 70 см чуқурликда ҳалдалган) ни ёки 0,5 га гача катталикдаги чекга нисбатан 2 баробар кўп сув ишлатилди. Яъни чекларнинг (поллар) юза майдонлари ўлчамлари катталашгани сари шўр ювиш меъёрлари ҳам ошиб бормоқда.

**6-расм. Шўр ювиш жараёнида сувнинг
бир чекдан бошқа чекга ювиб ўтиш ҳолати**

Бунда 1,0 га гача бўлган катталикдаги чекларда шўр ювиш меъёрлари 2,0-3,0 га бўлган чекларга қараганда 40 % (1200 м^3) камлигини кўриш мумкин. Юқоридаги жадвалда 2,0 га дан катта ўлчамдаги чекларнинг улуши жами майдонга нисбатан 60 фоиздан (3346 га) ортиқ эканлигини кўриш мумкин. Агар чекларнинг катталигини 1 га гача камайтирсак 3346 га майдонда шўр ювиш даврида туман ҳудудида 4,0 млн м^3 сув ресурсларини иқтисод қилиш мумкинлигини кўрсатади.

Чекларнинг (поллар) юза ўлчамидан ташқари чекнинг юқори ва пастки эни ва бўйи билан боғлиқ ўлчамлари алоҳида муҳим. Ишлаб чиқариш жараёнида механизмлар билан тайёрланадиган чекларнинг сифати ва мустаҳкамлиги чеклар юза майдони кичик 0,5 – 1,0 га катталикда олинган бўлишига қарамасдан, агар қайта зичлаб мустахкамланмаса шўр ювиш жараёнида ювилиб кетишига ва оқибатда сув бир чекдан иккинчи чекга сув босимига бардош бера олмасдан чекларни йиқиб ўтиши натижасида самара бермаётгани ва чекларга бўлиб шўр ювилмасдан катта бир контур яхлит шўр ювилишига олиб келишини кўрсатмоқда (6-расм).

Бундай ҳолатда кичик чеклар олиниши катта чекларга қараганда ҳам иқтисодий самарасиз бўлади, ҳамда сув исрофгарчилиги ошади. Шу сабабли келажакда чекларга бўлиб шўр ювиш жараёнида ҳар бир чекда поллар қўлда ёки машинада қайтадан зичланиши ва чел бошлари боғланиб, уларни бошқадан зичлаб мустахкамланиши талаб этилади.

Хоразм сув муаммолари илмий-тадқиқот маркази илмий ходимлари ҳисоб китобига кўра, агар чеклар (поллар) катталиги 0,5 га гача олинса, бир гектар майдонга тахминан 300,0 минг сўм қўшимча маблағ сарфланади. Агарда шўр ювиш даврида даланинг текислигидан ва ирригация тармоқлари орқали далага сувнинг киришининг тезлигидан келиб чиққан ҳолда чеклар (полларни) ҳажми катта қилиб олинса, челларни олиш ва текислаш учун сарфланадиган маблағ ҳар бир гектар ҳисобига қисқариб боради. Лекин тобора йилдан йилга кучайиб бораётган сув танқислиги даврида ерларнинг

шўрини ювишда ишлатиладиган сув сарфини камайтириш мақсадида сарфланадиган маблағлар қишлоқ хўжалиги экинларидан олинадиган ҳосилдорлик ҳисобига бу (300 минг сўм/га) ҳаражатлар ўзини оқлайди.

Хулоса. Дала тадқиқотлари натижасига ҳамда вилоят бўйича шўр ювиш тадбирларида мавжуд ҳолат юзасидан ўтказилган таҳлилларга кўра, тупроқ шўрланиш даражасидан қатъий назар кўпчилик ҳолатда фермер хўжаликлари томонидан 2 ёки 3 марта шўр ювиш одат тусига кирган.

Лекин тупроқ намуналарини кимёвий таҳлиллари кўрсатмоқдаки, кўпчилик ҳолатларда кучсиз шўрланган майдонларда 3 марта шўр ювилгандан кейин ҳам тупроқ яна кучсиз шўрланган даражали тоифада ўзгаришсиз қолмоқда. Шу сабабли фермер хўжаликлари сув танқислиги тобора кучайиб бораётган даврда ортиқча сув сарфламасдан, мелиоратив экспедицияси тавсия қилган меъёрларга амал қилиши зарур.

Ерларнинг ёмон текисланиши, далада сувдан унумли фойдаланишга халал берувчи (сувнинг исроф бўлиши) асосий сабаблардан биридир. Олиб борилган тадқиқотлар натижалари лазер ускунали ер текислагичлар билан текисланган майдонларда чекнинг катталиги 2 гектардан катта бўлганда ҳам, шўр ювиш даврида оддий усулда текисланган майдонларга нисбатан кам сув сарфланишини кўрсатди.

Лекин мазкур лойиҳа дала тадқиқот натижаларига асосан айтиш мумкинки чекнинг катталашиши ортиқча сув сарфи билан бирга тупроқни бир хилда тузсизлантириш имконини бермайди. Катта чекларда шўр ювишда далага бир жойдан (қулоқ) сувнинг узоқ вақт (суткалаб) кириши натижасида, сув кириш ҳудудида намланиш эпюраси чуқурлашади, даланинг охирида (шўр ювиш тадбири тугатилиши сабабли) сув энди етиб бориши натижасида шўр ювиш меъёри кам миқдорда бўлишига олиб келади. Натижада дала бошида шўр ювиш жараёни дала охирига сув миқдори кам бўлиши билан боғлиқ бир хил шўр ювилишини таъминламайди. Бундан ташқари тупроқ экиш олдидан бир хил вақтда тобга келмайди, яъни чек бошида намлик ортиқча бўлса чекнинг охирида тупроқ тез тобга келиб қолади. Шу сабабли чекларнинг (поллар) юза майдони 1 га гача бўлиши, шўр ювиш учун очилган сув чекга тез ва текис тарқалиши, чек майдони юзасини тез фурсатда сув қоплаши зарур.

Дала кузатувлари кўрсатмоқдаки, аксарият ҳолатда фермер хўжаликлари далалари икки томондан ички суғориш ариқлари билан таъминланган. Ушбу вазиятдан фойдаланилган ҳолда ҳар бир чекга (юза

майдони 1,0 гектаргача) икки томонлама қулоқдан сув очилиши чекларнинг (поллар) тез фурсатда тавсия этилган шўр ювиш меъёри таъминланган ҳолда далада бир хил чуқурликда сув қатламини ҳосил этиш имкони яратилади. Натижада ҳар бир шўр ювиш жараёнида 50-60 фоизгача сув ресурслари иқтисод қилиниши таъминланади. Шу билан бирга, сувни бир чекдан бошқа чекга ўтишига йўл қўймаслик муҳим аҳамиятга эга.

Мазкур “Шўр ювиш ишларида чекларнинг (полларнинг) катталигини космик сурат маълумотлари орқали таҳлил этиш” мавзусидаги илмий мақола Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги ва Хоразм сув муаммолари илмий-тадқиқот маркази билан биргаликда Агробанк АТБ томонидан молиялаштирилган лойиҳа доирасида тайёрланди.

Шу муносабат билан ушбу лойиҳани амалга оширишда кўрсатилган кўмаги учун Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги, Агробанк АТБ, Хоразм илмий-тажриба станцияси ҳамда Урганч туман Иброҳим-Фарида фермер хўжалиги раҳбариятига миннатдорчилик билдирамиз.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. А.Жуманиязов ва бошқалар, “Хоразм шароитида ғўзани парваришлаш агротехникаси”, Услубий тавсиянома, Урганч 2023 йил, 144 бет.

2. Чапқирғоқ Амударё ИТҲБ ҳузуридаги мелиоратив экспедицияси ҳисоботлари. Урганч, 2024.

3. О.И.Эшчанов, У.А.Шарипов, Р.Ў.Хўжаниязов. “Лазер ускунали текислагичлар билан текисланган майдонларда шўр ювиш тадбирларининг самарадорлиги”, “Ирригация ва мелиорация” журнали, №3 (37). 2024.

4. Eshchanov, O., Sharipov, U., Xo’janiyazov, R. - The Efficiency of Salt Washing in Fields Leveled with Laser Levelers. American Journal of Water Science and Engineering, Eng. 2025, 11 (1), 10-15. https://www.sciencepg.com/article/10.11648/j.ajwse.20251101.12

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-ое изд. доп. и перераб. Москва. Агропромиздат, 1985. Стр. 248-256.

6. Dala tajribalarini o’tkazish uslublari. O’zPITI. -Toshkent, 2007. B 147. 3.

УДК: 628.112,22:556.332.632

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВСАСЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПЕРЕДВИЖНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ КОЛОДЦЕВ WELLS

Ауелбек Ермек Кенжебекулы
PhD докторант кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет»
e-mail: auyelbek.yermek@kaznaru.edu.kz
Саркынов Ербол
профессор кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет»
e-mail: yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz)
Жанымхан Курманбек
ассоциированный профессор кафедры «Водные ресурсы и мелиорация» НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет».
e-mail: kurmanbek.zhanymkhan@kaznaru.edu.kz)
Зулпибекова Сандугаш Бекболатовна
PhD докторант кафедры «Водные ресурсы и мелиорация», НАО «Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет».
e-mail: sandu.zulpibekova@kaznaru.edu.kz)

Аннотация. Научная статья направлена на исследование технологии очистки шахтных колодцев с использованием гидравлического метода размыва и удаления грунтовых отложений и грейферного метода удаления посторонних предметов для передвижной установки, обеспечивающих выполнение всех технологических операций и улучшение технологических параметров установки – увеличение производительности в 1,2 -1,3 раза. Обоснована конструктивно – технологическая схема передвижной установки для очистки и дезинфекции шахтных колодцев и техобслуживания водоподъёмного оборудования, которая обладает новизной и защищена патентом изобретения KZ №32994, патентообладателем является НАО КазНАУ.

Экспериментально обоснован оптимальный вариант двухкамерного пневмонасоса с поплавковым и воздушно-колпаковым воздухораспределением, который имел лучшие параметры по сравнению с аналогами при всех высотах подъёма водо-грунтовой смеси.

Целью исследования является разработка альтернативной технологии очистки шахтных скважин с использованием гидравлического и грейферного методов удаления почвенных отложений и посторонних предметов, обоснование основных технологических и технических параметров с улучшенными показателями по сравнению с аналогами - повышение производительности на 20-30% и улучшение качества технологических операций.

Ключевые слова. передвижная установка**,** технология очистки, шахтный колодец, очистка, гидроразмыв, двухкамерный пневмонасос, грейфер.

Введение. В настоящее время в Республике Казахстан более 70% существующих подземных водоисточников требуют сервисного обслуживания и ремонта по восстановлению их дебита и дезинфекции водоисточника и профилактики водопойного пункта, особенно шахтных колодцев, которых имеется на пастбищах 31 тыс. шт. (всего около 46 тыс. шт.) [1, 2, 3].

Однако их сервисное обслуживание и ремонт находится на низком уровне из-за отсутствия в производстве специализированных передвижных установок для этих целей и недостаточности проведённых исследований по обоснованию эффективной технологии очистки шахтных колодцев, разработке новой конструктивно-технологической схемы передвижной установки, выбора необходимого оборудования и обоснования технологических и технических параметров, что приводит с каждым годом к ухудшению состояния водоисточников, снижению качества питьевой воды, к уменьшению их срока службы и понижению надёжности работы водоподъёмного оборудования [1, 4].

Отсутствие эффективного сервисного обслуживания и ремонта подземных водоисточников и водоподъёмно-технических средствах сказываются на снижении конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Поэтому повышение эффективности водоснабжения посредством своевременного и качественного сервисного обслуживания, ремонта подземных водоисточников и водоподъёмно-технических средств является актуальной проблемой, решение которой можно осуществить разработкой передвижной установки для очистки и дезинфекции шахтных колодцев и

техобслуживания водоподъёмного оборудования, выполняющей все технологические операции, и их внедрение в разных регионах Казахстана.

Материалы и методы исследований. Разработка альтернативной технологии очистки шахтных колодцев с использованием гидравлического и грейферного метода удаления грунтовых отложений и посторонних предметов, обоснование конструктивно-технологической схемы передвижной установки для очистки и дезинфекции шахтных колодцев и техобслуживания водоподъёмного оборудования, проведение теоретических исследований, определение основных технологических и технических параметров с улучшенными показателями, повышающими производительность на 20-30% и улучшающими качества выполняемых технологических операций и рекомендации по внедрению разработки на объектах АПК РК.

В работе использовались следующие методы исследования: патентные с обзором работ, теоретические и экспериментальные.

Патентные исследования с обзором работ выполнялись с использованием существующих методик и выявлением близких по исследуемому направлению аналогов, анализом выполненных работ и использованием их в разработке.

Результаты и их обсуждение. Опыт эксплуатации шахтных колодцев и установленного на нём водоподъёмного оборудования показал, что должна быть единая система сервисного обслуживания и ремонта, включающего восстановления дебита и проведение дезинфекции водоисточника, профилактики водопойного пункта и техобслуживание водоподъёмного оборудования.

Предложенная конструктивно-технологическая схема передвижной установки для очистки шахтных колодцев была разработана с использованием существующих аналогов и наработок авторов статьи [5].

Она обеспечивает улучшение основных параметров установки путём совершенствования технологических процессов: гидроразмыва донного грунта, пневмовзмучивания и подачи водо–грунтовой смеси двухкамерным пневмонасосом, который одновременно выполняет все три вида технологических процессов при равномерном гидроразмыве, пневмовзмучивании и подачи, в результате повышается производительность удаления донного грунта из шахтного колодца, а также выполнение передвижной установкой всех необходимых технологических

операций: удаление посторонних предметов из шахты колодца; дезинфекции внутренней поверхности шахты и воды в колодце; откачку загрязнённой воды после её дезинфекции до полного осветления; профилактику водопойного пункта; техобслуживания водоподъёмного оборудования.

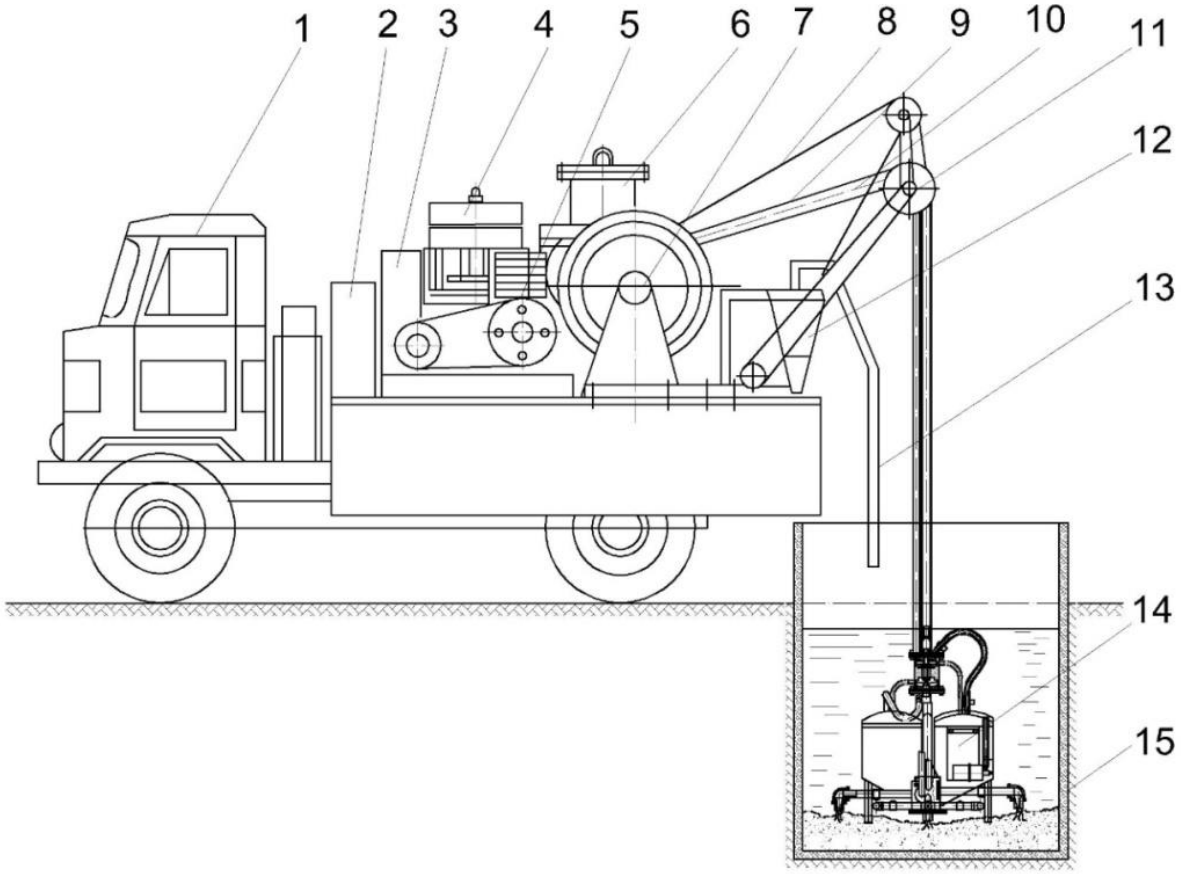
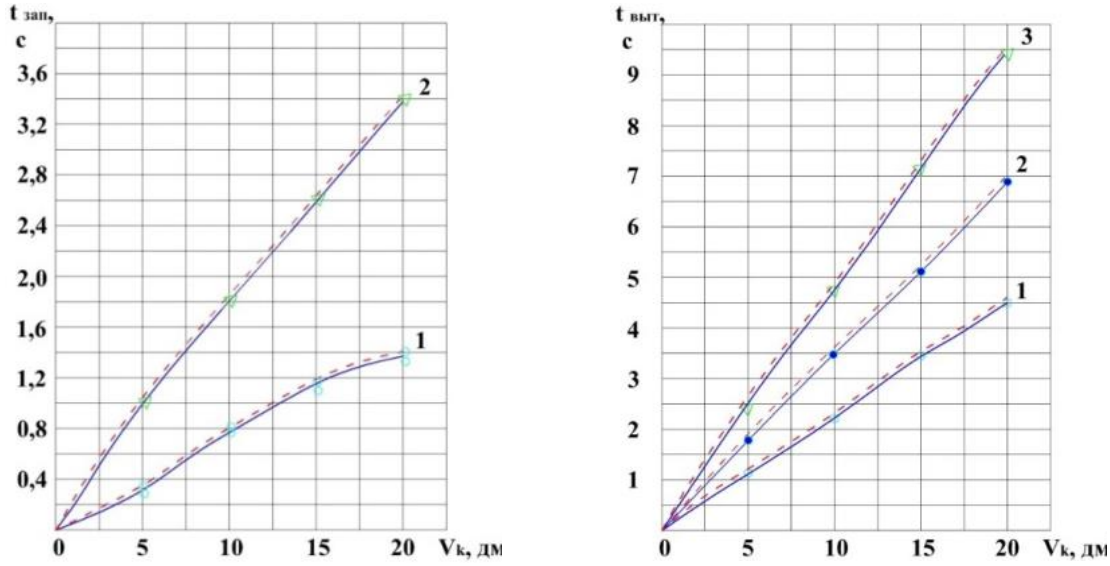


Рисунок 1. Конструктивно-технологическая схема передвижной установки для очистки шахтных колодцев

1-автомобиль; 2-автономная электростанция; 3-пульта управления; 4-дезинфектор; 5-пневмогрейфер; 6-компрессор с ресивером; 7-лебёдка; 8-трос; 9 и 10-рукава водогрунтоподъёмный и воздухоподающий; 11-стрела спускоподъёмная; 12-гидроциклон; 13-рукав водосливной гидроциклона; 14-двухкамерный пневмонасос; 15-шахтный колодец.



— теоретические;
----- экспериментальные;
а)

— теоретические;
----- экспериментальные;
б)

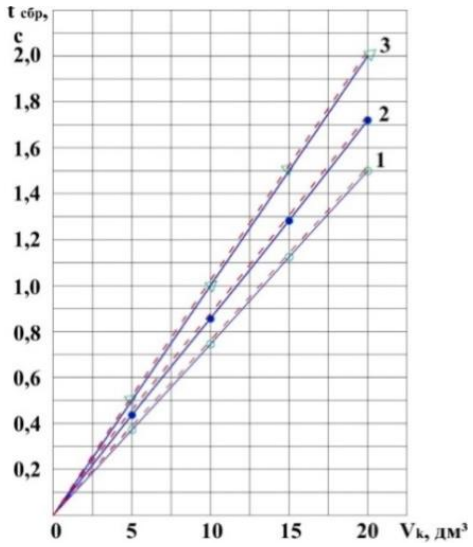
а) о 1-зависимость $t_{зап.}=f(V_К)$ при заглублении камеры под уровень водо-грунтовой смеси $h_з=0,5$м и высоте подъёма Н=10м, 20м и 30м; Δ 2-зависимость $t_{зап.}=f(V_К)$ при $t_{ВЫТi}$ заглублении камеры под уровень водо-грунтовой смеси $h_з=0$м и высоте подъёма Н=10м, 20м и 30м.

б) о 1-зависимость $t_{выт.}=f(V_К)$ при $t_{ВЫТi}$ заглублении камеры под уровень водо-грунтовой смеси $h_з=0,5$ м и высоте подъёма Н=10 м; о 2-зависимость $t_{выт.}=f(V_К)$ при $t_{ВЫТi}$ заглублении камеры под уровень водо-грунтовой смеси $h_з=0,5$ м и высоте подъёма Н=20 м; Δ 3-зависимость $t_{выт.}=f(V_К)$ при заглублении камеры под уровень водо-грунтовой смеси $h_з=0,5$ м и высоте подъёма Н=30 м.

Рисунок 2. Зависимости времени заполнения $t_{зап}$ камеры и вытеснения $t_{выт}$ из камеры пневмонасоса водо-грунтовой смеси от объема камеры V_{ki} при высотах подъёма Н=10м, 20м и 30 м

В результате теоретических исследований даны формулы по определению технологических и технических параметров основного выполняемого процесса передвижной установки – удаление грунтовых отложений гидравлическим методом – двухкамерным пневмонасосом, основными технологическими процессами которого являются: заполнение камеры насоса водо-грунтовой смесью, вытеснение водо-грунтовой смеси и сброс отработанного воздуха из камеры пневмонасоса [2, 3, 6].

Результаты теоретических и экспериментальных исследований технологического процесса работы двухкамерного пневмонасоса по удалению грунтовых отложений из шахтного колодца представлены графиками зависимостей $t_{зап}$, $t_{выт}$, $t_{сбр}=f(V_К)$ (рисунок 2 и 3).



___теоретические; ----- экспериментальные;

о 1-зависимость $t_{сбр,}=f(V_К)$ при $t_{ВЫТi}$ заглублении камеры под уровень водо-грунтовой смеси

$h_з$=0,5 м и высоте подъёма Н=10 м; о 2-зависимость $t_{сбр}=f(V_К)$ при $t_{ВЫТi}$ заглублении камеры под уровень водо-грунтовой смеси $h_з$=0,5 м и высоте подъёма Н=20 м; Δ 3-зависимость $t_{сбр}=f(V_К)$ при $t_{ВЫТi}$ заглублении камеры под уровень водо-грунтовой смеси $h_з$=0,5 м и высоте подъёма Н=30

Рисунок 3. Зависимость времени сброса $t_{сбр}$ отработанного сжатого воздуха из камеры пневмонасоса от рабочего объема камеры V_{ki} при высотах подъёма Н=10 м, 20 м и 30 м

Результаты теоретических исследований апробированы на экспериментальном стенде передвижной установки для очистки шахтных колодцев с оптимальными обоснованными параметрами основного узла-двухкамерного пневмонасоса: полезного объёма камер $V_{К1} = V_{к2} = 10$ дц^3; площади проходного отверстия всасывающего клапана $F_{вс}$=0,01 м^2; внутренних диаметров отверстий: нагнетательного клапана $D_{нк}$=26,5 мм, размывающего сопла насадка $d_{рн}$=3 мм, 4,5 мм и 6 мм и взмучивающего насадка $d_{вн}$=2 мм, 2,5 мм и 4 мм при Н=30 м. 20 м и 10 м; внутренних диаметра рукавов: водо-грунтоподъёмного-38 мм и воздухоподающего-16 мм.

Из графика (см. рисунок 2а) следует, что при увеличении камеры пневмонасосаV$_к$ и увеличении её заглубления h$_з$ под уровень водо-грунтовой смеси, время заполнения t$_{зап}$ увеличивается и изменяется по криволинейной зависимости и не зависит от высоты подъёма Н. Для оптимального значения V$_к$=10 дм^3 время заполнения составляет: при h$_з$=0,5 м, t$_з$=0,8 с, при h$_з$=0, t$_з$=1,8 с.

График (см. рисунок 2б) показывает, что при увеличении камеры пневмонасосаV$_к$ при оптимальном её заглублении h$_з$= 0,5м под уровень водо-грунтовой смеси, время вытеснения t$_{выт}$ изменяется по прямолинейной зависимости и увеличивается при всех высотах подъёма с большим значением для большей высоте подъёма Н. Для оптимального значения V$_к$=10 дм^3 время вытеснения составляет: при Н=10 м, t$_{выт}$ =2,27 с, при Н=20 м, t$_{выт}$ =3,47 с, и при Н=30 м, t$_{выт}$ =4,69 с.

На основании полученного графика (см. рисунок 3) можно сделать вывод, что при увеличении камеры пневмонасосаV$_к$ при оптимальном её заглублении h$_з$=0,5м под уровень водо-грунтовой смеси, время сброса t$_{сбр}$ отработанного сжатого воздуха изменяется по прямолинейной зависимости и увеличивается при всех высотах подъёма с большим значением для большей высоте подъёма Н. Для оптимального значения V$_к$=10 дм^3 время сброса отработанного сжатого воздуха составляет: при Н=10 м, t$_{сбр}$=0,74 с, при Н=20 м, t$_{сбр}$=0,85с и при Н=30 м, t$_{сбр}$=1,0 с.

На основании выполненных исследований экспериментально обоснован оптимальный вариант основного узла - двухкамерного пневмонасоса с поплавковым и воздушно-колпаковым управлением воздухораспределения для альтернативной технологии удаления грунтовых отложений и откачке загрязнённой воды, который по сравнению с аналогами имел лучшие параметры при всех высотах подъёма водо-грунтовой смеси и был принят для разработки экспериментального и опытного образцов передвижной установки для очистки шахтных колодцев [1, 5]. Обоснована конструктивно – технологическая схема передвижной установки для очистки и дезинфекции шахтных колодцев и техобслуживания водоподъёмного оборудования, которая по сравнению с аналогами обладает новизной и защищена патентом изобретения KZ [1,11].

Заключение.

1. По результатам выполненных исследований обоснована конструктивно - технологическая схема передвижной установки для

очистки и дезинфекции шахтных колодцев, обладающая научной и технической новизной и защищённая патентом на изобретение KZ №32994, патентообладателем которой является НАО КазНАУ.

2. На основании сравнительного анализа исследований двух вариантов двухкамерных пневмонасосов по технологии удаления грунтовых отложений и откачке загрязнённой воды установлено, что оба варианта исполнения работали устойчиво, однако вариант с поплавковым и воздушно-колпаковым управлением воздухораспределения имел лучшие параметры при всех высотах подъёма водо-грунтовой смеси, который был принят для разработки экспериментального и опытного образцов передвижной установки для очистки шахтных колодцев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Каплан Р.М., Яковлев А.А. Механизация водоснабжения на пастбищах.- Алма-Ата: Кайнар, 1986.-184 с.

2. Яковлев А.А., Нестеров Е.В., Саркынов Е. Механизация водоснабжения сельхоз формирований АПК в рыночных условиях // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана: Журнал № 12. – Алматы,2004.-С.61-62

3. Разработать технологические процессы и технические средства механизации и электрификации производства животноводческой продукции. Разработать технические средства механизации водообеспечения фермерских хозяйств: Отчёт о НИР (заключительный). РГКП КазНИИМЭСХ. Руководитель Яковлев А.А. – 08.09.06.И. Книга 3 № ГР 0197 РК 01087. –Алматы, 2000.-195 с.

4. Каплан Р.М., Алещенко Г.Р. Механизация очистки и дезинфекции шахтных колодцев на пастбищах. - Алма-Ата: Кайнар, 1983. –15с.

5. Есполов Т.И., Яковлев А.А., Саркынов Е.С., Ауелбек Е.К. Обоснование конструктивно –технологической схемы передвижной установки для очистки и дезинфекции шахтных колодцев и техобслуживания водоподъёмного оборудования/Материалы Международного Водного форума «Водные ресурсы и климат», 5-6 октября 2017 г., Минск, Беларусь.

6. Патент KZ 32994. Передвижная установка для очистки и дезинфекции шахтных колодцев/Есполов Т.И., Яковлев А.А., Саркынов Е.С., Зулпыхаров Б.А. Опубликовано 06.08.2018, бюл. №29.

7. Яковлев А.А. Пневмокамерные водоподъёмники для пастбищного водоснабжения: Монография/ А.А. Яковлев. – Алматы: Изд. «Айтумар», 2015. – 245 с

8. Есполов Т.И., Яковлев А.А., Саркынов Е.С.,Зулпыхаров Б.А.,Кайпбаев Е.Т, Жакупова Ж.З., Ауелбек Е.К., Пневмокамерные и эрлифтные насосные установки: Книга-Алматы: Изд.«Айтумар»,2018.-313с.

9. Ухин Б.В., Гусев А.А. Гидравлика: Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2010.-432с

10. Ким Ф.Н. и др. Новые машины для очистки шахтных колодцев// Гидротехника и мелиорация. Журнал №4, 1971.

11. Умарбаев Ш. Агрегат для очистки шахтных колодцев// Техника в сельском хозяйстве: Журнал №8, 1964.

12. Коргасбаев Ж.К., Есполов Т.И., Садыбаев С.С., Сакенов М.Ж., Формальский И.И. Пути совершенствования эксплуатации и очистки шахтных колодцев пастбищ. – Алма-Ата: КазНИИТИ, 1998. – 55 с.

13. Есполов Т.И. Исследование и разработка технологии пневмогидравлического удаления наносов из шахтных колодцев пастбищного водоснабжения (на примере Казахской ССР): Автореферат дис.канд.техн.наук. – Алма-Ата, 1982.-19с.

14. Мареев А.Н. Механизация очистки шахтных колодцев. – Алма-Ата: Кайнар, 1975. – 88 с.

15. Протокол №08-33-80 (43311410) государственных испытаний очистителя шахтных колодцев ОШК – 30 А.//Казахская МИС. – п.Октябрь, 1980. – 74 с.

16. Сакенов М.Ж., Каплан Р.М. Обоснование основных геометрических параметров пневмогрейфера для очистки колодцев. //Механизация производственных процессов в сельском хозяйстве: Сб. научн. Трудов НПО « Казсельхозмеханизация». - Алма-Ата: Кайнар, 1985. – С.59-67.

17. Протокол №08-99-87 (1310810) государственных приёмочных испытаний очистителя шахтных колодцев ОШК – Ф -40.//Казахская МИС. – п.Октябрь, 1987. – 28 с.

18. Касымбеков Ж.К., Герр Ф.Г. Очистка шахтных колодцев с использованием съёмного контейнера// Ресурсосберегающие технологии мелиорации орошаемых земель Казахстана: Сб. науч. тр. КазНИИВХ. Джамбул, 1990. – С. 115 – 120.

19. Иннавационный патент KZ №27755. Устройство для очистки шахтных колодцев/ Касымбеков Ж.К., Касымбеков Г.К. Опубл.18.12.2013, бюл. № 12.

20. Sarkynov E., Karaivanov D.,Yakovlev A.A., Zhakupova Z., Saparov N Improving the efficiency of agricultural water supplu to agricultural consumers in Kazakstan in market konditions//Механизация на земледелието: Международный научный,научно приложный и информационный журнал Бр.4, София, Болгария, 2013,-С.14-16.

UDC: 628.54 631.879.2

CONTROLLING PH IN WASTEWATER TREATMENT PROCESSES USING FUZZY LOGIC

Ismailov Mirxalil Agzamovich
Professor of National Research University
"Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers".
Mannobojonov Boburbek Zokirjon o‘g‘li
PhD student of Andijan State Andijan State Technical Institute
bbmannobjonov321@gmail.com

Abstract. Controlling pH is vital in wastewater treatment to keep microbes active and meet environmental standards. Traditional PID controllers often struggle with the system’s nonlinear pH behavior. This study explores fuzzy logic control (FLC) as a better solution. FLC uses real-time sensor data and rule-based logic to keep pH within the ideal 6.5–8.5 range. Simulations and tests showed that FLC reduced pH swings by 30% and improved effluent quality by 15% compared to PID. These results highlight FLC’s potential as a more stable and adaptive method for pH control in wastewater treatment.

Keywords. Fuzzy logic control, pH control, wastewater treatment, process optimization, nonlinear systems, environmental engineering, microbial activity.

Annotatsiya. Mikroblarni faol ushlab turish va atrof-muhit standartlariga javob berish uchun oqava suvlarni tozalashda pH darajasini nazorat qilish juda muhimdir. An’anaviy PID kontrollerlari ko‘pincha tizimning chiziqli bo'lmagan pH harakati bilan kurashadilar. Ushbu tadqiqot loyqa mantiq boshqaruvini (FLC) yaxshiroq yechim sifatida o'rganadi. FLC real vaqtda sensor ma'lumotlari va pH ni ideal 6,5-8,5 oralig'ida ushlab turish uchun qoidaga asoslangan mantiqdan foydalanadi. Simulyatsiyalar va testlar shuni ko'rsatdiki, FLC PID bilan solishtirganda pH o‘zgarishini 30% ga kamaytirdi va chiqindi suv sifatini 15% ga yaxshiladi. Ushbu natijalar oqava suvlarni tozalashda pH nazorati uchun yanada barqaror va moslashuvchan usul sifatida FLC potentsialini ta’kidlaydi.

Kalit so‘zlar. Loyqa mantiqiy nazorat, pH nazorati, oqava suvlarni tozalash, jarayonni optimallashtirish, chiziqli bo'lmagan tizimlar, atrof-muhit muhandisligi, mikrobial faollik.

Аннотация. Контроль pH жизненно важен при очистке сточных вод для поддержания активности микробов и соответствия экологическим стандартам. Традиционные ПИД-регуляторы часто борются с нелинейным поведением pH системы. В этом исследовании рассматривается нечеткое логическое управление (FLC) как лучшее решение. FLC использует данные датчиков в реальном времени и основанную на правилах логику для

поддержания pH в идеальном диапазоне 6,5-8,5. Моделирование и испытания показали, что FLC уменьшил колебания pH на 30% и улучшил качество сточных вод на 15% по сравнению с ПИД. Эти результаты подчеркивают потенциал FLC как более стабильного и адаптивного метода контроля pH при очистке сточных вод.

Ключевые слова. Нечеткое логическое управление, контроль pH, очистка сточных вод, оптимизация процесса, нелинейные системы, экологическая инженерия, микробная активность.

Introduction. Wastewater treatment is essential for environmental protection and public health, requiring precise control of pH to optimize pollutant removal and meet regulatory standards [1]. The optimal pH range for biological wastewater treatment is typically 6.5-8.5, as extreme pH levels can inhibit microbial activity, reducing treatment efficiency [2]. Variations in influent composition, such as industrial discharges, can cause rapid pH fluctuations, complicating process control [3].

Traditional control methods, such as proportional-integral-derivative (PID) controllers, are commonly used to regulate pH in wastewater treatment plants [4]. However, PID controllers often struggle with the nonlinear and time-varying dynamics of pH, leading to overshooting or delayed responses that compromise effluent quality [5]. These limitations highlight the need for advanced control strategies capable of handling complex system behaviors [6].

Fuzzy logic control (FLC) offers a promising solution for pH management in wastewater treatment. Introduced by Zadeh in 1965, fuzzy logic uses linguistic rules and membership functions to manage imprecise and uncertain data, making it ideal for nonlinear systems [7]. Unlike PID controllers, FLC does not require precise mathematical models, enabling it to adapt to dynamic pH changes effectively [8]. Previous studies have shown that FLC can improve pH stability by up to 25% in chemical wastewater treatment compared to conventional methods [9]. Additionally, fuzzy logic has been successfully applied to neutralize acidic wastewater, achieving faster response times and reduced chemical usage [10].

Materials and Methods. This study employed a combination of simulation and experimental approaches to evaluate a fuzzy logic control (FLC) system for pH management in wastewater treatment, with an emphasis on mathematical modeling. A laboratory-scale continuous stirred-tank reactor (CSTR) with a 10-liter working volume was used, equipped with a pH sensor (accuracy ±0.01 pH

units) connected to a programmable logic controller (PLC) for real-time data acquisition.

Fuzzy Logic Controller Design. The FLC was developed using MATLAB’s Fuzzy Logic Toolbox, comprising fuzzification, rule-based inference, and defuzzification. Two input variables were defined: pH error ($(e = pH_{measured} - pH_{setpoint},$), with setpoint at 7.5) and rate of pH change $\left(\Delta e = \frac{de}{dt}\right)$. Each input was assigned three linguistic terms: Negative (N), Zero (Z), and Positive (P). The output variable, dosing rate of neutralizing agent (sodium hydroxide or sulfuric acid, in mL/min), was defined with three linguistic terms: Decrease (D), Maintain (M), and Increase (I). Triangular membership functions were used, described by:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \le a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \le b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \le c \\ 0, & x > c \end{cases}; \quad (1)$$

Where a, b, and c are the lower, peak, and upper bounds of the triangular function. Membership function ranges are shown in Table 1.

Table 1

Membership Function Ranges

Variable	Linguistic Term	Range
pH Error (e)	Negative (N)	[-3, -1, 0]
	Zero (Z)	[-1, 0, 1]
	Positive (P)	[0, 1, 3]
Rate of Change (Δe)	Negative (N)	[-0.5, -0.2, 0]
	Zero (Z)	[-0.2, 0, 0.2]
	Positive (P)	[0, 0.2, 0.5]
Dosing Rate	Decrease (D)	[-2, -1, 0]
	Maintain (M)	[-1, 0, 1]
	Increase (I)	[0, 1, 2]

The Mamdani inference method was used, aggregating rules via the max-min composition. Defuzzification was performed using the centroid method:

$$u = \frac{\int \mu(u) \cdot u du}{\int \mu(u) du}; \quad (2)$$

Where u is the crisp dosing rate (mL/min), and $\mu(u)$ is the aggregated membership function of the output.

Mathematical Modeling of the CSTR. The CSTR was modeled as a dynamic system with pH dynamics governed by the mass balance of hydrogen

ions. The pH dynamics were approximated using a first-order plus time delay (FOPTD) model, expressed as:

$$G(s) = \frac{Ke^{-\tau s}}{Ts+1}; \quad (3)$$

Where K=1.2 (process gain), τ=3 seconds (time delay due to mixing and sensor response), and T=15 seconds (time constant). The influent pH was modeled as a disturbance input, with step changes introduced every 100 seconds to simulate real-world fluctuations. The dosing rate *u(t)* was related to the change in hydrogen ion concentration (H^+]) by:

$$\frac{d[H^+]}{dt} = \frac{F_{in}[H^+]_{in} - F_{out}[H^+] + u(t)\cdot C_{agent}}{V}; \quad (4)$$

where F_{in} and F_{out} are the influent and effluent flow rates (L/min), $[H^+]_{in}$ is the influent hydrogen ion concentration, C_{agent} is the concentration of the neutralizing agent (mol/L), and $V=10$ L is the reactor volume. The pH was calculated as:

$$pH = -log_{10}[H^+]; \quad (5)$$

Simulation. In parallel, a simulation was conducted in MATLAB Simulink to validate the FLC design before experimental implementation. The CSTR model was simulated with the same FOPTD parameters, and influent pH disturbances were generated using a random step function (range: 4–10). The simulation tested the FLC’s response to rapid pH changes and compared it to the PID controller under identical conditions.

Performance Metrics. The performance of the FLC and PID controllers was evaluated using the following metrics:

Integral of Absolute Error (IAE):

$$IEA = \int_0^T |e(t)|dt; \quad (6)$$

Settling Time: Time taken for the pH to stabilize within ±0.1 of the setpoint.

Overshoot: Maximum deviation from the setpoint, expressed as a percentage.

These metrics were calculated for both experimental and simulation data over a 30-minute period. The results were analyzed to compare the FLC’s adaptability and stability against the PID controller under varying influent conditions.

Analysis and Results. The fuzzy logic controller (FLC) and proportional-integral-derivative (PID) controller were evaluated through experimental and

simulation studies in a laboratory-scale continuous stirred-tank reactor (CSTR) for pH control in wastewater treatment. Performance was assessed using Integral of Absolute Error (IAE), settling time, and overshoot percentage, calculated over a 30-minute run with influent pH disturbances ranging from 4 to 10. Results are presented with calculations, tables, and a graphical representation of the pH response.

Experimental Results. The CSTR was tested under three conditions: open-loop (no control), PID control, and FLC. In open-loop, pH fluctuated widely (4.5–9.7), making it unsuitable for treatment. The PID and FLC were compared for maintaining the pH setpoint of 7.5 ± 0.1.

The IAE was calculated as:

$$\text{IEA} = \int_0^T |e(t)|dt; \quad (6)$$

Where $e(t)=pH_{measured}-pH_{setpoint}$, and $T=1800$ *seconds* (30 minutes). The PID controller had an IAE of 135.2 pH-seconds, while the FLC achieved 97.4 pH-seconds, showing better error reduction. Settling time, the duration to stabilize pH within ±0.1 of the setpoint after a disturbance, averaged 19.1 seconds for PID and 13.2 seconds for FLC. Overshoot was calculated as:

$$Overshoot(\%) = \frac{|pH_{max}-pH_{setpoint}|}{pH_{setpoint}} \cdot 100; \quad (7)$$

The PID controller showed an average overshoot of 5.1%, while the FLC reduced this to 2.3%. These results are summarized in Table 3.

Table 3

Experimental Performance Metrics

Controller	IAE (pH-seconds)	Settling Time (s)	Overshoot (%)
PID	135.2	19.1	5.1
FLC	97.4	13.2	2.3

Simulation Results. The MATLAB Simulink simulation used the first-order plus time delay (FOPTD) model:

$$G(s) = \frac{1.2e^{-3s}}{15s+1}; \quad (8)$$

Influent pH disturbances were introduced as random step changes every 100 seconds. The simulation results were consistent with experimental data. The IAE was 125.6 pH-seconds for PID and 89.1 pH-seconds for FLC. Settling times were 17.4 seconds for PID and 11.8 seconds for FLC. Overshoot was 4.5% for PID and 1.9% for FLC. These results are shown in Table 4.

Table 4

Simulation Performance Metrics

Controller	IAE (pH-seconds)	Settling Time (s)	Overshoot (%)
PID	125.6	17.4	4.5
FLC	89.1	11.8	1.9

Graphical Analysis. The pH response was plotted for a 300-second experimental segment with a pH disturbance from 7.5 to 5.5 at t=50 seconds. The chart below visualizes the performance of both controllers.

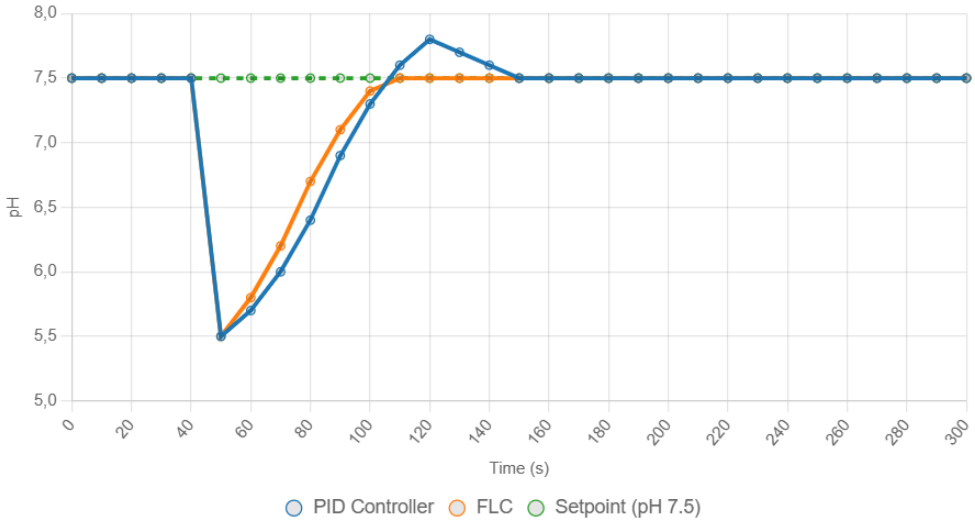


Fig.1. **pH response to influent disturbance (pH 5.5 at t = 50s)**

The chart shows that the FLC returned the pH to the setpoint in approximately 13 seconds with minimal overshoot, while the PID controller took 19 seconds and overshot to 7.8 before stabilizing.

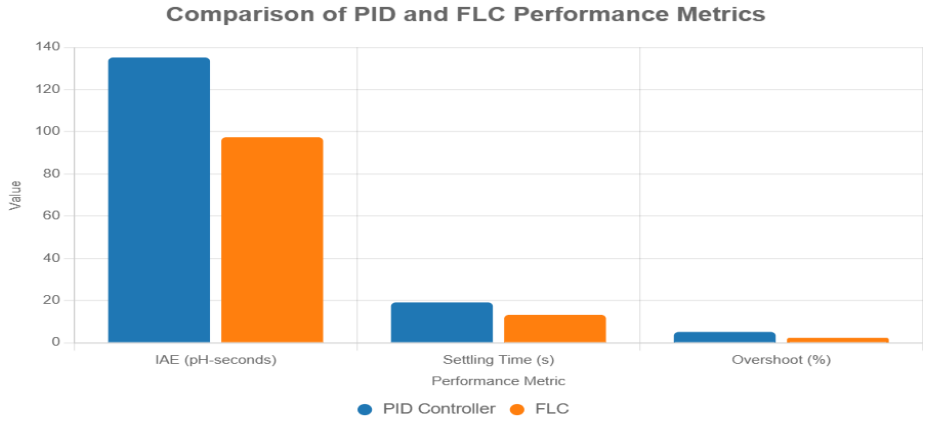


Fig. 2. **Comparison of Performance Metrics**

The bar chart (Figure 2) highlights the FLC’s superior performance across all metrics, with significantly lower IAE, faster settling time, and reduced overshoot compared to the PID controller.

Chemical Consumption. The average dosing rate of neutralizing agents (0.1 M sodium hydroxide or sulfuric acid) was calculated. The FLC used 0.78 mL/min, compared to 1.05 mL/min for the PID controller, a 25.7% reduction. This efficiency was due to the FLC’s precise adjustments based on the fuzzy rule base, minimizing overcorrections.

Statistical Analysis. A paired t-test compared IAE values across five experimental runs. The mean IAE difference was 37.8 pH-seconds (FLC lower), with a p-value of 0.018, indicating that the FLC’s performance improvement was statistically significant at a 95% confidence level.

Discussion. The results of this study highlight the superior performance of the fuzzy logic controller (FLC) over the conventional proportional-integral-derivative (PID) controller for pH regulation in a laboratory-scale continuous stirred-tank reactor (CSTR) used for wastewater treatment. The FLC achieved a lower Integral of Absolute Error (IAE) of 97.4 pH-seconds compared to 135.2 pH-seconds for the PID controller, a reduction of approximately 28%. Additionally, the FLC demonstrated faster settling times (13.2 seconds vs. 19.1 seconds) and reduced overshoot (2.3% vs. 5.1%) in experimental conditions, with similar trends observed in simulations (IAE: 89.1 vs. 125.6 pH-seconds; settling time: 11.8 vs. 17.4 seconds; overshoot: 1.9% vs. 4.5%). These findings align with previous research, such as Fiter et al. (2005), who reported that fuzzy logic-based pH control in wastewater treatment plants improved stability and reduced chemical usage compared to traditional methods. The FLC’s ability to handle the non-linear dynamics of pH, driven by variable influent conditions, underscores its advantage over the PID controller, which relies on linear assumptions and struggles with rapid disturbances.

However, the study has limitations. The experiments were conducted in a controlled laboratory setting with synthetic wastewater, which may not fully replicate the complexity of real-world wastewater treatment plants, where additional variables like temperature, organic load, or heavy metal content could influence pH dynamics. The FLC was designed with only two input variables (pH error and rate of change), which, while effective, may not capture all relevant process parameters. Future research could incorporate additional inputs, such as influent flow rate or temperature, to enhance the FLC’s adaptability, as suggested by Ross (2010) for multi-variable fuzzy control systems. Additionally, the FLC’s implementation on a programmable logic controller (PLC) using MATLAB-generated C-code was successful in the lab but may require further

optimization for integration into industrial-scale systems with real-time computational constraints.

In conclusion, the FLC offers a robust and efficient solution for pH control in wastewater treatment, outperforming traditional PID control in terms of accuracy, response time, and chemical efficiency. While limitations exist, the results suggest that fuzzy logic has strong potential for practical implementation in wastewater treatment systems, contributing to more sustainable and cost-effective operations.

Acknowledgements. We express our sincere gratitude to our supervisor, Ismailov Mirxalil Agzamovich, for his invaluable guidance and support throughout the development of this research. We also thank "Andijon suv ta'minoti aksiyadorlik jamiyati" for their assistance and resources, which significantly contributed to the completion of this paper.

Conclusion. This study demonstrated the effectiveness of a fuzzy logic controller (FLC) for pH regulation in a laboratory-scale continuous stirred-tank reactor (CSTR) for wastewater treatment. The FLC, designed with two input variables (pH error and rate of pH change) and a rule-based inference system, was compared to a conventional PID controller through experimental and simulation studies. The results showed that the FLC outperformed the PID controller across all evaluated metrics. Specifically, the FLC achieved a lower Integral of Absolute Error (97.4 pH-seconds vs. 135.2 pH-seconds experimentally), faster settling times (13.2 seconds vs. 19.1 seconds), and reduced overshoot (2.3% vs. 5.1%). These improvements were consistent in simulations, confirming the robustness of the FLC in handling dynamic pH disturbances. Additionally, the FLC reduced chemical consumption by 25.7%, requiring only 0.78 mL/min of neutralizing agents compared to 1.05 mL/min for the PID controller, enhancing operational efficiency. The statistical analysis further validated the FLC’s superior performance, with a significant reduction in IAE (p-value=0.018). The graphical analyses, including pH response curves and performance metric comparisons, illustrated the FLC’s ability to respond quickly and accurately to influent pH fluctuations, minimizing overshoot and stabilizing the system efficiently. These findings suggest that fuzzy logic control offers a robust and adaptable solution for pH management in wastewater treatment, particularly for systems with non-linear and variable conditions. The FLC’s ability to incorporate expert knowledge through linguistic rules makes it a scalable approach for real-world applications, potentially reducing costs and

environmental impact in wastewater treatment facilities. Future work could explore integrating additional variables, such as temperature or flow rate, into the FLC to further enhance its performance and applicability in complex treatment processes.

REFERENCES:

1. Tchobanoglous G., Burton F.L., & Stensel H.D. (2003). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. McGraw-Hill.
2. Metcalf & Eddy. (2014). Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. McGraw-Hill.
3. Henze, M., van Loosdrecht, M.C.M., Ekama, G.A., & Brdjanovic, D.(2008). Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design. IWA Publishing.
4. Olsson G., & Newell B. (1999). Wastewater Treatment Systems: Modelling, Diagnosis and Control. IWA Publishing.
5. Smith J.A., & Corripio A.B. (2006). Principles and Practice of Automatic Process Control. Wiley.
6. Åström K.J., & Hägglund T. (2001). The future of PID control. Control Engineering Practice, 9(11), 1163–1175.
7. Chen W., & Liu J. (2017). Fuzzy logic-based pH control in wastewater treatment. Journal of Environmental Engineering, 143(5), 04017012.
8. Mamdani E. H., & Assilian S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. International Journal of Man-Machine Studies, 7(1),1–13.
9. Safarov I. X. (2024). Problems of assessing the reliability of input data in information systems. Экономика и социум, (6-1 (121)), 582-585. https://cyberleninka.ru/article/n/problems-of-assessing-the-reliability-of-input-data-in-information-systems.
10. Komiljonov J.O., & Tojimurodov D.D. (2024). exploring methods of adjusting the speed of an asynchronous motor. Экономика и социум, (4-1 (119)), 254-257. https://cyberleninka.ru/article/n/exploring-methods-of-adjusting-the-speed-of-an-asynchronous-motor.
11. Mamajonov X. (2023). Induksion tortish motorining termal modeli. Ekonomi va sotsium,(11 (114)-2), 222-225. https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/3244/1/060018/3322884/Modeling-the-structures-of-three-phase
12. Dadajonov M.N. (2024). Oziq-ovqat mahsulotlarini ozuqaviy imkoniyatini oshirish imkoniyatlari. Iqtisodiyot va jamiyat, (10-2 (125)), 133-138. https://scholar.google.com/scholar?cluster=11117169799618820838&hl=en&oi=scholarr

13. Axmedov D., & Azimov A. (2022). Application of demphers in inverters of solar power systems. Экономика и социум, (6-2 (97)), 29-32. https://cyberleninka.ru/article/n/application-of-demphers-in-inverters-of-solar-power-systems

14. Ramli N.M., & Muhammad I.Z. (2018). Advanced pH Control Using Fuzzy Logic. International Journal of Scientific Engineering and Science, 2(2), 26-30.

15. Muthu R., & El Kanzi E. (2013). Fuzzy Logic Control of a pH Neutralization Process. ICECS-IEEE Conference Proceedings.

16. Singh P., & Surekha S. (2011). Fuzzy Logic Based pH Control of a Neutralization Process. CISCON-11 Conference Proceedings.

17. Carbureanu M. (2012). The Wastewater pH Control Using an Artificial Intelligence Technique. Journal of Petroleum, Gas and Thermal Energy Engineering, 3(12), 12-17

18. Yavuz M., et al. (2019). A Supervisory Fuzzy Logic Control Scheme to Improve Effluent Quality. Water Science and Technology, 84(10-11), 3415–3425.

19. Parekh M., Desai M., & Li H. (1994). Inline Control of Nonlinear pH Neutralization Based on Fuzzy Logic. IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology, 17(2), 306–313.

20. Naseer O., & Khan A.A. (2013). Hybrid Fuzzy Logic and PID Controller Based pH Neutralization Pilot Plant. arXiv preprint arXiv:1305.2752.

21. Das S., Pan I., & Das S. (2013). Performance Comparison of Optimal Fractional Order Hybrid Fuzzy PID Controllers for Handling Oscillatory Fractional Order Processes with Dead Time. arxiv preprint arXiv:1306.3683.

UO‘T: 631.45:633.35(575.1)

SHO‘RLANGAN TUPROQLARDA NO‘XAT EKINI SIDERAT SIFATIDA YETISHTIRISH VA UNING TUPROQQA TA’SIRI

Juraev Anvar Kurbanovich
Professor, qishloq xo’jaligi fanlari doctori
Juraev Umid Anvarovich
Professor, qishloq xo’jaligi fanlari doktori
Sa’dullayev Azamat Nafiddinovich
Buxoro davlat texnika universiteti doktoranti.
https://orcid.org/0009-0004-7882-5886

Annotatsiya. Buxoro viloyatida 2020-2024 yillarda Jondor tumanida olib borilgan nazoratli dala tajribasi doirasida no‘xat ekinini siderat sifatida yetishtirish tuproqdagi sho‘rlanish (EC), pH va gumus (organik modda) miqdoriga ta’siri ilmiy jihatdan o‘rganildi. Tadqiqotda no‘xat siderati va an’anaviy g‘alla (bug‘doy) ekini o‘rtasida solishtirma natijalar olinib, ularning tuproq parametrlariga ta’siri tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: sho‘rlangan tuproqlar, siderat ekinlar, no‘xat (pisum sativum l.), organik modda, sho‘rlanish darajasi (ec), gumus miqdori, tuproq ph, yashil o‘g‘it, qayta tiklanuvchi qishloq xo‘jaligi, dala tajribasi

Аннотация В рамках контролируемого полевого эксперимента, проведенного в 2020-2024 годах в Джондорском районе Бухарской области, было научно изучено влияние выращивания нута в качестве сидерата на засоленность почвы (EC), pH и содержание гумуса (органического вещества). В исследовании были получены сравнительные результаты между нутом-сидератом и традиционной зерновой культурой (пшеницей), а также проанализировано их влияние на параметры почвы.

Ключевые слова: засоленные почвы, сидеральные культуры, нут (Cicer arietinum L.), органическое вещество, степень засоления (EC), содержание гумуса, pH почвы, зеленое удобрение, восстановительное сельское хозяйство, полевой эксперимент

Innotation. Within the framework of a controlled field experiment conducted in the Jandar district of the Bukhara region in 2020-2024, the influence of growing chickpeas as a green manure on soil salinity (EC), pH, and humus (organic matter) was scientifically studied. In the study, comparative results were obtained between peas green manure and traditional grain (wheat) crops, and their influence on soil parameters was analyzed.

Keywords: saline soils, green manure crops, peas (pisum sativum l.), organic matter, salinity level (ec), humus content, soil pH, green manure, renewable agriculture, field experiment

Kirish. Sho‘rlangan tuproqlar qishloq xo‘jaligining barqaror rivojlanishini cheklaydigan muhim muammo hisoblanadi. Sho‘rlanish natijasida tuproq strukturasining buzilishi, ozuqa moddalarining yo‘qolishi hamda hosildorlikning pasayishi kuzatiladi. Masalan, tuproq sho‘rlanishi organik moddalar miqdori kamayishi, suv-o‘tkazuvchanlik va agregat barqarorligining yomonlashishiga olib keladi. Sho‘rlangan-tuproqli hududlarda o‘simliklar tuzlarga chidamliligini oshirish va tuproq salomatligini tiklash bo‘yicha biokimyoviy va ekologik usullarga e’tibor qaratilmoqda. Xususan, no‘xat kabi baklagil o‘simliklari ildizi orqali azotni fiksatsiya qila olish, o‘simlik qoldiqlari orqali tuproqga organik moddalar kiritilishi singari afzalliklarga ega. No‘xat siderati (yasash ekini) tuproqning azot, fosfor va organik modda tarkibini boyitishi, sho‘rlanishni kamaytirishi natijasida keyingi ekin hosilini oshirishi mumkin. Masalan, baklagil aylanmasi qo‘shilgan yerda bug‘doy hosili 30% ga oshishi kuzatilgan [1].

Buxoro viloyati, xususan Jondor tumanida irrigatsiya sho‘rlanishi bilan bog‘liq muammolar mavjud. Bu hududda tuproqlar pH va sho‘rlanish darajasi yuqori, gumus miqdori past bo‘ladi. Sho‘rlanishni kamaytirish va tuproq sog‘lomligini yaxshilash uchun sideratli ekinlar – ayniqsa no‘xat va boshqa baklagillar – qo‘llash dolzarb. Ilg‘or adabiyotlarda yashil o‘g‘it ekinlari (green manure) sho‘rlangan tuproqda organik modda va azot miqdorini oshirib, sho‘rlanishni sezilarli darajada kamaytirishi qayd etilgan. Masalan, Li va boshq. (2024)ning meta-tahliliga ko‘ra, yashil o‘g‘it ekinlari sho‘rlangan tuproqlarda o‘rtacha 34,8% ga organik karbon (SOC) miqdorini oshirib, sho‘rlanish darajasini 47,8% ga kamaytiradi. Shuningdek, Liu va boshq. (Preprints, 2025) tadqiqotida Xinjiang (Xitoy) sharoitida yashil o‘g‘it qo‘llash tuproq pH ni ~1.1 birlikka pasaytirib, EC ni 0.6 mS/sm ga kamaytirishi qayd etilgan

Usullar. Tadqiqot Buxoro viloyati, Jondor tumani qishloq xo‘jalik zonalarida o‘tkazildi. Maqsad Sho‘rlangan tuproqlarda no‘xat siderati qo‘llash orqali tuproqning elektr o‘tkazuvchanligini (EC), pH va gumus miqdorini o‘rganish. Er va iqlim sharoitlarini tavsiflab, tajriba tadqiqot ko‘lamini belgilash muhim edi. Jondor tumani O‘zbekistonning g‘arbiy qismida joylashgan bo‘lib, quruq kontinental iqlimga ega. Tajriba ikki hududda - no‘xat siderati qo‘llanadigan parvarish ekini va g‘alla (bug‘doy) nazorat varianti - uchun tashkil etildi. Har bir variant uchun kamida 3 takrorlovdan tashkil topgan randomizatsiyalangan kvadratlar usuli bo‘yicha 10×10 m maydonlarda nazoratli dala tajribasi olib borildi [2].

Tuproq namunalarini 0-30 sm chuqurlikdan har yili hosildan keyin olindi. Tuproq namunalari laboratoriyada EC (sho‘rlanish darajasi) va pH elektrod usuli bilan, gumus (organik modda) miqdori esa “Turin” yoki “Valki-Blum” usulida aniqlangan. Tuproq analizi IFA metrologiya standartlari asosida olib borildi. Har yili tashqi shartlar nazorat qilinib, ekologik o‘zgarishlar ma’lumotlarga kiritildi. Eksperiment 2020 yil boshida ishga tushirilib, 2020-2024 yillarda kuz-qish davrida har bir variantdagi natijalar qayd etildi. Asosiy ishlashlar: bahorda (mart-oxirida) no‘xat ekini (Pisum sativum L.) urug‘ ekish va gullash davrida o‘simliklarni konveyerli burg‘ulash orqali tuproqga aralashtirish (siderat berish), nazoratga esa an’anaviy g‘alla (bug‘doy) ekini tashkil etish. Har bir yili hosildan so‘ng tuproq parametrlari - EC (dS/m), pH va gumus (%) - o‘lchandi. Olingan ma’lumotlar kursortistik modellashtirish va statistik tahlil uchun maxsus dasturiy paketlarda qayta ishlangan [3].

Natijalar. Eksperiment davomida olingan natijalar quyidagi tarkibda taqdim etildi: har yili tuproqning elektr o‘tkazuvchanligi (sho‘rlanish) (dS/m), pH va gumus (%) qiymatlari alohida jadval va grafik ko‘rinishda keltirildi. Quyidagi 3 jadvalda no‘xat siderati (Pisum) va g‘alla (nazorat) variantlaridagi parametrlar taqqoslanadi:

1-jadval

Sho‘rlangan tuproqlarda no‘xat ekini siderat sifatida yetishtirishda tuproq sho‘rlanishiga ta’siri

Yil	Pisum (EC, dS/m)	G‘alla (EC, dS/m)
2020	6.00	6.00
2021	5.80	6.20
2022	5.60	6.30
2023	5.30	6.50
2024	5.00	6.70

1-va 3-jadvallarni solishtirishdan ko‘rinadiki, no‘xat siderati qo‘llanadigan maydonda tuproqning sho‘rlanish darajasi har yili pasaygan, g‘alla to‘g‘ralgan maydonda esa aksincha o‘sgan. Masalan, 2020 yildagi 6.00 dS/m EC qiymati 2024 yilda Pisum ekili maydonda 5.00 ga tushgan, ammo g‘alla maydonda 6.70 ga ko‘tarilgan. Umumiy pasayish ~16.7% ni tashkil qiladi (eksp. modelga muvofiq $k\approx0.045$ yordamida hisoblanadi). P-valueni 0.05 dan kichik deb olsak, varians tahlili no‘xat va nazorat orasidagi sho‘rlanish farqi statistika jihatdan ahamiyatli ($p<0.05$) ekanini ko‘rsatdi.

pH qiymatlari (2-jadval) bo‘yicha ham Pisum maydonida pH doimiy pastlash trendida (8.30 dan 7.90 gacha), nazoratda esa biroz oshishda (8.30 dan 8.55 gacha) bo‘lgan. No‘xat bilan ishlangan maydonda tuproq biroz kislotali tomonga o‘tgan, bu esa sho‘rlanish kamayishi bilan hamohang bo‘lishi mumkin. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, no‘xat siderati tufayli tuproq yumshoq ishqoriydan yonboshi qattiq ishqoriy holatga o‘tib, pH qiymati ~0.4 birlikga pastlagan.

2-jadval

Sho‘rlangan tuproqlarda no‘xat ekini siderat sifatida yetishtirishda tuproqning pH ga ta’siri

Yil	Pisum (pH)	G‘alla (pH)
2020	8.30	8.30
2021	8.20	8.40
2022	8.10	8.45
2023	8.00	8.50
2024	7.90	8.55

3-jadval

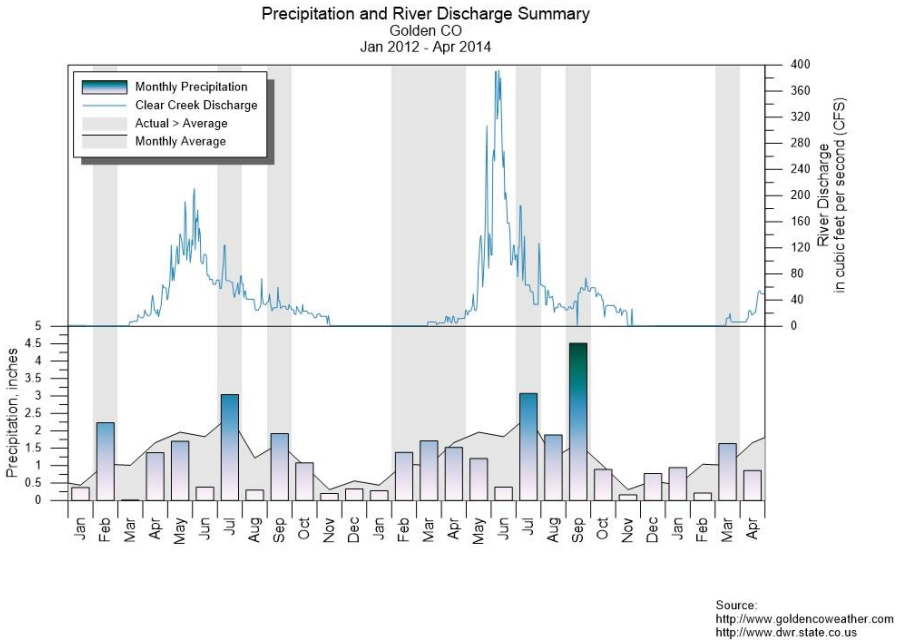
Sho‘rlangan tuproqlarda no‘xat ekini siderat sifatida yetishtirishda tuproqning gumus miqdoriga ta’siri

Yil	Pisum (Gumus, %)	G‘alla (Gumus,%)
2020	0.80	0.80
2021	1.00	0.75
2022	1.20	0.70
2023	1.40	0.65
2024	1.50	0.60

Gumus miqdori (3-jadval) bo‘yicha esa jabhaning aksiga natija kuzatildi: no‘xat olib tashlangan maydonda organik modda sezilarli ortgan. 2020 yildagi 0.80% dan 2024 yilga kelib 1.50% gacha oshish (taxminan +87.5%) qayd etilgan. G‘alla yerida esa gumus mazmuni teskari o‘zgarib, 0.80% dan 0.60% gacha kamaygan. Bu farqlar ham statistik jihatdan ma’noli ($p<0.01$) chiqqan. Legumlar qoldiqlarini yerga qaytarish natijasida tuproq organik moddasi ko‘payishi Tripolskaja va boshq. (2023) ma’lumotlariga muvofiq kutilgan natija bo‘ldi [4]/

Grafik tahlil: Yuqoridagi ma’lumotlar 3D grafik ko‘rinishda ham taqdim etildi. Masalan, 2-o‘lchamli grafik ko‘rinishida yil davomida yog‘in va daryo oqimi oqimini ko‘rsatuvchi real misol 1-rasmda berilgan. Bunday 2D graflar vaqt

bo‘yicha o‘zgarishlarni ochiq-oydin namoyish etadi, ya’ni o‘sish yoki pasayishni kuzatishda qulay.



1-rasm. 2012-2014 yillardagi oylik yog‘ingarchilik miqdori va yer osti suv oqimi (Amerika Qo‘shma Shtatlari, Golden CO yaqinida) graflari.

Ushbu ikki o‘lchamli grafik ob-havo o‘zgarishlarini tasvirlashda foydali bo‘lib, vaqt o‘tishi bilan tuproqlardagi o‘zgarishlarni (masalan, yog‘ingarchilik oshganda sho‘rlanish kamayishi) tushunishga yordam beradi.

Munozara. Tajriba natijalari ko‘rsatdiki, no‘xat siderati sho‘rlangan tuproqlarda ijobiy o‘zgarishlar yaratdi. Pisum ekilgan maydonda tuproq sho‘rlanish darajasi sezilarli kamaydi: bu natija boshqalar tadqiqotlari bilan mos keladi. Masalan, Liu va boshq. Xitoyning Xinjiang hududida o‘tkazgan tadqiqotda daqiqlanganidek, yashil o‘g‘it daraxtlari (raps) tuproq pH ni ~1.1 birlik va EC ni 0.6 mS/sm ga pasaytirgan. Bizning tajribamizda ham shunga o‘xshash tendensiya kuzatildi, biroq koeffitsientlar kichikroq (EC ~16.7% ga kamaydi). Shuni e’tirof etish kerakki, tajriba sharoiti (suv rejimi, qahvaltida) farq qilishi mumkin, ammo umumiy holatda yashil o‘g‘itlarning sho‘rlanishni kamaytirishi bilan bog‘liq mexanizmlar shunday ekanligi tasdiqlanadi [7].

No‘xat siderati tuproqning kimyoviy xossalarini ham yaxshiladi. Tulpor pH qiymati me’yoriy ishqorlilik tarafida pasaygan, va shu bilan birga gumus miqdori ancha oshgan. Bu ham adabiyotlardagi ma’lumotlarga to‘g‘ri keladi: legumli o‘simliklar qoldiqlari nolga nisbatan yuqori C/N nisbati bilan yetkazilib, gomus hosil bo‘lishiga qulay sharoit yaratadi. Tripolskaja va boshq. (2023) bu borada

shunga o‘xshash xulosaga kelgan: legume ekinlarini kiritish tuproq organik moddasini to‘plab, uning strukturasini yaxshilaydi.

Aniqlangan o‘zgarishlar g‘alla ekinli nazorat maydon bilan solishtirilganda yodga molandiruvchi bo‘ldi: tasdiqlandi, g‘alla ekinidan tushgan maydonda tuproq bilan birga chiqib ketadigan organik modda kamligi tufayli gumus kamaydi va sho‘rlanish to‘planib bordi. Shu tarzda olimlar jahon tajribasida ham g‘alla monokultura tuproq salomatligiga salbiy ta’sir qilishi qayd etilgan. Aksincha, no‘xat kabi baklagillar tuproqni tiklovchi aylanma bo‘lib xizmat qiladi va keyingi g‘alla ekini hosilini oshiradi [8].

Tajribamiz natijalari asosida turli yillik sharoitda ham no‘xat sideratining salbiy ta’siri tasdiqlanmaydi, balki yordamchi omillar topildi. Masalan, har yil sovuq bozora mevuzidek ko‘p yog‘ingarchilik bo‘lgan yil no‘xat ekini agronomik ishlashini oddiy ekinga qaraganda yuqori darajada ko‘rsatdi. Grafiklarda (1-rasm) ko‘rsatilganidek, kuchli yomg‘ir paytida erdagi sho‘rlanish tez-tez yer ostiga yuvilib ketadi.

Tadqiqot natijalari tahlilini kengaytirish va hududiy xulosalarni kuchaytirish uchun kelajakda biologik indekslar (mikrobiom, fermentativ faollik) va boshqa siderat navlari (masalan, arpabodiyon, soya) ham sinab ko‘rilishi maqsadga muvofiq. Bundan tashqari, hosil va kelgusi ekinga bo‘lajak ta’sirlar batafsil o‘rganilishi kerak. Biroq hozirgi tadqiqot no‘xat sideratining sho‘rlangan tuproqda qo‘llanilganda salbiy ta’siri emas, balki yaxshilanishi bo‘lib, g‘alla bilan solishtirganda ijobiy samara berganini isbotladi [9].

Xulosa va tavsiyalar:

1. **No‘xat siderati sho‘rlanishni kamaytiradi.** Jondor tajribasida Pisum sativum ekini bir necha yillar davomida yetishtirish tuproqning elektr o‘tkazuvchanligini sezilarli darajada kamaytirdi. Eksperimentda 4 yilda sho‘rlanish 6.00 dS/m dan 5.00 dS/m gacha, ya’ni 16.7% ga tushdi. Bu natija global tadqiqotlar bilan mos keladi (eg. Li va boshq., 2024).
2. **Tuproq pH pasayadi.** No‘xat siderati sharoitida tuproq pH qiymati me’yorga yaqinlasha boshladi (8.30–7.90), ya’ni qisman kislotali muhitga o‘tdi. Bu, yuqorida qayd etilganidek, yashil o‘g‘it samarasi sifatida sho‘rlanish kamayishi bilan bog‘liq mexanizmlarga mos tushadi.[10]
3. **Gumus miqdori oshadi.** Siderat qo‘llangan maydonda tuproqning organik modda (gumus) miqdori sezilarli ortdi (0.8% dan 1.5% gacha). Bu kimyoviy va biologik samaradorlikni ko‘rsatadi: organik moddasi yuqori tuproq tuzilishi yaxshilanadi va keyingi hosil olish imkoniyati oshadi.

4. **G‘alla bilan solishtirma foyda.** Qiyoslab ko‘rilganida, g‘alla ekinli nazorat maydonida tuproq salomatligi yomonlashdi (gumus kamaydi, sho‘rlanish oshdi), no‘xatli maydonda esa teskari o‘zgarishlar bo‘ldi. Bu legum aylanmasining gidromelioratsion va agrokimyoviy foydasini tasdiqlaydi.[11]

5. **Tavsiyalar:** Sho‘rlangan tuproqli fermer xo‘jaliklarida no‘xat sideratini muntazam aylantirib qo‘llash tavsiya etiladi. Masalan, har 3–4 yilda bir marta maydonga no‘xat ekib, hosildan so‘ng uni tuproqga aralashtirish sho‘rlanishni tiklashga yordam beradi. Shu bilan birga, sug‘orish rejimini optimallashtirish (ortiqcha sug‘orishdan saqlanish) va doimiy organik o‘g‘itlarni kiritish tavsiya etiladi. Yana bir taklif – g‘alladan keyingi erni begona o‘tlardan tozalab, sirka kislotali hajmdagi yechimlar bilan yuvish ham samarali bo‘ladi [12].

Natijaviy muhokama: Ushbu tadqiqotda no‘xat sideratining sho‘rlangan tuproqda salbiy emas, balki ijobiy ta’siri batafsil o‘rganildi. Olingan xulosalar asosida tegishli mahalliy va respublika miqyosida agronomik tavsiyalar ishlab chiqish mumkin. Masalan, Jondor kabi hududlarda erlarni baklagil bilan aylanmalash bo‘yicha tavsiyaviy jadvallar kiritilishi, tuproq monitoringini kuchaytirish va fermerlarni o‘qitish orqali uzun muddatli barqaror meliorativ chora-tadbirlar amalga oshirilishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Bello, S. K., Alayafi, A. H., Al-Solaimani, S. G., & Abo-Elyousr, K. A. M. (2021). Mitigating soil salinity stress with gypsum and bio-organic amendments: A review. *Agronomy, 11*(9), 1735. https://doi.org/10.3390/agronomy11091735

2. Li, Y., Zhao, W., Zhu, H., & Jia, X. (2024). Green manure mediated improvement in saline soils in China: A meta-analysis. *Agronomy, 14*(9), 2068. https://doi.org/10.3390/agronomy14092068

3. Tripolskaja, L., Kazlauskaitė-Jadzevičė, A., & Razukas, A. (2023). Organic carbon, nitrogen accumulation and nitrogen leaching as affected by legume crop residues on sandy loam in the Eastern Baltic region. *Plants, 12*(13), 2478. https://doi.org/10.3390/plants12132478

4. Powers, S. E., & Thavarajah, D. (2019). Checking agriculture’s pulse: Field pea (Pisum sativum L.), sustainability, and phosphorus use efficiency. *Frontiers in Plant Science, 10,* 1489. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01489

5. Liu, J., Zhou, Y., Han, D., Zhang, T., & Li, W. (2025). Effects and mechanisms of green manure’s improvement in saline-alkali soil: A review. *Preprints,* 2025051618. https://doi.org/10.20944/preprints202505.1618.v1

6. Irin, I. J., Hoque, M. N., Hannan, A., & Alam, M. M. (2022). Green manure for soil salinity reclamation – A comprehensive review. *Journal of Agriculture, Food and Environment*, *3*(4), 5–14.

7. Kulmatov, R., Rasulov, A., & Groll, M. (2015). Modern problems of sustainable use and management of irrigated lands on the example of the Bukhara region (Uzbekistan). *Central Asian Journal*, 2015, 1–12.

8. Kenjaev, Y., & Usmonov, S. (2021). Effect of green manure on soil aggregates and subsequent crop yield. *JournalNX*, *8*(6), 59–65.

9. Duzdemir, O., Kurunc, A., & Unlukara, A. (2009). Response of pea (Pisum sativum) to salinity and irrigation water regime. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, *15*(5), 400–409.

10. FAO. (2023). Uzbekistan takes a leading role in forging international alliances to combat soil salinization. *FAO Global Soil Partnership News*. Retrieved from https://www.fao.org/soils-portal

11. Parwar, A., et al. (2020). Green manure effects on cotton in saline soils. *Asian Journal of Soil Science*, *18*(2), 172–179.

12. Lee, Y. H., & Kim, S. H. (2014). Salt-tolerant legumes for saline soil rehabilitation. *Plant Stress Journal*, *5*(2), 81–89.

УДК 631.671:631.416.2

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ СЛАБОМИНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ДРЕНАЖНЫМИ ВОДАМИ НА СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

Х.Сидиков
Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
О.Б.Имамназаров
Кандидат технических наук, доцент. Наманганский региональный центр
НИИ Ирригации и водных проблем

Аннотация. В статье изложены результаты научных исследований по изучению влияния орошения слабоминерализованными дренажными водами на солевой режим почвы. На основании прогнозных рассчетов, рекомендованы допустимые минерализации поливных вод, не вызываюших особых опасностей увеличения засоления и солоноватости почвы.

Ключевые слова: орошения, дренажные воды, почва, солевой режим, солевой баланс, прогноз засоления.

Аннотация. Мақолада камминераллашган дренаж сувлари билан суғоришнинг тупроқ туз режимига таъсирини ўрганиш бўйича илмий тадқиқотлар натижалари баён қилинган. Башорат ҳисоб-китобларига асосланиб суғориш сувининг тупроқнинг шўрланиш ва шўртобланиш хавфини келтириб чиқармайдиган минерализацияси тавсия этилган.

Калит сўзлар: суғориш, дренаж сувлари, тупроқ, туз режими, туз баланси, шўрланиш башорати.

Annotation. The article presents the results of scientific research on the effects of irrigation with low-mineralized drainage water on the salt regime of the soil. Based on predictive calculations, permissible levels of irrigation water mineralization are recommended, which do not pose significant risks of increased soil salinization and salinity.

Key words: irrigation, drainage water, soil, salt regime, salt balance, salinization forecast.

Для орошения новых и староорошаемых земель потребуется огромное количество оросительной воды. Однако ресурсы традиционных поверхностных источиков ограничены и не всегда обеспечивают забор воды в необходимом количестве в нужные сроки.

В «Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы» утвержденный Указом Президента Республики Узбекистан № УП-6024 от 10 июля 2020 года определены задачи по улучшению и обеспечению устойчивости мелиоративного состояния

орошаемых земель, содействию в повышении плодородия земель, применению эффективных технологий по снижению уровня и предотвращению засоления почв, в частности проведение научно-исследовательских работ, направленных на снижение уровня засоленности орошаемых земель, эффективную организацию промывки засоленности площадей, поддержание грунтовых вод на оптимальном уровне и снижение их минерализации, принятие мер по изучению и внедрению на практике передового мирового опыта в данном направлении; рациональное управление коллекторно-дренажными водами при проектировании, строительстве, эксплуатации и управлении коллекторно-дренажными сетями и другими мелиоративными сооружениями, принятие мер по уменьшению вредного воздействия данных вод, их эффективному использованию и улучшению качества.

Для улучшения водообеспеченности территорий необходимо осуществить регулирование поверхностного стока, реконструкцию и переустройство существующей оросительной сети, а также повысить технический уровень эксплуатации оросительных систем, рационально использовать имеющиеся водные запасы.

Дальнейшее развитие орошаемого земледелия также потребует дополнительных источников воды. Ими могут служить слабоминерализованные дренажные и подземные воды, которые пока используются для орошения в незначительных объемах [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Использование дренажно-сбросньх и откачиваемых вод дало бы возможность существенно улучшить водообеспеченность орошаемых земель.

Целями проведенных нами исследований в условиях восточной части Ферганской долины являлись: установление влияния полива слабоминерализованными водами на солевой режим почвы, на рост, развитие и урожайность хлопчатника и разработка научно обоснованных рекомендаций по их использованию на орошение в условиях зоны исследований [7, 8].

Полевые исследования проведены на опытных участках, расположенных на территории Бозского (ныне Бустанского) района Андижанской области. Объектом исследований служили луговые сазовые почвы.

Полив сельскохозяйственных культур минерализованными водами приводит к изменению содержания и состава солей в почве. В связи с повышенной минерализацией коллекторно-дренажных вод, по сравнению с арычными, в определенных условиях может происходить накопление солей в почве.

Накопление солей в почве и изменение ее водно-физических свойств будет зависеть от ряда факторов: состава солей в поливной воде и почве, степени дренированности территории, водопроницаемости, величины оросительных норм и других.

На начало исследований почвы опытных участков характеризовались слабой и средней степенью засоления по плотному остатку. По хлору почвы незасоленные и слабозасоленные. Тип засоления - хлоридно-сульфатный, магниево-кальциевый.

На опытном участке 1 содержание плотного остатка в слое 0-100 см по 1…4 вариантам опыта составило соответственно 0,64; 0,66; 0,58; и 0,54 % от массы сухой почвы. Содержание хлора было невысоким и находилось в пределах 0,01-0,01 3% от массы сухой почвы.

Наибольшую часть анионов составляют сульфаты, которые в метровом слое почвы по вариантам изменялись в пределах от 0,358 до 0,426%. Содержание иона кальция в почвах различных вариантов варьировалось в пределах 0,096…0,139 %; ионы магния 0,012…0,027 %, сумма ионов натрия и калия 0,025...0,041 %.

На опытном участке 2 исходное содержание солей в варианте полива арычной водой составляло 0,35 % плотного остатка массы сухой почвы, в том числе хлора - 0,012 %, сульфата иона - 0,210 %.

В варианте полива смешанной водой во время закладки опыта плотный остаток солей в слое 0-100 см составлял 0,33 %, хлора - 0,09 % и сульфатов - 0,187 % от массы сухой почвы.

В варианте 3, где первый полив проводился арычной, последующие - дренажной, содержание плотного остатка, хлора и сульфата иона составляли соответственно 0,45; 0,005 и 0,300 % от массы сухой почвы. Сумма ионов натрия и калия изменялась в пределах 0,009…0,038% от массы сухой почвы.

Исследования показали, что по всем вариантам опыта наблюдается накопление солей в метровом слое почвы от весны к осени, но более

интенсивно в вариантах полива минерализованными дренажными водами, особенно на тяжелосуглинистых почвах.

К осени первого года опыте на легкосуглинистых почвах в варианте I содержание солей в метровом слое почвы увеличилось до 0,7 % плотного остатка, 0,018 хлор иона и 0,44% сульфата иона. В варианте полива минерализованной дренажной водой эти показатели составляли соответственно 0,68; 0,015 и 0,441 % от массы сухой почвы.

В первый год опыта в варианте 1 от весны к осени накопление солей в слое 0-100 см составило 0,06%, а в варианте 4 - 0,14% от массы сухой почвы. В второй и третий годы эти показатели составляли соответственно 0,04 и 0,14; 0,07 и 0,16 %.

В опыте 2 сезонное накопление солей в метровом слое почвы по годам опыта варьировалось 0,03…0,07 % при поливе арычной водой, 0,11…0,16 % при поливе дренажной водой.

Аналогичные результаты получены по вариантам опыта - полива смешанной водой; первый полив арычной, последующие – дренажной.

Коэффициент сезонного соленакопления (КСС) по годам опыта изменялся в варианте полива арычной водой 1,06…1,11, в варианте полива дренажной водой 1,24...1,27 в опыте 1, и соответственно 1,08…1,20 и 1,27…1,33 в опыте 2.

В обоих опытных участках наибольшее накопление солей наблюдалось в варианте полива дренажной водой с минерализацией 2,56…3,30 г/л.

Таблица 1

Солевой баланс почвы в слое 0-100 см., т/га

Опыт 1					
№	Элементы баланса	Вариант опыта			
		1	2	3	4
Первый год опыта					
1	На начало вегетации	86,40	89,76	79,46	73,98
2	Поступила с поливной водой	1,65	6,77	7,41	9,24
3	На конец вегетации	95,20	105,49	98,69	93,84
4	Баланс солей	+7,15	+8,96	+11,82	+10,62
Второй год опыта					
1	На начало вегетации	87,75	85,05	76,16	77,52
2	Поступила с поливной водой	2,42	6,62	7,97	9,73
3	На конец вегетации	94,53	102,75	95,90	97,98
4	Баланс солей	+4,36	+11,08	+11,77	+10,73
Третий год опыта					
1	На начало вегетации	88,40	91,12	81,60	80,83

2	Поступила с поливной водой	2,57	7,62	8,28	10,15
3	На конец вегетации	99,36	104,88	98,69	103,50
4	Баланс солей	8,39	+6,14	+8,81	+12,52
Опыт 2					
№	Элементы баланса	Вариант опыта			
		1	2	3	4
Первый год опыта					
1	На начало вегетации	49,0	45,54	63,00	59,99
2	Поступила с поливной водой	2,14	7,78	8,90	11,04
3	На конец вегетации	53,96	55,60	77,22	73,32
4	Баланс солей	+2,82	+2,28	+5,32	+2,29
Второй год опыта					
1	На начало вегетации	47,26	52,82	59,34	62,04
2	Поступила с поливной водой	3,00	7,47	8,81	10,65
3	На конец вегетации	57,81	66,27	71,00	82,94
4	Баланс солей	+7,55	+5,98	+2,85	+10,25
Третийгод опыта					
1	На начало вегетации	51,80	54,99	65,80	67,68
2	Поступила с поливной водой	2,04	8,78	10,38	13,56
3	На конец вегетации	59,64	64,35	82,94	92,16
4	Баланс солей	+5,80	+0,58	+6,76	+10,92

Промывные поливы, проводимые в осенне-зимнее время, обеспечивали удаление солей из корнеобитаемого слоя почвы и получения высокого урожая и при поливе минерализованными дренажными водами. По данным о содержании солей в почве весной и осенью каждого года опыта, оросительной нормы и минерализации поливной воды нами составлен солевой баланс метрового слоя почвы (табл. 1).

Анализ элементов, составляющих солевой баланс почвы опытного участка, показал, что сумма запаса солей в почве весной и поступления их вместо с поливной водой, как правило, меньше, чем количество солей осенью. Это указывает, что определенное количество солей в расчетный слой поступает не за счет минерализованных поливных вод, а за счет интенсивно испаряющихся минерализованных грунтовых вод.

При установлении допустимой минерализации поливных вод необходимо учитывать возможное увеличение засоления почв в результате длительного орошения минерализованными водами. Данные по прогнозу солевого режима метрового слоя почв по наиболее токсичному иону - хлору приведены в табл. 2.

Результаты прогнозных расчетов показывает, что при поливах пресными арычными водами, на фоне ежегодных профилактических промывок, не наблюдается накопление иона хлора в почве. При поливах

смешанными водами на легкосуглинистых почвах также не происходит увеличение засоления почв по С1, а на тяжелых возможное среднее засоление почв по С1может наступить через 54 года.

Таблица 2

Прогноз засоления метрового слоя почвы по Cl в зависимости от минерализации поливной воды

№	Содержание иона хлора %		Накопление (+) или удаление (-) иона хлора		Период наступления среднего засоления по Cl, лет
	весна 1981 г.	весна 1983 г.	за 2 года	за год	
Опыт 1					
1	0,012	0,011	-0,001	-0,0005	-
2	0,010	0,010	0	0	-
3	0,010	0,011	+0,001	+0,0005	50
4	0,013	0,014	+0,001	+0,0005	46
Опыт 2					
1	0,012	0,009	-0,003	-0,0015	-
2	0,009	0,010	+0,011	+0,0005	54
3	0,005	0,007	+0,002	+0,001	30
4	0,009	0,011	+0,002	+0,001	26

Примечание: нижный предел среднего засоления по хлор-иону принять 0,035%

Повышения минерализации поливных вод ограничивает продолжительность возможного их использования, особенно на тяжелосуглинистых почвах. В варианте полива дренажной водой период наступления среднего засоления по С1 составлял 46 лет на легкосуглинистых, 26 лет на тяжелосуглинистых почвах, а в варианте первый полив арычной, последующие дренажной водой соответственно 50 и 30 лет.

Анализ результатов изучения солевого режима почв, орошаемых минерализованными дренажными водами, подтверждают, что использование вод с минерализацией до 3 г/л на легких, до 2 г/л на тяжелосуглинистых почвах не вызывает особых опасностей увеличения засоления и солоноватости почвы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Рахимбаев Ф., Ибрагимов Г.А. Использование дренажных и грунтовых вод для орошения. -М. :Колос, 1978. -190 с.

2. Глухова Т.П., Стрельникова Г. Минерализованные воды Узбекистана как резерв орошения. Ташкент: Фан,1983. -136 с.

3. Глухова Т.П. Почвенные процессы при орошениях минерализованными водами. -Ташкент: Фан, 1977. -128 с.

4. Ибрагимов Г.А. Использование минерализованных вод на орошение хлопчатника. -Ташкент: Фан, 1973. -174с

5. Чембарисов Э., Бахритдинов Б. Химический состав оросительных вод Узбекистана. -Ташкент: Узбекистан. -1981. -75 с.

6. Усманов Ш.А. Установление предельно-допустимой минерализации дренажных вод для безопасного орошения сельскохозяйственных культур. Agro ilm – O‘zbekiston qishloq va suv xo‘jaligi, Махсус сон [4]. 2023 й.с-50-51

7. Рекомендации по использованию слабоминерализованных дренажных и подземных вод для орошения сельскохозяйственных культур. Т.: УзНИИНТИ, 1990. -24 с.

8. Сидиков Х. Поливы хлопчатника слабоминерализованными водами и районирование земель по использованию дренажных и подземных вод на орошение в условиях восточной части Ферганской долины. Дисс…канд. с.-х. наук.- Т. : СоюзНИХИ, 1990.- 160 с.

УДК: 631.62:626.844

ПЕРЕУСТРОЙСТВО ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НАМАНГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Имамназаров Озатбой Базарович
директор, к.т.н., Наманганский региональный центр НИИИВП
Садиев Умиджон Абдусамадович
с.н.с., PhD, Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем
Боймирзаев Алишер Фарходович
соискатель, заместитель начальника ирригационных систем бассейного управления Нарын-Сырдарья
Имомназаров Шохрух Озатбой угли
соискатель, м.н.с., Наманганский региональный центр НИИИВП

Аннотация. Зоной наших исследований являются площади орошаемых земель Наманганской области с пресной и слабой минерализованной грунтовой водой. Хозяйственные гидромелиоративные системы в зоне исследований не отвечают современным требованиям, предъявляемым к оросительным и коллекторно-дренажным сетям. Существующие оросители в земляном русле, а коллекторно-дренажная сеть (КДС) открытого типа. При наличии субнапорных вод, в условиях зоны исследований, существующая КДС работает неэффективно.

Создание научно-технических основ переустройства хозяйственных гидромелиоративных систем на староорошаемых землях, расположенных в Наманганской области, является актуальной задачей учёных республики. Хозяйственые гидромелиоративные системы в комплексе с агротехническими мероприятиями должны создавать в почво-грунтах оптимальный мелиоративный режим. Основным критерием которого является максимальная продуктивность единицы водных и земельных ресурсов при минимальных затратах на переустройство хозяйственных гидромелиоративных и эксплуатацию хозяйственных гидромелиоративных систем, сельскохозяйственных издержках по выращиванию сельскохозяйственных культур и расходах на создание благополучной экологической обстановки в зоне исследований.

Возрастающий из года в год дефицит водных ресурсов, увеличение потребности в воде сельского хозяйства, промышленных предприятий и людей, а также экологическая обстановка в зоне исследований требуют разработки научно-технических основ переустройства хозяйственных гидромелиоративных систем на староорошаемых землях области с учётом специфики природно-климатических условий.

Ключевые слова: дефицит водных ресурсов, режим грунтовых вод, режим орошения, оптимальный мелиоративный режим, засоление почвы, урожайность хлопчатника, эвопотранспирация, переустройство хозяйственных гидромелиоративных систем.

Аннотация: Бизнинг тадқиқотларимиз минтақаси Наманган вилоятининг чучук ва кучсиз минераллашган сизот сувлари ер юзасига яқин жойлашган суғориладиган ерлари ҳисобланади. Тадқиқот минтақасидаги хўжалик суғориш ва дренаж тизимлари ирригация ва коллектор-дренаж тармоқларига қўйиладиган замонавий талабларга жавоб бермайди. Мавжуд суғориш каналлари тупроқ ўзанли, коллектор-дренаж тармоғи (КДТ) эса очиқ турдаги. Тадқиқот минтақасининг гидрогеологик шароитларига кўра субнапор сувлари мавжуд. Шу сабабли мавжуд очиқ турдаги коллектор-дренаж тармоғлари самарасиз ишламоқда.

Наманган вилоятида жойлашган эски суғориладиган ерларда хўжалик гидромелиорация тизимларини реконструкция қилишнинг илмий-техникавий асосларини яратиш республика олимлари олдида турган долзарб вазифалардан биридир. Фермер хўжаликларининг суғориш ва дренаж тизимлари агротехник тадбирлар билан биргаликда тупроқ ва грунтларда оптимал мелиорация режимини яратиши керак. Унинг асосий мезони сув ва ер ресурслари бирлигининг максимал маҳсулдорлигига хўжалик гидромелиорация тизимларини қайта қуриш ва ишлатишнинг, қишлоқ хўжалиги экинларини етиштиришнинг ва тадқиқот ҳудудида қулай экологик вазиятни яратишнинг минимал харажатлари ҳисобига эришиш ҳисобланади.

Йилдан-йилга сув ресурслари танқислигининг, қишлоқ хўжалиги, саноат корхоналари ва аҳолининг сувга бўлган талабининг ортиб бориши, шунингдек, тадқиқот ўтказилаётган ҳудуддаги экологик вазият табиий-иқлим шароитларининг ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда вилоятнинг эски суғориладиган ерларида хўжалик гидромелиорация тизимларини қайта қуришнинг илмий-техник асосларини ишлаб чиқишни тақозо этмоқда.

Калит сўзлар: сув ресурслари тақчиллиги, ер ости сувлари режими, мелиорация режими, тупроқнинг шўрланиши, пахта ҳосилдорлиги, сувга бўлган талаб, хўжалик гидромелиорация тизимларини қайта қуриш.

Annotation. The area of our research is the area of irrigated lands of the Namangan region with fresh and weakly mineralized groundwater. The economic irrigation and drainage systems in the research area do not meet the modern requirements for irrigation and collector-drainage networks. The existing sprinklers are in an earthen channel, and the collector-drainage network (CDN) is of an open type. In the presence of sub-pressure waters, under the conditions of the research area, the existing CDN operates ineffectively.

The creation of scientific and technical bases for the reconstruction of economic irrigation and drainage systems on old irrigated lands located in the Namangan region is an urgent task for scientists of the republic. Economic irrigation and drainage systems in combination with agrotechnical measures should create an optimal melioration regime in soils and grounds. The main criterion of which is the maximum productivity of a unit of water and land resources with minimum costs for the reconstruction of economic irrigation and drainage and operation of economic irrigation and drainage systems, agricultural costs for growing crops and expenses for creating a favorable environmental situation in the research area.

The growing deficit of water resources from year to year, the increase in the demand for water by agriculture, industrial enterprises and people, as well as the environmental situation in the research area require the development of scientific and technical foundations for the reconstruction of economic irrigation and drainage systems on the old irrigated lands of the region, taking into account the specifics of natural and climatic conditions.

Key words: water resource deficit, groundwater regime, irrigation regime, optimal melioration regime, soil salinization, cotton yield, evapotranspiration, reconstruction of economic irrigation and drainage systems.

Введение. Эффективное и рациональное использование земельных и водных ресурсов было и остаётся актуальным вопросом земледелия. Зоной наших исследований являются площади орошаемых земель Наманганской области с пресной и слабой минерализованной грунтовой водой. По данным областной мелиоративной экспедиции Наманганской области из орошаемой площади 284307,0 га в среднем за период 2014-2024 годы составили площади с пресной грунтовой водой 111112,0 га, а со слабой минерализованной грунтовой водой 19560,0 га. На мелиоративно-неблагоприятных староорошаемых землях невозможно решение вышесказанной задачи без регулирования режима грунтовых вод с помощью хозяйственных гидромелиоративных систем. Хозяйственные гидромелиоративные системы на староорошаемых землях не отвечают современным требованиям по использованию водных и земельных ресурсов. Поэтому существующие гидромелиоративные системы необходимо переустроить с целью создания в почвах и грунтах оптимального мелиоративного режима, критериями которого являются: 1) минимальные приведенные затраты на переустройство гидромелиоративной системы совместно с комплексом других мелиоративных мероприятий на единицу стоимости дополнительной

продукции за счет мелиорации; 2) максимальный коэффициент общей экономической эффективности; 3) максимальная продуктивность за ряд лет при соблюдении требований охраны окружающей среды (в том числе почв, поверхностных и подземных вод).

При переустройстве хозяйственных гидромелиоративных систем на староорошаемых землях Наманганской области создание оптимального мелиоративного режима в активном слое почвы имеет важное практическое значение. Целью переустройства хозяйственных гидромелиоративных систем является эффективное и рациональное использование орошаемых земель и оросительной воды путём создания оптимального мелиоративного режима, позволяющего создание жизненно важной и максимально прибыльной сельскохозяйственной продукции с единицы орошаемой площади для народного хозяйства.

Нам известно, что в зависимости от глубины залегания и минерализации грунтовых вод изменяются водный, солевой, воздушный, питательный и температурный режимы в активном слое почвы, а также урожайность сельскохозяйственных культур. При близком залегании к поверхности земли уровня минерализованных грунтовых вод в активном слое происходит засоление почвы, уменьшается урожайность сельскохозяйственных культур, но за счет сокращения числа поливов сельскохозяйственных культур и близкого расположения проектного уровня грунтовых вод капитальные и эксплуатационные расходы на строительство и эксплуатацию оросительной и дренажной сетей сокращаются. Снижение уровня грунтовых вод от поверхности земли приводит к увеличению оросительной нормы и повышению урожайности сельскохозяйственных культур за счет улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель. В свою очередь повышение оросительной нормы и заглубление проектной глубины грунтовых вод приводят к увеличению капитальных и эксплуатационных расходов на строительство и эксплуатацию оросительной и дренажной сетей.

Из вышесказанных исходит, что есть такая глубина залегания и минерализация грунтовых вод, при которой обеспечивается оптимальный мелиоративный режим в активном слое почвы. Оптимизация мелиоративного режима предъявляет высокие требования к средствам управления движением влаги, солей, воздуха, тепла и питательных веществ в почве. Оптимальные параметры гидромелиоративной системы

соответствуют минимуму или максимуму выбранного показателя сравнения вариантов, определяемого по формуле [1].

$$З = \frac{E(\overline{K}_{д} + K_{ор} + K_{м}) + \frac{1}{n}\sum_{j}\sum_{i}\eta_{y}^{i}(C_{эк}^{ij} + C_{сх}^{ij} + C_{З}^{ij})}{\frac{1}{n}\sum_{j}\sum_{i}(У^{ij}\eta_{y}^{i}Ц_{y}^{i}) - S} \quad (1)$$

где Е - нормативный коэффициент приведения капитальных затрат на строительство дренажной ($К_{ДР}$) и оросительной ($К_{ор}$) сети и на осуществление комплекса других мелиоративных приемов "сухих" мелиораций ($К_{м}$). $К_{ДР}$, $К_{ор}$, $К_{м}$ относятся к I га мелиорируемой территории; n- число лет, для которых проводится расчет мелиоративного режима сельскохозяйственных угодий; $Э_{эк}^{ij}$ - затраты на эксплуатацию гидромелиоративной сети на 1 га поля, занятого культурой i в год j; $С_{сх}^{ij}$- сельскохозяйственные издержки на производство продукции земледелия на 1 га поля с культурой i в год j; η^{i}_{y}- доля площади, занимаемая культурой i в севообороте; $Ц_{у}^{i}$- закупочная цена культуры i; S- стоимость сельскохозяйственной продукции, получаемой с I га территории до мелиорации или до реконструкции гидромелиоративной системы; $С_{З}^{ij}$- замикающие затраты:

$$C_{З}^{ij} = C_{b} + C_{tp} + C_{n} + C_{oy} + C_{ot}$$

Здесь $C_{b} = O_{p}^{ij}Ц_{в}$ -стоимость воды, изымаемой из естественного её стока на орошение территории; $О_{р}^{ij}$ - оросительная норма брутто; $Ц_{в}$ - цена воды, изменяющаяся в зависимости от место положения водозабора; $С_{тр}$ - стоимость трудовых ресурсов, отвлекаемых от других отраслей народного хозяйства на эксплуатацию 1 га гидромелиоративной системы; $С_{п}$ - затраты на восстановление возможной потери плодородия почв из-за неправильного комплекса мелиоративных и агротехнических приемов; $С_{оу}$ - компенсация за ущерб от загрязнений водоемов дренажными водами; $С_{от}$ - затраты, необходимые для предупреждения и компенсации подтопления или переосушения смежных территорий, а также нежелательного изменения гидрологического режима естественных водоемов (водоисточников и водоприемников).

Материалы и методы исследования: Обоснование оптимальных мелиоративных режимов орошаемых земель должно быть осуществлено на

основе решения вопросов комплексного регулирования основных факторов внешней среды и должно включать:

- на основании анализа природно-климатических и мелиоративных условий выбираются расчетные схемы, исходные параметры и способ регулирования ГВ;

-на основании прогноза водного режима орошаемых земель определяются величины оросительных норм, подпитывания грунтовыми водами и эвопотранспирации при разных положениях уровня грунтовых вод;

- по уравнению корреляционной связи прогнозируются урожайности хлопчатника в зависимости от глубины ГВ и определяются стоимости валовых продукций;

- в зависимости от применяемой техники орошения и КПД оросительной сети оцениваются величины фильтрационных потерь оросительных вод, поступающих в грунтовые воды, определяется нагрузка на дренаж и его параметры для всех вариантов по уровню грунтовых вод, устанавливаются затраты на строительство и эксплуатацию оросительной сети, поливной техники и дренажа. Дальнейшие расчеты сводятся к определению суммы приведенных затрат по вариантам и их анализу [1].

В настоящее время, при проектировании переустройства хозяйственных гидромелиоративных систем критическая глубина залегания грунтовых вод является основным показателем проектных решений. Практика показала, что для применения критической глубины нужно устанавливать новые формы связей и учитывать влияние большого числа факторов, в том числе климатические условия года, категории почв и грунтов, степень и характер их засоления, состав выращиваемых культур, режим орошения и др.

Итак, вместо физических констант определяется величина, которая пригодна только для того участка и тех конкретных условий, где ее наблюдают.

Учитывая вышесказанные соображения, Н.М. Решеткиной введено понятие "мелиоративный режим", который при орошении, химизации, высокой агротехнике и прочих мероприятиях не только сохранит естественное плодородие почв, но и обеспечит неуклонное его повышение и получение максимальных урожаев сельскохозяйственных культур при наименьших затратах воды и труда [2].

Изучением и исследованием вопроса оптимизации мелиоративного режима занимались многие учёные (А.П.Айдаров, А.И.Голованов, Ю.Н.Никольский, А.А.Рачинский, Д.М.Кац, Н.М.Решеткина, Э.Каримов, Л.М.Рекс, В.А.Духовный, Ф.М.Рахимбаев, Г.К.Гасанова, А.У.Усманов, А.Хакимов, Х.И.Якубов и другие). Они считают, что для достижения оптимального мелиоративного режима необходимо оценивать работу оросительных и осушительных систем не только по влажности почвы, и насколько она является "комфортной" для растений, но и по совокупности показателей, которые можно выразить в виде требований к регулируемым факторам почвообразования и развития растений. Эта совокупность показателей ими названа мелиоративным режимом [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

В условиях аридной зоны мелиоративный режим может быть благоприятным, когда в результате правильного орошения и осушения земель и выполнения всех мероприятий, входящих в систему земледелия, наблюдается рост урожайности и плодородия почвы.

В результате сравнения различных вариантов строительства хозяйственой гидромелиоративной системы (лотковая оросительная сеть и вертикальный дренаж) в зоне наших исследований (правобережная надпойменная терраса реки Сырдарьи) выбрали лучший - оптимальный вариант, которому соответствует минимум приведённых затрат на единицу чистой прибыли получаемой от выращивания и получения продукции сельскохозяйственных культур.

В зоне наших исследований при проектировании хозяйственной гидромелиоративной системы рекомендуется строительство лотковой оросительной сети и вертикального дренажа с забором воды на орошение. Орошение самотечное - по бороздам. Почвы - луговые сероземы легко - и среднесуглинистые, незасоленные. Оросительные воды пресные. Минерализация грунтовых вод до 2 г/л.

С целью обоснования оптимального мелиоративного режима для условий зоны исследований эксперименты проведены на двадцати четырёх опытно-производственных участках, расположенных на землях с легкосуглинистыми и среднесуглинистыми почвами, которые отличаются друг от друга при равных других условиях по глубине залегания грунтовых вод.

Результаты исследований: На опытных участках комплексных мелиоративных исследований площадью 100 га изучены режимы, водные и солевые балансы грунтовых вод. А на опытно-производственных участках, организованных на землях отличающихся по механическому составу почв исследованы водно-солевые балансы почвенных вод и динамика урожайности хлопчатника в зависимости от глубины залегания грунтовых вод.

Естественный режим грунтовых вод на объекте исследований в зависимости от действующих факторов относится к комплексному. В вегетационный период сельскохозяйственных культур на режим грунтовых вод наиболее выраженное действие оказывают инфильтрация при поливах и фильтрация в оросителях.

Режим грунтовых и напорных вод взаимосвязаны. Режим уровня напорных вод повторяет в более сглаженном виде колебания уровней грунтовых вод.

Средневзвешенная минерализация грунтовых и подземных вод за вегетационный период составила менее 2,0 г/л. По составу анионов и катионов грунтовые и подземные воды относятся к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевому типу.

Эксперименты показали, что режим орошения хлопчатника зависит от глубины залегания грунтовых вод. Чем ближе уровень ГВ к поверхности земли, тем меньше числа, нормы поливов и продолжительнее межполивные периоды.

Режим орошения, кроме глубины залегания ГВ, зависит от механического состава почв, вида и сорта сельскохозяйственных культур.

На опытно-производственных участках при близком залегании к поверхности земли слабоминерализованных грунтовых вод (<2,0 г/л) засоленность почв нарастала от весны к осени. В осенне-зимний период накопившиеся за вегетационный период соли в почве промываются предпахотными и влагозарядковыми поливами, а также атмосферными осадками в осенне-зимний период вглубь почво-грунтов и в грунтовые воды. И в начале вегетационного периода степень засоления почвы составляла ниже уровня слабого засоления.

Динамика урожайности хлопчатника в условиях близкого залегания пресных и слабоминерализованных грунтовых вод при глубинах их расположения от поверхности земли, менее, чем $h_{гв}=0,57H_K$ (легкий

суглинок) и $h_{гв}=0,69H_К$ (средний суглинок) описывается уравнением параболы. При дальнейшем снижении УГВ от поверхности земли урожайность стабилизируется и описывается уравнением прямой, параллельной оси абцисс [12].

Если продолжать снижать УГВ, то он значительного влияния на урожайность не оказывает. Максимальные и стабилизированные величины урожайности хлопчатника зависят кроме глубины ГВ, от других многих факторов. Поэтому в разрезе трех лет исследований они имеют различные значения.

Величины водопотребления, оросительной нормы хлопчатника и подпитывания корнеобитаемого слоя почвы грунтовыми водами зависят не только от глубины ГВ, но и от природно-климатических условий и вида сельскохозяйственных культур.

Значения водопотребления хлопчатника и подпитывания грунтовыми водами расчетного слоя почвы изменяются прямо пропорционально испаряемости с открытой поверхности воды, определяемой по формуле Н.Н. Иванова.

Основными источниками питания грунтовых вод на ОУКМИ являются субнапорные воды (14.2…15,4 тыс. м^3/га), подземный приток 2,0...8,4 тыс. м^3/га), фильтрация из каналов (1,0...1,1 тыс. м^3/га) и инфильтрация воды с полей орошения (0,47...0 ,61 тыс. м^3/га).

Основными расходными статьями водного баланса грунтовых вод является дренажный сток (12,5...15,2 тыс. м^3/га), испарение с поверхности грунтовых вод (5,6...9,0 тыс. м^3/га).

Количество атмосферных осадков, выпавших за вегетационный период, незначительное (76...176 мм), поэтому они существенного влияния на формирование элементов водного баланса грунтовых вод не оказывают.

По данным расчетов сравнения вариантов гидромелиоративной системы с целью определения оптимальной нормы осушения при заданных нагрузках на вертикальный дренаж вывели уравнения регрессии для расчета значения оптимальной нормы осушения в зависимости от величины нагрузки на дренаж по методу наименьших квадратов и наибольшего правдоподобия:

для легкосуглинистых почв

$$H_{но}^{опт} = 0,209\left(\frac{2,721+g_{нд}}{0,489+g_{нд}}\right) r = \pm 0,95; \qquad (1)$$

для среднесуглинистых почв

$$Н_{но}^{опт} = 0{,}257\left(\frac{2{,}308+g_{нд}}{0{,}463+g_{нд}}\right) \quad r = \pm 0{,}96; \qquad (2)$$

где $g_{нд}$ - нагрузка на дренаж, л/с/га [13].

Обсуждение результатов: Академиком С.Ф.Аверьяновым рекомендовано принимать критической глубиной грунтовых вод, с которой начинается заметное их расходование на испарение, для легкосуглинистых почв 2,5 м, а для среднесуглинистых почв 3,0 м [14].

Наши полевые исследования на опытно-производственных участках по определению значения критической глубины залегания грунтовых вод показали, что на легко - и среднесуглинистых почвах подпитывание расчетного слоя почвы грунтовыми водами прекращается при глубине залегания ГВ, соответственно 2,95 и 3,24 м. Этим же глубинам УГВ соответствуют точки начала стабилизации величин оросительных норм, количественные значения которых на опытно-производственных участках составили, соответственно, 5800 и 6500м^3/га. Полученные результаты показывают, что значения критических глубин залегания грунтовых вод должны быть определены с учётом природно-климатических условий конкретного объекта.

В статье Н.Р.Хужамуродовой и Д.Г.Ахмеджонова «Влияние глубины грунтовых вод на режим полива хлопчатника» приводятся результаты лизиметрических исследований по определению режимов полива хлопчатника при различной глубине грунтовых вод, в которой установлено обеспечение потенциальной урожайности хлопчатника достигается при уровнях грунтовых вод 0,7–1,0 м (в статье механический состав почв не приведен) [15].

Наши полевые опыты подтвердили, что урожайность хлопчатника при близком залегании к поверхности земли пресных и слабоминерализованных грунтовых вод на опытно-производственных участках функционально изменяется в зависимости от глубины залегания ГВ. По мере снижения УГВ от поверхности земли урожайность хлопчатника постепенно повышается. Она на легко-и среднесуглинистых почвах, соответственно, при глубине ГВ около 1,0 и 1,4 м достигает максимальных величин. Дальнейшее снижение УГВ сопровождается снижением урожайности хлопчатника до определенных стабильных значений.

Учёные занимавшиеся исследованием влияния гидромелиоративных систем на создание оптимального мелиоративного режима «понятие оптимального мелиоративного режима» сформулировали в следующем виде: оптимальный мелиоративный режим - это оптимальное сочетание факторов формирования мелиоративного режима в конкретных природных условиях на фоне гидромелиоративных систем, обеспечивающих минимум приведенных затрат, т.е. отношения капитальных и эксплуатационных расходов на переустройство и эксплуатацию гидромелиоративных систем, сельскохозяйственных издержек и затрат на охрану природы к дополнительно полученной сельскохозяйственной продукции с 1 га орошаемой площади за счет оптимизации мелиоративного режима [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Соглашаясь с их мнением мы считаем, что для определения значения оптимальной глубины грунтовых вод при которой создаётся оптимальный мелиоративный режим в формуле для определения значения приведённых затрат в место «дополнительно полученной сельхозпродукции с 1 га орошаемой площади» целесообразно использовать «чистую прибыль полученную за счет дополнительно полученной сельхозпродукции с 1 га орошаемой площади».

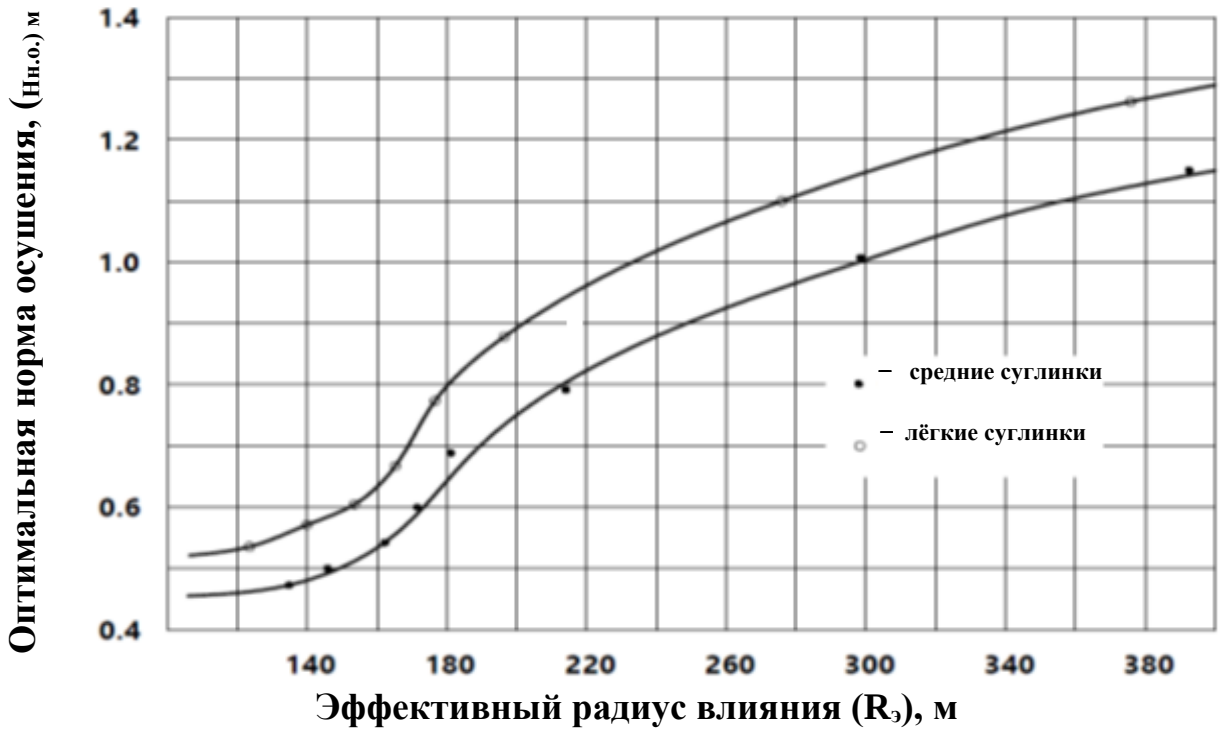


Рис.2. Зависимость эффективного радиуса влияния от величины оптимальной нормы осушения

Нами проведённое сравнение вариантов переустройства гидромелиоративной системы по минимуму приведённых затрат с учётом чистой прибыли полученной за счет дополнительно полученной сельхозпродукции с 1 га орошаемой площади показали, что значение оптимальной нормы осушения зависит от величины нагрузки на дренаж. Чем больше величина нагрузки на дренаж, тем меньше значение оптимальной нормы осушения. В свою очередь величина эффективного радиуса влияния зависит от значения оптимальной нормы осушения. Чем больше значение оптимальной нормы осушения, тем больше величина эффективного радиуса влияния.

Выводы

1. При переустройстве гидромелиоративных систем необходимо учитывать целенаправленность регулирования факторов мелиоративного режима в комплексе с агротехническими мероприятиями. Последние влияют на факторы формирования мелиоративного режима, но эти воздействия не носят направленного характера. Поэтому при создании оптимального мелиоративного режима, на фоне регулярно проводимых агротехнических мероприятий, гидромелиоративные системы выступают как основное средство управления факторами жизни растений и процессами сохранения и улучшения экологической обстановки.

2. После переустройства гидромелиоративных систем в почве должен быть создан оптимальный водный режим. Водный режим является основным фактором оказывающим существенное влияние на формирование солевого, воздушного, теплового и пищевого режимов. Оптимальный водный режим не остается одинаковым для разных сельскохозяйственных культур и для одной и той же культуры изменяется во времени в соответствии с фазами развития растений, климатическими условиями.

3. Максимальная продуктивность единицы орошаемой площади является одним из основных критериев оптимальности мелиоративного режима. Основным показателем продуктивности единицы орошаемой площади является урожайность сельскохозяйственных культур. После переустройства гидромелиоративных систем должно быть достигнуто повышение урожайности сельскохозяйственных культур по сравнению с урожайностью до переустройства.

4. Оптимальная норма осушения при переустройстве гидромелиоративных систем является основным показателем проектного

решения. Задачу определения оптимальной нормы осушения на основе одних только данных по урожаю, решить нельзя. Во-первых, различные виды растений неодинаково реагируют на глубину УГВ в почве. Во-вторых, задача создания требуемой нормы осушения необходимо решать в комплексе с вопросами оптимального водного и солевого режимов, режима орошения и обоснования оптимальных параметров дренажа.

5. Эффективность применяемых мероприятий при переустройстве хозяйственых гидромелиоративных систем зависит от затрат на их строительство и эксплуатацию [16]. Увеличение затрат на строительство и эксплуатацию гидромелиоративных систем приводит к увеличению приведённых затрат на единицу чистой прибыли получаемой с 1 га орошаемой площади.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. - М.: Агропромиздат, 1990. - С.50-53.
2. Решеткина Н.М., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. - М.: Колос, I978. -С. 38-43.
3. Рачинский А.А. Теоретические принципы и экспериментальные обоснования мелиоративных комплексов для орошаемых районов аридной зоны: Автореф.дисс…д-ра техн.наук.- М., 1970. -С.65-70; II4-122.
4. Кац Д.М. Гидрогеология. –М.: «Колос»,1969. –С.96-97.
5. Айдаров И.П., Каримов Э. Некоторые вопросы обоснования мелиоративных режимов орошаемых земель при проектировании оросительных систем //Водные ресурсы, 1974. №2, - С.113-205.
6. Рекс Л.М., Кирейчева Л.В. Методика расчета водно-солевого режима и параметров дренажа на орошаемых землях // Гидротехника и мелиорация. -1977. -№5. - С. 79-85.
7. Духовный В.А. Принципы создания технически совершенных гидромелиоративных систем на основе переустройства староорошаемых земель. Техническое совершенствование оросительных систем. -М.: Колос, 1978. -С.25-35.
8. Рахимбаев Ф.М., Гасанова Г.К. Расчет мелиоративного режима орошаемых земель при переустройстве гидромелиоративных систем. - Ташкент: Мехнат, 1986. - С.25.
9. Усманов А.У. Регулирование режима орошения в зоне выклинивания грунтовых вод // Вопросы орошения. Материалы II конференции молодых научных работников по мелиорации и гидротехнике. - Киев:Урожай, 1969. -С.139-143.

10. Хакимов А. Разработка мелиоративных режимов орошаемых земель сазовой зоны Ферганской долины: Дисс...канд .техн.наук. - М., 1984. - С.I6I-I70.

11. Якубов Х.И. Мелиоративные режимы и оптимизация их параметров с учетом природно -хозяйственных условий. роль оптимальных мелиоративных режимов в повышении продуктивности земель и воды. http://www.cawater-info.net/bk/improvement-irrigated-agriculture/files/yakubov.pdf

12. Imamnazarov O. Water-salt regime of soils and cotton yield in the regulation of land reclamation regime/AIP conference proceedings, 2432, 040008. https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/2432/1/040008/2822680/Water-salt-regime-of-soils-and-cotton-yield-in-the?redirectedFrom=fulltext

13. Имамназаров О.Б. Оптимизация нормы осушения на фоне вертикального дренажа/Science time, 2019, 6 (66), С.99-104. https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=168544-1736&tld=ru&lang=en&name=337339-balances-of-soil-waters-of-cotton-rootab

14. Аверьянов С.Ф. Некоторые вопросы предупреждения засоления орошаемых земель и меры борьбы с ним в Европейской части СССР// Орошаемое земледелие в Европейской части СССР / Под ред.С.Ф.Аверьянова.- М., 1965.- С. 90-149.

15. Хужамуродова Н.Р., Ахмеджонов Д.Г. Влияние глубины грунтовых вод на режим полива хлопчатника // Молодой ученый. -2017. -№ 5 (139). -С.123-125. https://moluch.ru/archive/139/39102/.

16. Matyakubov B., Yulchiyev D., Kodirov I., Axmedjanova G. “The role of the irrigation network in the efficient use of water” // E3S Web of Conferences 264, 03018 (2021), 02 June 2021 2021. p.10. https://doi.org/10.1051/e3sconf/ 202126403018

УДК: 551.583 556.113.2

ЕСТЕСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ

Е.Шерматов
доктор технических наук (Dsc),
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем
М.Мухаммадиева
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

Аннотация: Пространственная неоднородность ионосферы и межгодовой изменчивость температуры воздуха. Приток солнечной радиации на верхнюю границу атмосферы, т.е. ионосферы, наличие суши и океанов приводят к неоднородному пригреву атмосферы и является причинами климатических пространственных неоднородностей в полях температуры, давления, осадки и других метеорологических характеристик.

В результате в атмосфере формируется источников и стоки тепла, генерируется доступная потенциальная энергия, которая частично передается в кинетическую энергию вертикальных горизонтальных движений составляющих атмосферную циркуляцию. Иными словами, возникают аномалии температуры атмосферы, ее распределения по поверхности земного шара интенсивность циркуляции. Причем наибольшая аномальность характерна для состояний атмосферы высоких и умеренных широт в холодную половину года. Значительные межгодовые флуктуации средняя температура воздуха над северным полушарием в зоне 85^0-25^0 с.ш. наиболее надежно оценена по существующим многолетними рядов наблюдений метеоэлементов.

Ключевые слова: Гидрометеорология, солнечной радиации, Земля, климат, солнечной постоянной, земной атмосферы, термодинамика, атмосфера, абсолютная величина, космических лучей, амплитуда, географической широты, коэффициент корреляции, минерализация.

Anastasiya. Spatial heterogeneity of the ionosphere and interannual variability of air temperature. The inflow of solar radiation to the upper boundary of the atmosphere, i.e. the ionosphere, the presence of land and oceans, leads to heterogeneous warming of the atmosphere and is the cause of climatic spatial heterogeneities in the fields of temperature, pressure, precipitation, and other meteorological characteristics.

As a result, heat sources and streams are formed in the atmosphere, available potential energy is generated, which is partially transferred to the kinetic energy of vertical horizontal movements constituting atmospheric circulation. In other words, anomalies in atmospheric temperature, its distribution across the

Earth's surface, and the intensity of circulation arise. Moreover, the greatest anomalies are characteristic of high and temperate latitudes during the cold half of the year. Significant interannual fluctuations: the average air temperature above the northern hemisphere in the 85^0-25^0C zone is most reliably assessed based on the.

Keywords: Hydrometeorology, solar radiation, Earth, climate, solar constant, Earth's atmosphere, thermodynamics, atmosphere, absolute value, cosmic rays, amplitude, geographic latitude, correlation coefficient, mineralization.

Объектом исследования – является температуры воды Атлантического океана в зависимости от мощности излучение Солнца и взаимосвязанность приземной температуры океана.

Целью работы – является на основе опубликованных работ, анализ фондовых материалов, научно-обоснованное предложение по изменчивости климата планеты Земля.

Анализ и результаты. Для изучения солнечной активности, была рассмотрена работа Н.П.Тябина (1959). По информации М.С.Эйгенсона были проанализированы посредством сопоставления сумма площади солнечных пятен (SM).

Установлена зависимость температуры воды океана в слое 0,0-50 метра, по Кольскому меридиану, Нардкапускому течению и мощности излучение Солнца в одиннадцатилетнем цикле солнца. Объяснение: Нордкапское течение, тёплое поверхностное течение Атлантического океана. Переходит в берега Кольского п-ова. Средняя скорость течения на поверхности 0,9-1,8 км/ч; температура воды на поверхности летом 8-9 ^{0}C, зимой 1-4 ^{0}C; соленость воды на поверхности 34,5-35,0 %. Оказывает сильное отепляющее влияние на климат юго-зап. части Баренцева м., благодаря чему заполярные порт Мурманск практически не замерзает зимой. Установлена зависимость температура воды океана в слое 0,0-50 метра, по Кольскому меридиану, Нордкапскому течению и мощности излучение Солнца в одиннадцатилетнем цикле солнца.

Коэффициент корреляции равен R=0,889

$$t_{\text{воды океана}} = 0{,}96483\ P - 1312{,}2741 \pm 0{,}84\ ^0\text{C}; \quad (1)$$

где: P-средняя мощность излучения солнца за цикл; 0,96483 и 1312, 2741 постоянные члены уравнение связана; 0,84 ^{0}C-доверительный интервал колебание температуры воды океана.

Мы в место SM, установили зависимость с P-мощностью излучение Солнца в одиннадцатилетнем цикле солнца. И составили график зависимости приземного температуры воздуха от температуры воды океана [3, 7].

Динамика температуры океана по Кольскому меридиану, Нордкапскому течению и приземной температуры планета земля даны в таблице №1.

Уравнение взаимосвязи даны формулах (2) и (3)

$$t_{воздухи}=13,88 – 0,66\ t_{океана};\quad R = - 0,97; \qquad (2)$$

$$t_{воздухи}=12,93 – 0,53\ t_{океана};\quad R = - 0,87; \qquad (3)$$

Таблица 1

Солнечно-земные взаимозависимости температуры океана в слое 0,0-50 метров, по разрезу Кольскому меридиану

Номер цикла	**Период цикла**	**Мощность излучения Солнца Вт, м^2/сек**	**Средняя температура воды океана в слое-0-50м. По разрезу кольскому меридиану t˚C**
1	2	3	4
13	1890-1901	1364,4	4,97
14	1902-1913	1364,0	4,95
15	1914-1923	1364,8	5,12
16	1924-1933	1364,6	4,49
17	1934-1944	1365,1	4,06
18	1945-1954	1365,0	4,11
19	1955-1964	1365,0	3,89
20	1965-1976	1365,7	4,59
21	1977-1986	1364,8	4,48
22	1987-1996	1364,9	5,08
23	1997-2008	1364,9	4,83
24	2009-2018	1364,7	4,85

Средняя мощность P=1364,6934. Средняя температура воздуха 10,74 ^{0}C. Отклонение температуры от среднего значение воздуха, взаимосвязь между температурой океана и приземной температуры воздуха.

Теснота взаимосвязи R=-0,998

Уровнение взаимосвязи $t_{отклонение\ воздуха}=0,10586108\ t_{отклонение\ океана}-0,599388$ ^{0}C. Взаимосвязи между отклонением мощностью излучение Солнца и температуры океана. Коэффициент корреляции R=-0,9898.

$T_{\text{океана отклонение от среднего}} = 0{,}17082 + 1{,}2008\ P_{\text{отклонение от среднего}} \pm 0{,}843474$ Вт,м^2/сек

Тепловой обмен между приземным воздухом и водой океана происходит циклично. В таблице 2 коэффициент энергического обмена 0,10586. Увеличение Солнца на 1 Ватт, от 1364, до 1365,7. В этом случае, согревается воды океана до 5,43 ^{0}C, тогда отклонение температуры от нормы океана 1,164 ^{0}C, а воздуха-0,59. Температура океана и воздуха взаимосвязаны.

Таблица 2

Средняя температура приземного воздуха северного полушария планеты Земля за период инструментальных наблюдений (t,^{0}C) за Солнечный цикл

№ п/п	Период, годы		Средняя мощность излучения Солнца P, ВТ/м^2,сек	Средняя температура воды океана в слое 0-50 м за одиннадцать летнем цикла солнца	Приземная температура воздуха северного полушария планеты Земля. Расчетные уравнении		Средняя статистическая приземная температура	Откланение от среднего значение t^{0}C		Откланение от средней мощности излучение Солнца, Изменчивость пятнистости
	начало	конец			$t_в$=13,88-0,66$t_{ок}$ R=-0,97	$t_в$=12,93-0,53$t_{ок}$ R=-0,87		Температура Океана	Приземного воздуха	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1700	1712	1362,73	1,99	12,56	11,87	12,21	-2,276	1,47	-1,9634
2	1713	1723	1364,15	3,69	11,44	10,96	11,20	-0,567	0,46	-0,5434
3	1724	1733	1365,08	4,83	10,68	10,35	10,51	0,564	-0,23	0,3866
4	1734	1744	1365,07	4,82	10,69	10,35	10,52	0,554	-0,22	0,3766
5	1745	1756	1364,5	4,22	11,09	10,68	10,88	-0,046	0,14	-0,1934
6	1757	1766	1365,34	5,22	10,42	10,14	10,28	0,954	-0,46	0,6466
7	1767	1775	1365,65	5,58	10,18	9,95	10,06	1,314	-0,68	0,9566
8	1776	1784	1365,15	4,98	10,58	10,27	10,42	0,714	-0,32	0,4566
9	1785	1798	1365,02	4,85	10,67	10,34	10,50	0,584	-0,24	0,3266
10	1799	1810	1363,37	2,83	12,01	11,42	11,71	-1,436	0,97	-1,3234
11	1811	1823	1362,9	2,23	12,40	11,74	12,07	-2,036	1,33	-1,7934
12	1824	1833	1364,8	4,53	10,88	10,57	10,72	0,264	-0,02	0,1066
13	1834	1843	1365,15	4,98	10,58	10,27	10,42	0,714	-0,32	0,4566
14	1844	1856	1365,1	4,93	10,61	10,30	10,45	0,664	-0,29	0,4066
15	1857	1867	1365,2	5,13	10,48	10,19	10,33	0,864	-0,41	0,5066
16	1868	1878	1364,5	4,49	10,91	10,53	10,72	0,224	-0,02	-0,1934
17	1879	1889	1364,3	4,06	11,19	10,76	10,97	-0,206	0,23	-0,3934
18	1890	1901	1364,4	4,12	11,15	10,73	10,94	-0,146	0,2	-0,2934
19	1902	1913	1364,0	3,59	11,50	11,01	11,25	-0,676	0,51	-0,6934
20	1914	1923	1364,8	4,59	10,84	10,48	10,66	0,324	-0,08	0,1066
21	1924	1933	1364,6	4,48	10,91	10,54	10,57	0,214	-0,17	-0,0934
22	1934	1944	1365,1	5,02	10,56	10,25	10,40	0,754	-0,34	0,4066
23	1945	1954	1365,0	4,85	10,67	10,34	10,50	0,584	-0,24	0,3066
24	1955	1964	1365,0	4,89	10,64	10,32	10,48	0,624	-0,26	0,3066
25	1965	1976	1365,7	5,43	10,28	10,03	10,15	1,164	-0,59	1,0066
26	1977	1986	1364,8	4,81	10,69	10,36	10,52	0,544	-0,22	0,1066
27	1987	1996	1364,9	4,53	10,88	10,51	10,69	0,264	-0,05	0,2066
28	1997	2008	1364,9	4,46	10,81	10,45	10,63	0,374	-0,11	0,2060
29	2009	2018	1364,9	4,35	11,0	10,64	10,80	0,084	0,06	0,2066
Среднее			1364,693	4,43			10,74			

Выводы: на наш взгляд температура водыокеана зависит от мощности излучение и приходящих космических лучей.

1. Солнечная активность означает усиление излучения электромагнитных волн солнца и изменений мощности солнца приходящий на поверхности океана;

2. Усиление солнечной активности означает увеличение энергетического обмена между атмосферой и гидросферой, обмен между планетарными полюсами, котлом нагревателем и холодильниками, т.е. эффективность работы холодильника-общие осреднение температуры по всему полушарию планеты Земля.

3. Температурный режим планеты Земля подчиняется физическим законам природы.

4. Усиление солнечной активности географически означает увеличение энергии общей циркуляции атмосферы и гидросферы;

5. Мерой энергии циркуляции служит интенсивность процесса общей циркуляции. Последнее же, в основным, представляет собой воздухообмен между планетарными полюсами, т.е. “котлом нагревателем и холодильниками”.

В связи с вышеизложенными становится понятным, почему солнечно обусловленное увеличение энергии циркуляции атмосферы и гидросферы должно сказываеться прежде всего в обострении барического контроля “экватор-плюс”.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Эйгенсон М.С. «Солнце, погода и климат» Л.:Гидрометеорологическое издание. Ленинград. 1963г. стр.273

2. Винников К.Я. «Чувствительность климата» Л.: Гидрометеоиздат, 1986

3. Труды Ташкентского геофизической обсерватории выпуск 1 Москва Гидрометеоиздат 1940 г.

4. Шерматов, Б.С.Нуртаев. Прогноз колебаний стока реки Амударьи на основе наблюдений за гелиогеофизическими данными. XII Генеральная Ассамблея Международной Общества Геодезии и Геофизики 19-30 мая 1999 г., Бирмингем, Англия. Симпозиум 1.

5. Академик Л.С.Берг Избранные труды, том 3. Средняя Азия. Издательство АН СССР Москва – 1960 г. стр. 10 (1881 г).

6. Эйгенсон М.С. и др. авторы «Солнечная активность и ее земные проявления. М.: 1948 г.

7. Слоном Ю.М., Кулешков К.Ф. Журнал «Индексы солнечной активности для циклов», №17-20 (1934-1977). Изд. «Фан», Ташкент, 1982.

8. Solar-Geophysical Data comprehensive reports. February 2001. Number 678-Part II.

9. Г.В.Алексеев, П.Н.Священников. Естественная изменчивость характеристик климата Северный полярной области и северного полушария, под редакциями д-ра геогр.наук Б.А.Крутских. Ленинград Гидрометеоиздат 1991.

УДК 631.6

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОМЫВКИ ПОЧВЫ ПО БОРОЗДАМ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РЫХЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ БИОСОЛВЕНТОМ

Кодиров Д.Т., Широкова Ю.И., Палуашова Г.К., Садиев Ф.Ф.
НИИ ирригации и водных проблем, г.Ташкент. Узбекистан

Аннотация. Ушбу мақолада Ўзбекистоннинг Сирдарё вилояти Мирзаобод туманидаги тажриба участкасида шўрланган тупроқларининг ноқулай сув-физик хусусиятлари аниқланди. Тупроқнинг юқори зичлигида (1,78 г/см^3 гача) сувнинг шимилиши жуда паст (<0,003 мм/мин) ва 0-70 см қатламда тупроқнинг шўрланиш даражаси 12 dS/m га етди. Бундай шароитда тупроқни чуқур юмшатиш ва жўяклаб шўр ювиш амалга оширилди. 0-70 см қатламдан тузларнинг ювилишини яхшилаш учун кимёвий Биосолвент препаратидан фойдаланилди. Тажриба натижалари асосида маълумотларни қайта ишлаш тупроқни юмшатиш ва Биосолвентдан фойдаланиш самарадорлигининг миқдорий кўрсаткичларини аниқлашга имкон берди.

Калит сўзлар: зичлашган тупроқларнинг хусусиятлари, юмшатиш, Биосолвент, эгатлаб шўр ювиш, тузсизлантириш самарадорлиги, туз режими.

Аннотация. В данной статье выявлены неблагоприятные водно-физические свойства засоленных почв на опытном участке в Мирзаабадском районе Сырдарьинской области Узбекистана. При высокой плотности почвы (до 1.78 г/см^3) инфильтрация воды в почву была очень низкой (<0,003 мм/мин), а степень засоления почвы в слое 0-70 см доходила до 12 dS/m. В этих условиях, были проведены: глубокое рыхление почвы и промывка по бороздам. Для улучшения выщелачивания солей из слоя 0-70 см, был применен химический препарат Биосолвент. Обработка данных по результатам опыта позволила установить количественные показатели эффективности рыхления почв и применения Биосолвента.

Ключевые слова: свойства уплотненных почв, рыхление, Биосолвент, промывка по бороздам, эффективность выщелачивания, солевой режим.

Abstract. Based on experimental data, unfavorable water-physical properties of saline soils of the experimental site in the Mirzaabad district of the Syrdarya region of Uzbekistan were established. At high soil density (up to 1.78 g/cm^3), water infiltration into the soil was very low (<0.003 mm/min), and the degree of soil salinization in the 0-70 cm layer was up to 12 dS/m. Under these conditions, the following was carried out: deep loosening of the soil and leaching along the furrows. To improve the leaching of salts from the 0-70 cm layer, the chemical preparation Biosolvent was used. Processing data based on the results

of the experiment made it possible to establish quantitative indicators of the effectiveness of soil loosening and the use of Biosolvent.

Key words: properties of compacted soils, loosening, Biosolvent, furrow leaching, leaching efficiency, salt regime.

Введение. Засоление почвы является фактором снижающим продуктивность орошаемых земель Помимо таких факторов, ограничивающих восстановление засоленных деградированных почв, как высокая степень засоления, близкое залегание грунтовых вод, выход из строя полевого дренажа, важное место занимают водно-физические свойства почв, лимитирующие солеотдачу почв.

Предшедствующими исследованиями в данном регионе [1] и авторами данной статьи [2] изучена эффективность глубокого рыхления почвы для улучшения водно-физических свойств и процессов рассоления почв. Кроме того, авторами экспериментально установлено, что для усиления выщелачивания солей трудномелиорируемых гипсированных почв высокой степени засоления при промывке, целесообразно использовать препарат Биосолвент для обработки поверхности чеков перед заливкой воды [3].

Последующими исследованиями по рассолению трудномелиорируемых гипсированных почв, проверена возможность усиления эффективности промывки засоленных земель при сочетании глубокого рыхления почвы и препарата Биосолвент при промывке по чекам и опреснения почв атмосферными осадками [4].

Целью исследования являлась оценка эффективности промывки по бороздам при малых затраты воды, при применении рыхления почв, а также препарата Биосолвента. Промывка по бороздам не является абсолютно новой технологией.

Многие фермеры проводят промывку по бороздам, совмещая её с влагозарядкой. В данном исследовании была проверена возможность использовать промывку по бороздам, как альтернативу промывке по чекам, при невысокой степени засоления, ограниченном количестве воды и отсутствия дренажа.

Объекты и методы исследований. Опыт по промывке засоленных почв по бороздам, проведен в 2023 г на исходно уплотненных почвах Мирзаабадского района. Почвы по мехсоставу среднесуглинистые в слое 0-20 см, 20 - 124 см, - легкосуглинистые, ниже - супесчаные. В верхнем

полуметре, плотность равна 1,78 г/см^3, а ниже 1,47- 1,57 г/см^3. Почва засолена: в слое 0-30 см от 4,0 – 6,0 dS/m и в слое 30-70 см от 5,0-14,3 dS/m.

Содержание карбонатов кальция и магния равномерно по всему профилю почвы и составляет 16,5-19,4 % к массе, из них 82-85 % карбонатов представлены карбонатом кальция [5]. Очевидно, вследствие этого, почва имеет очень низкую инфильтрацию воды в почву (<0,003 мм/мин). На части опытного участка ранее было проведено рыхление почвы на глубину 70 см.

Варианты опыта промывки по бороздам:

1. К-Контроль - на не рыхленой почве;
2. КБ-На не рыхленой почве, с опрыскиванием борозд Биосолвентом перед подачей воды (10 % раствор, 5 л препарата на 1 га);
3. Р-На предварительно рыхлёной почве на глубину 70 см;
4. РБ-На рыхленой почве, с опрыскиванием борозд Биосолвентом перед подачей воды (10 % раствор, 5 л препарата на 1 га);

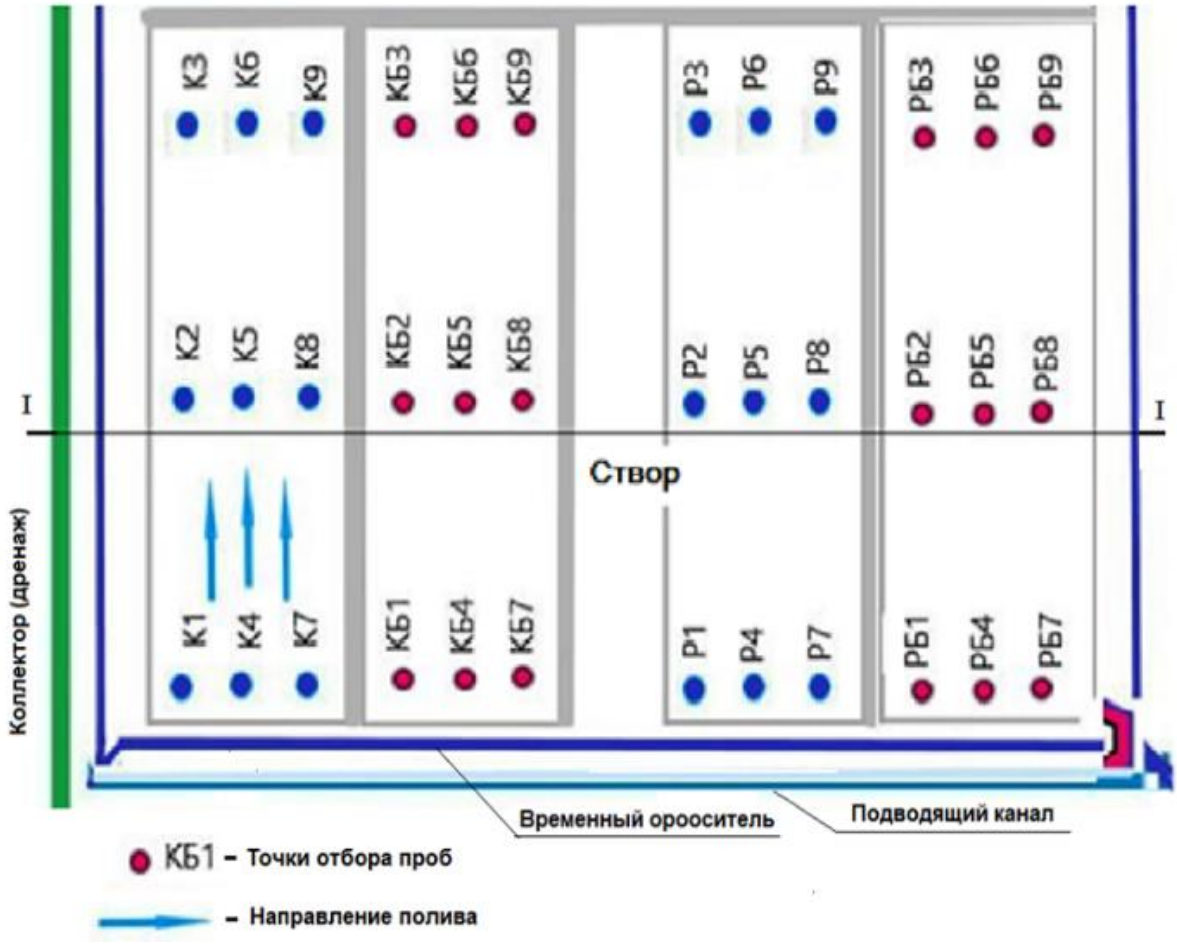


Рисунок 1. Размещение вариантов, точек контроля и створа на участке промывки по бороздам

Рисунок 2. Промывка засоленной почвы по бороздам

Для усиления эффекта промывки по бороздам в вариантах опыта, кроме глубокого рыхления (70 см), применяли опрыскивание почвы перед заливкой воды 10 % раствором химического препарата Биосолвент местного производства, содержащего безвредную полималеиновую кислоту.

Промывка проводилась по тупым бороздам длиной 100 м, при форсированной подаче воды в борозду расходом 1-2 л/с. Оценка рассоления почвы, проводилась сопоставлением данных до и после промывки в горизонтах 0-30 и 30-70 см, по данным измерения $EC_{1:1}$ (в суспензии вода: почва 1:1 с пересчетом ECe), в образцах из всех точек наблюдения (рис.1). Кроме того, в образцах из точек, расположенных по створу, выполнены анализы полной водной вытяжки, с определением показателей: pH; ECe, плотный остаток, содержание растворимых ионов HCO'_3; Cl'; SO''_4; $Ca^{\cdot\cdot}$; $Mg^{\cdot\cdot}$; Na' и K'.

Обсуждение результатов. Сопоставление данных до и после промывки по EC_e в образцах из всех промытых точек наблюдения, показано в таблице 1.

Таблица 1

Результаты промывки почвы по вариантам опыта для горизонта 30-70 см (по данным всех точек наблюдении (за исключением непромытых)

Варианты	Засоление почвы по ECe, dS/m, в слое 30-70 см*			Снижение засоления почвы,% к исходному	Объем поданной воды, $м^3$/га	Удельные затраты воды, $м^3$/га на 1 dS/m	Разница с контролем
	До промывки	После промывки	Изменение				
К	7,2	6,2	-1,0	-14	700	700	0
КБ	7,7	5,8	-1,9	-25	1000	526	-174
Р	9,6	7,7	-1,8	-19	850	472	-228
РБ	14,3	11,3	-3,0	-21	1400	467	-233

*Различия до и после промывки статистически значимые (t-статистика>t критическое)

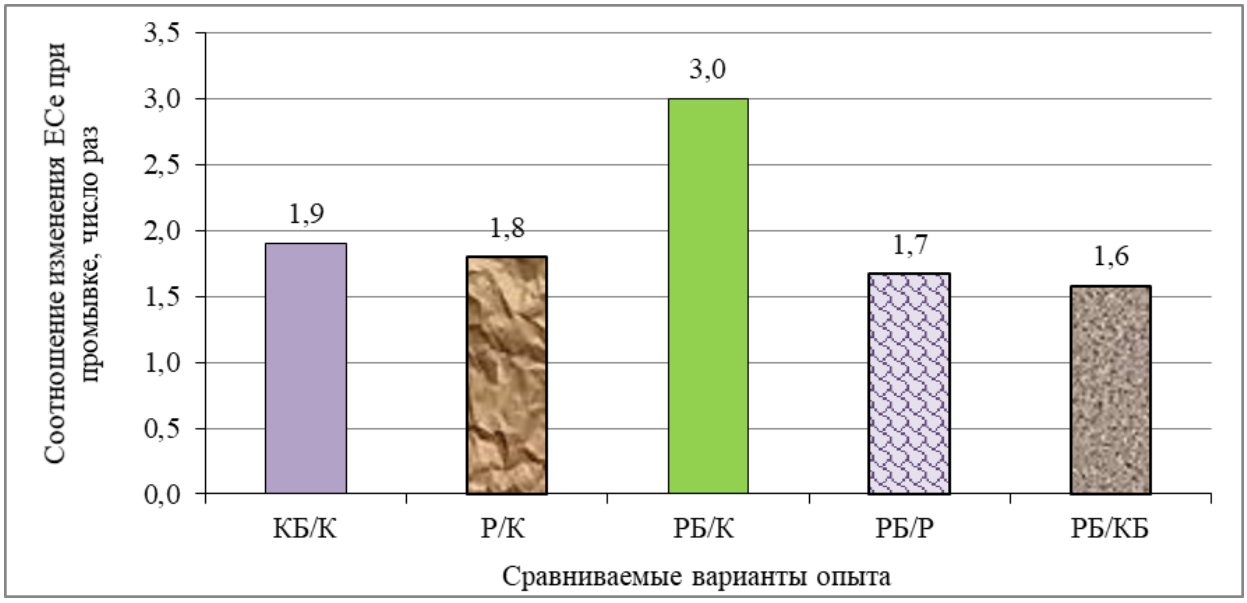


Рисунок 3. **Иллюстрация количественных показателей эффективности рыхления почв и применения Биосолвента, выявленные по результатам опыта**

При обработки данных выявлено (таблица 1), что на вымыв солей влияют: исходная степень засоления почвы, а также изменения водно-физических свойств почвы при рыхлени, применение Биосолвента и количество поданной воды. В сравнении с Контролем, наибольший вынос солей, получен на вариантах с Биосолвентом (КБ и РБ, соответственно, - 25 % и 21 %). Наибольшая экономия удельных затрат воды, получена на вариате РБ, с сочетанием Рыхление+Биосолвент (233 $м^3$/га на 1 dS/m).

Обычная промывка по фону рыхления, изменила засоление почвы (вариант Р, норма подачи воды 850 м^3/га) на 1,8 dS/m. В варианте с Биосолвентом на рыхленой почве (вариант РБ), выщелачивание солей составило 1,7 dS/m, при подаче воды 1400 м^3/га.

Таким образом, данным исследованием выявлено воздействие рыхления почвы и опрыскивания Биосолвентом (как не рыхлённой, так и рыхлённой почвы) на эффективность выщелачивания солей при промывке почвы по бороздам. При применении Биосолвента, в сравнении с контролем (без рыхления почвы), выщелачивание солей, увеличивается в 1,9 раза,. При рыхлении почвы, выщелачивание солей, увеличивается 1,8 раза. Применение Биосолвента, по фону рыхления, усиливает выщелачивание солей в 3 раза. Экономия воды для рассоления почвы в вариантах составила 174-233 м^3/га (25-33 %) по отношению к контролю.

Изменение показателей засоленности почвы, в варианте наиболее эффективной промывки промывки по бороздам РБ (применение глубокого рыхления почвы с усилением выщелачивания солей препаратом Биосолвент по точкам створа, показанным на рисунке 1), приводится в таблице 2.

На основе данных по створу (таблица 2) при рассмотрении варианта промывки РБ выявлено следующее ранжирование снижения ионов и солей:

Na'- 60,8 %; Cl' -53,2% SO''_4 и $Mg^{\cdot\cdot}$-33,8 %; $Ca^{\cdot\cdot}$ -9,6 %; плотный остаток-33,9 %; ECe -23,6 %. Это значительно большие величины выщелачивания, чем на контрольном варианте: в 1,4-1,5 раза по общему количеству солей (ECe, плотный остаток) и в 1,9 раза - по $Mg^{\cdot\cdot}$(при равном исходном содержании данного иона).

В таблице 2 также приведены данные о воздействии препарата Биосолвент для обработки почвы перед поливом хлопчатника на фоне рыхления гипсированой почвы средней степени засоления [6]. Уменьшение засоленности почвы по ECe на 29,6 % и по хлор иону на 46 % к совпадают с данными полученные при промывке.

Таблица 2

Изменение показателей засоленности при промывке (и поливе) по бороздам на варианте рыхление + Биосолвент

Код точки	pH	ECe, dS/m	Плотный остаток, %	Содержание растворимых ионов, *в %*					
				HCO'_3	Cl'	SO''_4	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	Na'
Промывка по бороздам									
До промывки									
РБ 2	7,7	10,8	1,212	0,015	0,109	0,660	0,098	0,048	0,182
РБ 5	7,7	11,2	1,386	0,018	0,084	0,820	0,150	0,048	0,190
РБ 8	7,7	8,5	1,086	0,012	0,025	0,660	0,126	0,046	0,100
Среднее	7,7	10,2	1,228	0,015	0,073	0,713	0,125	0,047	0,157
Отклон. Сред	0,00	1,111	0,105	0,002	0,032	0,071	0,018	0,001	0,038
После промывки									
РБ 2	7,9	7,4	0,726	0,018	0,035	0,416	0,100	0,028	0,058
РБ 5	7,8	9,0	1,036	0,017	0,049	0,600	0,142	0,043	0,075
РБ 8	8,1	6,9	0,672	0,022	0,018	0,400	0,096	0,023	0,052
Среднее	7,9	7,767	0,811	0,019	0,034	0,472	0,113	0,031	0,062
Отклон. Сред	0,111	0,822	0,150	0,002	0,011	0,085	0,020	0,008	0,009
Разница «после»-«до»	0,2	-2,4	-0,417	0,004	-0,039	-0,241	-0,012	-0,016	-0,096
То же, в % к исходному	3,0	-23,6	-33,9	26,7	-53,2	-33,8	-9,6	-33,8	-60,8
t-статистика	-2,65	4,54	10,61	-1,24	1,99	20,76	1,27	2,87	3,99
t критическое одностороннее	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92
t критическое двухстороннее	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30
Вегетационный полив [11]									
Б-1 Т.1 до полива		8,1			0,065			0,036	

Код точки	pH	ECe, dS/m	Плотный остаток, %	Содержание растворимых ионов, *в %*					
				HCO'_3	Cl'	SO''_4	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	Na'
Б-1 Т.1 после полива		5,7			0,035			0,027	
Разница «после» - «до»		-2,4			-0,03			-0,009	
То же, в % к исходному		-29,6			-46,2			-25	

Промывка по бороздам обеспечила влагозапасы в почве. По данным наблюдений за влажностью почвы в период вегетации (до полива) показало, что на варианте с рыхлением и с применением Биосолвента в слое 30-70 см, влажность была выше на 3-4 % (Таблица 3).

Таблица 3

Влажность почвы в вариантах опыта в слое 30-70 см на 2 августа 2023 г.

Коды точек створа	Варианты опыта					
	К	КБ	Среднее без рыхления	Р	РБ	Среднее с рыхлением
2	7,8	8,7	8,3	12,6	15,9	14,3
5	12,8	9,5	11,2	14,3	14,2	14,3
8	11,1	12,0	11,6	14,8	12,5	13,7
Среднее	**10,6**	**10,1**	**10,3**	**13,9**	**14,2**	**14,1**

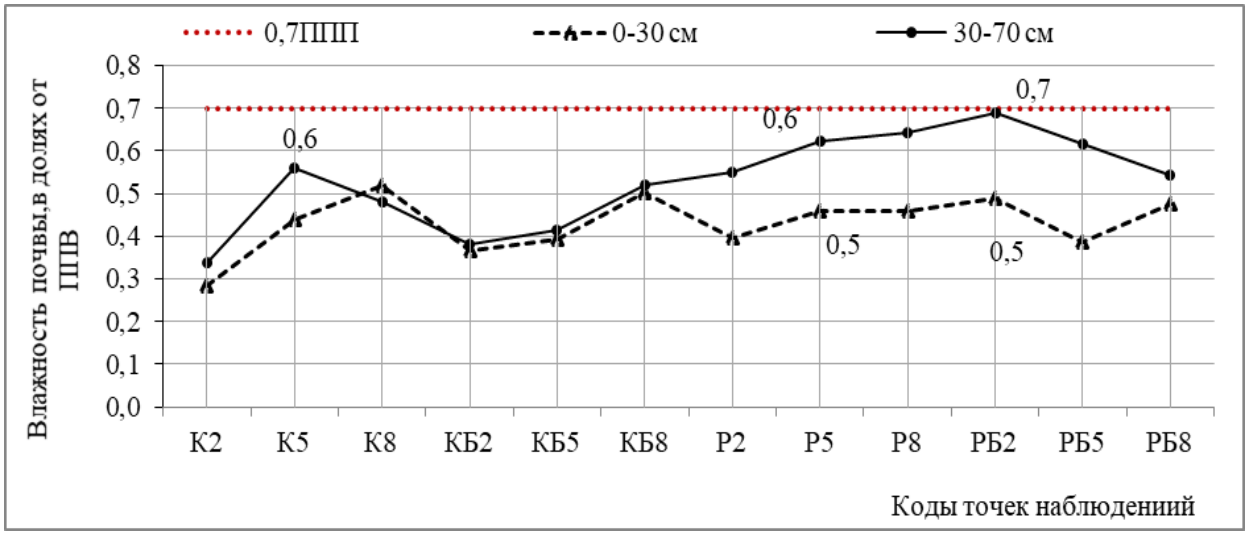


Рисунок 4. Влажность почвы, выраженная в долях от ППВ 2 августа в горизонтавх 0-30 см и 30-70 см (в точках по створу)

Выводы

1. Исследованием установлены количественные показатели влияния рыхления почвы и применения Биосолвента на усиления выщелачивания солей при промывке среднезасоленных почв. Изменение водно-физических свойств почвы рыхлением, усиливает выщелачивание солей в 1,6-1,8 раза, а изменение химических свойств почвы с помощью Биосолвента, в 1,7 -1,9 раза. Совместное воздействие Рыхления и Биосолвента, усиливает выщелачивание солей (по отношению к контролю) в -3,0 раза. Установлено также, что в условиях опытов, рыхление способствует поддержанию влажности почвы в горизонте 30-70 см на 3-4 % выше, чем на контроле.

2. При совместном физико-химическом воздействии вышеуказанных мер на генетически сложные карбонатные почвы при промывках, по отношению к контрольному варианту, выщелачивание в 1,4-1,5 выше раза по ECe, плотному остатку и в 1,9 раза - по магнию. Наилучшим образом выщелачиваются: натрий (60,8 %), хлор (53,2%), магний (33,8 %), плотный остаток (33,9 %), ECe (23,6 %). Количественные показатели снижения засоленности почвы при вегетационном поливе в аналогичных (гипсированных) почвах, совпадают с данными полученными при промывке в карбонатных почвах.

3. Имеется необходимость теоретически обосновать взаимодействие физических, водных и химических факторов на процесс выщелачивания солей при применении рыхления и Биосолвента. Кроме того, в прикладных целях необходимо учитывать экономические затраты на улучшение свойств почв.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Турабеков Б. Повышение эффективности освоения сильнозасоленных гипсоносных почв Джизакской степи: автореф. дисс. к.с-х.н. (06.01.02-Мелиорация и орошаемое земледелие) - Ташкент, 1990. - 25 с. http://www.cawater info.net/bk/water_land_resources_use/russian_ver/pdf/turabekov.pdf

2. Садиев Ф.Ф., Юлдашев М.З., Широкова Ю.И., Палуашова Г.К., Якубов М.А. О методах восстановления гипсоносных и сильнозасоленных почв Сырдарьинской области в современных условиях. // Ж. Irrigatsiya va melioratsiya. № 4(18). 2019. С.7-13. doi: http://tiiame.uz/ru/article/phdforlan

3. Садиев Ф.Ф., Широкова Ю.И., Палуашова Г.К. Экспериментальное обоснование рассоления трудомелиорируемых почв с

использованием биологических и химических препаратов // Монография. Ташкент 2023.

4. Yu.I. Shirokova, F.F. Sadiev, G.Q. Paluashova. Water conservation in the reclamation of saline irrigated lands of Uzbekistan. // E3S Web Conf. 386 02003 (2023) DOI: 10.1051/e3sconf/202338602003.

5. Мансуров Н.Х. Почвенно-мелиоративные условия юго-восточной части голодной степи (на примере совхоза "Пахтакор"). // Автореферат дис. к.с/х.н.: 03.00.27 / АН УзССР. Ин-т почвовед. и агрохим. - Ташкент, 1991. 26 с.

6. Ф.Ф.Садиев, А.Р.Рамазанов. Метод мелиорации засоленных и гипсированных почв Голодной степи с применением биологических и химических препаратов. // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XV Международная научнопрактическая конференция (12-13 марта 2020 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. Кн. 1. – С. 399-401.

УДК: 631.587(575.1)

СОВРЕМЕННАЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН

Э.И.Чембарисов
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем.
доктор географических наук, профессор, echembar@mail.ru.
А.И.Баллиев
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем.
докторант (PhD), ajok90@mail.ru.
Ё.Я.Турдибоев
Эксперт по национальному проекту управления водными ресурсами Узбекистана “Интегрированное управление водными ресурсами”.

Аннотация: Жанубий Оролбўйидаги гидроэкологик вазиятнинг салбийлиги туфайли ушбу минтақа сув ҳавзаларида сувнинг ифлосланишини кузатиш ҳам илмий, ҳам амалий аҳамиятга эга бўлиб, бу нафақат Амударё суви ва суғориш каналлари сувининг сифатига, балки сақланиб қолган кўллар экотизимларига ҳам тегишли.

Ҳозирги вақтга келиб, Амударё дельтасидаги кўлларнинг умумий майдони 300,0 минг гектардан атиги 50-60 минг гектаргача қисқарди. Бунга сабаб, сўнгги қирқ йил мобайнида Амударё дельтасида жиддий муаммолар вужудга келиб, дарёнинг қуйи оқимидаги сув ресурслари чучук сув танқислиги таъсирига тушиб қолди. Амударё ҳавзасининг юқори қисмида сувдан нооқилона фойдаланиш оқибатида дарёнинг қуйи оқимидаги сув ресурслари чучук сув танқислигининг кучли таъсирига учради. Амударёнинг дельтага оқиб келишининг чекланиши кўплаб кўлларнинг қуриб қолишига олиб келди. Баъзи кўллар эса коллектор-дренаж оқими билан таъминланишга ўтди. Фақатгина Оролни қутқариш халқаро жамғармасининг (ОҚХЖ) амалий саъй-ҳаракатлари туфайли Жанубий Оролбўйининг энг муҳим кўлларини доимий дарё ёки коллектор оқими билан таъминлаб, сақлаб қолишга эришилди [1, 10].

Шу муносабат билан, мазкур мақолада Қорақалпоғистон Республикаси Экология, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва иқлим ўзгариши вазирлигининг 2017-2023 йиллардаги маълумотларига асосланиб, юқорида тилга олинган ҳудуддаги сақланиб қолган кўл экотизимларининг ифлосланиш даражаси таҳлил қилинган.

Калит сўзлар: Жанубий Оролбўйи кўл экосистемалари, кўриб чиқилган таркибий қисмлар таркиби: қаттиқлик, ККИ, КБИ$_5$, NH_4^+, NO_2^-, (хлоридлар) Cl^--, (сульфатлар) SO_4^{2-}, темир Fe^{3+}), минерализация миқдори (қуруқ қолдиқни англатган).

Аннотация: В связи с неблагоприятной гидроэкологической обстановкой в Южном Приаралья наблюдения за загрязненностью воды в водных объектах данного региона имеют как научную, так и практическую ценность, это касается не только качества воды р. Амударьи и воды оросительных каналов, но и сохранившихся озерных экосистем.

К настоящему времени от общей площади дельтовых озер 300,0 тыс. га осталось около 50-60 тыс. га, так как за последнее сорок лет в дельте Амударьи произошли значительные негативные изменения. Из-за нерационального использования воды в верховье бассейна р. Амударьи водные ресурсы низовьев реки оказались под воздействием существенного дефицита пресной воды. Ограничение притока Амударьинской воды в дельту привело к тому, что часть озер пересохло, некоторые из ник перешли на питание коллекторно-дренажным стоком и только благодаря практическим действиям Международного фонда спасения Арала (МФСА) удалось сохранить важнейшие озера Южного Приаралья с поступлением в них постоянного речного или коллекторного стока [1, 10].

В связи с этим в данной статье рассмотрена загрязненность сохранившихся озерных экосистем вышеназванной территории по данным Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Каракалпакстан за 2017-2023 гг.

Ключевые слова: Озерные экосистемы Южного Приаралья, состав рассмотренных ингредиентов: жесткость, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, (хлориды) Cl^-, (сульфаты) SO_4^{2-}, железо Fe^{3+}), величина минерализации (обозначали сухой остаток).

Abstract: Due to the unfavorable hydro ecological situation in the Southern Aral Sea region, observations of water pollution in the water bodies of this region have both scientific and practical value, this concerns not only the water quality of the Amu Darya River and the water of irrigation canals, but also preserved lake ecosystems.

To date, about 50-60 thousand hectares have remained of the total area of delta lakes of 300.0 thousand hectares, since significant negative changes have occurred in the Amu Darya delta over the past forty years. Due to the irrational use of water in the upper reaches of the Amu Darya River basin, the water resources of the lower reaches of the river were affected by a significant shortage of fresh water. The restriction of the inflow of Amu Darya water into the delta led to the fact that some of the lakes dried up, some of them switched to collector-drainage runoff and only thanks to the practical actions of the International Fund for Saving the Aral Sea (IFAS) managed to preserve the most important lakes of the Southern Aral Sea region with the receipt of permanent river or collector runoff [1-8].

In this regard, this article examines the pollution of the preserved lake ecosystems of the above-mentioned territory according to the data of the Republican Committee on Ecology and Environmental Protection for 2017-2023.

Keywords: Lake ecosystems of the Southern Aral Sea region, composition of the ingredients considered: hardness, ChOD, BOD_5, NH_4^+, NO_2^-, (chlorides) Cl^-, (sulfates) SO_4^{2-}, iron Fe^{3+}), mineralization value (denoted dry residue).

Степень изученности проблемы. Основные закономерности и теоретические положения об особенностях гидрологических и гидрохимических характеристиках водных объектов аридных зон включая их степень загрязнения исследованы в работах зарубежных ученых D.W.Blinn, J.Friedrich, H.Oberhansli, D.A.Boggs, J.Eliot, B.Knott, F.Conte, P.Conte, A.J.Ginzburg, A.G.Kostianoy, N.A.Sheremet, D.A.Hodson, W. Vyweman, K.Sable, которые внесли заметный вклад в процессы изучения состояния различных озер, включая Аральское море, а также гидрологического и гидрохимического состояния впадающих в них поверхностных вод с учетом степени загрязнения.

Проблемой Арала с 1908-1940 гг. постоянно занимаются ученые бывшего Союза и стран СНГ, в частности, исследования Л.С.Берга, В.Л.Шульца, М.М.Рогова, Л.К.Блинова, О.А.Алекина, П.О.Завьялова, А.М.Гареева посвящены изучению различных гидрологических и гидрохимических особенностей различных водных объектов бассейна Аральского моря, в том числе Южного Приаралья. Также учеными проведены физико-географические исследования низовьев Амударьи и региона Аральского моря, описаны гидрологические и гидрохимические особенности самой Амударьи и различных водоемов в разные годы.

В Узбекистане по этим проблемам проводили исследования А.А.Рафиков, Ф.Э.Рубинова, В.Е.Чуб, М.А.Якубов, В.А.Духовный, Е.К.Курбанбаев, Э.И.Чембарисов, Ф.Х.Хикматов, В.А.Рафиков, Б.Е.Аденбаев, А.Ж.Жакыпов, С.Е.Курбанбаев, С.В.Мягков, Р.Т.Ходжамуратова и другие. В этих исследованиях освещены проблемы Аральского моря и состояние нижнего течения Амударьи, природно-мелиоративные условия Южного Приаралья, многолетние изменения расхода воды и минерализации по длине Амударьи в 1975-2000 годах, состояние водообеспеченности нижнего течения.

В этих работах мало освещены вопросы современного гидрологического и гидрохимического режима водных объектов с учетом загрязнения, особенно за последнее десятилетие. Данное исследование

отличается от вышеуказанных работ тем, что посвящено изучению современного гидрологического и гидрохимического состояния реки Амударья, крупных каналов, магистральных коллекторов, природных озер, малых локальных водоемов, Аральского моря, а также оценке загрязнения рассмотренных водных объектов в условиях изменения климата.

Целью исследования является оценка степени загрязнения озерных экосистем Республика Каракалпакстан.

Главной задачей проведенных исследований явился анализ изменения содержания загрязняющих компонентов **(**ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+}) в рассмотренных озерах: Сарыкамыш, Судочье, Жилтырбас, Дауыткуль, Акчакуль, Макпалкуль, Каратерень, Шегекуль, Муйнакский залив за 2017-2023 гг., а также составление ГИС-карты «Загрязнённость изучаемых озерных экосистем».

Методы исследования. В статье использованы гидрологические и гидрохимические методы расчета и оценки, картографические методы, гидрологическое обобщение, а также обобщенные методы оценки гидрологического и гидрохимического состояния качества поверхностных вод с учетом их загрязнения.

Основное содержание. За прошедшие годы в пункте отбора пробы в озере Сарыкамыш, вблизи г. Кунград среднегодовые значения жесткости воды изменялись от 15,4 мг-экв/л(2017г) до 34,88 мг-экв/л (2022 г.), т.е. вода была очень жесткой все годы согласно О.А.Аленкину, 1970 очень жесткая вода считается свыше 9,0 мг-экв/л). Величина химического потребления кислорода (ХПК) изменялась от 11,0 мг/л (2018 г.) до 55,1 мг/л (2023 г.) , т.е. его содержание превысило ПДК (15 мг/л.) в 3,67 раза, величина биохимического потребления кислорода за пять суток ($БПК_5$) изменялась от 1,4 мг/л (2017) до 13,7 мг/л (2022 г.), т.е. его содержание при этом превысило ПДК (3,0 мг/л) в 4, 57 раз.

Ионы аммония (NH_4^+) изменялись от 0,24 мг/л (2017 г.) до 2,1 мг/л(2022 г.), когда его содержание превысило ПДК(0,5 мг/л) в 4,2 раза; ионы нитрита (NO_2^-) изменялись от 0,076 мг/л (2020г.)до 0,19 мг/л (2022 г.), когда его содержание превысило ПДК(0,08 мг/л) в 2,38 раз; содержание хлоридов(Cl^-) изменялось от 273 мг/л(2018г.) до 1465 мг/л(2019г.), когда их величина превысила ПДК(300 мг/л) в 4,88 раза; содержание сульфатов(SO_4^{2-}) изменялось от 122 мг/л(2018г.) до 412,4 раза; содержание железа(Fe^{3+}) изменялись от 0,27 мг/л(2018г.) до 0,55 мг/л(2019г.), когда его содержание

превысило ПДК (0,5 мг/л) в 1,1 раза. Величина сухого остатка (назовем его далее минерализацией) изменялась от 1205 мг/л(2017г.) до 4262 мг/л(2022г.), т.е. ее величина при этом превысила ПДК (1000) мг/л в 4,26 раза (табл.1 и рис.1).

Таким образом можно отметить, что в прошедшие годы (2017-2023 гг.) временами в воде озеро Сарыкамыш наблюдалось превышение величины предельно допустимой концентрации жесткости, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+}и величины минерализации, которая превысила 1000 мг/л во все годы наблюдений.

За прошедшие годы в пункте отбора пробы в озере Судочье, вблизи г. Кунград среднегодовые значения жесткости воды изменялись от 15,4 мг-экв/л(2017г) до 37,8 мг-экв/л (2022 г.), т.е. вода была очень жесткой все годы наблюдений.

Величина химического потребления кислорода (ХПК) изменялась от 11,3 мг/л (2017 г.) до 62,8 мг/л (2023 г.) , т.е. его содержание превысило ПДК в 4,19 раза, величина биохимического потребления кислорода за пять суток ($БПК_5$) изменялась от 2,7 мг/л (2020г.) до 13,9 мг/л (2022 г.), т.е. его содержание при этом превысило ПДК в 4, 63 раз.

Таблица 1

Изменение загрязненности озерных Южного Приаралья за многолетний период

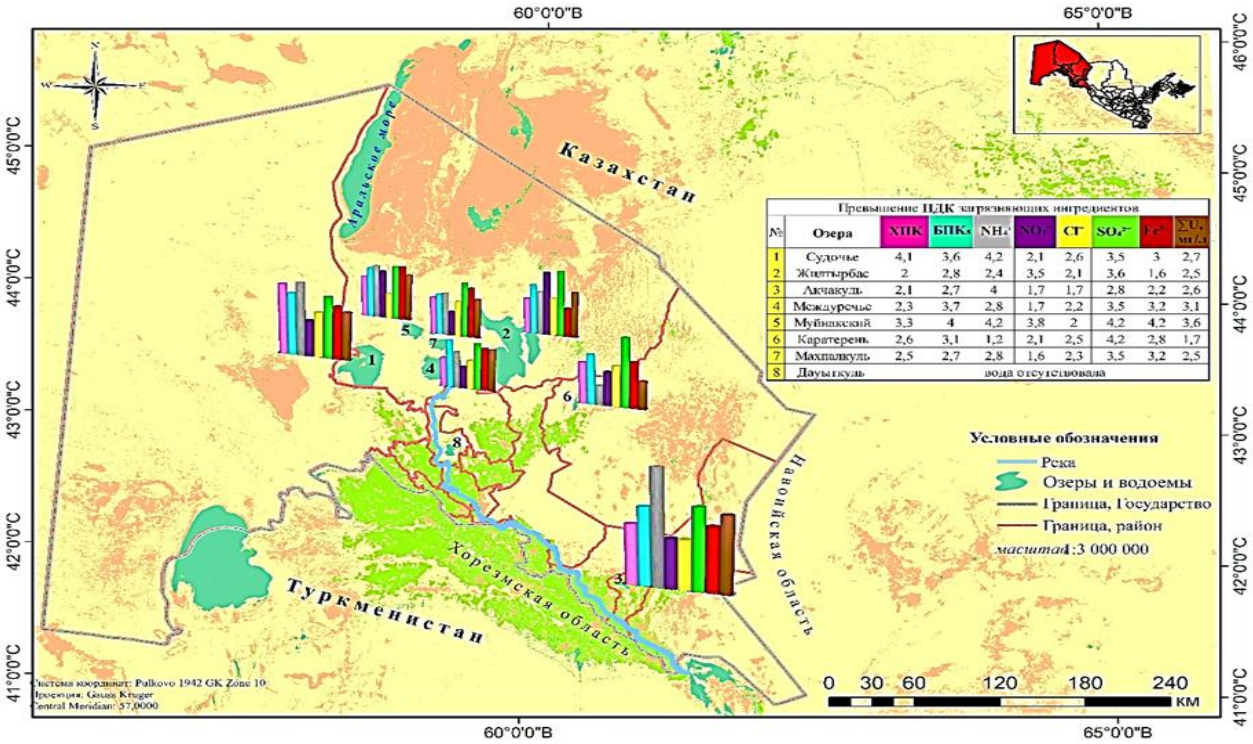
Годы	**t^0 С**	**Жесткость мг-экв/л**	**Показатели и ингредиенты в мг/л**							
			ХПК	**$БПК_5$**	**NH_4^+**	**NO_2^-**	**Cl^-**	**SO_4^{2-}**	**Fe^{3+}**	**Сухой остаток**
Озеро Сарыкамыш, в близости г. Кунград										
ПДК		7-10	30	3,0	0,5	0,08	300	100	0,5	1000
2017	22	15,4	11,3	1,4	0,24	0,08	303,2	175,6	0,019	1405
2018	15	20,5	11,0	3,3	0,50	0,13	273	122	0,027	1205
2019	19	24,0	15,2	3,6	0,72	0,98	1465	168	0,55	3200
2020	20	33	15,8	3,6	1,30	0,76	951	188	0,11	4090
2021	*Не было данных*									
2022	13	34,8	41,6	13,7	2,1	0,19	1048	412,4	0,12	4262
2023	18	30,2	55,1	11,2	2,0	0,13	939	353	0,11	2433
Озеро Судочье в близости от г. Кунград										
2017	22	15,4	11,3	1,4	0,24	0,08	303,2	175,6	0,19	1405
2018	16	22,3	12,1	3,2	0,47	0,18	375	116	0,68	1067

2019	21	16,0	15,0	4,3	0,53	0,09	1430	109	0,67	1697
2020	17	37,8	15,5	2,7	0,8	0,069	812	168	0,10	3566
2021		31,5	42	6,9	0,92	0,11	558	606	0,17	Не было
2022	17	25	40,4	13,9	2,2	0,18	755	399	0,15	3167
2023	18	31,1	62,8	11,0	2,1	0,17	920	355	0,15	2785
Озеро Жалтырбас в близости от г. Муйнак										
2017	21	11,6	24,2	1,7	0,11	0,13	149	73,1	0,40	1043
2018	16	18,2	10,9	3,1	0,39	0,16	281	130	0,087	1059
2019	22	15,1	17,0	2,6	0,62	0,095	143	118	0,046	4872
2020	18	31,3	17,0	4,0	0,56	0,053	780	161	0,10	4360
2021	*Не было данных*									
2022	12	19,1	33,7	10,2	1,4	0,14	673	373	0,09	2924
2023	18	14,7	31	8,4	1,2	0,28	748	362	0,08	2503
Озеро Дауыткуль в Кегейлийском районе										
2017	20	12	18,2	2,6	0,07	0,15	175	31,8	0,03	1482
2018	17	17	13,7	3,4	0,28	0,11	126	117	0,092	1385
2019	22	12	13,9	2,8	0,20	0,073	167	105	0,07	3796
2020	18	19,6	18,8	3,8	0,64	0,082	473	96,1	0,09	3004
2021	*Вода отсутствовала*									
2022										
2023										
Озеро Акчакуль в Элликалинском районе										
2017	22	12,6	6,3	2,3	0,13	0,13	173	71,0	0,03	1155
2018	17	17,3	8,3	2,9	0,23	0,15	264	116	0,10	1052
2019	23	12	16	4,0	0,39	0,076	668	108	0,063	3144
2020	18	16,8	13	4,0	0,37	0,076	484	153	0,033	1841
2021	-	14,8	38	10,3	1,60	0,097	572	268	-	-
2022	13	20,5	33,3	7,9	1,70	0,12	720	230	0,088	2786
2023	21	23	32,1	8,1	2,0	0,14	621	280	0,11	2612
Макпальская система озер в близи г. Муйнак										
2017	20	13,6	16,7	1,9	0,13	0,12	231	52,2	0,04	1145
2018	16	11,1	6,8	3,1	0,30	0,13	86	110	0,52	1139
2019	20	11,0	10,5	3,2	0,55	0,082	1365	114	0,05	3116

2020	16	9,5	12,5	3,8	0,44	0,078	286	110	0,04	1728
2021	*Вода отсутствовала*									
2022	13	23,5	44,6	9,6	1,8	0,17	995	469	0,16	4150
2023	19	15,4	37,5	8,3	1,4	0,13	805	357	0,16	2536
Озеро Каратерень в Тахтакупырском районе										
2017	19	14,0	11,6	6,0	0,09	0,21	294	81,1	0,019	1660
2018	16	10	9,5	2,6	0,33	0,097	139	122	0,10	1515
2019	-	12,6	14,8	3,2	0,49	0,069	1482	112	0,036	3904
2020	17	16,6	12,5	4,0	0,35	0,089	781	113	0,08	2397
2021	-	8,1	-	3,7	1,4	-	152	134	-	-
2022	15	24,7	23,6	7,2	2,2	0,17	775	394	0,13	3072
2023	20	14	40,3	9,3	1,8	0,17	884	424	0,14	1781
Озеро Шегекуль в близи от г. Муйнак										
2017	20	7,5	8,8	2,8	0,18	0,09	146	26,4	0,01	1288
2018	16	8,1	11,4	3,4	0,33	0,12	93	101	0,084	1170
2019	21	10,8	9,8	2,1	0,60	0,078	797	114	0,045	3056
2020	16	11,4	14,2	3,4	0,61	0,074	316	108	0,062	1576
2021	-	-	-	5,7	-	-		-	-	-
2022	14	25,0	41,1	11,3	1,8	0,18	676	451	0,15	3706
2023	17	21,7	34,7	11,3	1,4	0,14	774	353	0,16	3175
Муйнакский залив в близи г. Муйнак										
2017	20	19,6	43,7	0,9	0,14	0,06	264	449	0,022	1472
2018	7	13,4	-	2,7	0,55	0,25	38,4	143	0,035	880
2019	21	21,2	9,4	1,8	0,93	0,086	1482	125	0,052	4528
2020	15	8,7	14,3	4,0	0,43	0,062	283	97,3	0,058	1670
2021	Вода отсутствовала									
2022	14	24,6	43,7	11,9	2,1	0,23	659	451	0,17	4516
2023	18	22,9	50,1	12,1	2,1	0,31	721	420	0,21	3467

Ионы аммония (NH_4^+) изменялись от 0,24 мг/л (2017 г.) до 2,2 мг/л (2022 г.), когда его содержание превысило ПДК в 4,40 раза; ионы нитрита (NO_2^-) изменялись от 0,069 мг/л (2020г.)до 0,18 мг/л (2018,2022 гг.), когда его содержание превысило ПДК в 2,25 раз; содержание хлоридов (Cl^-) изменялось от 303,2 мг/л (2017г.) до 1430 мг/л (2019г.), когда их величина

превысила ПДК в 4,77 раза; содержание сульфатов (SO_4^{2-}) изменялось от 109 мг/л(2019г.) до 606 мг/л(2021г.), когда их величина превысила ПДК в 6,0 раза; содержание железа (Fe^{+3}) изменялись от 0,10 мг/л(2020г.) до 0,68 мг/л(2018г.), когда его содержание превысило ПДК в 1,36 раза. Величина минерализации изменялась от 1067 мг/л(2018г.) до 3566 мг/л(2020г.), когда ее величина превысила ПДК в 3,57 раза.



Превышение ПДК загрязняющих ингредиентов

№	Озера	ХПК	БПК5	NH_4^+	NO_2^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Fe^{3+}	$\sum C_i$ мг/л
1	Судочье	4,1	3,6	4,2	2,1	2,6	3,5	3	2,7
2	Жалтырбас	2	2,8	2,4	3,5	2,1	3,6	1,6	2,5
3	Аючакуль	2,1	2,7	4	1,7	1,7	2,8	2,2	2,6
4	Междуречье	2,3	3,7	2,8	1,7	2,2	3,5	3,2	3,1
5	Муйнакский	3,3	4	4,2	3,8	2	4,2	4,2	3,6
6	Каратерень	2,6	3,1	1,2	2,1	2,5	4,2	2,8	1,7
7	Махпалкуль	2,5	2,7	2,8	1,6	2,3	3,5	3,2	2,5
8	Даулыкуль	вода отсутствовала							

Рисунок 1. ГИС-карта «Загрязнённость изучаемых озерных экосистем»

Таким образом можно отметить, что в прошедшие годы (2017-2023 гг.) временами в воде озера Судочье наблюдалось превышение величины предельно допустимой концентрации жесткости, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, CL^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+}и величины минерализации, которая превысила 1000 мг/л во все годы наблюдений.

За прошедшие годы в пункте отбора пробы в озере Жалтырбас, близи от г. Муйнак среднегодовые значения жесткости воды изменялись от 11,6 мг-экв/л (2017г) до 31,38 мг-экв/л (2020 г.), т.е. вода была очень жесткой все годы наблюдений. Величина химического потребления кислорода (ХПК) изменялась от 10,9 мг/л (2018 г.) до 33,7 мг/л , т.е. его содержание превысило ПДК в 2,25 раза, величина биохимического потребления кислорода за пять суток ($БПК_5$) изменялась от 1,7 мг/л (2017г.), до 10,2 мг/л (2022 г.), т.е. его содержание при этом превысило ПДК в 3,4 раз.

Ионы аммония (NH_4^+) изменялись от 0,11 мг/л (2017 г.) до 1,4 мг/л(2022 г.), когда его содержание превысило ПДК в 2,8 раза; ионы нитрита (NO_2^-) изменялись от 0,053 мг/л (2020г.)до 0,28 мг/л (2023 г.), когда его содержание превысило ПДК в 3,5 раз; содержание хлоридов (Cl^-) изменялось от 143 мг/л(2019г.) до 748 мг/л (2023г.), когда их величина превысила ПДК в 2,49 раза; содержание сульфатов (SO_4^{2-}) изменялось от 73,1 мг/л(2017г.) до 373 мг/л (2022 г.), когда их величина превысила ПДК в 3,73 раза; содержание железа(Fe^{3+}) изменялись от 0,08 мг/л(2023г.) до 0,40 мг/л (2017г.), превышение ПДК не наблюдалось. Величина минерализацией) изменялась от 1043 мг/л (2017г.) до 4872 мг/л (2019 г.), когда её величина превысила ПДК в 4,87. раза

Таким образом можно отметить, что в прошедшие годы (2017-2023 гг.) временами в воде озеро Жалтырбас наблюдалось превышение величины предельно допустимой концентрации жесткости, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+} и величины минерализации, которая превысила 1000 мг/л во все годы наблюдений.

За прошедшие годы в пункте отбора пробы в озере Дауыткуль в Кегейлийском районе среднегодовые значения жесткости воды изменялись от 12,0 мг-экв/л(2017,2019гг.) до 19,6 мг-экв/л (2020 г.), т.е. вода была очень жесткой все годы наблюдений. Величина химического потребления кислорода (ХПК) изменялась от 13,7 мг/л (2018 г.) до 18,8 мг/л(2020г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 1,25 раза, величина биохимического потребления кислорода за пять суток ($БПК_5$) изменялась от 2,6 мг/л (2017г.), до 3,8 мг/л (2020 г.), т.е. его содержание при этом превысило ПДК в 1,27 раз.

Ионы аммония (NH_4^+) изменялись от 0,07 мг/л (2017 г.) до 0,64 мг/л(2020 г.), когда его содержание превысило ПДК в 1,28 раза; ионы нитрита (NO_2^-) изменялись от 0,073 мг/л (2019г.)до 0,15 мг/л (2017 г.), когда его содержание превысило ПДК в 1,88 раз; содержание хлоридов(Cl^-) изменялось от 126 мг/л(2018г.) до 473 мг/л (2020г.), когда их величина превысила ПДК в 1,58 раза; содержание сульфатов (SO_4^{2-}) изменялось от 31,8 мг/л(2017г.) до 117 мг/л (2018 г.), когда их величина превысила ПДК в 1,17 раза; содержание железа(Fe^{3+}) изменялись от 0,03 мг/л(2017г.) до 0,092 мг/л (2018г.), превышение ПДК не наблюдалось. Величина минерализацией) изменялась от 1385 мг/л (2018г.) до 3796 мг/л (2019 г.), когда её величина превысила ПДК в 3,80 раза.

Таким образом можно отметить, что в прошедшие годы (2017-2023 гг.) временами в воде озеро Дауыткуль наблюдалось превышение величины предельно допустимой концентрации жесткости, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+} и величины минерализации, которая превысила 1000 мг/л во все годы наблюдений.

За прошедшие годы в пункте отбора пробы в озере Акчакуль в Элликалинском районе среднегодовые значения жесткости воды изменялись от 12,0 мг-экв/л (2019гг.) до 23 мг-экв/л (2023 г.), т.е. вода была очень жесткой все годы наблюдений. Величина химического потребления кислорода (ХПК) изменялась от 6,3 мг/л (2017 г.) до 38 мг/л(2021г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 2,53 раза; величина ($БПК_5$) изменялась от 2,3 мг/л (2017г.), до 10,3 мг/л (2021 г.), т.е. его содержание при этом превысило ПДК в 3,43 раза.

Ионы аммония (NH_4^+) изменялись от 0,13 мг/л (2017 г.) до 1,70 мг/л(2022 г.), когда его содержание превысило ПДК в 3,4 раза; ионы нитрита (NO_2^-) изменялись от 0,076 мг/л (2019,2020 гг.)до 0,15 мг/л (2018 г.), когда его содержание превысило ПДК в 1,88 раз; содержание хлоридов (Cl^-) изменялось от 173 мг/л (2017г.) до 668 мг/л (2019г.), когда их величина превысила ПДК в 2,23 раза; содержание сульфатов (SO_4^{2-}) изменялось от 71,0 мг/л (2017г.) до 280 мг/л (2023 г.), когда их величина превысила ПДК в 2,8 раза; содержание железа (Fe^{3+}) изменялись от 0,03 мг/л(2017г.) до 0,11 мг/л(2023г.), превышение ПДК не наблюдалось. Величина минерализацией изменялась от 1052 мг/л(2018г.) до 3144 мг/л (2019 г.), когда её величина превысила ПДК в 3,81 раза.

Таким образом можно отметить, что в прошедшие годы (2017-2023 гг.) временами в воде озеро Акчакуль наблюдалось превышение величины предельно допустимой концентрации жесткости, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+} и величины минерализации, которая превысила 1000 мг/л во все годы наблюдений.

За прошедшие годы в пункте отбора пробы в Макпалской системе озер в близи г. Муйнак среднегодовые значения жесткости воды изменялись от 9,5 мг-экв/л(2020гг.) до 23,5 мг-экв/л (2022 г.), т.е. вода была очень жесткой все годы наблюдений. Величина химического потребления кислорода (ХПК) изменялась от 6,8 мг/л (2018 г.) до 44,6 мг/л(2022г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 2,97 раза; величина ($БПК_5$) изменялась от

1,9 мг/л (2017г.), до 9,6 мг/л (2022 г.), т.е. его содержание при этом превысило ПДК в 3,2 раза.

Ионы аммония (NH_4^+) изменялись от 0,13 мг/л (2017 г.) до 1,8 мг/л(2022 г.), когда его содержание превысило ПДК в 3,6 раза; ионы нитрита (NO_2^-) изменялись от 0,078 мг/л (2020 г.)до 0,17 мг/л (2022 г.), когда его содержание превысило ПДК в 2,12 раз; содержание хлоридов (Cl^-) изменялось от 86 мг/л(2018г.) до 1365 мг/л(2019г.), когда их величина превысила ПДК в 4,55 раза; содержание сульфатов (SO_4^{2-}) изменялось от 52,5 мг/л (2017г.) до 469 мг/л (2022 г.), когда их величина превысила ПДК в 4,69 раза; содержание железа (Fe^{3+}) изменялись от 0,04 мг/л (2017,2020гг.) до 0,52 мг/л(2018г.), когда его содержание превысило ПДК в 1,04 раза. Величина минерализацией изменялась от 1139 мг/л (2018г.) до 4150 мг/л (2022 г.), когда её величина превысила ПДК в 4,15 раза.

Таким образом можно отметить, что в прошедшие годы (2017-2023 гг.) временами в воде Макпальской системе озеро наблюдалось превышение величины предельно допустимой концентрации жесткости, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+} и величины минерализации, которая превысила 1000 мг/л во все годы наблюдений.

За прошедшие годы в пункте отбора пробы в озере Каратерен в Тахтакупырском районе среднегодовые значения жесткости воды изменялись от 8,1 мг-экв/л(2021гг.) до 24,7 мг-экв/л (2022 г.), т.е. вода была очень жесткой все годы наблюдений. Величина химического потребления кислорода (ХПК) изменялась от 9,5 мг/л (2018 г.) до 40,3 мг/л(2023г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 2,69 раза; величина ($БПК_5$) изменялась от 2,6 мг/л (2018г.), до 6,0 мг/л (2017 г.), т.е. его содержание при этом превысило ПДК в 2,0 раза.

Ионы аммония (NH_4^+) изменялись от 0,09 мг/л (2017 г.) до 2,2 мг/л(2022 г.), когда его содержание превысило ПДК в 4,4 раза; ионы нитрита (NO_2^-) изменялись от 0,069 мг/л (2019 г.)до 0,21 мг/л (2017г.), когда его содержание превысило ПДК в 2,63 раз; содержание хлоридов(Cl^-) изменялось от 139 мг/л(2018г.) до 1482 мг/л(2019г.), когда их величина превысила ПДК в 4,94 раза; содержание сульфатов(SO_4^{2-}) изменялось от 81,1 мг/л(2017г.) до 424 мг/л (2023 г.), когда их величина превысила ПДК в 4,24 раза; содержание железа (Fe^{3+}) изменялись от 0,036 мг/л(2019г.) до 0,14 мг/л(2023г.), т.е. превышение ПДК не наблюдалось. Величина

минерализацией изменялась от 1515 мг/л(2018г.) до 3904 мг/л (2019 г.), когда её величина превысила ПДК в 3,9 раза.

Таким образом можно отметить, что в прошедшие годы (2017-2023 гг.) временами в воде озеро Каратерен наблюдалось превышение величины предельно допустимой концентрации жесткости, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, CL^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+}и величины минерализации, которая превысила 1000 мг/л во все годы наблюдений.

За прошедшие годы в пункте отбора пробы в озере Шегекуль в близи г. Муйнак среднегодовые значения жесткости воды изменялись от 8,1 мг-экв/л(2021гг.) до 24,7 мг-экв/л (2022 г.), т.е. вода была очень жесткой все годы наблюдений. Величина (ХПК) изменялась от 8,8 мг/л (2017 г.) до 41,1 мг/л(2022г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 2,31 раза; величина ($БПК_5$) изменялась от 2,1 мг/л (2019г.), до 11,3 мг/л (2022,2023гг.), т.е. его содержание при этом превысило ПДК в 3,77 раза.

Ионы аммония (NH_4^+) изменялись от 0,18 мг/л (2017 г.) до 1,8 мг/л(2022 г.), когда его содержание превысило ПДК в 3,6 раза; ионы нитрита (NO_2^-) изменялись от 0,074 мг/л (2020 г.)до 0,18 мг/л (2022г.), когда его содержание превысило ПДК в 2,43 раз; содержание хлоридов (Cl^-) изменялось от 93 мг/л(2018г.) до 797 мг/л(2019г.), когда их величина превысила ПДК в 2,66 раза; содержание сульфатов (SO_4^{2-}) изменялось от 26,4 мг/л(2017г.) до 451 мг/л (2022 г.), когда их величина превысила ПДК в 4,51 раза; содержание железа (Fe^{3+}) изменялись от 0,01 мг/л(2017г.) до 0,16 мг/л(2023г.), т.е. превышение ПДК не наблюдалось. Величина минерализацией изменялась от 1170 мг/л(2018г.) до 3706 мг/л (2022 г.), когда её величина превысила ПДК в 3,7 раза.

Таким образом можно отметить, что в прошедшие годы (2017-2023 гг.) временами в воде озеро Шегекуль наблюдалось превышение величины предельно допустимой концентрации жесткости, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+} и величины минерализации, которая превысила 1000 мг/л во все годы наблюдений.

За прошедшие годы в пункте отбора пробы в Муйнакском заливе в близи г. Муйнак среднегодовые значения жесткости воды изменялись от 8,7 мг-экв/л(2020гг.) до 24,6 мг-экв/л (2022 г.), т.е. вода была очень жесткой все годы наблюдений. Величина (ХПК) изменялась от 9,4 мг/л (2019 г.) до 50,1 мг/л(2023г.), т.е. его содержание превысило ПДК в 3,34 раза; величина

($БПК_5$) изменялась от 0,9 мг/л (2017г.), до 12,1 мг/л (2023г.), т.е. его содержание при этом превысило ПДК в 4,03 раза.

Ионы аммония (NH_4^+) изменялись от 0,14 мг/л (2017 г.) до 2,1 мг/л(2022,2023гг.), когда его содержание превысило ПДК в 4,2 раза; ионы нитрита (NO_2^-) изменялись от 0,06 мг/л (2017 г.)до 0,31 мг/л (2023г.), когда его содержание превысило ПДК в 3,88 раз; содержание хлоридов (Cl^-) изменялось от 38,4 мг/л (2018г.) до 1482 мг/л(2019г.), когда их величина превысила ПДК в 4,94 раза; содержание сульфатов (SO_4^{2-}) изменялось от 44,9 мг/л (2017г.) до 451 мг/л (2022 г.), когда их величина превысила ПДК в 4,51 раза; содержание железа (Fe^{3+}) изменялись от 0,022 мг/л(2017г.) до 0,21 мг/л (2023г.), т.е. превышение ПДК не наблюдалось. Величина минерализацией изменялась от 880 мг/л(2018г.) до 4528 мг/л (2019 г.), когда её величина превысила ПДК в 4,53 раза.

Таким образом можно отметить, что в прошедшие годы (2017-2023 гг.) временами в воде отмеченных озер наблюдалось превышение величины предельно допустимой концентрации жесткости, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+} и величины минерализации, которая превысила 1000 мг/л во все годы наблюдений.

Выводы:

-анализ собранных данных показал, что величина минерализации воды в рассмотренных озерах превышает величину минерализации воды р. Амударьи, при поступлении ее в низовья реки: у створа Саманбай в 2017-2023 гг. она изменялась от 967 до 993 мг/л, а в озерах она доходит до 3116-4872 мг/л;

- рост величины минерализации воды в озерах обусловлен высоким содержанием сульфатного и хлоридного ионов, а также ионов магния и натрия;

- таким образом можно отметить, что в прошедшие годы (2017-2023 гг.) временами в воде рассмотренных озер наблюдалось превышение величины предельно допустимой концентрации жесткости, ХПК, $БПК_5$, NH_4^+, NO_2^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{3+} и величины минерализации, которая превысила 1000 мг/л во все годы наблюдений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии – Л: Гидрометеоиздат,1970 г. 444 с

2. Аденбаев Б.Е., Калабаев С.Б. Гидрография, морфометрия и мониторинг современного состояния озера Жилтырбас// Водное хозяйство Россия: проблемы, технологии, управление. - Россия, Екатеринбург, 2023. №5.- С.43-53.

3. Берг Л.С. Аральское море. Опыт физико-географической монографии// Изв.Туркест.отд.Русского.геогр. об-ва. СПб., 1908. Тр. 5. - Вып.9. -580 с.

4. Гареев А.М., Азимова С.Н. Особенности формирования и изменения геоэкологических условий по мере высыхания Аральского моря // II международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы геологии, гидрометеорологии, географии и туризма в условиях меняющегося мира». Уфа, 2024. -С.5-14.

5. Духовный В.А. и др. Аральское море и Приаралье. НИЦ МКВК, 2017. -217 с.

6. Завьялов П.О., Арашкевич Е.Г., Бастида И. и др. Большое Аральское море в начале XXI века: физика, биология, химия. – М.: Институт океанологии им. П.П.Ширшова, 2012. -229 с.

7. Курбанбаев Е., Курбанбаев С.Е. Водохозяйственная политика в Республиках Центральной Азии и проблема Аральского моря // «Известия географического общества Узбекистана». №46, Ташкент, 2015. - С. 164-168.

8. Курбанов А.Р., С.И.Ким и др. Комплексное изучение современной экологического состояния естественных водоемов Республики Каракалпакстан //Научные труды Дальрыбвтуза, 2020, №4 (т.54).-с.28-42

9. Калабаев С.Б., Жангабаев Д.М. Қорақалпоғистондаги коллектор-завурлардан тўйинувчи кичик кўллар гидрографияси ва морфометрияси // В материалах республ. Научно-практич. Конференции «Гидрологические и гидроэкологические проблемы южного Приаралья: настоящее и будущее», Нукус, 25-26 апрель 2023 г., с.30-33.

10. Калабаев С.Б., Артикова Ф.Я. Сунъий йўолдош кузатув маълумотлари бўйича кўлларни хариталаш ва мониторинг қилиш // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги. 2024.- №1.- Б.87-97.

11. Мамбетуллаева С.М., Бахиева Л.А. Современное состояние природной среды Южного Приаралья и основного меры ее улучшения // В мат. Респуб. Научно-практич. конференции «IV-рациональное использование природных ресурсов Южного Приаралья» . Нукус : ККГУ, 2015, с.124-217.

12. Рогов М.М., Ходкин С.С. и Ревина С.К. Гидрология устьевой области Амударья. -М.: Гидрометиздат,1968. -268 с.

13. Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н. Качество воды бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности. -Ташкент: Узгидромет, 2005. -185 с.

14. Туреева К.Ж., АтажановаА.Д. Мониторинг биогенных элементов водных объектов Южного Приаралья //журнал UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ, 2021 №9(87), с.11-16.

15. Хикматов Ф.Х., Аденбаев Б.Е., Артикова Ф.Я., Мамбетмуратов М.О. Оценка водообеспеченности низовьев реки Амударья // Материалы международной научной конференции «Инновация-2008». Ташкент, 2008. - С. 380-381.

16. Чембарисов Э.И., Баллиев А.И. К изучению качества воды в водотоках и водоемах Каракалпакстана в условиях изменения климата/ В сборнике материалов VIII Междунар научно-практич. Конференции «Архитектура Многополярного мира в XXI века: экология, экономика, геополитика, культура и образование», Биробиджан, 2023 -С.110-117.

17. Чембарисов Э.И., Баллиев А.И. К проблеме сохранения водоёмов Южного Приаралья/ междунар. Научно-практия. Конференция «Развитие современной науки: теория, метедология практика» М.: ЦПНП, 30 апреля 2023. – С. 196-200.

18. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. -Л.: Гидрометеоиздат, 1965.- 640 с.

19. «25лет деятельности международного фонда спасения Арала и новые импульсы для развития региона Приаралья». Ташкент: МФСА и GEF, 2019. -93 с.).

20. Blin D.W. The diatom flora of lake Eyre South: A large episodically filled Salt Lake in South Australia // Hydrobiologi. 1991. -PP. 101-104.

21. Boggs D.A., Eliot I., Knot B. Salt lakes of the northern agricultural region, Western Australia// Hydrobiologia. 2007. -Pp 49.59.

22. Friedrich J., Oberhansli H. Hydro chemical properties of the Aral Sea water in summer 2002 // J.Marine System. 2004. Pp. 77-88.

УДК: 631.6:331.101.3:004

ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ НОРМИРОВАНИЯ ЗАТРАТ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ И ТРУДА РАБОЧИХ В МЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТАХ

А.Р.Муратов т.ф.н. доцент,
О.А.Муратов т.ф.н. доцент,
З.Канназарова докторант.
[1]Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (НИУ ТИИИМСХ),
e mail: ashirbek55@mail.ru; oqil.uz@rambler.ru

Аннотация. В статье приведены результаты многолетних исследаний по методике, планированию и проведению исследований технического нормирования параметров технологических процессов в мелиоративных работах. Даны обобщенные оценки роли технического нормирования в водохояйственном производстве при внедрении новых технических средств, новых технологий, совершенных методов управления, планирования и технико-экономической оценки оптимальных парметров технологичеких процессов производства продукций.

В статье детально рассмотрены цели и задачи цифровизации в системе водного хозяйства Узбекистана и охарактеризованы составляющие элементы и структура расчетно-исследовательского метода технического нормирования затрат времени машин и затрат труда рабочих на единицу объёма работ.

Ключевые слова: цифровизация, мелиоративные работы, новая технология, технические средства, строительство, производственный процесс, техническое нормирование, затраты машинного времени, затраты труда, расчетно-исследовательский метод, управление, автоматизация, планирование.

Annotation. The article presents the results of long-term research on the methodology, planning and implementation of research on technical regulation of parameters of technological processes in land reclamation works. Generalized assessments of the role of technical regulation in water management production are given when introducing new technical means, new technologies, advanced management methods, planning and technical and economic assessment of optimal parameters of technological processes for the production of products.

The article examines in detail the goals and objectives of digitalization in the water management system of Uzbekistan and characterizes the constituent elements and structure of the calculation and research method of technical standardization of machine time costs and labor costs of workers per unit of work volume.

Key words: digitalization, melioration works, new technology, technical means, construction, production process, technical standardization, machine time costs, labor costs, calculation and research method, management, automation, planning.

Введение. Президент Узбекистана Шавкат Мирзиёев назвал цифровизацию единственным способом кардинальных изменений в водном хозяйстве. «Фермеры говорят, что учёт и расчёт потребления воды остаются очень сложными и состоят из 17 этапов, из-за чего много ошибок», - сказал он.

Единственный способ кардинальных изменений в водном хозяйстве- это «цифровизация, цифровизация и ещё раз цифровизация». Об этом на совещании 7 ноября 2024 года заявил президент Узбекистана Шавкат Мирзиёев [2].

Цифровизация сельского и водного хозяйства играет огромный рол в оперативном управлении и прогнозировании перспективных направлений их развития, поэтому считается актуальной задачей для народного хозяйства Узбекистана.

Цифровая кодификация элементов затрат на производственные процессы в водном хозяйстве является начальной фазой внедрения новой системы управления на предприятиях будущего поколения. Развитие автоматизированной системы управления предполагает максимально возможную техническую нормированию всех без исключения основных и вспомогательных затрат в процессах технологического цикла производства полезной продукции (или услуг).

Современные требования к конкурентоспособности водохозяйственных предприятий обусловливают развитие инструментов цифровизации и предполагают сквозную автоматизацию (информатизацию) технологических процессов производственного цикла.

Первичными операционными данными водохозяйственных производств является документация (например: типовые технологические карты на виды работ, лимитированные нормы воды для поливов, ведомственные строительные нормы на строительные, ремонтно-восстановительные работы и т.д.) на технологические процессы с директивными нормативами трудоемкости и нормами расхода сырья для производства производственных процессов. Технические нормирование позволяет ответить на ключевые вопросы производственной деятельности:

как, когда и сколько ресурсов (сырья, трудовых, материальных и временных) будет использовано при производстве единицы продукции или оказании услуг? Оно непосредственно влияет на структуру себестоимости (ценообразования) производимых продукций, ритмичность производства (сроки исполнения контрактов), управляемость персоналом, а также косвенно определяет качество продукции (услуг) за счет сбалансированной интенсивности работ.

Цель исследования. Широко распространён кибернетический постулат: *«управлять можно только тем, что подвергается измерению».* Чтобы водохозяйственные производства стали контролируемым и управляемым, нужно решить задачу проведением технических нормирований текущих состояний технологических процессов и производственных ресурсов, а также иметь инструмент управления ими.

Разработка и внедрение научно обоснованных и практически проверенных технических нормативов на производственные процессы с участием рабочих и служащих с разными квалификациями и современных технических средств, свидетельствует о хорошей организованности бизнес-процессов, производственной стабильности и управляемости целой отрасли. Так, на стадии *технико-экономического планирования* технологически обоснованные нормы используют для определения производственных мощностей отдельных агрегатов, участков, цехов и предприятий в целом. Они необходимы также для обоснования производственных программ, объёмов капитала вложений и расчёта численности работников и фондов оплаты труда. При оперативном планировании технически обоснованные нормы используются для определения последовательности движения предметов производства и составления производственных графиков, обеспечения повседневной ритмичной работы каждого рабочего места, участка и организации. В области проектирования технологических процессов с технически обоснованными нормамы позволяют выбрать тот или иной вариант технологического процесса, обеспечивающего выполнение конкретного задания с наиболее благоприятными показателями.

На основе нормирования осуществляется учет и контроль производства, эффективное распределение ресурсов, операционный контроллинг, производственное планирование, диспетчирование и управление организацией. Кроме того, техническое нормирование

является оперативным инструментом удовлетворения внешних и внутренних ограничений при исполнении государственных контрактов организаций в части управления трудовыми ресурсами, обеспечения рентабельности и гарантией исполнения, выигранных на тендерных торгах подряды по госзакупкам цен. Для свободных же рыночных игроков как МЧЖ, частные предприятия такие нормативы являются средством обеспечения прибыльности.

Руководством по техническому нормированию труда рабочих в строительстве установлены два метода проектирования норм: расчетно-исследовательский и расчетно-аналитический.

Методика исследований и применяемые материалы. Расчетно-исследовательский метод основан на использовании данных, получаемых в результате проведения специальных нормативных исследований (замеров, фотохронометрирования, видеосъемки с выездом на местности и т.д.).

Расчетно-аналитический метод базируется на использовании имеющихся нормативных и технических данных и предусматривает проектирование норм на основе применения расчетных формул, нормативов затрат труда и метода аналогии, если таковые имеются. Если нет нормативных документов близких по составу средств механизации и видов работ тогда этот метод не применимо для разработки ведомственных строительных норм для новых машин и технологий, рекомендованных к внедрению в водохозяйственных строительных производствах.

Проектирование норм с применением расчетных формул основано на использовании зависимостей между факторами влияния и затратами труда в тех случаях, когда длительность операции или процесса регламентируется техническими условиями, техническими правилами, паспортными показателями, актами испытаний, физическими законами и т.п. Когда внедряется новая техника, технология или частично обновляется производственная цепочка высокопроизводительной техникой лучшее техническое нормирования осуществлять расчетно-исследовательским методом.

Паспортные показатели работы машины - показатели, косвенно характеризующие производительность машины, устанавливаются на основе *полигонных испытаний* в расчетных условиях работы машины и указываются в ее техническом паспорте (продолжительность цикла или

число циклов в единицу времени, скорость движения рабочего органа машины и другие).

Организация производства ремонтно-строительных работ на оросительных и коллекторно-дренажных каналах (например: промывка закрытого горизонтального дренажа по новой технологии с применением новых машин и оборудования, очистка оросительной сети от заиления, очистка от грубостебельчатой растительности с применением ковша-косилки, и т.д.) мелиоративными машинами отечественного и зарубежного производств, определения потребности в ресурсах на конкретных мелиоративных объектах возможно на основании квалифицированно разработанных ведомственных норм.

Под ведомственной нормой принято понимать нормативный документ, устанавливающий состав, порядок, организационно-технические условия и количество машинного времени, затрат труда и ресурсов, которые необходимы на выполнение единицы конкретного объема очистных, ремонтно-восстановительных (строительных) работ на оросительной или мелиоративной сети. Ведомственные нормы служат основой для организации и перспективного планирования производства очистных, ремонтно-восстановительных и строительных работ, эксплуатации конкретных марок строительной и мелиоративной техники отечественного и зарубежного производств, учета расхода материалов и оплаты труда рабочих, а также для разработки новых сметных ресурсных норм (ШНК, СНиП и.т.д.) на ремонтно-строительные и строительные работы на мелиоративных системах.

Водохозяйственное строительное производство охватывает различные виды работ: уход за каналами, строительные и эксплуатационные работы на дренажных системах, земляные, бетонные работы, монтаж сборных конструкций, и т.д. Каждый вид работ содержит ряд более или менее сложных строительных, ремонтно-восстановительных процессов, выполняемых на отличающихся по конструкции и производительности средств механизации.

Для проведения измерений и нормативных наблюдений создается исследовательская группа, количественный состав которой зависит от необходимого объема исследований – числа процессов, подлежащих нормированию и взаимосвязи между нормируемыми индикаторами в технологических процессах (Рис.1).

Исследовательская группа должна иметь цифровую видеокамеру, цифровой фотоаппарат, лазерные дальномеры, рулетки, складные метры, различные секундомеры и другие инструменты, и приборы, необходимые для получения объективных характеристик *факторов влияния* и *замера продукции*.

Рис 1. Взаимосвязи процедур технического нормирования с основными индикаторами технологических процессов [7]

Фактором влияния называют условия, в которых осуществляется нормируемый производственный процесс: квалификация рабочих, технические характеристики (акты испытаний технических, технологических и эргономических параметров) применяемых машин и механизмов, инструментов и приспособлений, методов производства работ, качество употребляемых в дело и разрабатываемых материалов, формы организации и система оплаты труда, организация рабочего места, метеорологические и другие условия труда, в том числе экстремальные, и особые условия труда, прямо или косвенно вызывающие изменения затрат рабочего времени.

Наблюдения проводят в обычных производственных условиях за исполнителями (машинистами), которые овладели специальностью, имеют

достаточный опыт работы и добросовестно относятся к своим обязанностям [7].

Производственные процессы исследуются на протяжении полной рабочей смены без учета времени обеденного перерыва. Рабочее время подразделяется на время работы и время перерывов. Для анализа все затраты рабочего времени и время использования машин классифицируются по характерным признакам. Для целей разработки производственных норм, рабочее время рабочих и время использования машин делятся на две категории: нормируемые и ненормируемые затраты времени.

Нормируемые затраты времени - это такие виды затрат, без которых не может осуществляться исследуемый процесс и которые должны быть учтены в производственной норме времени.

Ненормируемые затраты времени слагаются из непроизводственных затрат и времени простоев, возникающих вследствие плохой организации труда, нарушения трудовой дисциплины рабочими, а также по независящим от технического персонала причинам. К этой же категории относятся затраты времени на выполнение других работ, не относящихся к исследуемому процессу. Ненормируемые затраты времени в производственной норме не учитываются.

А. Классификация затрат рабочего времени рабочих

Нормируемые затраты времени:

а) время полезной работы по заданию:

• время оперативной работы (основной и вспомогательной);

• время подготовительно-заключительной работы;

б) время отдыха;

в) время на личные надобности;

г) время технологических перерывов.

Ненормируемые затраты времени:

а) время непредвиденной работы;

б) потери рабочего времени:

• время лишней работы;

• время организационных простоев;

• время случайных простоев;

• время простоев, вызванных нарушением трудовой дисциплины.

Рис 2. Место технического нормирования в иерархии задач ведомства (например, МВХ УзР) [7]

Характерные признаки классификации затрат рабочего времени рабочих. Время оперативной работы состоит из времени основной работы и времени вспомогательной работы.

К основной работе относятся затраты рабочего времени, непосредственно связанные с получением продукции данного производственного процесса.

К вспомогательной работе относится рабочее время, затрачиваемое рабочим на дополнительные действия, обеспечивающие возможность осуществления основной работы (переходы, заправка топливных баков и т.п.).

Ко времени отдыха относятся затраты рабочего времени, необходимые для поддержания нормальной трудоспособности рабочего.

Ко времени на личные надобности относятся затраты рабочего времени, связанные с личной гигиеной и естественными надобностями.

Технологические перерывы в работе вызываются специфическими особенностями производственного процесса, выполняемого в условиях правильной организации производства и труда.

Ко времени непредвиденной работы относятся затраты труда на получение продукции, не относящейся к данному производственному процессу.

Время лишней работы не связано с увеличением объема продукции по данному производственному процессу или с получением дополнительной продукции по какому-либо другому виду работ (исправление бракованной продукции, излишняя обработка готовой продукции и т.д.).

К организационным простоям относятся потери рабочего времени из-за плохой организации труда и производства (несвоевременная подача материалов на рабочее место, недостаток орудий труда, несвоевременная подготовка фронта работ и т.д.).

К случайным простоям относятся перерывы в работе, вызванные атмосферными явлениями (сильный дождь, град, жаркая и низкая температура) или прекращением подачи на стройку электроэнергии, воды и т.п.

К нарушениям трудовой дисциплины относятся потери рабочего времени, вызванные опозданием на работу в начале смены или после обеденного перерыва и преждевременными уходами с работы перед обеденным перерывом или до конца рабочей смены.

Б. Классификация времени использования машин

Нормируемое время:

а) время полезной работы:

• время работы под полной нагрузкой;

• время работы под обоснованно пониженной нагрузкой;

б) время неустранимой работы вхолостую;

в) время регламентированных перерывов:

• связанных с техническим уходом за машиной;

• связанных с процессом работы;

• связанных с отдыхом и личными надобностями рабочих, обслуживающих машину.

Ненормируемое время:

а) время непредвиденной работы (не относящейся к исследуемому процессу);

б) потери рабочего времени:

• время лишней работы;

• время устранимой работы вхолостую;

• время организационных простоев;

• время случайных простоев;

• время простоев из-за нарушения трудовой дисциплины обслуживающими машину рабочими.

Итоги экспериментальных исследований. Характерные признаки классификации времени использования машин.

К работе под полной нагрузкой относится время, в течение которого машина работает в оптимальном режиме в соответствии с ее паспортными данными и правилами технической эксплуатации.

Работа под обоснованно пониженной нагрузкой производится в том случае, когда по технологическим причинам невозможно обеспечить работу в оптимальном режиме.

Неустранимая работа вхолостую вызывается особенностями технологического процесса или конструктивными особенностями самой машины.

Регламентированные перерывы:

• связанные с техническим уходом за машиной, вызываются выполнением подготовительно-заключительных и вспомогательных работ, требующих остановки машины (осмотр машины перед пуском, заправка машин водой и топливом, чистка, смазка, мелкий крепежный ремонт и т.п.);

• связанные с процессом работ, вызываются технологией и организацией производственного процесса;

• связанные с отдыхом и личными надобностями рабочих - могут быть в тех случаях, когда необходимое для этого время не перекрывается другими неустранимыми перерывами в работе машины.

К лишней работе относится время выполнения работы, не предусмотренной технологическим процессом и не дающей прироста продукции или улучшения качества.

Устранимая работа вхолостую имеет место по вине обслуживающих машину рабочих, не обеспечивших своевременную загрузку и оптимальный режим работы машины, или по организационным причинам (например, транспортер приведен в движение, а подача материала на ленту еще не организована и т.п.).

Простои по организационным причинам возникают вследствие плохой организации труда и производства. К ним относятся простои из-за несогласованности механизированного процесса со смежными с ним процессами. Например, простой экскаватора при несвоевременной подаче автомобилей-самосвалов. К этой же категории относятся простои из-за поломки или порчи машины, вызванной плохим уходом за ней или низким качеством ремонта, из-за перебоев в снабжении топливом, энергией, паром, смазочными и другими материалами; несвоевременной выдачи задания, указаний технического персонала и т.д.

К случайным простоям относятся простои, связанные с атмосферными явлениями, или простои вследствие прекращения подачи на рабочее место электроэнергии, воды и т.п.

К простоям из-за нарушения трудовой дисциплины обслуживающими машину рабочими относится время простоев машины при опоздании рабочих в начале смены или после обеденного перерыва, преждевременного ухода с работы перед обеденным перерывом или до конца смены, самовольных отлучек в рабочее время и т.п.

Все виды потерь рабочего времени и машин при проектировании норм не учитываются, что придает производственным нормам организующую роль в обеспечении роста производительности труда и снижении себестоимости работ. По окончании наблюдений необходимо провести замеры выполненной работы. Первичные нормы должны разрабатываться с обязательным соблюдением всех следующих этапов.

Для проведения нормативных исследований создается специальная группа работников, в состав которой входят специалисты с учеными степенями кандидат технических наук, магистр наук и несколько младших научных сотрудников, инженеров водного или сельского хозяйства.

При проведении любого вида нормативных наблюдений необходимо расчленение исследуемого процесса на элементы в технологической последовательности их выполнения.

Проводя расчленение процесса на элементы, нужно тщательно следить за тем, чтобы в номенклатуре элементов были учтены абсолютно все намечаемые к исследованию рабочие операции, перечисленные в нормали процесса.

Расчленять процесс на элементы нужно таким образом, чтобы получить номенклатуру элементов, обеспечивающую максимальное удобство производства замеров первичной продукции. Так, например, нецелесообразно выделять в самостоятельные элементы смежные рабочие операции, продолжительность выполнения которых определяется одними и теми же факторами влияния. В то же время неправильно объединять в один элемент операции, продолжительность выполнения которых определяется разными факторами влияния. При исследовании механизированных процессов наблюдения могут проводиться отдельно за работой машины, или за работой рабочих, или же совместно.

В любом из этих случаев должны быть составлены раздельные номенклатуры элементов использования времени машины и элементов работы исполнителей, работающих с помощью этой машины.

Составление смешанной номенклатуры элементов недопустимо. Например, для механизированного процесса «Промывка закрытой горизонтальной дрены» необходимо определить следующую номенклатуру исследуемых элементов:

для рабочих строителей: устройство и содержание водоотводных канав или ограждающих валиков, вспомогательные работы, связанные с перемещением дрена промывочных машин из одного забоя в другой забой, отдых;

для машиниста дрена промывочных машин: управление машиной с емкостью для воды при выполнении работ по очистке закрытой дрены от заиления, осмотр колодца (или шурфа), опускание моющей головки в забой, подача воды под давлением в полость трубы дрены, откачка воды со дна колодца, передвижка машины по трассе, заправка водой, осмотр и приемка машины, заправка горючим и смазочными материалами, отдых.

На этом же этапе подготовки к наблюдению осуществляется определение фиксажных точек, которые обозначают границы каждого элемента-операции. Признаки для определения фиксажной точки могут устанавливаться по звуку, четкому зрительному восприятию начала или окончания того или иного движения рабочего органа строительной, мелиоративной машины, механизатора.

Для каждого элемента-операции могут устанавливаться начальные и конечные фиксажные точки. Например, при наблюдении операции «передвижка машины по трассе дрены» фиксажная точка «наматывание шланга длиной 100 метров в барабан и команда об окончании на данном смотровом колодце», определяющая момент начала элемента «передвижка машины по трассе дрены» является одновременно и фиксажной точкой, определяющей окончание элемента «промывки дрены на участке от 100 до 200 метров».

В том числе в переделах одной операции для каждого приема могут устанавливаться начальные и конечные фиксажные точки. Например, при наблюдении процесса «Устройства шурфа на трассе дрены» фиксажная точка, определяющая момент начала элемента «развёртывание комплекта дрена промывочной машины», является одновременно и фиксажной точкой,

определяющей начало элемента «промывка дрены длиной 100 пм ». При определении фиксажных точек элементов процесса «промывка горизонтальной дрены длиной 100 пм» одна и та же фиксажная точка должна определять момент окончания элемента «развёртывание комплекта дрена промывочной машины» и начала элемента «промывка дрены длиной 100 пм».

После проведения всех организационно-подготовительных мероприятий, приступают к проведению нормативных наблюдений.

Исследование производственных процессов заключается в проведении нескольких полно сменных нормативных наблюдений за выполняющими этот процесс различными машинами, рабочими, бригадами или звеньями рабочих.

Перед непосредственным проведением любого нормативного наблюдения необходимо составить характеристику процесса - точное и четкое описание всех организационно-технических условий (факторов), в которых выполняется исследуемый рабочий процесс, т. е. дать описание установленной нормали процесса.

Для описания характеристики процесса предназначен специальный бланк ХП. Бланк ХП заполняется на каждое наблюдение отдельно. В тех случаях, когда в нескольких наблюдениях, составляющих одно исследование, значения факторов повторяются, можно ограничиться подробным заполнением бланка ХП для первого наблюдения, а для остальных наблюдений указать на этом же бланке только изменившиеся значения факторов влияния.

При составлении описания характеристики процесса все графы бланка должны быть заполнены точно. Несоблюдение этого требования затруднит анализ результатов наблюдения.

Бланки содержат следующие сведения: дату наблюдения, время смены, температуру, характеристику атмосферных условий, подробные данные о рабочих (возраст, специальность, квалификация, разряд, стаж по данной работе, система оплаты труда, темп работы), детальное описание применяемых материалов, инструмента, приспособлений и машин, характеристику продукции, уровень ее качества, описание рабочего места, данные об организации и технике процесса и подсчет количества продукции.

Производственный процесс, протекающий в условиях плохой организации производства и труда, или с участием рабочих более низкой квалификации, чем это предусмотрено действующим тарифно-

квалификационным справочником, не может быть избран в качестве объекта нормативных наблюдений, так как полученные в результате наблюдений за таким процессом данные будут отражать эти недочеты, а нормы времени, запроектированные на основе наблюдений, будут завышенными.

Настоящая статья содержит некоторые положения по проектированию норм с использованием формул производительности машин на механизированные строительно-монтажные и ремонтно-строительные работы на мелиоративных и водохозяйственных объектах.

Нормированию подлежат только рационально организованные ремонтно-восстановительные и строительные процессы, которые ведут современными, прогрессивными методами.

Выводы.

- Цифровизация водного хозяйства играет огромный рол в оперативном управлении и прогнозировании перспективных направлений их развития, поэтому проведения научных исследований по этой проблеме считается актуальной задачей для народного хозяйства Узбекистана.

- Цифровая кодификация элементов затрат на производственные процессы в водном хозяйстве является начальной фазой внедрения новой системы управления на предприятиях, организациях будущего поколения.

- Проектирование норм с применением расчетных формул основано на использовании зависимостей между факторами влияния и затратами труда в тех случаях, когда длительность операции или процесса регламентируется техническими условиями, техническими правилами, паспортными показателями, актами испытаний, физическими законами и т.п.

- Для проведения технических измерений и нормативных наблюдений создается исследовательская группа, количественный состав которой зависит от необходимого объема исследований – числа процессов, подлежащих техническому нормированию и взаимосвязи между нормируемыми индикаторами в технологических процессах.

- Нормированию подлежат только рационально организованные ремонтно-восстановительные и строительные процессы, которые ведут современными, прогрессивными методами.

- Проектирование норм с применением расчетных формул основано на использовании зависимостей между факторами влияния и затратами труда в тех случаях, когда длительность операции или процесса регламентируется техническими условиями, техническими правилами, паспортными

показателями, актами испытаний, физическими законами и т.п. Когда внедряется новая техника, технология или частично обновляется производственная цепочка высокопроизводительной техникой лучшее технические нормирования осуществлять Расчетно-исследовательский методом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги ПФ-6024-сонли “Ўзбекистон республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган концепциясини тасдиқлаш тўғрисида” ги фармони.
2. Ўзбекистон Республикаси Президенти Ш.М.Мирзиёйевнинг “Сув хўжалигида тежамкорлик ва омилкорлик-замон талаби”, 2024 йил 7 ноябрдаги “Қишлоқ хўжалигида сув ва энергия манбаларидан оқилона фойдаланиш ҳамда йўқотишларни камайтириш чора-тадбирлари” га видеоселектр. https://president.uz/uz/lists/view/7676.
3. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2021 йил 24 февралдаги ПҚ-5005-сонли “Ўзбекистон Республикасида сув ресурсларини бошқариш ва ирригация секторини ривожлантиришнинг 2021-2023 йилларга мўлжалланган стратегияси” тўғрисидаги қарори javascript:scrollText.
4. Сув хўжалигида «каналларни бетонлаш бўйича зарбдор йил» эълон қилинди. https://kun.uz/kr/news/2023/11/29/suv-xojaligida-kanallarni-betonlash-boyicha-zarbdor-yil-elon-qilindi.
5. ШНҚ 2.06.03-12. Суғориш тизимлари. Лойиҳалаш нормалари. Ўзбекистон Республикаси давлат Архитектура ва қурилиш қўмитаси. Тошкент-2012.
6. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 24211-2003 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, (МНТКС) 2003 г.
7. В.М.Макаров. Нормирование-основа развития цифровых производств. https://ritm-magazine.com/en/node/1798.
8. Muratov, A.R., Yunusova, F., Muslimov, T. Management of initial structuring in connection zones of concrete fillers in hydrotechnical construction. (2023) E3S Web of Conferences, 401, art. no. 01019 DOI: 10.1051/e3sconf/202340101019
9. ШНҚ 3.07.04-2019 Ирригация ва коллектор-дренаж тармоқларидаги гиротехник иншоотлар. Ишларни ташкил қилиш, бажариш ва қабул қилиш. Ўзбекистон Республикаси қурилиш вазирлиги. Тошкент 2020 й.
10. ШНҚ 5.01.23-08. Сборник 23. «Типовые нормы расхода цемента

для приготовления бетонов сборных и монолитных бетонных, железобетонных изделий и конструкций». Госкомархитектстрой Республики Узбекистан.Ташкент. 2008 г.

11. Muratov A. Innovative technology of vibration compaction of lightweight concrete mixtures (2023) AIP Conference Proceedings, 2612, art. no. 040018. DOI: 10.1063/5.0114324

12. Kannazarova Z., Juliev M., Muratov A., Abuduwaili J. Groundwater in the commonwealth of independent states: A bibliometric analysis of scopus-based papers from 1972 to 2023, emphasizing the significance of drainage (2024) Groundwater for Sustainable Development, 25, art. no. 101083. DOI: 10.1016/j.gsd.2024.101083.

13. «Основами методики технического нормирования труда в строительстве» (выпуски 1-9) НИИЭС Госстроя бывшего СССР, в которых поясняются термины, даются примеры по практическим расчетам.

14. Muratov A., Muratov O., Melikuziyev S. Operational control of energy consumptions of reclamation machines. Том 614 December 2020 IOP Conference Series Earth and Environmental Science 614(1):012042. DOI: 10.1088/1755-1315/614/1/012042

15. ГОСТ 30067-93 «Экскаваторы одноковшовые универсальные полноповоротные».

16. ГОСТ 27251-87 «Машины землеройные. Метод испытаний по определению времени перемещения рабочих органов».

17. Муратов А.Р., Муратов О.А. “Система машин и технологий для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 2011-2016 гг.” часть ИИИ. Мелиорация. ТИМИ қошидаги ИСМИТИ, Тошкент. 2015. - 137 б. «Глобал солор принт» МЧЖ босмахонасида офсет усулида чоп этилди.

18. Муратов А.Р., Муратов О.А. ИКН В12.1-2015 “Мелиоратив тизимлар ва иншоотларда таъмирлаш-тиклаш ҳамда қурилиш ишларига идоравий нормалар” ТИМИ қошидаги ИСМИТИ 2015. Тошкент ш. 2015 йил. 158 бет. «Глобал солор принт» МЧЖ босмахонасида офсет усулида чоп этилди.

19. Муратов А.Р., Муратов О.А. ИКН В33-2015 “Мелиоратив тизимлар ва иншоотларда таъмирлаш-қурилиш ишларини бажариш ва қабул қилишнинг идоравий нормалари ва қоидалари” ТИМИ қошидаги ИСМИТИ 2015. Тошкент. Отраслевой стандарт.

20. Tst 63.07:2001, «Испытание сельскохозяйственной техники. Надежность. Показатели и методы оценки».

21. Tst 63.09:2001, «Испытание сельскохозяйственной техники. Машины мелиоративные, осушительные и оросительные, Программы и методы испытаний».

УДК : 631.6

ТЕХНОЛОГИИ МЕЛИОРАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

(*Обзорно-аналитическая статья*)

Широкова Юлия Илларионовна
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, к.с-х.н., «Лаборатория Почвенных исследований и мелиоративных процессов».
yulia.i.shirokova@gmail.com; https://orcid.org/0000-0001-5455-877X.
Палуашова Гаухарай Калбаевна
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, зав.лаб., PhD, с.н.с. «Лаборатория Почвенных исследований и мелиоративных процессов».
gavhar2005@rambler.ru; https://orcid.org/0000-0001-7380-8367.
Садиев Фарход Фатуллоевич
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, PhD, с.н.с. «Лаборатория Почвенных исследований и мелиоративных процессов».
fsf7711@mail.ru https://orcid.org/0009-0007-8916-5088.
Кодиров Дилшод Тохирович
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, докторант «Лаборатория Почвенных исследований и мелиоративных процессов».
qdt1004@umail.uz; https://orcid.org/0009-0004-5819-4861

Аннотация. Мақолада туз тўпланишини баҳолаш ва тупроқ шўрланишини тартибга солишнинг хорижий ёндашувлари кўриб чиқилган. Олимлар томонидан таклиф қилинган тупроқ шўрланишини бошқаришнинг яхлит тизимига қуйидагилар киради: дренаж билан таъминланган шароитда тупроқ шўрини ювиш /тузни ювиш; агротехник усуллар; мелиорациянинг кимёвий ва биологик усуллари. Мақола муаллифлари, шунингдек, шўрланган ерларни ювишнинг маҳаллий амалиёти ва сув танқислиги шароитида тупроқни шўрланиш технологиясига инновацион ёндашувлар бўйича ўзларининг тадқиқотлари натижаларини қисқача таҳлил қилишади.

Калит сўзлар: тупроқ шўрланишини тартибга солиш, хорижий ёндашувлар, шўр ювиш, сув танқислиги, шўрланган тупроқларни ювиш, технологияни такомиллаштириш, сув ресурсларини тежаш, тупроқни юмшатиш, кимёвий препаратлар, ҳосилдорликни ошириш, иқтисодий баҳолаш.

Аннотация. В статье рассмотрены зарубежные подходы к оценке соленакопления и регулирования засолённости почвы. Предложенная учёными интегрированная система управления засолением почв, включает: промывки почвы /выщелачивание солей, при обеспечнном дренировании; агротехнические приёмы; химические и биологические методы мелиорации. Авторы статьи также приводят краткий анализ отечественной практики промывки засолённых земель и результаты собственных исследований по инновационным подходам к технологии рассоления почв в условиях дефицита водных ресурсов.

Ключевые слова: регулирование засолённости почвы, зарубежные подходы, выщелачивание солей, дефицита водных ресурсов, промывка засоленных почв, совершенствование технологий, экономия водных ресурсов, рыхление почв, химические препараты, прибавки урожая, экономическая оценка.

Abstract. The article considers foreign approaches to assessing salt accumulation and regulating soil salinity. The integrated soil salinization management system proposed by scientists includes: soil leaching/salt leaching, with adequate drainage; agrotechnical techniques; chemical and biological methods of melioration. The authors of the article also provide a brief analysis of the domestic practice of leaching saline soils and the results of their own research on innovative approaches to soil desalination technology under conditions of water resource shortage.

Keywords: soil salinity regulation, foreign approaches, salt leaching, water resource shortage, leaching of saline soils, improving technologies, saving water resources, soil loosening, chemicals, yield increases, economic assessment

Зарубежные подходы к оценке соленакопления и регулирования засолённости почвы: «На засоление почвы и увеличение растворимых солей в корнеобитаемой зоне влияют климат, тип почвы, урожай, качество оросительной воды и методы управления, а также глубина и соленость грунтовых вод (Parathapar et al., 1992). Уровни засоления сельскохозяйственных земель обычно контролируются путем поддержания некоторого нисходящего движения воды и солей из корневой зоны в почву под ними. Избыток воды, превышающий потребности растений, должен поступать в почву для создания этого чистого нисходящего потока. Конструкция установленной дренажной системы должна быть такой, чтобы поддерживать положение уровня грунтовых вод на глубине, обеспечивающей необходимую потенциальную способность отвода избыточных поливных и промывных вод.

Уровень засоленности почвы зависит от чистой глубины просачивания, концентрации солей в поливной воде и относительной величины подъема капиллярной воды из-под почвы между поливами» [5].

Не существует единого способа управления засолением, особенно на орошаемых землях, несколько методов можно объединить в интегрированную систему, которая работает удовлетворительно [2].

В международной теории и практике основным способом борьбы с засолением почвы признано регулирование солевого режима выщелачиванием солей из почвы в период вегетационных поливов сельскохозяйственных культур, путём добавления объёма воды, сверх потребности растений. Такой режим поливов (с добавлением промывной доли, сверх потребности растений) в отечественной терминологии называют «промывной режим орошения».

Этот подход описан в ряде зарубежных работ [1, 5], он широко применяется в моделировании и достаточно ясно изложен в работе [4] «…постоянный контроль засоленности почвы и недопущение ее превышения является ключевым мероприятием и необходимым условием устойчивого использования засоленных почв и солоноватых вод. Выщелачивание солей из корнеобитаемого слоя почвы за счет избытка почвенной воды, просачивающейся в глубокие и не корнеобитаемые слои подпочвы, является основным мероприятием по управлению засоленным растениеводством. Задачей профессионального управления орошением

является определение количества воды, необходимого для получения экономического урожая, и контроль засоленности почвы на уровне конкретной культуры и урожая. В связи с этим возникает необходимость количественного определения потребности в воде для вымывания солей из корнеобитаемого слоя (LR=leaching requirement), которая выражается в виде доли (LF=leaching fraction: LF = water leached [mm]/water applied [mm]) от потребности в воде для культуры (CWR в мм), определенной для незасоленных условий, и определяется по следующему уравнению:

$$LR=LF=ECi/ECdw=Wdr/Wi$$

где: ECi = EC оросительной воды, dS/m;

ECdw = EC дренажной (перколяционной, фильтрующейся) воды, dS/m;

Wi поданная оросительная вода в мм;

Wdr = просочившаяся дренажная вода в мм.

В представленном подходе учитывается ECi применяемой оросительной воды - величина, которая должна быть доступна, и ECdw дренажной воды, которая может быть принята в зависимости от солеустойчивости культуры» [4].

В работе [2] профессор А.Хамди указывает, что «не существует единого способа управления засолением, особенно на орошаемых землях, несколько методов можно объединить в интегрированную систему, которая работает удовлетворительно». Автор систематизировал методы в следующем порядке.

Гидравлическое управление (потребность и частота выщелачивания/ промывки, система и частота орошения, система, и параметры дренажа, чередование, смешивание водных ресурсов).

Физический менеджмент (планировка земли, обработка почвы, подготовка земли, глубокая вспашка, формирование посевного ложа, посадочные ресурсы, пескование, физическое удаление солевых отложений).

Химический менеджмент (поправки, улучшение структуры почвы, плодородие, минеральные удобрения).

Биологический менеджмент (органические и зеленые удобрения, культуры в севообороте, мульчирование).

Управление персоналом. Социально-экономические аспекты. Экологические аспекты. Политика. Автор считает, что участие фермеров в планировании и управлении мероприятий является ключевым моментом, ведущим к успеху и/или провалу проектов по регулированию засоления почв, в условиях использования соленых вод.

В подходе ученых, принятом ФАО [1], промывка почв слоем воды (затоплением), рекомендуется только при освоении земель. Типичные методы, применяемые на этапах освоения, включают выравнивание земли до заданного уклона, установление адекватного дренажа (закрытые или открытые дрены), глубокую вспашку или рыхление для физического изменения профиля почвы, а также выщелачивание для уменьшения чрезмерного засоления. По рекомендациям автора, мелиоративную промывку слоем воды (затоплением), целесообразно проводить только если засоление верхней корневой зоны намного превышает ECe, 10–12 dS/m. В этом документе ФАО [1], выражено преимущество поступления воды в ненасыщенную почву. Это касается прерывистости затопления (тактами) или применения дождевания. «Эффективность увеличивается, если просачивающаяся вода движется медленнее (ненасыщенный поток) и иногда ей дают возможность стекать, как это происходит при прерывистом выщелачивании. При непрерывном затоплении, большая часть выщелачивающей воды проходит через более крупные поры почвы и обходит более мелкие поры. Поэтому соли, попавшие в эти более мелкие поры, удаляются с более медленной скоростью на единицу внесенной воды. Как правило, при непрерывном затоплении 70–80 % изначально присутствующих растворимых солей, будут удалены слоем воды, равным слою промываемого грунта. Спринклеры (дождеватели) подают воду с относительно медленной скоростью и очень эффективно выщелачивают соли. При использовании спринклеров или периодического затопления, около 80–90% солей, изначально присутствующих в почве, будут удалены при слое подачи воды, равной слою восстанавливаемой почвы, но для завершения выщелачивания потребуется больше времени» [1, 2, 4, 6].

Отечественная практика промывок засоленных почв и исследования НИИИВП: По предыдущим представлениям, и в существующей практике ведения сельского хозяйства на подверженных засолению землях в Узбекистане управление солевым режимом носит внутригодовой, цикличный характер. В зимне-ранневесенний период года

проводят массовые промывки земель, совмещённые с влагозарядкой. Для почв с сильной степенью засоления при обеспечении водоотведения учеными рекомендовано проводить промывку засоленных земель затоплением, по небольшим чекам (максимум 50х50 м), с подачей воды отдельно в каждый чек. На основании опытов и расчетов САНИИРИ обосновано, что нормы промывки нетто для среднесуглинистых почв составляют: для сильнозасоленных почв 5,0-6,0 тыс.м^3/га, для среднезасоленных - 3,0-4,0 тыс. м^3/га, для слабозасоленных - 2,0-2,5 тыс. м^3/га. Это ориентировочные цифры, и, в каждом конкретном случае на увеличение или снижение этих норм, будет влиять солеотдача почв.

В настоящее время в Узбекистане проводятся мероприятия по водосбережению в сельскохозяйственном секторе, переход на капельное орошение и другие технологии рационального использования воды. В этой связи, мероприятия по поддержанию солевого режима, также требуют усиленного внимания по поиску и внедрению менее водозатратных методов мелиорации засоленных земель. Анализ затрат на проведение промывок и их эффективности в различных условиях приведен в работах [7, 8].

В течение ряда лет в Лаборатории почвенных исследований и мелиоративных процессов НИИИВП, проводятся исследования по водосберегающим технологиям поддержанияя солевого режима орошаемых почв. Описание и результаты этих исследований представлены в таблицах 1 и 2.

Проведены исследования по повышению эффективности использования воды, за счёт одновременного регулирования засоленности почвы в вегетационный период, с помощью улучшения технологий полива по бороздам [9, 10].

Также ведётся научно-экспериментальный поиск новых, альтернативных методов мелиорации засоленных почв на основе тщательного изучения, мелиорирующего и почво- и водосберегающего воздействия местных биопрепаратов, а также безвредных химических препаратов-усилителей выщелачивания солей: Сперсал и Биосолвент [11, 12].

Разрабатывается технология круглогодичного управления солевым режимом орошаемых земель с использованием таких агроприёмов, как глубокое рыхление почв и использование атмосферных осадков для опреснения заброшенных деградированных земель [13–15].

Таблица 1

Оценка эффективности мероприятий по рассолению почвы (по экспериментальным данным авторов)

Метод регулирования солевого режима	Описание метода/технологии	Поданный объём воды для рассоления почвы, тыс. $м^3$/га	Показатели эффективности				
			Снижение засолённости почвы, ECe (dS/m)	Процент выщелачивания солей	Удельные затраты воды $м^3$ на 1 dS/m	Экономия ороситель ной воды, (% от 1)	Прибавка урожая хлопка, % потенциальная (факт)
Сильно и средне засоленные -промывка по чекам							
Промывка по чекам-базовый	1.Наполнение чеков слоем воды и вытеснение солей	4	4,3 (8,3 -4,0)	52	930	0	27
То же, с применением препарата Биосолвент	2.То же, с опрыскиванием почвы перед заливкой воды	2	3,0 (8,5-5,5)	35	667	28	13
Средне и слабо засоленные – распределение воды по бороздам							
Промывка по бороздам, совмещённая с влагозарядкой	3. Легкие почвы промывка 2 тактами, с чередованием борозд	1,75	3,3 (5,1-1,7)	65	530	43	14
	4. Плотные почвы (рыхлёные + Биосолвент) - 1 такт	1,4	2,4 (10,2 -7,8)	24	583	37	15
В период вегетации хлопчатника, при поливе по бороздам	5.Встречный полив хлопчатника на малоуклонных землях	0 (вег. полив)	Прирост за вегетацию 0,1 dS/m		0	100	(36)
	6. Обработка борозд препаратом Биосолвент, перед вегетационным поливом хлопчатника	0 - дополнительно (вег. полив)	2,8 (6,1-3,3) снижение за вегетацию за счет промывного режима	41	0	100	(22)
Деградированные, сильно засоленные земли внутри освоенных массивов							
Опреснение осадками сильнозасоленной и уплотненной почвы []	7,8. Рыхление почвы осенью + Биосолвент	0 (302 мм осадков)	1 год: 6,6 (11,9 – 5,3)	57	0	100	41
		0 (174 мм осадков)	2 год: 3,9 (9,0 -5,1)	43	0	100	24

Таблица 2

Экономические показатели инновационных водосберегающих технологий мелиорации засоленных земель, альтернативных промывке по чекам (по экспериментальным данным авторов)

Метод регулирования солевого режима	Описание метода	Стоимость рассоления почвы, тыс. сум/га, в ценах 2023 года	Показатели эффективности		
			Затраты оросительной воды на рассоление почвы, тыс. $м^3$/га	Удельные затраты воды на 1 dS/m	Экономия оросительной воды, % (по удельным затратам для снижения засоления на 1 dS/m)
Сильно и средне засоленные -промывка по чекам					
Промывка по чекам-базовый	Наполнение чеков слоем воды и вытеснение солей	620860	4	930	0
То же, с применением препарата Биосолвент	То же, с опрыскиванием почвы перед заливкой воды	1196432	2	667	28
Средне и слабо засоленные – распределение воды по бороздам					
Промывка по бороздам, совмещённая с влагозарядкой	А. Легкие почвы промывка 2 тактами, с чередованием борозд	84508	1,75	530	43
	Б. Плотные почвы (рыхлёные и с Биосолвентом) -1 такт	451400	1,4	583	37
В период вегетации хлопчатника, при поливе по бороздам	А. Встречный полив хлопчатника на малоуклонных землях	-	0 (вег. полив)	0	100%
	Б. Обработка борозд препаратом Биосолвент, перед вегетационным поливом хлопчатника	366892	0 - дополнительно (вег. полив)	0	100%
Деградированные, сильно засоленные земли внутри освоенных массивов					
Опреснение осадками сильно засоленной и уплотненных почвы	С помощью рыхления почвы осенью и Биосолвента	962592	0 (302 мм осадков)	0	100%
			0 (174 мм осадков)	0	100%

Результаты исследования эффективности применения Биосолвента в качестве средства усиления выщелачивания солей при вегетационных поливах, как альтернативы промывному режиму орошения (дополнительный объём воды для орошения) можно считать положительными. При этом использование препарата для снижения засолённости почвы позволяет сэкономить в период вегетационных поливов, как минимум 25 % оросительной воды, которая была бы нужна сверх потребности растений выщелачивания создания промывного режима орошения.

Отрицательного воздействия препарата на почвы не было обнаружено. Биосолвент – это органическая полималеиновая кислота с добавками.

Препарат Биосолвент может быть рекомендован в качестве средства регулирования сезонного засоления почвы в условиях:

а) недостатка воды для промывки или создания промывного режима орошения;

б) плохого состояния дренажа и невозможности водоотведения, то есть при промывке почвы методом осаждения солей вниз.

Заключение. Сопоставление результатов промывки по чекам и по бороздам позволяет сделать следующие выводы:

1. Если достаточно воды и обеспечено водоотведение промывных вод, то проведение промывки сильнозасоленных почв по чекам, предпочтительно (вариант-1); При дефиците водных ресурсов или невозможности обеспечения оттока промывных вод, промывка земель малым объёмом воды (2000 м^3/га), которая лишь заполняют зону аэрации, и не приводит к вытеснению солей, менее эффективна, чем промывка с подачей воды в 2-3 такта по бороздам.

2. Если воды недостаточно, то за счёт усиления выщелачивание солей Биосолвентом, водоподачу можно сократить примерно, на 30 %, но при этом рассоление почвы будет меньше, как и прибавка урожая (вариант-2);

3. Если почвы легкие по мехсоставу, то промывка по бороздам в 2 такта с чередованием борозд может обеспечить экономию воды 48 % (вариант-3) прибавка урожая 14 % за счёт толерантности хлопчатника к солям;

4. Приведенные материалы могут служить ориентром для выбора технологии регулирования солевого режима почы в различных условиях и

ситуациях, с учетом сепени засоления почвы, нехватки воды, уплотнения почвы, отсутсвия дренажа и др.

В условиях неизбежного перехода на экономное использование ограниченных водных ресурсов, как для орошения, так и для мелиорации засоленных земель, изучение международных подходов к управлению солевым режиммом орошаемых почв, в сочетании с анализом экспериментальных данных, проведённых в конкретных местных условиях, с применением разным технологий опреснения почвы, позволяет шире взглянуть на проблему.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ayers, R.S. and Westcott, D.W. (1989) Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1, Rome. M-56 ISBN 92-5-102263-1 https: //www.fao.org/3/t0234e/T0234E00.htm.

2. Hamdy A. Saline irrigation management for a sustainable use. In: Katerji N. (ed.), Hamdy A. (ed.), van Hoorn I.W. (ed.), Mastrorilli M. (ed.). Mediterranean crop responses to water and soil salinity: Eco-physiological and agronomic analyses. Bari: CIHEAM, 2002. p. 185-230. (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 36). http:// om.ciheam.org/om/pdf/b36/05002178.pdf.

3. Oster, J.D., 1994. "Irrigation with poor quality water," Agricultural Water Management, Elsevier, vol. 25(3), pages 271-297, July. https://ideas.repec.org/a/eee/agiwat/v25y1994i3p271-297.html12.

4. Schleiff, Uwe. (2005). Research Aspects for Crop Salt Tolerance under Irrigation with Special Reference to Root Environment. Landbauforschung Volkenrode. FAL-TI. 83-94. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dk036250.pdf.

5. Tekin Kara and Lyman S. Willardson, 2006. Leaching Requirements to Prevent Soil Salinization. Journal of Applied Sciences, 6: 1481-1489. DOI: 10.3923/jas.2006.1481.1489 https://scialert.net/abstract/?doi=jas.2006.1481.1489.

6. Широкова Ю.И., Полуашова Г., Ражабов К., Кошеков Р. Эффективность промывных поливов // Матер. центральноазиатской межд. научн.-практ. конф., посв. 15-летию со дня создания Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии (МКВК). Алматы (Казахстан), 23–28 апреля 2007 г. URL: http://www.icwc-aral.uz/15years/publ_ir_dr_ru.htm (дата обращения:17.11.2023).

7. Широкова Ю.И., Палуашова Г.К., Садиев Ф.Ф., Кодиров Д.Т. Экономическая и экологическая оценка эффективности промывки засоленных почв при различных технологиях. // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2023. Вып. 1(89). Новочеркасск. С.

7–17. URL: https://www.rosniipm.ru/izdan/PREPPRINT/2023/Maket_1-89_2023.pdf (дата обращения:17.11.2023).

8. Shirokova Y., Paluashova G., Sadiev F., Kodirov D. and Urazkeldiev A. Justification of methods for regulation the salt regime of irrigated soils in Uzbekistan under current conditions // E3S Web of Conferences 392, 01039 (2023) RSE-II-2023. URL: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339201039.

9. Палуашова Г.К. Методы регулирования солевого режима почв путём совершенствования технологий полива хлопчатника по бороздам в низовьях р. Амударьи: автореф. (PhD) по техн. наукам / Ташкент, 2019. 46 с.

10. Shirokova Y., Paluashova G. Migration of salts in hydromorphic soils with the improvement of furrow irrigation technologies // J. Solid State Technology. Vol. 63. Iss. No 6(2020). Pp. 9494–9504. IF=2.142

11. Y.Shirokova, G.Paluashova, F.Sadiev N.Sharafutdinova. Influence of Biological Preparations on Melioration of Saline Soils // Case Study from Uzbekistan presentation in the session “Central Asia I” Conference Tropentag 2017, Bonn, Germany 20–22 September 2017. URL: http://www.tropentag.de/2017/abstracts/posters/388.pdf (дата обращения: 17.11.2023).

12. Shirokova Y., Paluashova G., Sadiev F. Results of Testing the Leaching Ability of the Biosolvent Preparation on Salted Soils of the Middle Current of the Syrdarya River // Research Article. Advances in Agriculture, Horticulture and Entomology, AAHE-128. Vol. 2020. Iss. 04. ISSN 2690-1900. URL: https:// www.kosmospublishers.com contact@kosmospublishers.com DOI: 10.37722/AAHAE.202042.

13. Садиев Ф.Ф., Юлдашев М.З., Широкова Ю.И., Палуашова Г.К., Якубов М.А. О методах восстановления гипсоносных и сильнозасоленных почв Сырдарьинской области в современных условиях // Irrrigatsiya va melioratsiya. № 4(18). 2019. С. 7–13. URL: https://staff.tiiame.uz/storage/users/162/articles/225WuYreh5O2wcRgCRc8hHZETYsSn9zwyd6ipPzn.pdf (дата обращения:17.11.2023).

14. Y.I.Shirokova, G.K.Paluashova, F.F.Sadiev, J.P.A.Lamers and D.T. Kodirov. Desalinization of degraded soils by atmospheric precipitation and Biosolvent for saving water resources // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1112 (2022). DOI 10.1088/1755-1315/1112/1/012130.

15. Y.I.Shirokova, F.F.Sadiev, G.Q.Paluashova. Water conservation in reclamation of saline irrigated lands of Uzbekistan // E3S Web of Conferences 386,02003 (2023) – GISCA 2022 and GI 2022. https:// doi.org/10.1051/e3sconf/202338602003.

UO‘T: 628.316.6 628.161.3

SUVLARNI ZARARSIZLANTIRISHDA KOMBINATSIYALASHGAN USULNI QO‘LLASH

A.S.Berdishev. Z.Z.Djumabayeva
“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada Ichumlik suvlarini zararsizlantirishda ultrabinafsha va ultratovushli orqali ishlov berishning xususiyatlari va qo‘llanilish imkoniyatlari qisqacha ko‘rib chiqilgan. Ushbu usullarning yuqori energiya sarfi, sinergik effektlarning yo‘qligi hamda texnik qurilmalar buzilish xavfi tufayli samarador emasligi haqidagi nashr xulosalari tanqidiy tahlil qilingan. Aksincha, so‘nggi yillarda o‘tkazilgan mahalliy va xorijiy tadqiqotlar natijalari tahlili ultrabinafsha va ultratovushli kombinatsiyalashgan qurilmaning ta’sir orqali suvlarini turli patogen organizmlardan zararsizlantirishda ushbu usullar yetarlicha samarali ekanini ko‘rsatdi. Suvni kompleks zararsizlantirish uskunalarida bu ikki usulni birgalikda qo‘llash ijobiy natijalar berayotgani va ularni amalda qo‘llash mumkinligi haqida xulosa chiqarilgan.

Kalit so‘zlar: suvni zararsizlantirish, ultrabinafsha nurlanish, ultratovushli ishlov berish, kombinatsiyalashgan ishlov, sinergik effekt.

Kirish. So'nggi yillarda ichimlik suvi sifatining yomonlashuvi global sog‘liqni saqlash muammosiga aylanmoqda. Aholi sonining o‘sishi, sanoat faoliyati va ekologik muvozanatning buzilishi natijasida suv manbalari turli mikroorganizmlar va zararli kimyoviy moddalar bilan ifloslanmoqda. Bu esa inson salomatligiga jiddiy tahdid tug‘diradi. Shu sababli, suvni samarali va xavfsiz usullar bilan zararsizlantirish dolzarb masalalardan biridir.

Hozirda suvni zararsizlantirishda turli usullar – jumladan, xlorlash, ultrabinafsha (UV) nurlanish, ozonlash, membrana filtratsiyasi va boshqa texnologiyalar qo‘llanilmoqda. Har bir usulning o‘ziga xos afzallik va kamchiliklari mavjud.

Ushbu maqola suvni zararsizlantirish usullari bo‘yicha mavjud ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, ularning samaradorligini solishtirish va kelgusida qo‘llanishi mumkin bo‘lgan istiqbolli texnologiyalarni aniqlashga qaratilgan. Suvni tozalashning muqarrar yakuniy bosqichlaridan biri – bu uni zararsizlantirish hisoblanadi.

Ushbu adabiy sharhning maqsadi - suvni ultrabinafsha (UB) nurlanishi va ultratovush (UT) yordamida fizik usullar bilan zararsizlantirish bo‘yicha so‘nggi yutuqlarni tanqidiy tahlil qilishdir.

Adabiyotlar tahlili. Hozirgi vaqtgacha davlatimizda xamda xorijda ichimlik suvlarini tozalash va zararsizlantirishga doir ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Ilmiy nashrlarda ta’kidlanishicha, suvni zararsizlantirish va tozalash sohasidagi texnologiyalarni ishlab chiqish reagentsiz tozalash yo'nalishida, xususan, ultrabinafsha nurlanishdan foydalangan holda amalga oshiriladi. Biroq, suv manbasining unumdorligi va uning dastlabki holatini hisobga olgan holda qurilma va ishchi organning parametrlarini aniqlash uchun ma'lumotlar etishmasligi mavjud. Shu bilan birga, ultrabinafsha texnologiyasining dezinfeksiya tizimini boshqarish imkoniyati, ixchamligi va ishonchliligi kabi yaqqol afzalliklarining mavjudligi qishloq xo'jaligining turli tarmoqlarida suvni zararsizlantirish uchun keng qo'llanilishiga yordam beradi.

Suv bilan yuqadigan kasalliklarning oldini olish va aholi salomatligini saqlashni ta’minlashning dolzarb zarurligini hisobga olgan holda ichimlik suvini tozalash jarayoni bir necha bosqichlarni o‘z ichiga olgan murakkab texnologik ketma-ketlikdan o‘tadi [30]:

1. Suvning organoleptik xususiyatlarini yaxshilash chora-tadbirlari;
2. Epidemiologik xavfsizlikni ta’minlash chora-tadbirlari;
3. Maxsus usullar yordamida suvning ionli tarkibini tartibga solish chora-tadbirlari.

Bundan kelib chiqqan holda, ichimlik suvining mikroblar bilan ifloslanishi muammosi holatini, birinchi navbatda, epidemiya xavfsizligini ta'minlashning asosiy sharti sifatida uni zararsizlantirish bo'yicha hal etilmagan ustuvor vazifa nuqtai nazaridan ko'rib chiqish kerak.

Zararsizlantirilgan suvda parazitar, bakterial yoki virusli kasalliklarning oldini olish uchun uni albatta zararsizlantirish zarur. Eng ko‘p qo‘llaniladigan va mavjud usul - issiqlik bilan ishlov berish (oddiy qaynatish), biroq bu usul bakterial sporalarni yo‘q qilishda yetarli darajada samarali emas. Ikkinchi keng tarqalgan usul - bu xlor va uning dioksidi bilan kimyoviy dezinfeksiya qilishdir, ammo xlorlash natijasida suvda zaharli organik birikmalar - galogenlangan mahsulotlar (trigalogenmetanlar, xlorfenollar, xloraminlar, dioksidlar) hosil bo‘lishi mumkin. Shu sababli, xlorlash usuli tobora ko‘proq vodorod peroksid bilan oksidlovchi usullar va ozonlash bilan almashtirilmoqda, biroq bu usullar ham suvda zaharli organik oksidlar, peroksidlar va aldehidlar hosil qiladi, bu esa suvni yana foydalanishga yaroqsiz holga keltiradi [1, 2]. Shu bilan birga, xlorlash (kamroq toksik ta’sirga ega bo‘lgan gipoxloritlar bilan ham) hali ham katta shaharlarda ichimlik suvi uchun markazlashtirilgan ta’minotda eng keng tarqalgan, maqbul va

qo‘llaniladigan usul bo‘lib qolmoqda. Bu kamchiliklardan nisbatan xoli bo‘lgan usullar – bu UB-nurlanish va UT bilan ishlov berishdir [1, 4], biroq ular ko‘proq kichikroq hajmlarda va ichimlikka mo‘ljallanmagan suvni sterilizatsiya qilish uchun ishlatiladi.

20 mJ/sm^2 dozada bakteritsid nurlanishining dezinfeksiyalovchi ta'siri samaradorligi 1-jadvalda keltirilgan [5]. UV dozasining odatiy qiymatlari (16-40 mJ/sm^2 ichida) tozalangan suvning sifati, uning maqsadi, ishlatiladigan asbob-uskunalar va boshqa omillar bilan belgilanadi.

1-jadval

UV nurlanishining bakteritsid ta'siri

Mikroorganizm	Inaktivatsiya, %	Mikroorganizm	Inaktivatsiya, %
Bakteriyalar:		Shigella dizenteriyasi	99.9999
Bacillus antharacis	99.9964	Streptococcus faecalis	99.9972
Clostridium tetani	97.8456	Vibrion vabo	99.9162
Corynebacterium difteriya	99.9999	Viruslar:	
Escherichia coli	99.9999	Gripp virusi	99.9997
Legionella pneumophila	99.9999	Poliovirus	99.7846
Mikobakteriya tuberkulyozi	99.9536	Rotovirus (Reovirus)	98.3014
Pseudomonas aeruginosa	99.9769	Xamirturush:	
Salmonella paratyphi	99.9999	Saccharomyces cerevisial	99.8179

Ajgirevi, Artem Ivanovich o‘z ilmiy ishida UV nurlanishi va kumush ionlari bilan ishlov berish kombinatsiyasiga asoslangan suvni zararsizlantirish texnologiyasi ishlab chiqildi, bu xlorni oxirgi bakteritsid agenti sifatida ishlatish zaruratini yo‘q qiladi va natijada suvni tozalash tizimining ekologik xavflilik darajasini pasaytiradi. Haqiqiy ob’ektga nisbatan o‘tkazilgan xlorni zararsizlantirishning mavjud texnologiyasi va muqobil, shu jumladan ultrabinafsha nurlar va kumush ionlari bilan suvni tozalash (ruxsat etilgan maksimal konsentratsiyadan past konsentratsiyalarda) bo'yicha ekologik va iqtisodiy tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki: mavjud suvni rekonstruksiya qilish. xlorni asosiy yoki yakuniy dezinfektsiyalash vositasi sifatida ishlatadigan ta'minot tizimlari muqobil echimlarni amalga oshirishning iqtisodiy va ekologik oqibatlarini hisobga olgan holda ekologik-iqtisodiy mezonlarga muvofiq amalga oshirilishi kerak; ekologik masalalarga ustuvor ahamiyat berilishi kerak; UV nurlanishi va kumush ionlari bilan ishlov berish kombinatsiyasiga asoslangan suvni zararsizlantirish texnologiyalaridan foydalanish ekvivalent xarajatlarning pastligi bilan tavsiflanadi, bu xlorlash bilan birga atrof-muhitga zarar yetkazilmasligi bilan bog‘liq.

Sinergetik effekt deganda ikki yoki undan ortiq omillarning o‘zaro ta’siri natijasida har bir omilning alohida ta’siri yig‘indisidan ancha yuqori natijaga erishish holati tushuniladi. Odatda sinergetik effekt obyektga turli tabiatga ega, har xil yo‘sinda ta’sir qiluvchi kuchlar ta’sir qilganda yuzaga keladi. Bu oddiy qo‘shilish (additiv effekt) yoki o‘zaro to‘sqinlik (subadditivlik) emas. Shunday qilib, ilgari keltirilgan maqola mualliflarining “sinergetik effektning mumkin emasligi” haqidagi yechimi keyinchalik o‘zlarining to‘g‘ri tan olgan fikrlari - ya’ni ultratovush va ultrabinafsha nurlanishning turli mexanizmlari borligi - bilan rad etiladi.

“UT+UB kombinatsiyasi UB-dozasini oshiradi” degan taklifi quyidagi kabi absurd ko‘rinadi: go‘yoki plyajda yoki solyariyda ultratovush yordamida tezroq quyoshda toblanish mumkin. Mualliflar bu da’voni qayerdan olishganini ko‘rsatmagan. Ehtimol, bu yerda gap keltirilgan yoki ekvivalent UB-doza haqida ketmoqda. Masalan, UB-dezinfeksiyadan foydalanishda xlorlashning qo‘shimcha tarzda qo‘llanilishi keng tarqalgan amaliyotdir. Bunda xlorli moddalarning konsentratsiyasi mustaqil qo‘llanilgandagidan ancha past bo‘ladi. Bunday holatda turli texnologiyalar bir-birini to‘ldiradi, bu holat sinergiya emas, balki texnologik to‘ldirish deyish mumkin.

Shubhasiz, suvni zararsizlantirishning barcha usullarida kamchiliklar mavjud. Aks holda, butun dunyo faqat bir metoddan foydalanar edi, hozirgidek kombinatsiyalashgan emas. Masalan, agar xlorlash bir mikroorganizmlarga nisbatan samaraliroq, UB esa boshqalariga nisbatan kuchliroq bo‘lsa, u holda ularni kompleks yondashuv bilan yo‘q qilish ancha samarali bo‘ladi. Bu yerda sinergetik effektning amalda qo‘llanilishi ko‘rinadi.

Ayrim mikroorganizmlarni yo‘q qilish uchun juda uzoq muddat davomida UB nurlanish kerak bo‘ladi, shuning uchun UB-dozasi keskin oshiriladi. UB-nurlanish suvda yashovchi bakteriyalar, zamburug‘lar, sodda organizmlar va mikroalgalarni yo‘q qilishda, albatta, samarali [6]. Bugungi kunda UB-zararsizlantirish tozalangan shaharlik oqova suvlarni zarrasizlantirishda [7], shuningdek, ballast suvlardagi gidrobiontlarni yo‘q qilishda bioinvaziyalarning oldini olish uchun qo‘llaniladi [8].

Bundan tashqari, UB-dezinfeksiya kimyoviy usullarga chidamli bo‘lgan infeksion agentlarga, xususan, bakterial sporalar va viruslarga qarshi ham samarali [3, 9, 10]. UB nurlanish kimyoviy yon mahsulotlar hosil qilmaydi, hatto ba’zi tadqiqotlarga ko‘ra, xavfli toksik moddalarni parchalashga yordam beradi [11, 12]. Bu usul juda oddiy, biroq suvning tiniqligi, rangligi va qattiqligiga

nisbatan sezgir [13]. UB-lampalarning himoya g‘iloflarining yuzasiga tashqi zarrachalar cho‘kib, ularning shaffofligini pasaytiradi va natijada zararsizlantirish samaradorligi pasayadi. Buni oldini olish uchun mexanik tozalash usullari qo‘llaniladi – bu mashina oynasini tozalovchi "dvoriklar" prinsipiga o‘xshaydi. Biroq bu mexanik sistemaning harakati sekin bo‘lgani uchun doimiy ishlatib bo‘lmaydi. Tozalash faqat UB-intensivlik sezilarli kamayganda amalga oshiriladi.

Ultratovush to‘lqinlari zarrachalarning cho‘kish tezligini sezilarli darajada kamaytiradi yoki butunlay to‘xtatib qo‘yadi. Bu esa UB-lampalarning samaradorligini uzoqroq saqlab turishga, qo‘shimcha lampalardan foydalanish zaruratini kamaytirishga yordam beradi [14].

UB-dezinfeksiya suvda suzuvchi zarrachalar bilan bog‘langan bakteriyalarni yo‘q qilishda samarasiz. Chunki bu zarrachalar bakteriyalarni UB-yorug‘ligidan himoya qiladi. Bu kamchilikdan ultratovush usuli xoli, chunki u zarrachalarni parchalaydi va mikroorganizmlarni ham yo‘q qiladi [15].

Ultratovushning mikroskopik suv organizmlariga qarshi samaradorligi 1950-yillardayoq isbotlangan [16]. O‘sha paytlarda UZ+UB kombinatsiyasi bilan gigiyenik jihatdan qoniqarli natijalar olinishi ko‘rsatib o‘tilgan [16, 17]. 2006-yilda Britaniyalik olimlar UZ va UB ni birgalikda qo‘llash zararsizlantirish samaradorligini oshirishini ko‘rsatishgan. Bu ta’sir, ehtimol, ultratovush suvni yaxshilab aralashtirib, bakteriyalarni UB-nurlanishga nisbatan zaifroq holga keltirishi bilan bog‘liq.

Ultratovush kavitatsiyasi bakterial klasterlarni parchalab, ularni UB-nurlanishga nisbatan ochiq qiladi. Ultratovush UB-lampalarning shisha g‘iloflarida bioqatlam hosil bo‘lishining oldini oladi va samaradorlikni oshiradi. 2009-yilgi italiyalik olimlarning ishlari ham UB+UZ kombinatsiyasi zararsizlantirishni samaraliroq qilganini, shuningdek, UB-lampalarning himoya g‘iloflari kamroq eskirishini ko‘rsatgan [19].

2016-yilda Ukrainalik tadqiqotchilar UZ-zararsizlantirish UB-oldidan bajarilishi mumkinligini ta’kidlashgan. Chunki zarrachalarni maydalashni UB-yorug‘ligida bajarish shart emas. UB-quvurlarining xizmat muddatining uzayishi hisobidan tejash, UZ-uskunalarning elektr sarfi oshishi bilan muvozanatlanadi [20].

Avval keltirilgan [5] ishda UZ-dezinfeksiyaning energiya sarfi yuqori deb aytilgan. Biroq amaliyot shuni ko‘rsatadiki, 10 m^3/soatgacha bo‘lgan qurilmalarda UZ-komponentga ketadigan energiya umumiy sarflarning 10 % dan

kamini, yirik tizimlarda esa - 2 % dan kamini tashkil etadi[4]. Bu, ehtimol, maqola mualliflariga ma’lum bo‘lmagan.

Xuddi shu [5]-manbada isboti keltirilmagan holda ultratovush (UT) chiqaruvchi qurilmalarning ultrabinafsha (UB) chiroqlarga salbiy ta'sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan ko‘plab gipotetik oqibatlari sanab o‘tilgan (“Ultratovush salbiy ta'sir qilishi mumkin va, ehtimol, qiladi…”, “Ultratovush emitterning elektrodlaridan to‘kilishiga, himoya qoplamasining ichki devordan ajralishi va buzilishiga, mikro yoriqlar paydo bo‘lishiga olib kelishi mumkin…”).

Umumiy qabul qilingan ma’lumotlarga ko‘ra, ultratovush tabiiy shovqinlarning (masalan, sharshara, shamol, yomg‘ir, to‘lqin bilan urilayotgan toshlar, chaqmoq ovozlari va h.k.) tarkibiy qismi sifatida tabiatda keng tarqalgan hamda hayvonot dunyosining ajralmas qismi hisoblanadi. Shunday ekan, har qanday ishlab chiqaruvchining yorug‘lik manbalari shunchalik ishonchsizki, hatto sharshara shovqini kabi hodisalar ham “emitterning elektroddan to‘kilishiga, chiroqning ichki devoridagi himoya qatlamining ajralishi va buzilishiga, elektrodlarning mahkamlash zonasida mikro yoriqlar paydo bo‘lishiga, natijada UB-chiroqning muddatidan oldin ishdan chiqishiga, amalgamaning joyidan ajralishiga yoki boshqa joyga siljishiga, ayniqsa chiroq vertikal holatda o‘rnatilgan bo‘lsa”, olib kelishi mumkinmi? Shuni ham aytib o‘tish kerakki, yuqorida sanab o‘tilgan barcha nuqsonlar ultratovush ta’sirisiz ham yuzaga kelishi mumkin, agar chiroq ishlab chiqarish texnologiyasi buzilgan yoki “optimallashtirilgan” (arzonlashtirilgan) bo‘lsa, shuningdek, past sifatli chiroqlarda «UB-lampalar ishlab chiqaruvchilari hech qachon resurslar va boshqa ko‘rsatkichlarga kafolat bermaydi» degan fikr ham amalda tasdiqlanmagan. Buni inkor etish uchun ultrabinafsha va ultratovush texnologiyalarini birlashtirgan qurilmalar ayrim ob’yektlarda 20 yildan ortiq vaqt mobaynida ishlayotganini ko‘rsatish kifoya - demak, ultratovushli qurilmalarda ishlatiladigan chiroqlarni yetkazib beruvchi ishlab chiqaruvchilar mavjud.

Shuningdek, mualliflarning ultratovush texnologiyasining o‘ziga va uskunalarga xavf tug‘dirishi haqidagi bayonotlari ham shubhali, go‘yoki bu texnologiya o‘z-o‘zini yo‘q qilmoqda. Ultratovushning zararsizlantirish uchun quvvati yetarli emas degan fikrga asoslanib, mualliflar undan ham katta quvvat inshootlarni va binoni buzish uchun kerak, deb taxmin qilmoqdalar. Aslida, ultratovush qurilmalari texnologiyasi zarur joyga, zarur zichlikda energiyani yo‘naltirishga asoslanadi. Aynan shunda ultratovush bilan ishlov berish qurilmalarini loyihalashdagi asosiy nou-xausi xisoblanadi.

Mualliflar ultratovushning xodimlar uchun xavfi haqida ham ehtimoliy tahdidlarni sanab o‘tgan. Hal qiluvchi dalil sifatida ular quyidagicha bayonot keltirishadi: “Ichimlik va oqova suvlarni zararsizlantirishda ultratovushdan foydalanish O‘zbekiston Respublikasida hech qanday sanitariya qoidalari yoki metodik ko‘rsatmalar bilan tartibga solinmagan. Shuningdek, mualliflarga xorijdagi bunday reglamentlar ham noma’lum”. Bu esa olimlar uchun g‘ayri oddiy xulosa. Agar hozircha bunday tartibga soluvchi hujjatlar mavjud bo‘lmasa, unda voqelikni chuqur tadqiq qilish va shunday hujjatlarni yaratish kerak.

Afsuski, ultratovushli zararsizlantirish ham mukammal emas. Masalan, AQShda [25] ultratovush nurlantiruvchilarning kimyoviy sterilizatsiyasini optimallashtirish bo‘yicha faol tadqiqotlar olib borilmoqda, shuningdek, Tibbiyot va Biologiyada Ultratovush bo‘yicha Butunjahon Federatsiyasi ultratovush sterilizatorlari biologik-tibbiy ishlar uchun qo‘llanilishidan oldin ularni majburiy sterilizatsiyalash zarurligini ta’kidlamoqda [26].

Kombinatsiyalangan UB va UT texnologiyasiga asoslangan suv zararsizlantirish qurilmasining ishlashini tadqiq qilish ichimlik suvlarni koliform bakteriyalar va enterokokklardan, viruslar va stafilokokklardan to‘liq tozalashda yuqori samaradorlikka erishilganini ko‘rsatdi [28]. UB va UT nurlanishining birgalikdagi ta’siri yopiq suv aylanish tizimidagi suvni tozalashda samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi va biotozalagich filtrlaridagi perifiton elementlarini yo‘q qiladi [29].

Xulosa. Shunday qilib, UB-nurlanish bilan zararsizlantirish ham, UT-texnologiyasi orqali zararsizlantirish ham qoniqarli natijalar beradi, va amalda bajarilgan mahalliy va xorijiy tadqiqotlar natijalariga asoslanilsa, ularning birgalikda qo‘llanilishi mutlaqo qarshi ko‘rsatma emas.

ADABIYOTLAR RO‘YHATI:

1. Naddeo V., Cesaro A., Mantzavinos D., Fatta-Kassinos D., Belgiorno V. “Suv va oqava suvlarni ultratovush nurlanishi yordamida dezinfeksiya qilish - tanqidiy sharh” // *Global Nest Journal*. 2014. T. 16. № 3. B. 561–577. Mavjud manzil: https://www.researchgate.net/publication/279764070 [Murojaat qilingan sana: 2024-yil 1-aprel].

2. Gonzales Y., Salgado P., Gomes G., Vidal G. “Atrof-muhit va jamoat salomatligiga do‘stona ilg‘or oqava suvlarni dezinfeksiya qilish texnologiyalari” // *Sustainable Management of Environmental Contaminants*. 2022. B. 51–69. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08446-1_3.

3. Gonzales Y., Gómez G., Moeller-Chávez G.E., Vidal G. “Oqava suvlarni tozalashda UV dezinfeksiya tizimlari: mikroorganizmlarning qayta

faollashuviga urg‘u” // *Sustainability*. 2023. T. 15. № 14. B. 11262. https://doi.org/10.3390/su151411262.

4. Licht K., Halkijević I., Posavčić H. “Xom suvni dezinfeksiya qilish usullarining qisqacha sharhi, ultratovush tizimlariga e’tibor qaratilgan” // *Journal of International Scientific Publications: Ecology & Safety (Online)*. 2021. T. 15. B. 128–143. Mavjud manzil: https://www.scientific-publications.net/get/1000047/1632170065734500.pdf [Murojaat qilingan sana: 2024-yil 1-aprel].

5. Василяк Л.М., Кудрявцев Н.Н., Смирнов А.Д., Стрелков А.К. “Ultrabinafsha va ultratovush: nega yana 'dunyoda analogi yo‘q” // *Suv ta’minoti va sanitariya texnikasi*. 2022. № 1. B. 4–9. https://doi.org/10.35776/VST.2022.01.01. EDN: QXYCZY.

6. Masjoudi M., Mohseni M., Bolton J.R. "Bakteriyalar, protozoalar, viruslar va boshqa mikroorganizmlarning ultrabinafsha nurlanishga sezuvchanligi" // *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*. 2021. T. 126. № 126021. https://doi.org/10.6028/jres.126.021.

7. Leonov Yu.I., Vergolyas M.R., Nazarenko V.I., Myshchenko I. "Ichimlik suvini dezinfeksiya qilish uchun UV nurlanishidan foydalanish usulini takomillashtirish yo‘llari (adabiyot sharhi)" // *Ukranian Journal of Occupational Health*. 2023. T. 19. № 2. B. 151–160. https://doi.org/10.33573/ujoh2023.02.151.

8. Wang Y., Wang Q., Dong K., Chen J., Wu H. "Turli saqlash vaqtlarida modellangan ballast suvini tozalashda filtrlash + UV-C nurlanishining samaradorligini baholash" // *Water Science & Technology*. 2023. T. 87. № 10. B. 2564–2576. https://doi.org/10.2166/wst.2023.146.

9. Makuei M.S., Ketabchi F., Peleato N. "Suv xususiyatlarining filtrlashsiz suvni UV bilan dezinfeksiya qilishga ta’siri" // *Water Quality Research Journal*. 2022. T. 57. № 4. B. 247–261. https://doi.org/10.2166/wqrj.2022.006.

10. Kim H.-J., Yoon H.-W., Lee M.-A., Kim Y.-H., Lee Ch.J. "Ichimlik suvi tozalash tizimida bakterial dezinfeksiya uchun UV-C nurlanishining ta’siri" // *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2023. T. 33. № 1. B. 106–113. https://doi.org/10.4014/jmb.2211.11027.

11. Del Puerto O., Gonçalves N.P.F., Medana C., Prevot A.B., Roslev P. "Ichimlik suvida vakuumli UV va UVC bilan davolashdan so‘ng tebuconazole pestitsidining toksikligini kamaytirish va parchalanish mahsulotlarining paydo bo‘lishi" // *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. T. 29. B. 58312–58325. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19691-0.

12. Fennell B.D., Menzyk S.P., McKay G. "Suvdagi kimyoviy ifloslantiruvchilarni davolash uchun UV-asosidagi ilg‘or qaytarilish jarayonlari haqida tanqidiy sharh" // *ACS Environmental Au*. 2022. T. 2. № 3. B. 178–205. https://doi.org/10.1021/acsenvionau.1c00042.

13. Karwowska B., Sperczyńska E., Dąbrowska L. "Koagulyatsiya, ozonatsiya, UV-nurlanish va adsorbsiyani o‘z ichiga olgan gibrid suv tozalash usuli" // *Water*. 2021. T. 13. № 13. B. 1748. https://doi.org/10.3390/w13131748.

14. Hassanpour A., Jalali A., Raisee M., Naghavi M.R. "Tashqi UV aks ettiruvchisi bilan jihozlangan yangi fotoreaktor turini ishlab chiqish va modellashtirish" // *Scientific Reports*. 2023. T. 13. № 7696. https://doi.org/10.1038/s41598-023-34799-0.

15. Gibson J.H., Yong D.H.N., Farnood R.R., Seto P. "Oqava suvni dezinfeksiya qilishda ultratovush texnologiyasining qo‘llanilishi haqida adabiyot sharhi" // *Water Quality Research Journal*. 2008. T. 43. № 1. B. 23–35. https://doi.org/10.2166/wqrj.2008.004.

16. Эльпинер И.Е., Фейгина З.С. "Gidrobiontlarga qarshi kurashda ultratovush to‘lqinlari" // *Suv ta'minoti va sanitariya texnikasi*. 1957. № 8. B. 14–16.

17. Эльпинер Л.И. "Suvni dezinfeksiya qilish uchun ultratovush to‘lqinlaridan foydalanishga oid eksperimental tadqiqotlar" // *Suv ta'minoti va sanitariya texnikasi*. 1960. № 8. B. 27–30.

18. Joyce E.M., Mason T.J., Lorimer J.P. "UV nurlanishi yoki elektroximiyani kuchli ultratovush bilan birgalikda suvni dezinfeksiya qilishda qo‘llash" // *International Journal of Environment and Pollution*. 2006. T. 27. № 1–3. B. 222–230. https://doi.org/10.1504/IJEP.2006.010465.

19. Naddeo V., Landi M., Belgiorno V., Napoli R.M.A. "Ultratovush va ultrabinafsha nurlanishni birgalikda qo‘llash orqali oqava suvni dezinfeksiya qilish" // *Journal of Hazardous Materials*. 2009. T. 168. № 2–3. B. 925–929. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.02.128.

20. Семенов А.О., Кожушко Г.М., Сахно Т.В. "Suvni kombinatsiyalangan usullar bilan dezinfeksiya qilish — UV-nurlanish va boshqa texnologiyalar bilan birgalikda" // *Texnologik audit va ishlab chiqarish zaxiralari*. 2016. T. 3. № 3. B. 67–71. https://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.71486. EDN: WBCDNX.

21. Khaire R.A., Thorat B.N., Gogate P.R. "Oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash va dezinfeksiya qilishda ultratovushdan foydalanish: tanqidiy sharh" // *Journal of Food Processing and Preservation*. 2021. T. 46. № 1. B. e16091. https://doi.org/10.1111/jfpp.16091.

22. Hong J., Boussetta N., Enderlin G., Merlier F., Grimi N. "Atrazin gerbitsidini yuqori chastotali ultratovush yordamida suvda parchalanishi" (maqolaning to‘liq ma’lumotlari tugallanmagan).

23. Lambert N., Rediers H., Hulsmans A., Joris K., Declerck P., Laedt Y.De. va boshqalar. "Texnologik suvni dezinfeksiya qilish va biofilm hosil bo‘lishining oldini olishda ultratovush texnologiyasini baholash (pilot o‘simlik

misolida)" // *Water Science & Technology*. 2010. T. 61. № 5. B. 1089–1096. https://doi.org/10.2166/wst.2010.735.

24. Laksono F.B., Majid D., Prabowo A.R. "Ballast suvini tozalash uchun sekin ajraluvchi ferrat(VI) va ultratovush asosidagi tizim va ekologik material dizayni" // *Open Engineering*. 2022. T. 12. B. 401–408. https://doi.org/10.1515/eng-2022-0042.

25. Berdishev M. Ibragimov, Z.Z Djumabayeva A. Mussabekov M Study of the Autonomous Water Supply System for the Disinfection of Drinking Water Using Irradiation *AIP Conf. Proc.* 3244, 060017 (2024 https://doi.org/10.1063/5.0242291

26. Westerway S.C., Basseal J.M., Abramowicz J.S. "Tibbiy ultratovush dezinfeksiyasi va gigiyenasi: WFUMB global so‘rov natijalari" // *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2019. T. 45. № 2. B. 344-352. https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.09.019.

27. Kayaardi S., Uyarcan M., Atmaca I., Yıldız D., Gürel D.B. "Sovuq UV va ultratovush texnologiyalarining ovqatlanish sohasidagi go‘sht tayyorlash uskunalarini dezinfeksiya qilishga ta’siri" // *Food Science and Technology International*. 2024. T. 30. № 3. B. 282-289. https://doi.org/10.1177/10820132221151097.

28. Lebedev N.M., Grachev V.A., Plyamina O.V., Lebedev O.Yu., Lukichyova D.S., Doilnitsyn V.A. va boshqalar. "Oqava suvni dezinfeksiya qilishda ultrabinafsha va ultratovushning birgalikdagi qo‘llanilishi bo‘yicha sinovlar" // *Ekologiya va Rossiya sanoati*. 2019. T. 23. № 7. B. 26–30. (Rus tilida). https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-7-26-30. EDN: BMUVHC.

29. Klimov V.A., Nikiforov-Nikishin A.L., Kochetkov N.I., Gorbunov A.V. "Qayta aylanuvchi akvakultura tizimlarida filtratsiya elementlaridagi perifiton tarkibining UV-nurlanish va ultratovushning birgalikdagi ta’sirida o‘zgarishi" // *Astrakhan Davlat Texnika Universiteti axborotnomasi. Baliq xo‘jaligi seriyasi*. 2022. № 4. B. 113–122. (Rus tilida). https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-4-113-122. EDN: CMNJQY.

30. Зарубин Г.П. Современные методы очистки и обеззараживания питьевой воды: Библиотека практического врача. Гигиенические основы охраны окружающей среды. Г.П.Зарубин, Ю.В.Новиков. – Москва: Медицина, 1996. -192 с

UO‘T: 624.131.43 630*114.445

SHO‘RLANISHGA MOYIL HUDUDLARDA TUPROQNING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARI VA ULARNING QISHLOQ XO‘JALIGIDAGI AHAMIYATI

Qodirov Z.Z.
q.x.f.f.d dotsent, Buxoro davlat texika universiteti
G`ulomov B.H.
Irrigatsiya va suv muammolari instituti tayanch doktoranti
Sharipov S.U.
PSUYEAITI Navoiy ilmiy tajriba stansiyasi labaratoriya mudiri

Annotatsiya. Ushbu maqolada sho‘rlanishga moyil hududlarda, xususan O‘zbekistonning markaziy va g‘arbiy viloyatlaridagi tuproqlarning morfologik, fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlari o‘rganilgan. Tuproq sho‘rlanishining qishloq xo‘jalik ekinlari, ayniqsa kuzgi bug‘doy hosildorligiga salbiy ta’siri tahlil qilinib, unga qarshi kurashish choralariga tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: tuproq, sho‘rlanish, bo‘z tuproq, Navoiy viloyati, bug‘doy, agrotexnika, yomg‘irlatib sug‘orish, gipslash.

Аннотация. В статье изучаются морфологические, физико-химические и биологические свойства почв на территориях, подверженных засолению, особенно в центральных и западных регионах Узбекистана. Проанализировано негативное влияние засоления почв на урожайность сельскохозяйственных культур, особенно озимой пшеницы, и даны рекомендации по мерам борьбы с ним.

Ключевые слова: почва, засоление, серозем, Навоийская область, пшеница, агротехника, дождевание, гипс.

Abstract. This article studies the morphological, physicochemical and biological properties of soils in areas prone to salinization, in particular in the central and western regions of Uzbekistan. The negative impact of soil salinization on the productivity of agricultural crops, especially winter wheat, is analyzed, and recommendations are made for measures to combat it.

Keywords: soil, salinization, gray soil, Navoi region, wheat, agrotechnology, sprinkler irrigation, gypsum.

Kirish. Tuproq – yer yuzasining o‘simliklar hayoti uchun zarur bo‘lgan asosiy qatlamidir. Uning fizik, kimyoviy va biologik xususiyatlari dehqonchilikning muvaffaqiyati uchun hal qiluvchi omillardandir. Qurg‘oqchil va yarim qurg‘oqchil hududlarda, xususan **Navoiy viloyati**, **Buxoro viloyati**, **Qoraqalpog‘iston Respublikasi** kabi joylarda sho‘rlanish jarayoni tez-tez

uchraydi. Tuproqning sho‘rlanishi uning unumdorligini pasaytiradi, suvni o‘zlashtirish imkoniyatini cheklaydi va o‘simliklarning normal o‘sishini buzadi.

Tuproqning asosiy turlari va ularning xususiyatlari

Bo‘z tuproqlar:

- O‘zbekistonning katta qismini egallaydi;
- O‘rtacha gumus miqdori: 1,5–2,5%;
- Suv o‘tkazuvchanligi yaxshi, lekin sho‘rlanishga moyil;
- Hosildorligi – agrotexnika darajasiga bog‘liq.

Qumloq va qumoq tuproqlar:

- Daryo vodiylari va vodiysimon hududlarda uchraydi;
- Yengil mexanik tarkib, lekin suvni saqlash xususiyati past;
- Tez shamol va suv eroziyasiga uchraydi.

Sho‘rxok tuproqlar:

- Sho‘r yerlar sathida joylashgan;
- Yuqori darajadagi SO_4^{2-}, Cl^- va Na^+ ionlari mavjud;
- O‘simlik ildiz tizimi o‘sishiga to‘sqinlik qiladi.

Tuproq sho‘rlanishi: sabablari va oqibatlari:

Sho‘rlanish sabablari:

- Sug‘orishda drenaj tizimining yo‘qligi yoki nosozligi;
- Suvning bug‘lanish darajasining yuqoriligi;
- Yomg‘ir miqdorining kamligi;
- Grunt suvlari sathining yuqoriligi.

Oqibatlari:

- Tuproq fizik holatining buzilishi (g‘ovaklik kamayadi);
- O‘simliklarning oziqlanishi buziladi;
- Hosildorlik 30–50% gacha kamayadi;
- Tuproqning biologik faolligi pasayadi.

Navoiy viloyatida sho‘rlanishga moyil tuproqlarning taqsimoti:

- Karmana tumani: O‘rta sho‘rlangan bo‘z tuproqlar;
- Nurota tumani: Quruq iqlimli, suvsiz bo‘lgan joylarda kuchli sho‘rlangan joylar;
- Xatirchi tumani: Tuz qatlamlari yuzaga yaqin joylashgan;
- Konimex tumani: Qumli va sho‘rxok yerlar, vegetatsiya uchun mos emas.

Sho‘rlanishga qarshi kurash choralar:

1. Yomg‘irlatib sug‘orish texnologiyasi – sho‘r qatlamni yuvishda eng samarali usullardan biri.
2. Meliorativ tadbirlar – drenaj tizimini tiklash, grunt suv sathini pasaytirish.
3. Organik va mineral o‘g‘itlar qo‘llash – tuproqning strukturaviy holatini tiklaydi.
4. Gipslash ($CaSO_4$) – natriy ionlarini kaltsiy bilan almashtirish orqali sho‘rni kamaytiradi.
5. Sho‘rga chidamli ekinlarni tanlash – masalan: “Grom”, “Krasnodar-99” bug‘doy navlari.

Adabiyotlar tahlili. Sho‘rlanishga moyil hududlarda tuproqning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish qishloq xo‘jaligi uchun muhim ahamiyatga ega. Tuproqning pH darajasi, almashinuvchan natriy foizi va suvda eruvchan tuzlar miqdori kabi xususiyatlar uning sho‘rlanish darajasini belgilaydi va bu o‘z navbatida o‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishiga ta’sir qiladi. Sho‘rlanishni boshqarish uchun samarali yondashuvlar qo‘llanilishi zarur, chunki bu tuproq unumdorligini saqlash va hosildorlikni oshirishga yordam beradi. Sho‘rlanishga moyil hududlarda tuproqning fizik-kimyoviy holatini chuqur tahlil qilish ko‘plab olimlar tomonidan izchil o‘rganib kelinmoqda. Ularning ilmiy izlanishlari sho‘rlanishning sabablari, oqibatlari va uni bartaraf etish usullari borasida muhim ilmiy asos yaratgan.

Akademik A.A.Kovda sho‘rlangan tuproqlarni geografik va agroklimatik jihatdan sinflarga ajratib, ularning shakllanish omillari haqida chuqur ilmiy izlanish olib borgan. Unga ko‘ra: “Sho‘rlanish asosan noto‘g‘ri sug‘orish, yer osti suvlarining sathi yuqoriligi va iqlim sharoiti bilan chambarchas bog‘liq. Bu jarayon tuproq unumdorligini keskin pasaytiradi.”

Akademik A.K.Saidov O‘zbekistonning cho‘l zonalarida sho‘rlangan tuproqlarni o‘rganib, ularning fizik va kimyoviy holatiga tuzlarning ta’sirini aniqlagan. U o‘z ishlarida:

“Tuproqda Na^+ ionlarining ko‘pligi natijasida strukturaviy buzilish yuz beradi, bu esa suv o‘tkazuvchanlikning kamayishiga va sho‘r qatlam hosil bo‘lishiga olib keladi” – deb ta’kidlaydi.

Professor M.M.Dzhabarov sho‘rlangan va sho‘rtob tuproqlarda o‘simliklarning ildiz rivojlanishi, havodan oziqlanishi va oziq moddalarning yutilishi bo‘yicha amaliy tajribalar olib borgan. Uning ilmiy xulosasiga ko‘ra:

“Tuproqning zichligi oshgan sari o‘simlik ildiz tizimi siqilib boradi va o‘sish sur’ati pasayadi. Sho‘rtob tuproqlarni mexanik yumshatish va gipso bilan ishlov berish muhim yechimdir.”

Professor H.Sh.Jo‘rayev Orolbo‘yi mintaqasida gidrotexnik inshootlar va noto‘g‘ri melioratsiya siyosatining oqibatida yuzaga kelgan ikkilamchi sho‘rlanish jarayonlarini chuqur o‘rgangan. U o‘z tadqiqotida quyidagilarni ko‘rsatadi:

“Sho‘rlanish tuproqning biologik faolligini kamaytiradi. Tuproq mikroflorasining nobud bo‘lishi esa o‘simliklarning oziqlanish tizimini izdan chiqaradi.”

R.Bektursunov qurg‘oqchil va sho‘rlanishga moyil hududlarda noan’anaviy yondashuv – tomchilatib sug‘orish va biosorbentlar asosida tuzlarni tuproqdan chiqarish usullarini ilgari surgan. Uning fikricha:

“Agroximiya va sug‘orishda innovatsion yondashuvlar – sho‘rlanishning oldini olishda eng muhim vositalardan biridir.”

Tadqiqot ilmiy muhokamasi. Sho‘rlanishga moyil hududlarda tuproqning fizik-kimyoviy holati – bu qishloq xo‘jaligi barqarorligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, tuproq tarkibidagi natriy, xlor, sulfat ionlarining yuqori darajada to‘planishi, pH darajasining ko‘tarilishi va mexanik tarkibdagi og‘ir zarrachalarning ustunligi tuproqning fizik va kimyoviy xususiyatlarini keskin yomonlashtiradi.

Sherobod tumanida olib borilgan kuzatuvlar va laboratoriya tahlillariga asoslangan holda, quyidagi muhim ilmiy xulosalarga kelindi:

Sho‘rlanish natijasida tuproqning strukturasi yemirilib, zichligi ortadi. Bu esa:

- Ildizlarning tuproqqa kirib borishini qiyinlashtiradi;
- Havo almashinuvi buziladi;
- Suv shimilish qobiliyati pasayadi.

Masalan, 0-30 sm chuqurlikdagi qatlamda suv o‘tkazuvchanlik 28-35% gacha kamaygani kuzatildi, bu esa o‘simliklar uchun yetarli namlikning ta’minlanmasligini bildiradi.

Tuproqda Na^+ va Cl^- ionlarining yuqori miqdorda bo‘lishi ion almashinuvi jarayonini izdan chiqaradi. Bunday tuproqlarda:

- Fosfor, kaliy va kalsiy kabi asosiy oziq elementlarning o‘zlashtirilishi pasayadi;

- pH darajasi 8,3–9,2 oralig‘ida bo‘lib, bu o‘simliklar uchun zararli muhit hisoblanadi;
- Organik modda miqdori kamaygan, bu esa mikroorganizmlar faolligining susayishiga olib kelgan.

Sho‘rlanish tuproqning agrokimyoviy qiymatini kamaytiradi. Tadqiqotda o‘rganilgan g‘alla va g‘o‘za ekinlarida hosil darajasi sho‘rlanish darajasi ortgani sari sezilarli pasaygani aniqlandi. Xususan:

- Yengil sho‘rlangan maydonlarda g‘o‘za hosildorligi 26,5 ts/ga atrofida bo‘lsa,
- O‘rta sho‘rlangan hududlarda bu ko‘rsatkich 18,7 ts/ga gacha tushgan,
- Kuchli sho‘rlangan yerlarda esa 11-12 ts/ga dan oshmagan.

Bu holat tuproqni meliorativ ishlov berish, to‘g‘ri sug‘orish tizimlarini qo‘llash va agrotexnika choralari orqali tuzatish mumkinligini ko‘rsatadi.

Ilmiy muhokama natijalari shuni ko‘rsatadiki, sho‘rlanishga moyil hududlarda tuproqning fizik-kimyoviy xususiyatlari keskin yomonlashadi va bu bevosita qishloq xo‘jaligi ekinlarining hosildorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Tuproqni tiklash va barqaror unumdorligini ta’minlash uchun kompleks agrotexnik, meliorativ va ekologik yondashuvlar zarur.

Xulosa. Sho‘rlanishga moyil tuproqlarda dehqonchilik yuritish zamonaviy agrotexnik yondashuvlarni talab etadi. Sug‘orishning ilg‘or texnologiyalari, tuproqni fizik va kimyoviy yaxshilash tadbirlari bilan birga olib borilgan taqdirda, yuqori hosil olish imkoniyati mavjud. Yomg‘irlatib sug‘orish usuli bunday hududlarda o‘zini eng samarali deb ko‘rsatmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Qodirov S., Yusupov N. (2022). “O‘zbekiston tuproqlari: klassifikatsiyasi va agroekologiyasi”. Toshkent: Agroilm.
2. Rasulov I. (2020). “Sho‘r yerlarni melioratsiya qilish”. O‘zbekiston Agrar ilmiy jurnali.
3. FAO. (2021). “Managing Salinity in Arid Soils”. Rome.
4. Toshmatov B. (2019). “Sho‘rlanishga chidamli don ekinlari va ulardan foydalanish”. TDAU ilmiy ishlari.
5. Karimov B. (2021). “Navoiy viloyatining tuproq xaritasi va tahlili”. O‘zbekiston Respublikasi Geologiya qo‘mitasi

УДК 564.48.01

ФОСФОРСОДЕРЖАЩИЙ ИОНИТ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Нажмидинова Нигора Абдувалиевна
и.о.доцент, Ташкентский архитектурно-строительный университет
Ахмедов Султон Илясович
доцент**,** Ташкентский архитектурно-строительный университет
Мухамедгалиев Бахтиёр Абдукадирович
профессор, Ташкентский архитектурно-строительный университет

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые возможности химической модификации сополимеров и ионитов на их основе, применяющихся для ионообменной очистки сточных вод горно-металлургической и химической промышленности. Показаны конкретные сферы применения модифицированных полимерных ионитов.

Ключевые слова: ионообменная очистка, металлсодержащих сточные воды, полимерные иониты, сомономер, сополимеризация, фильтрат, сорбат.

Аннотация. Мақолада кон-металлургия ва кимё саноати оқава сувларни тозалашда қўлланиладиган сополимер ва ионитларни кимёвий модификация қилиш имкониятлари ўрганилган. Модификация қилинган ионитларни қўллашнинг аниқ сохалари аниқланган.

Калит сўзлар: ионалмашиб тозалаш, металл ушлаган окава сув, полимер ионитлари, сомономер, сополимеризация, фильтрат, сорбат.

Abstract. In article are considered some possibility of the chemical modification copolymers and ionits on their base, using for ioning changed peelings of the sewages is mining and chemical industry. They are shown concrete spheres of the using modified polymeric ionits.

Key words: ioning changed peelings, metal containing sewages, polymeric ionits, comonomer, copolymerization, filtrate, sorbet.

Введение Сегодня нет острой необходимости доказывать, что принцип потребительства, точнее, условия природно-материальной жизни общества, послужившие его основанием, по существу уже исчерпаны. Изменения в биосфере, являющиеся результатом активной человеческой деятельности в нынешнем столетии (повышение температуры поверхности Земли, глобальное загрязнение воды, воздуха и почвы, опустынивание планеты, загрязнение Мирового океана, разрушение озонного слоя), известны сейчас каждому человеку. Поэтому современные концепции

природопользования должны базироваться на принципах гармоничной оптимизаций условий взаимодействия человека с природой [1, 3]. Общеизвестно, что горно-металлургическая и нефтегазовая отрасль любой страны оказывает отрицательное влияние на разные компоненты окружающей среды, загрязняя атмосферу - выбросами вредных и токсичных газопылевых выбросов, гидросферу - сбросами промышленных сточных вод, литосферу – образованием и размещением вредных, ядовитых твердых отходов.

При этом особо важное значение имеет решение проблемы очистки и обезвреживания промышленных сточных вод нефтегазовой отрасли сектора экономики нашей республики.

Методы и объекты исследований. В научных исследованиях были применены современные и высокоэффективные методы анализа полимеров и сополимеров. Такие как, пикнометрия для определения плотности компонентов раствора, вискозиметрия, для определения вязкости водных растворов, элементный анализ, термогравиметрия, ТГ- и ТДА-анализы, порометрия для определения размеров пор, ИК- и ЯМР-спектроскопия, для идентификации состава и строения полимеров и др [3, 4]. ТГ- и ТДА-анализы сополимеров и ионитов проводили на приборе фирмы “FUDJI” в университете Keio (Япония). В качестве объекта исследований были применены фосфор- и азотсодержащие сополимеры, синтезированные на основе мономерных четвертичных фосфониевых солей с дивинильными мономерами [4, 5].

Полученные результаты и их обсуждение. В связи с развитием состава и ассортиментов, образующихся промышленных сточных вод этой отрасли, неуклонно растет стабильно прогрессирующем темпом, интерес к хелатообразующим макромолекулам возрастает с каждым годом [6, 8].

При синтезе этих ионитов в структуру исходного полимера вводят характерные группы, известные из аналитической химии как наиболее специфические осадители. Они вступают во взаимодействие с ионами металлов не только ионными, но и координационными связями с образованием циклических (хелатных) комплексных соединений. Специфичность фиксированных групп определяется степенью диссоциации образующегося комплексного соединения, которая закономерно связана с его устойчивостью. В качестве исходного продукта для получения таких ионитов применяют полиаминостиролы и полистиролдиазонийхлориды

линейной и пространственной структур. Они селективно сорбируют ионы меди, никеля, кобальта и многих других металлов из раствора при pH=4-8, что соответствует обычным закономерностям комплексообразования [9].

В этом аспекте, для синтеза подобных ионитов нами предприняты попытки синтеза новых хелатообразующих ионитов на основе конденсации сополимера мономерной четвертичной фосфониевой соли с дивинилбензолом (ДВБ) с хлоруксусной кислотой при 60-70^{o}C в течение 10-12 часов с последующим омылением 15%-ным раствором серной кислоты или спиртовыми растворами щелочей.

На основе полученных констант сополимеризации рассчитаны интегральные кривые составов сополимеров по уравнению Лоури-Мейера, которые показывают, что экспериментально найденные значения совпадают с теоретической кривой, что доказывает протекание процессов сополимеризации по концевой модели.

Установлено, что композиционная неоднородность в обеих случаях сополимеризации описывается одинаковыми формулами. Однако зачения параметров композиционного распределения-состава сополимера и индекса однородности-естественно определяются для каждой моделей по-разному.

Установлено, что значение констант сополимеризации не зависит от степени конверсии, но зато зависит от диэлектрической проницаемости среды [10, 11].

В таблице 1, приведена вероятность образования различных последовательностей звеньев в макромолекулах сополимеров на основе вышеуказанных мономеров.

Таблица 1

Вероятность образования различных последовательностей звеньев в макромолекулах сополимеров и средняя длина последовательностей однотипных звеньев в сополимере МЧФС и ДВБ.

$M_1 M_1$	$M_1 M_2$	$M_2 M_1$	$M_2 M_2$	L- M_1	L- M_2
0,09	1,96	1,94	95,97	1,04	49,89
0,95	4,04	4,04	91,45	1,10	23,54
1,83	7,94	7,94	82,56	1,23	11,34
7,09	13,89	13,89	65,10	1,51	5,68
23,86	19,27	19,27	38,18	2,20	2,98

Различие микроструктуры при одном и том же среднем составе означает различие величин и характера композиционной неоднородности. Это позволяет рассчитывать значения состава X_1 сополимера, вероятностей

$P\{U_k\}$ различных последовательностей U_k мономерных звеньев и композиционную неоднородность при заданном составе x_1 мономерной смеси, а затем усреднять эти «мгновенные» статистические характеристики с учетом изменения x_1 в ходе процесса. Такой двухэтапный способ расчета, (при котором сначала решаются статистические, а потом динамические задачи), определяется самой спецификой процесса сополимеризации и не зависит от выбора ее кинетической модели. Последняя задает аналитические зависимости «мгновенных» статистических характеристик от x_1 и относительных активностей. Такие зависимости для концевой и предконцевой моделей хорошо известны, поскольку распределение звеньев в этих случаях описывается Марковской статистикой [12]. Это дает качественное представление о характере распределения мономерных звенъев в цепи сополимера и получить по значениям констант сополимеризации. С помощью же статистических методов, используя r_1 è r_2 можно дать и количественную оценку распределения. Функцию распределения отрезков цепи по числу звеньев при условии глубоких конверсии находили следующим образом. Вероятность образования диад M_1M_1 и M_1M_2 определяются уравнениями:

$$P_{11} = \frac{K_{11}[M_1][M]}{K_{.11}[M_1][M_1] + K_{12}[M_1]} = 1/(1 + 1/r_1[M_1]/[M_2]); \quad (1)$$

$$P_{12} = 1 - P_{11} = 1/(1 + r_1[M_1]/[M_2]); \quad (2)$$

Проводя некоторые преобразования в решении линейных алгебраических уравнений, получим:

$$Q_1 = n[r_1 \frac{[M_1]}{[M_2]}]^{n-1} / [1 + \frac{[M_1]}{[M_2]}]^{n+1}; \quad (3)$$

Полученные уравнения позволяют вывести уравнения состава сополимера, не прибегая к представлениям об установлении в реакционной системе квазистационарного состояния. Располагая экспериментальными данными по внутримолекулярному распределению мономерных звеньев, можно таким образом решить обратную задачу – определить константы сополимеризации.

Синтезированные сополимеризацией мономерной четвертичной соли аллилтрифенилфосфонийбромида с ДВБ высокомолекулярные продукты после обработки 5%-ным водным раствором щелочи для перевода в ОН-

форму представляют собой ионообменные смолы, обладающие высокой обменной емкостью и комплексом ценных свойств.

Константа диссоциации синтезированного ионита составляет pK=3,40 при ионной силе 0,1 ($NaNO_3$) и 20°C. Изучено комплексообразование Ca^{2+}, Sr^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} и UO^{2+} ионов. Потенциометрическим методом установлены состав и константы неустойчивости комплексов. Щелочноземельные элементы Ca^{2+} и Sr^{2+} образуют слабые комплексы. С редкоземельными элементами Ce^{3+} и Y^{3+}, обладающими высокими комплексообразующими свойствами и значительными координационными числами, синтезированные иониты дают устойчивые хелаты даже в присутствии избытка указанных ионов металлов.

Из-за низкой проницаемости макромолекулы реакцию проводили в достаточно жестких условиях, что отрицательно сказывается на механической прочности и химической стойкости полученного ионита [13, 16].

Для устранения вышеуказанных недостатков, мы проводили процесс конденсации в присутствии 8-оксихинолина, т.к. 8-оксихинолин представляет огромный интерес как аналитический реагент для обратимой сорбции. Кроме того, в изученных литературных источниках иониты на основе 8-оксихинолина имеют ряд недостатков. Они мало изучены, нет сравнительных данных о структуре и устойчивости комплексов ионов различных металлов с оксихинолиновыми группами полимеров [17, 20].

Для получения комплексообразующего ионита сополимеры мономерной четвертичной фосфониевой соли с ДВБ конденсировали с 5-хлорметил-8-оксихинолином в среде органических растворителей. Наибольшая степень превращения макромолекулы достигается в кипящей смеси диметилформамида и воды (1:0,5 по объему) в течение 3-5 час при соотношении сополимер (основа - моль):5-хлорметил-8-оксихинолин (моль) равном 1:1,4. В случае полимера гелевой структуры она не превышает 10-20%. На основе макропористых образцов с аминообменной емкостью 3,6 (20%), 3,8 (12%) и 4,2 мг экв/г (6% ДВБ) синтезированы ионообменники, сорбирующие 2,1 2,6 и 3,2 мг экв/г Cu^{2+} при pH=3,5 соответственно. Это составляет 68-90% выхода, если в реакции участвует один атом водорода четвертичной соли, что из-за стерических препятствии представляется наиболее вероятным.

Установлено, что сорбционная способность полученных ионитов в значительной степени зависит от кислотности растворов (рис.1). Это может быть использовано для селективного извлечения ионов металлов.

Максимальное количество ионов магния поглощается из раствора с pH выше 7, марганца – 6-7, кобальта и никеля 4-5. Емкость по ионам меди остается высокой в еще более кислых средах, например, для образца с 12% ДВБ при pH=3 она составляет 2,6 мг экв/г. наибольшей комплексообразующей способностью обладают ионы меди, наименьшей – магния, который отличается от других исследованных металлов строением электронной оболочки. Кроме того, с увеличением количества ДВБ в составе ионита, поглощающая способность ионита закономерно возрастает.

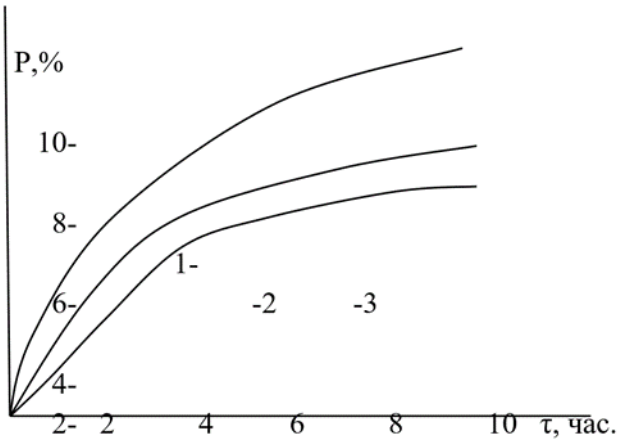


Рис.1. **Влияние соотношения сополимер:8-оксихинолин на степень поглощения ионов металлов, масс.ч.:1- 80:20, 2-60:40, 20:80.**

Была исследована термическая и механическая устойчивость синтезированных ионообменных смол. Химическую стойкость определили по изменению обменной емкости, относительной потери механической прочности и набухаемости после обработки 5н растворами NaOH H_2SO_4, СОЕ несколько увеличивалась, а в случае 5н NaOH уменьшается. Это можно объяснить растворением содержащихся в ионитах низкомолекулярных фракции и частичным набуханием и растворением ионитов. Следовательно, иониты – кислотостойкие.

Одно из основных свойств ионитов – термическая устойчивость, позволяющая заранее определить области использования ионообменников и условия их эксплуатации при повышенных температурах. Термические свойства синтезированных ионитов исследовали методом дифференциально-термического анализа на приборе “Fudji” в университете Keio (Япония). При температурах порядка 470К на испытуемом отрезке

существенных изменений не происходят. При термообработке и в изотермических условиях при 483К потери в массе составляют 10% от первоначальной. Согласно термограмме, синтезированные иониты в течение значительного времени могут выдерживать относительно высокие температуры с наименьшими потерями в массе.

На основании проведенных нами исследований подтверждена эффективность новых ионитов при очистке сточных вод горно-металлургической и химической промышленности. В результате конденсации сополимеров с 8-оксихинолином наблюдается увеличение производительности и селективности процесса извлечения ионов металлов [21].

Заключение. К настоящему времени нами накоплен большой объем экспериментальных данных, характеризующих, в основном, изменение свойств и структуры поверхности модифицированных ионитов. Однако, представления о механизме этого процесса существуют в самом общем виде и являются феноменологическими. Это обстоятельство связано со сложностью обоих объектов, принимающих участие в процессе модификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Степанов Б.А., Конопленко Л.А. Экологические проблемы нефтедобычи. Журн. Экологические системы и приборы. – 2013. - № 2. – С. 35-41.
2. Дряхлов В.О. Исследование разделения водомасляных эмульсий, стабилизированных ПАВ марки «Неонол», с помощью плазменно-модифицированных мембран. Журн.Экология.-2021.-№5,- с.44-45.
3. Хэм Р. Сополимеризация. 3-издание. - М:.инлит.-2019.-с.348.
4. Зияева М.А., Панжиев У.Р. Разработка нового ионита для очистки сточных вод нефтегазоперерабатывающих предприятий. Журнал Нефть и газ Узбекистана. №4, 2022 г.-с.58-62.
5. Денисова В.В. Промышленная экология: учебное пособие / под ред. В.В. Денисова; Ростов на Дону: Феникс: Издат. центр Март, 2020. – 720 с.
6. Фомичева Е.В. Экономика природопользования. М.: «Дашков и К», 2019.-с.268.
7. Арустамов Э.А., Левакова И.В., Баркалова Н.В. Экологические основы природопользования М.:«Дашков и К», 2020.-с.296.

8. Беличенко Ю. П. и др. Замкнутые системы водообеспечения химических производств. М.: «Химия», 1999.-с.279.

9. Радионова А.В. Технология и аппаратурное оформление очистки сточных вод от ионов меди, цинка, кадмия и ртути с использованием серосодержащих сорбентов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Томск – 2019.-25 с.

10. Радионова А.В. Очистки сточных вод от ионов меди, цинка, кадмия и ртути. Сборник международной научно-практической конференции «Современные технологии и научно-технический прогресс». Ангарск, 2021 г.-с.38-40.

11. Радионова А.В. Очистки сточных вод от ионов меди. Сб. Международной научно-технической конференции «Новые химические технологии: производство и применение».г. Пенза, 2011 г.-с.78-80.

12. Андреева С.А., Курилина Т.А. Сорбционная очистка промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов//Журнал Вестник научных конференций.№2-1 (2),2015.-с.17-19.

13. Бекжанов Д.Ж.,Мухамедиев М.Г., Ахмедова Н.Н. Исследование сорбции ионов индия и никеля азот- и фосфорсодержащими полиамфолитами. Журнал «Композиционные материалы».-Т.2022.№6, с.56-60.

14. Бекжанов Д.Ж.,Мухамедиев М.Г. Извлечение ионов ванадия из сернокислых растворов новым высокодисперсным иорнитом с амино и фосфорными группами. Журнал «Доклады АН РУз».2015.№2.с.51-54.

15. Ергожин Е.Е. Высокопроницаемые иониты. Алма-Ата.: Былым. 1999.-с.379.

16. Жаскайратов Т.Е., Масакбаева С.Р., Баймухамбетова М.Г. Эффективные способы в технологии обессоливания сточных вод на предприятиях нефтепереработки. Журнал Технические науки - от теории к практике. №57 год: 2019.-с.160-170.

17. Ергожин Е.Е., Таусарова А.Р. Амфотерные иониты на основе пиридинкарбоновых кислот.Алма-Ата.: Былым. 2022 г.-с.296.

18. Муталов Ш.А., Туробжонов С.М., Назирова Р.А., Агзамходжаев А.А. Новые ионообменные и реагентные сорбенты для очистки производственных сточных вод.-Т.Изд. «Навруз», 2019 г.-с.138.

19. Хамизов Р.Х. О новых технологиях переработки природных и техногенных вод. Материалы XIV Межд. Научно-технич.конференции «Физико-химические основы ионообменных и хроматографических процессов (ИОНИТЫ–2014)» Воронеж. ВГУ. 10-12 октября **2014.**

20. Даванков В.А. О механизмах удерживания соединений на сверхсшитых полистирольных сорбентах. Материалы XIV Межд. Научно-технич.конференции «Физико-химические основы ионообменных и

хроматографических процессов (ИОНИТЫ–2014)» Воронеж. ВГУ. 10-12 октября 2014.-с.56-58.

21. Бекжанов Д.Ж., Каримов М.М., Рустамов М.К.,Мухамедиев М.Г. Сорбция ионов ванадия фосфорсодержащими группами на основе ПВХ. Узб.химический журнал. 2014.№5.-С.23-27.

22. Панжиев У.Р., Нурузова З.А., Атаназарова К.М.,Аметов Я.И., Мухамедгалиев Б.А. Высокоэффективный способ очистки сточных вод нефтегазовой промышленности. Журнал «Химическая промышленность» №1,2017 г. С.48-50.

УДК: 631.6 626.81.84

ЦИКЛИЧНОСТЬ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ РЕСПУБЛИКИ

Мирхосилова Мадина Нигматулла кизи
Ермат Шерматов
доктор технический наук, старший научный сотрудник
Научно-исследовательский институт ирригации водных проблем

Аннотация: В статье рассматривается взаимосвязь между солнечной активностью и мелиоративным состоянием орошаемых земель Республики Узбекистан. Особое внимание уделено одиннадцатилетнему циклу солнечной активности и его корреляции с изменением уровня грунтовых вод и степенью засоления почв. Приведены статистические данные по засолению орошаемых земель за период с 1960 по 2023 годы. Выполнен корреляционный анализ, результаты которого представлены в виде уравнений зависимости степени засоленности от мощности солнечной радиации. Работа поднимает актуальные вопросы устойчивости агроландшафтов в условиях изменяющегося климата и подчеркивает значимость эффективного управления ирригацией. В прошлом гидрометеорология учитывала исключительно суммарное тепловое воздействие радиации на те или иные геосферы. При этом величина потока этой радиации предлагалось - вне Земли - постоянной.

Ключевые слова: Гидрометеорология, солнечной радиации, Земля, климат, солнечной постоянной, земной атмосферы, термодинамика, атмосфера, абсолютная величина, космических лучей, амплитуда, географической широты, коэффициент корреляции, минерализация.

Аннотация: мақолада қуёш фаоллиги ва Ўзбекистон Республикасидаги суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолати ўртасидаги боғлиқлик кўриб чиқилган. Қуёш фаоллигининг ўн бир йиллик циклига ва унинг ер ости сувлари сатҳининг ўзгариши ва тупроқнинг шўрланиш даражаси билан ўзаро боғлиқлигига алоҳида еътибор қаратилмоқда. 1960 йилдан 2023 йилгача бўлган даврда суғориладиган ерларнинг шўрланиши бўйича статистик маълумотлар келтирилган. Корреляцион таҳлил ўтказилди, унинг натижалари шўрланиш даражасининг қуёш нурланишининг кучига боғлиқлиги тенгламалари шаклида тақдим этилди. Ишда ўзгарувчан иқлим шароитида қишлоқ хўжалиги ландшафтларининг барқарорлигини таъминлашнинг долзарб масалалари кўтарилган ва суғоришни самарали бошқариш муҳимлиги таъкидланган. Шу билан бирга, бу нурланиш оқимининг катталиги ердан ташқарида доимий бўлиши таклиф қилинган.

Калит сўзлар: Гидрометеорология, қуёш радиацияси, ер, иқлим, қуёш доимийси, ер атмосфераси, термодинамика, атмосфера, мутлақ катталик, космик нурлар, амплитуда, географик кенглик, корреляция коэффициенти, минерализация.

Abstract: The article examines the relationship between solar activity and the reclamation status of irrigated lands in the Republic of Uzbekistan. Special attention is paid to the eleven-year cycle of solar activity and its correlation with changes in groundwater levels and the degree of soil salinity. Statistical data on salinization of irrigated lands for the period from 1960 to 2023 are presented. A correlation analysis has been performed, the results of which are presented in the form of equations of dependence of the degree of salinity on the power of solar radiation. The work raises topical issues of sustainability of agricultural landscapes in a changing climate and highlights the importance of effective irrigation management. In the past, hydrometeorology took into account only the total thermal effect of radiation on certain geospheres.

Keywords: Hydrometeorology, solar radiation, Earth, climate, solar constant, Earth's atmosphere, thermodynamics, atmosphere, absolute magnitude, cosmic rays, amplitude, geographical latitude, correlation coefficient, mineralization.

Цель исследования: Оценить влияние солнечной активности на мелиоративное состояние орошаемых земель Республики Узбекистан. Проанализировать многолетние данные о мощности солнечного излучения и степени засоления орошаемых земель. Установить наличие и характер взаимосвязи между солнечной активностью и изменением мелиоративных показателей. Разработать уравнения зависимости степени засоленности от солнечной радиации. Обосновать возможные природные и антропогенные механизмы, лежащие в основе наблюдаемых зависимостей.

Известно, что по закону Стефана Больцмана колебания солнечной постоянной с амплитудой, составляющей 1% ее величины (при условии равенства приходящей и уходящей энергии), обуславливают изменения температуры (отклонения температуры) в 0,7 C^{o} на всей поверхности земного шара, площади поверхности земного шара даны в табл. №1.

Таблица №1

Область	**Поверхность, 10^6,км^2**	**% от площади**	**Объем воды т.10^{12}**	**%**
Весь земной шар	510,0		+496,1	
Суша	148,9	29,196	+111,1	22,39
Северное полушарие	100,3	19,666	+68,0	13,70
Южное полушарие	48,6	9,529	+43,1	8,68

Мировой океан	361,1	70,804	+3850	77,61

Сутки - это простейшее чередование дня и ночи водные потоки, которые накапливают и переносят минеральные частицы, а также ионов солей. Об одиннадцатилетнем цикле режима уровня грунтовых вод Узбекистана говорил член корреспондент Академии Наук Республики Н.А.Кенесарин.

В многолетнем режиме грунтовых вод Узбекистана наблюдается одиннадцатилетний цикл с одним максимумом и одним минимумом. Максимум в многолетним режиме грунтовых вод совпадает с периодом максимума солнечной активности. Продолжительность между максимумом и минимумом составляет 5,5 лет.

Период максимума в одиннадцатилетнем цикле многолетнего режима грунтовых вод составляет природный процесс соли накопления в почвах грунтах, а периоду минимума- природный процесс рас соления почвогрунтовая.

Исходная информация для корреляционного анализа дана в табл. №2. Мелиоративное состояние земель по степени засоление (тыс.га / % от общей орошаемой площади) в Республике Узбекистан.

Методология исследования:

В работе использованы статистические данные о мощности солнечного излучения (Вт/м²) и мелиоративном состоянии орошаемых земель Республики Узбекистан за 1960–2023 годы. Для выявления зависимости между солнечной активностью и степенью засоления применялся корреляционный анализ.

Таблица 1

Годы	**Мощность излучение Солнца Р вт.м²/сек**	**Орошаемая площадь (нетто)**	**Незасоленные земли**	**В том числе засоленные**		
				Слабо	**Среднее**	**Сильно**
1960	1364,58	2498	1210,5	893,2	338,8	55,5
		%	49,2	35	13,6	2,2
1970	1365,77	2650,4	1610	660,8	269,7	109,9
		%	60,7	25	10,2	4,1
1980	1362,6	3400	2430	610	280	80
		%	67,7	20,03	9,3	2,7
2000	1367,15	4273,7	2133,2	836,9	1074,5	229,1
		%	49,9	19,6	25,1	5,4
2015	1365,4	3752,14	97	115,848	460,347	178,961
		%	52,1	30,87	12,3	4,77

2018	1361,3	3578,257	1901,8	1230,514	3531,23	92,811
		%	53,16	34,38	9,87	2,59
2023	1367,1	3578,26	1776,6	840,01	755,31	182,49
		%	49,65	23,48	21,11	5,1

Были рассчитаны коэффициенты корреляции и построены линейные регрессионные уравнения зависимости засоленности почв от величины солнечной радиации. Результаты представлены в табличной форме. Статистическая обработка производилась с использованием методов описательной статистики и анализа временных рядов.

Где Р-мощность излучение Солнца. Результаты корреляционного анализа даны в расчетных уравнениях в таблице №3.

Таблица 3

Результаты корреляционного анализа

№	Степень засоленности	Коэффициент корреляции	Уравнение взаимосвязи от Солнечной активности %
1	Незасоленные земли	-0,4322	S=1894,6284-1,34813P±6,46%
2	Слабо засоленные земли	-0,4375	S=1746,3315-1,2598P±5,969%
3	Среднезасоленные земли	0,7531	S=2,07581P-2818,6625±5,71%
4	Сильно засоленные	0,8222	S=0,48574P-659,1273±1,225%

Вывод: Полученные данные свидетельствуют о несоответствия между дренированностью орошаемых площадей и изменчивостью солнечной активности.

- Одной из причин связи засоления и расслоения почвенных грунтов является режим орошения, в частности, бороздкой полив. Для снижения уровня засоленности при высокой солнечной активности рекомендуется переход на более эффективные методы полива, например, капельный или подповерхностный.

Увеличение (погонный метр) плотности дренажной сети позволит регулировать уровень грунтовых вод и предотвратить накопление солей. Необходимо вести мониторинг солнечной активности и адаптировать мелиоративные мероприятия в зависимости от фаз её одиннадцатилетнего цикла.

Использование прогнозов солнечной активности может стать инструментом планирования устойчивого землепользования в засушливых регионах.

«+»- увеличение площади засоленных земель;

«-»- уменьшение площади не засаленных земель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Будыко М.И. Климат и жизнь. - М.: Гидрометеоиздат, 1971.

2. Лархер П. Физиология растений. - М.: Мир, 1978.

3. Кенесарин Н.А. О цикличности колебаний уровня грунтовых вод в Узбекистане. - Ташкент, 1982.

4. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 61: "Drainage Manual", Rome, 2021.

UO‘T: 630.114.445:631.34:633(575/146) (043.3)

KUZGI SHUDGORLASH JARAYONI BILAN BIR VAQTDA BIOSOLVENT PREPARATINI QO‘LLASHNING AFZALLIKLARI

Shodiyev Shuxrat Baqoyevich
“TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish mustaqil tadqiqotchi,
ISMITI Buxoro mintaqaviy markaz direktori
Hamroyev G‘iyosjon Fayzullo o‘g‘li
ISMITI Buxoro mintaqaviy markazi “IT va STT” laboratoriya mudiri
Sharipov Armonbek Ergashovich
ISMITI Buxoro mintaqaviy markazi “YMHBSOTT” laboratoriya mudiri
Djurayeva Zarnigor Hakimovna
ISMITI Buxoro mintaqaviy markazi “IT va STT” laboratoriya laboranti

Annotatsiya. Meliorativ holati yomon, o‘rta va kuchsiz sho‘rlangan yerlarda shudgorlash bilan bir vaqtda, shudgor osti qatlamida va shudgor yuzasi bo‘ylab biosolvent birikmasini 1 ga yer maydoni uchun 200 liter suvga 5-10 liter biosolventga birikmasini aralashtirib sepiladi. Bu esa tuproqni g‘ovakligini oshirib, suv o‘tkazuvchanligini yaxshilash orqali, tuproq tarkibidagi suvda oson eruvchi zararli tuzlarni chiqarib yuborish uchun sharoit yaratib, 2-3 martagacha suv miqdorini kam sarf qilinishiga olib keladi. Buning natijasida suv iqtisod qilinib, yerlarning hosildorligini 7-10 sentnerga oshishiga olib keladi.

Kalit so‘zlar: traktor; yomkost; suv krani; suyuqlikli manometri; nasos; suv quvuri; filret; suv; biosolvent; tuproq; tuz miqdori.

Аннотатsiя. На землях с плохим, средним и слабозасоленным мелиоративным состоянием одновременно с вспашкой в подпахотном слое и по поверхности вспашки вносят биосольвентное соединение, смешанное с 5-10 литрами биосольвента на 200 литров воды на 1 га площади. Это увеличивает пористость почвы, улучшает водопроницаемость, создает условия для удаления вредных водорастворимых солей из почвы, что приводит к снижению расхода воды в 2-3 раза. Это приведет к экономии воды и повышению урожайности земель на 7-10 центнеров с гектара.

Ключевые слова: трактор; ёмкость; водопроводный кран; жидкостный манометр; насос; водопровод; фильтр; вода; биосольвент; почва; количество соли.

Annotation. In poor, moderately, and slightly saline lands, simultaneously with plowing, the biosolvent compound is sown in the subsoil layer and along the plow surface, mixing 5-10 liters of the biosolvent compound with 200 liters of water per hectare. This, by increasing soil porosity and improving water permeability, creates conditions for removing easily soluble harmful salts from the soil, leading to a 2-3 times lower water consumption. As a result, water is

saved, and the yield of the land increases by 7-10 centners.

Key words: tractor; tank; water tap; liquid manometer; pump; water pipe; filter; water; biosolvent; soil; salt content.

Kirish. Biosolvent preparatini qo‘llash avfzalliklari: An’anaviy usulga nisbatan tuynukli drenaj hosil qilinib, 0,35 m chuqurlikda shudgorlab, sho‘r yuvish ishlari amalga oshirilganda sho‘r yuvish muddatlarining 15-20 kungacha qisqarishi;

Biosolvent preparati tuproqdagi tuzni oddiy suvga nisbatan 2,0-3,0 barobar ko‘proq yuvadi hamda tuproqni yuvishga ketadigan suv sarfi 1,5-2,0 barobargacha kamayadi;

Ushbu preparat tuproqning mexanik holatini yaxshilab, g‘ovaklik darajasini 2,0-3,0 martaga oshiradi va hosildorlikni 7sentnerdan 10 sentnergacha oshadi;

Biosolvent preparati bilan yuvilgan maydonlarda hosidorlik 1,4-1,5 marotaba yuqori bo‘ladi;

Sho‘rlangan tuproq tarkibidagi tuzni 70 foizgacha sho‘r yuvish xususiyatiga ega. Kuchsiz sho‘rlangan yerlarda 1 ga yer maydiniga 5-6 litr, o‘rtacha sho‘rlangan yerlarda 7-8 litr, kuchli sho‘rlangan yerlarda 11-12 litr qo‘llash bo‘yicha tavsiya berilgan;

Biosolvent preparati ionogen polimer va sirt-aktiv moddalardan tashkil topgan. Biosolvent preparati tuproq qatlamlaridan o‘simlik uchun toksik, qiyin eruvchan tuzlarni tez va oson yuvish imkoniyatini beradi. Biosolvent preparatini qo‘llash, suv sarfini va tuproqning sho‘rlanish darajasini 2-3 marotabaga kamaytiradi. Natijada tuproq unumdorligi va uning g‘ovaqligi ortadi;

Biosolvent preparati bilan yuvilgan maydonlarda hosidorlik 1,4-1,5 marotaba yuqori bo‘lgan. 1 gektar sho‘rlangan yer maydoniga 5 kg Biosolvent preparati kerak bo‘ladi. Respublika qishloq xo‘jaligining Biosolvent preparatiga ehtiyoji 2000 tonnadan iborat;

Tadqiqot materiallari va uslubi. Biosolvent preparatining samaradorligi Xorazm viloyati va Qoraqalpog‘iston Respublikasi hududlarida tuz bo‘roni oqibatlarini yo‘qotishda isbotlandi. O‘zR FA Bioorganik kimyo instituti olimlari ishlab chiqqan ushbu preparatni hozirda O‘zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligi tijoratlashtirishni yo‘lga qo‘ymoqda.

1-rasm. Shudgorlash jarayonida tuproq osti va ustiga biosolvent preparatini sepadigan qurilma

Qurilmani tayyorlashga kerakli materiallar (uskunalar). 1. Plastik turba; uzunligi 30 m, diametr 25 mm. 2. Raspredelitel 1 dona. 3. Filtr 2 dona. 4. Traynik 40 dona. 5. Probka 16 dona. 6. Nasos 1 dona. 7. Sisterna (Idish) 200 litr 2 dona. 8. Ugolok rama uchun 7x7-30 m. 9. Krepleniya plastika (1 upakovka 50 dona). 10. Traktor (CASE-210).

Tahlil va natijalar. Xorazm viloyati va Qoraqalpog‘iston Respublikasida tuz bo‘roni oqibatlarini bartaraf etishda Biosolvent preparatining samaradorligi isbotlandi. O‘zbekiston Fanlar akademiyasi Bioorganik kimyo instituti olimlari tomonidan yaratilgan preparat hozirda O‘zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligi tomonidan tijoratlashtirish bosqichida. Biosolvent tuproq tuzini oddiy suvga qaraganda 2-3 marta ko‘proq yuvadi va tuproqni yuvish uchun suv sarfini 1,5-2 baravar kamaytiradi. Bu preparat tuproqning mexanik tarkibini yaxshilaydi, g‘ovakligini 2-3 barobar oshiradi va hosildorlikni 5 dan 10 sentnerga oshiradi.

Rasperedelitel

Yomkost (200 l)

Sho‘rlangan maydonlarni “Biosolvent” preparati bilan yuvish natijasida, oddiy suv bilan yuvilganiga qaraganda, zararli ionlar miqdori: xlor - 35-42%, sulfat - 13-16%, kalsiy - 21-28%, natriy - 21-23% yuvilganligi aniqlandi. Magniy ionlarining miqdori esa kontrolga nisbatan 63-68% ga oshganligi aniqlandi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Mamatov F.M., Jo‘rayev F.O‘., Shodiyev Sh.B., Hamroyev G‘.F., Jo‘rayev J.T. Takomillashgan qiya ustunli tuynukochgich chuquryumshatkich qurilma ishchi organining parametrlarini asoslash // O‘zbekiston agrar fani xabarnomasi. № 3 (15) 2024 – B. 66-70.
2. Shodiyev Sh.B, Hamroyev G‘.F. Sug‘orishning zamonaviy usullari agrotexnologiyasi // Mirovaya nauka, 2022. 12 (69). c. 122-125.
3. https://old.gov.uz/oz/news/view/23943
4. Shodiyev Sh.B, Hamroyev G‘.F. Suvni tejovchi intensiv sug‘orish texnologiyalarining afzalliklari // Ekonomika i sotsium, 2022. 10-2 (101). c. 629-636.
5. Jo‘rayev F.O‘., Hamroyev G‘.F., Hamroyev I.F. Biosolvent preparatini sepadigan purkagichlar bilan jihozlangan tuynukli drenaj hosil qiluvchi qurilma // xalqaro an’anaviy ilmiy-amaliy anjumani. Buxoro, 7-son - 2022 y. B. 105-109.
6. Jo‘rayev F.O‘., Hamroyev G‘.F., O‘rinov E.F., Hamroyev I.F. Biosolvent preparatini sepadigan purkagichlar bilan jihozlangan tuynukli drenaj hosil qiluvchi qurilma // “Suv va yer resurslari” agrar-gidromeliorativ ilmiy-ommabop jurnal. Buxoro, 1(12)-son 2022-yil B. 4-11.

УЎТ: 631.67.03

ШЎР ЮВИШДА ҲАР ХИЛ ҚАТЛАМЛАРДА ТУПРОҚ ТАРКИБИДАГИ ТУЗЛАРНИНГ ЮВИЛИШ ЖАРАЁНИ

Хўжаниязов Рашид Ўринович
кичик илмий ходим, ИСМИТИ Хоразм минтақавий маркази

Аннотация: Мақолада дала илмий-тадқиқот ишлари натижалари асосида, шўр ювиш даврида тупроқдаги тузларнинг сувда эришини янгича услубда ўрганиш бўйича олинган дастлабки натижалар баён қилинган.

Калит сўзлар: Шўр ювиш, сув, туз, стаканчалар, намуналар, зичлашган қатлам, таҳлил.

Аннотация: В статье представлены результаты научных исследований на основе результатов научных исследований изложены предварительные результаты изучения растворения солей в почве период промывки солей новым способом.

Ключевые слова: Рассол, вода, соль, стаканы, пробы, конденсированный слой, анализ.

Abstract: In the article, based on the results of scientific research, the preliminary results of studying the dissolution of salts in the soil in water during the salt washing period in a new way are described.

Key words: Brine wash, water, salt, beakers, samples, condensed layer, analysis.

Кириш. Хоразм вилоятининг суғориладиган майдонлари турлича даражада шўрланган бўлиб, айниқса пахта етиштиришда дастлабки агротехник тадбирлар шўр ювишдан бошланади. Лекин йилдан-йилга дарё сувининг камайиб бориши шўр ювиш даврида ҳам сувни тежамкорлик билан ишлатишни тақазо этмоқда. Шўр ювиш даврида сарфланаётган сувни самарадорлигини табиий шароитда тупроқдаги тузларнинг эриши ва сувда эриган тузларни тупроқнинг юқори қисмидан пастки қисмига ҳаракатини янгича услубда ўрганиш бўйича илмий изланишлар олиб бориш ҳозирги куннинг энг муҳим вазифаларидан бири ҳисобланади.

Мазкур муаммо ечимига қаратилган Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги ва Хоразм сув муаммолари илмий-тадқиқот маркази билан биргаликда, Агробанк АТБ молиявий кўмагида “Хоразм вилояти тупроқ шароитида шўр ювиш муддатларини белгилаш ва лазер ускунали текислагичлар билан текисланган майдонларда далаларни чек (чел) олиб полларга бўлиш ўлчамларининг шўр ювиш меъёрларига таъсирини

ўрганиш” мавзусидаги амалий илмий тадқиқот иши доирасида дала тадқиқотлари амалга оширилди.

Тадқиқот объекти: Тадқиқот ишларини олиб бориш учун Пахта селекцияси, уруғчилиги ва етиштириш агротехнологиялари илмий-тадқиқот институти Хоразм илмий-тажриба станцияси ва Урганч тумани Пахтакор ҳудудида жойлашган “Иброҳим Фарида” фермер хўжалигининг шўри ювиладиган далаларида тадқиқот майдончалари белгилаб олинди.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги: Дала тажрибасига асосланган тадқиқот усулида шўр ювиш даврида далаларга қўйилган сув тупроқ юзасидан ер ости сизот сувигача бўлган чуқурликда тупроқнинг турли қатламларида тузлар эритмасини янгича услубда сткачанларга йиғиб олиш ҳамда йиғиб олинган тузлар эритмасини кимёвий усулда таҳлил қилиш, олинган маълумотлар асосида тупроқ қатламларида ювилишини ва тузлар миқдорини баҳолашдан иборат. Шунингдек, келгусида бу усул ёрдамида тупроқ қатламларидан ювилиб чиқиб кетадиган озиқ элементлар ва пестицид қолдиқларини таҳлил қилиш имконияти яратилади.

Таҳлил ва натижалар: Тадқиқот ишларини олиб бориш учун ПСУЕАИТИ Хоразм илмий-тажриба станциясидан 2 та дала белгилаб олинди. Биринчи тадқиқот даласининг умумий шўри ювиладиган майдони 8,0 гектар бўлиб, катталиги 1,9 гектар бўлган чекидан тадқиқот майдончаси белгилаб олинди. Мазкур далалардан шўр ювишдан олдин шўрланиш даражасини ўрганиш учун 0-20 см, 21-40 см, 41-60 см, 61-80 см ва 81-100 см кесимларидан бур ёрдамида тупроқ намуналари олинди (1-расм).

Тадқиқот майдончаларига шўр ювиш даврида тупроқда эриган тузлар эритмасини йиғиб олиш учун тупроқнинг 30,0 см, 60,0 см ва 100,0 см чуқурликларида махсус тайёрланган стаканчалар ўрнатилди (2-расм).

Шунингдек, Урганч тумани ҳудудидаги “Иброҳим Фарида” фермер хўжалиги даласида 1 та учинчи тадқиқот майдончаси танлаб олинди ва тупроқ намуналари олиниб, тупроқ қатламларига стаканчалар ўрнатилди.

Шўр ювишга ишлатиладиган сувдан намуналар олиниб, лабораторияда қисқа таҳлил қилинди. Таҳлилда биринчи марта шўр ювишга ишлатилган сувдаги тузлар миқдори 1,2 г/л эканлиги аниқланди (1-жадвал).

1-расм. **Тупроқ намунаси олиш**

2-расм. **Ер сатҳидан 30 см чуқурликда стаканча ўрнатиш**

3-расм. **Стаканчаларни қазиб олиш**

4-расм. **Стаканчаларга йиғилган сувлар**

1-жадвал

2025 йил шўр ювиш даврида тадқиқот майдонларига ишлатилган ва ер ости сизот сувидан олинган намуналарининг таҳлилий натижалари

№	Намуна олинган сана	Тадқиқот жойи	Сув намунаси олинган жой	Сувдаги умумий тузлар миқдори, г/л
1	22.01.2025 й	ПСУЕАИТИ ХИТС	Ички ариқ	1,2
2	02.03.2025 й	ПСУЕАИТИ ХИТС	Ички ариқ	1,3
3	02.03.2025 й	ПСУЕАИТИ ХИТС	2-назорат қудуғи	2,5
4	06.03.2025 й	ПСУЕАИТИ ХИТС	Ички ариқ	1,3
5	14.03.2025 й	ПСУЕАИТИ ХИТС	1-назорат қудуғи	2,8
6	14.03.2025 й	ПСУЕАИТИ ХИТС	2-назорат қудуғи	3,0
7	16.03.2025 й	ПСУЕАИТИ ХИТС	Ички ариқ	1,0
8	01.04.2025 й	ПСУЕАИТИ ХИТС	1-назорат қудуғи	3,0
9	15.03.2025 й	Иброҳим-Фарида ф/х	Ички ариқ	1,1
10	22.03.2025 й	Иброҳим-Фарида ф/х	Ички ариқ	1,0

Биринчи тадқиқот майдончасига ўрнатилган стаканлар биринчи шўр ювишдан кейин тупроқдан қазиб олинди. 30,0 см чуқурликка ўрнатилган стаканчага 200 мл сув йиғилган, 60,0 см чуқурликка ўрнатилган стаканга умуман сув йиғилмаган. 30,0 см чуқурликда йиғиб олинган сув намунасидаги умумий тузлар миқдори (қуруқ қолдиқ) 1,6 г/л эканлиги таҳлилда аниқланди. Шўр ювишда ишлатилган сув таркибида 1,2 г/л туз бўлганини ҳисоб олсак, сувда эриган тузлар миқдори 0,4 г/л эканлигини кўришимиз мумкин. 60,0 см чуқурликка ўрнатилган стакангача сув етиб бормаган, лекин тупроқ намланган.

Ушбу нуқтада иккинчи ва учинчи шўр ювишлардан кейин 1 апрел куни стаканлар тупроқдан қазиб олинганда 30,0 см чуқурликда йиғилган сувдаги тузлар миқдори 2,5 г/л ни, 60,0 см чуқурликда йиғилган сувдаги тузлар миқдори 4,7 г/л ни ташкил қилган. Шўр ювишда ишлатилган сув таркибида 1,3 г/л туз бўлган. Тупроқнинг 30,0 см гача қатламида сувда 1,2 г/л туз эриган бўлса 60,0 см чуқурликда 3,4 г/л туз эриган. (2-жадвал). 100 см чуқурликга туз эритмаси етиб бормаган.

Иккинчи тадқиқот даласига ўрнатилган стаканчалар биринчи шўр ювишдан кейин 18 март куни қазиб олиб кўрилганида 30,0 см чуқурликда ўрнатилган стаканчага 140 мл сув йиғилган, 60,0 см ва 100,0 см стаканчаларга сув йиғилмаган, яъни сув етиб бормаган.

Шўр ювишга ишлатилган сув таркибида 1,3 г/л туз бўлган бўлса, 30,0 см чуқурликдан қазиб олинган стаканчага йиғилган сув таҳлил қилинганида сув таркибида 4,3 г/л туз борлиги аниқланди. Тупроқнинг юқори қисмидан пастки қисмига ҳаракатланаётган сув таркибидаги тузлар миқдори ҳайдалма қатламида 3,0 г/л гача ошган.

Стаканчалар тупроқга қайтадан ўрнатилди ва учинчи шўр ювишдан кейин қазиб олинди. Кейинги шўр ювиш даврида ишлатилган сув таркибида 1,0 г/л туз бўлган. 30,0 см чуқурликда ўрнатилган стаканча лойга кўмилганлиги ва қайта кўмилганда зичланганлиги сабабли сув йиғилмаган. 60,0 см чуқурликдан қазиб олинган стаканчага 110 мл сув йиғилган. 60,0 см чуқурликдаги стаканга йиғилган сув таркибида 1,7 г/л туз борлиги таҳлилда аниқланди, яъни таркибида 1,0 г/л туз бўлган сув 60,0 см чуқурликгача 0,7 г/л тузни эритиб пастга олиб тушган. 100,0 см чуқурликдан қазиб олинган стаканчага 3 марта шўр ювишдан кейин ҳам сув йиғилмаган.

Учинчи тадқиқот даласи шўр ювиш тадбирига тайёргарлик даврида тупроқ 70,0 см чуқурликда ҳайдалган ва кейин лазер ускунали ер

текислагичлар билан текисланган, шунингдек, далага гектарига 55,0 тоннадан чириган гўнг сепилиб кейин эса дискли борона билан чиринди тупроққа аралаштирилган. Тадқиқот даласидан 3 та нуқта белгилаб олинди ва сувда эриган тузлар эритмасини йиғиб олиш учун тупроқнинг 30,0 см, 60,0 см ва 100,0 см чуқурликларида махсус тайёрланган стаканчалар ўрнатилди. Шўр ювиш даврида таркибида 1,1 г/л туз бўлган дарё суви ишлатилди.

2025 йил 7 апрел куни тупроқдан турли чуқурликларда ўрнатилган стаканчалар қазиб олинди. 1-чи нуқтага ўрнатилган стаканчаларга 200 мл дан сув йиғилган, лабораторияда таҳлил қилинганида 30,0 см чуқурликдаги сувдаги тузлар миқдори 7,0 г/л, 60,0 см чуқурликдаги сувдаги тузлар миқдори 6,0 г/л ва 100,0 см чуқурликдаги сувдаги тузлар миқдори 5,3 г/л эканлиги аниқланди. шунингдек, 2-чи нуқтага ўрнатилган стаканчаларга ҳам 200 мл дан сув йиғилган, сув лабораторияда таҳлил қилинганида 30,0 см чуқурликдаги сувдаги тузлар миқдори 3,7 г/л, 60,0 см чуқурликдаги сувдаги тузлар миқдори 1,7 г/л ва 100,0 см чуқурликдаги сувдаги тузлар миқдори 1,1 г/л эканлиги, 3-чи нуқтага ўрнатилган стаканчаларнинг 30, 0 см чуқурликка ўрнатилган стаканчага 60 мл сув йиғилган кейинги чуқурликларда эса 200 мл дан сув йиғилган, сув лабораторияда таҳлил қилинганида 30,0 см чуқурликдаги сувдаги тузлар миқдори 6,4 г/л, 60,0 см чуқурликдаги сувдаги тузлар миқдори 5,3 г/л ва 100,0 см чуқурликдаги сувдаги тузлар миқдори 1,1 г/л эканлиги аниқланди.

2-жадвал

2025 йил шўр ювиш даврида тадқиқот майдонларидан олинган сув намуналарининг таҳлилий натижалари

№	Намуна олинган сана	Тадқиқот жойи	Сув намунаси олинган тупроқ қатлами, см	Сувдаги умумий тузлар миқдори, г/л
1	03.02.2025 й	1-дала	30	1,6
2	18.03.2025 й	2-дала	30	4,3
3	01.04.2025 й	1-дала	30	2,5
4	01.04.2025 й	1-дала	60	4,7
5	4.04.2025 й	2-дала	60	1,7
6	07.04.2025 й	3-дала, 1- нуқта	30	7,0
7	07.04.2025 й	3-дала, 1- нуқта	60	6,0
8	07.04.2025 й	3-дала, 1- нуқта	100	5,3

9	07.04.2025 й	3-дала, 2- нуқта	30	3,7
10	07.04.2025 й	3-дала, 2- нуқта	60	1,7
11	07.04.2025 й	3-дала, 2- нуқта	100	1,1
12	07.04.2025 й	3-дала, 3- нуқта	30	6,4
13	07.04.2025 й	3-дала, 3- нуқта	60	5,3
14	07.04.2025 й	3-дала, 3- нуқта	100	1,1

Биринчи тадқиқот майдончасида шўр ювиш даврида сувда эриган тузлар миқдори тупроқ юзасидан 30 см чуқурликда бўлса, иккинчи ва учинчи тадқиқот майдончасидан олинган сув намуналарида эса тупроқнинг юқори қисмида сувда эриган тузлар миқдори кўп бўлиб, пастки қатламларда эса сувда эриган тузлар миқдори камайиб борган.

Хулоса: Тажриба майдонларида олиб борилган дала тадқиқот натижаларида шўр ювиш даврида тупроқдаги тузлар сувда нотекис эриши, ҳайдалма қатлам остида ҳосил бўлган зичлашган қатламдан 3 марта шўр ювиш тадбири ўтказилган бўлса ҳам сувни пастки қатламларга қийин ўтиши ёки умуман ўтмаслиги кузатилди.

Шу билан бирга учинчи тажриба майдонида шўр ювишдан олдин ерларни 70 см чуқурликда ҳайдалганда шўр ювиш даврида тупроқдаги тузлар фақат бир марта шўр ювилган ҳолатда ҳам ер ости сизот сувигача етиб борганлигини кўрсатди ва шўр ювиш тадбири юқори самара бериши ўз исботини топди.

Тадқиқот натижалари кўрсатдики, тупроқнинг турли чуқурликларидан янги услубда стаканчаларга йиғиб олинган сув лабораторияда қисқа таҳлил қилинган бўлса, тупроқ таркибидаги сувда эриган моддаларни, яъни шўр ювиш даврида тупроқдан ювилиб чиқиб кетадиган озиқ элементлари ва пестицид қолдиқларини ҳам кенг таҳлилларда ўрганиш, келгусида бу усулдан фойдаланиб, шўр ювиш ва экинларни ўсув давридаги суғоришларда сувни қайси қатламгача етиб бориши, табиий шароитда тупроқдаги тузлар ва бошқа моддаларни сувда эришини мукаммал ўрганиш имкониятларини яратиб беради.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Х.Мираҳмедов, М.Мирюнусов. Тупроқшуносликдан амалий машғулотлар Меҳнат нашрёти, Тошкент- 1987 йил, 194 бет.

2. С.А.Абдуллаев, Х.К. Намазов. Тупроқ мелиорацияси. “Ўзбекистон миллий энцеклопедияси” Давлат илмий нашрёти. Тошкент-2011 й. 400 бет.

3. Хамидов М.Х., Шукурлаев Х.И., Маматалиев А.Б. “Қишлоқ хўжалиги гидротехника мелиорацияси”. Дарслик. Шарқ, 2009 йил.

4. А.Уразкелдиев. “Кимёвий мелиорация”. Ўқув қўлланмаси. Тошкент, 2015 й

5. Ш.Холиқулов, П.Узоқов, И.Бобохўжаев. Тупроқшунослик. Тошкент-2011 й. 571 бет.

6. М.Рахимбоев ва бошқалар. Қишоқ хўжалигида суғориш мелиорацияси. Тошкент-1994 й. Меҳнат нашёрти. 326 б.

7. Ф.М.Рахимбоев, Х.Н. Шукруллаев. Қишлоқ хўжалигида зах қочириш мелиорацияси. Тошкент-1996 й. 201 б.

8. Ф.М.Рахимбоев, М.Ҳамидов Қишлоқ хўжалиги мелиорацияси. “Ўзбекистон” нашрёти 1996 й. 360 б.

9. Абдуллаев С.А., Намазов Х.К. Тупроқ мелиорацияси. “Ўзбекистон миллий энцеклопедияси” Давлат илмий нашрёти. Тошкент-2011 й. 400 бет.

10. Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В. и др. Агрохимия. ВО “Агропромиздат”. Москва-1989 г. 639 стр.

11. Саттаров Ж., Сидиқов С., Абдуллаев С., Ергашев А., Ҳолмухамедова З., Қулмуродова Я., Қосимов У., Акбаров Н. Агрокимё. Чўлпон номидаги нашриёт-матбаа ижодий уйи. Тошкент-2011 й. 522 бет.

12. Холиқулов Ш., Узоқов П., Бобохўжаев И. Тупроқшунослик. Тошкент-2011 й. 571 бет.

13. Мусаев, Б. Агрокимё. “Шарқ” нашриёти. Тошкент-2001 й. 328 бет.

UO‘T: 627.8.034

OROL DENGIZI VA G‘ARBIY QISMIDAGI SUVNING MELERATIV HOLATIGA (TABIIY VA ANTIROPOGEN OMILLAR) TA’SIRI

Nabiyev Dostonbek Zavqiy o‘g‘li
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti doktoranti
e-mail: nabiyevdostonbek691gmail.com.

Annotatsiya: Mazkur maqolada Orol dengizi haqida olimlarning fikrlari keltirilgan bo‘lib, ular tahlil qilindi. Orol dengizining dolzarb muammolari va qanday qilib qutqarish kerakligi haqida ilmiy va amaliy yechimlar borligi haqida taklif va tavsiyalarni berib o‘tishgan. 2025-yilning aprel oyida Orol dengiziga uyushtirilgan ekspeditsiya haqidagi tahlillar ham keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Kichik Orol, Qirg‘oq chizig‘i, Orol-chi, kontinental, subtropik, sohilbo‘yi, sinoptik, melioratsiya, siklon, antisiklon.

Аннотация: В статье представлены и проанализированы мнения учёных относительно состояния Аральского моря. Рассматриваются актуальные экологические проблемы региона и предлагаются научные и практические решения, направленные на восстановление водоёма. Авторы высказывают собственные предложения и рекомендации по спасению Аральского моря. В заключительной части статьи приведён аналитический обзор экспедиции, организованной к Аральскому морю в апреле 2025 года.

Ключевые слова: Малое Аральское море, береговая линия, исследователь Арала, континентальный климат, субтропическое влияние, прибрежная зона, синоптический анализ, мелиорация, циклон, антициклон.

Annotation: This article presents various scholarly perspectives on the Aral Sea, which have been analyzed and discussed. The article addresses the pressing issues related to the Aral Sea and includes both scientific and practical solutions proposed for its restoration. The authors offer their own suggestions and recommendations on how to save the sea. The article concludes with an analysis of an expedition to the Aral Sea conducted in April 2025.

Keywords: Small Aral Sea, Coastal Morphology, Aral Expedition, Continental Climate, Subtropical Influence, Littoral Zone, Synoptic Analysis, Land Reclamation Practices, Cyclonic Activity, Anticyclonic Systems.

Kirish. Markaziy Osiyoda Orol dengizi - yagona berk ko‘l hisoblanib, tabiiy geografik o‘rni Turon tekisligining markazida Ustyurt bilan Qizilqum orasida joylashgan. Orol dengizi shimolda Qozog‘iston, Qizilqum bilan janubiy-sharqda, Quyi Amudaryo bilan janubda, g‘arbda Ustyurt bilan chegaralanadi. Orol dengizi baliq xo‘jaligi, dengiz transporti, iqlim sharoiti bilan katta ahamiyatli hisoblanadi. Har yili Orol dengiziga 56 km^3 suv Sirdaryo va Amudaryodan

quyilgan. Orol dengizining eng yuqori sathlari 1911-1960 yillarda bo‘lib 53,4 metrni, suvning yuzasi 66 ming kvadrat kilometrni suvning hajmi 1064 kub kilometrni, minerallashuvi esa bir litr suvda 11-10 grammni tashkil qilgan [1; 78 b.].

Adabiyotlar sharhi. V.A.Rafikov [2; 87] “Оценка, прогноз и воссоздание гоесистем дельты Амударьи и обсохшего дна Аральского моря” monografiyasida 1961-yildan boshlab dengizga daryo suvlari oqimi muntazam ravishda kamayib borgan. Hozirda Amudaryo orqali suv oqimi butunlay to‘xtagan, faqat Sirdaryo orqali Kichik Orol dengiziga yiliga taxminan 3 km³ suv kelmoqda. Rossiya Fanlar akademiyasi Geografiya instituti baholariga ko‘ra, dengizga suv oqimining taxminan 80 foizga qisqarishi inson faoliyati bilan bog‘liq, qolgan qismi esa so‘nggi o‘n yillikda daryolarning suv miqdori kam bo‘lganligi bilan izohlanadi. Dengiz sathining pasayishi natijasida: 1986-yilga kelib Orol dengizining maydoni taxminan 43 ming km² gacha qisqargan; 2015-yilga kelib bu raqam atigi 8,9 ming km² ni tashkil qilgan; Suv hajmi esa 432 km³ dan 45 km³ gacha kamaygan. Buning natijasida: Dengizning shakli sezilarli darajada o‘zgardi. Sharqiy, janubi-sharqiy va janubiy qismlardagi sayoz qo‘ltiqlar butunlay yo‘q bo‘lib ketdi.

Ilgari mavjud bo‘lgan Vozrojdeniye, Barsakelmes, Lazarev orollari va Mo‘ynoq yarim oroli hozirda qurigan dengiz tubi bilan birlashib, yagona geografik hududga aylangan. 1900–1960 yillardagi nisbatan barqaror davrda, dengiz sathi 53 metr atrofida bo‘lgan. Umumiy maydoni (orollar bilan birga) 68320 km² ni tashkil qilgan, Eng chuqur nuqtasi 69 metr bo‘lgan, 45° parallel bo‘yicha kengligi 265 km, o‘rtacha chiziq bo‘yicha uzunligi esa 482 km bo‘lgan, Qirg‘oq chizig‘i uzunligi 4430 km dan ortiq bo‘lgan.

XX asrdan boshlab yer yuzasida yangi global muammo iqlim o‘zgarishi paydo bo‘la boshladi. O‘rta Osiyodagi Orol dengizi qurishi global muammo bo‘lib XX asrning 60-yillaridan boshlangan. O‘rta Osiyoda iqlim o‘zgarishi oqibatidan eng ko‘p zarar ko‘rayotgan davlatlar O‘zbekiston va Turkmanistondir. Iqlim o‘zgarishining salbiy oqibatlari: haroratning ko‘tarilishi, suv resurslarining kamayishi, ekologik inqiroz orqali yil davomida yog‘insiz kunlar soni ortib borishi; tuproq namgarchiligi kamayishi hisobiga qurg‘oqchilik xavfi ortadi va qishloq xo‘jalik maxsulotlarning hosildorlik ko‘rsatkichi tushib kedi [1; 78 b.].

Amudaryo deltasidagi geotizimlar holatini yaxshilash ko‘p jihatdan to‘qaylarni va gidrologik ob’yektlarni suv bilan ta’minlash holatiga bog‘liq. Katta maydonlarni egallagan daraxtsimon buta va qamish to‘qaylarini, sug‘orish chekka

hududlarda yer osti suvlari sathining ko‘tarilishiga olib keladi. Bu boshqa turdagi yaylov va to‘qay o‘simliklari, shuningdek, buta va yarim buta o‘simliklarning vegetasiyasini belgilaydi hamda shu orqali to‘qay fitosenozlari maydonlarini kengaytirish uchun qulay sharoit yaratadi. Lekin, buning uchun to‘qay ekotizimlarini sug‘orish bo‘yicha Amudaryo deltasini rayonlashtirishni amalga oshirish maqsadga muvofiqdir [3; 106 b.].

Orol dengizining oldingi hajmidagi biologik faol holatda tiklab bo‘lmasligi aniq bo‘lib qolgan edi. Dastlabki davrlarida Markaziy Osiyo davlatlari tomonidan ikki hujjatda tan olingan.

“Orol va Orolbo‘yi muammolarini hal etish bo‘yicha Qozog‘iston, Qirg‘iziston, Tojikiston, Turkmaniston va O‘zbekistonning mintaqaning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishini inobatga olgan holdagi Konsepsiyasi” [1](1993);

“Orol dengizi havzasida ekologik vaziyatni yaxshilash bo‘yicha yaqin 3–5 yilga mo‘ljallangan, mintaqaning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishini hisobga olgan holdagi Aniq Harakatlar Dasturi” (1994) [4; 5 b.].

Shu bilan birga, Orolbo‘yi hududini ijtimoiy va tabiiy yo‘nalishlarda himoya qilish bo‘yicha sa’y-harakatlarni jamlash maqsadga muvofiqligi tasdiqlandi. Qozog‘iston va O‘zbekiston hukumatlari tomonidan bir qator qarorlar asosida tegishli choralar ko‘rildi va loyihalar amalga oshirildi, bu esa Orolbo‘yidagi vaziyatni ancha barqarorlashtirishga hamda bu hududlarning hayotiy va tabiiy salohiyatini oshirish va ularni yanada rivojlantirish yo‘lida sezilarli taraqqiyotga erishishga imkon berdi.

Shu bilan birga, Orol dengizining kelajagi hali ham mintaqaning kun tartibidan tushmagan muammo bo‘lib qolmoqda. Bu masaladan yiroq bo‘lgan odamlar bilan uchrashuvlarda ham ko‘pincha bir savol eshitiladi: “Orol-chi, rostdan ham butunlay qurib, yo‘q bo‘lib ketayaptimi?” Atrof-muhitning barqaror holatini yaratish va uni saqlab qolish, vaziyatning yomonlashishiga yo‘l qo‘ymaslik muhimligi O‘zbekistonning Birinchi Prezidenti Islom Karimov tomonidan bir necha bor ta’kidlangan.

Orol dengizi ikki respublika hududida joylashgan: uning shimoli-sharqiy qismi Qozog‘iston hududida, janubi-g‘arbiy qismi esa O‘zbekiston hududida joylashgan (1-rasm). Respublikalarning chegarasi g‘arbiy sohilni 45º35′ shimoliy kenglikda, sharqiy sohilni esa 44º13′ shimoliy kenglikda kesib o‘tadi.

Natija va munozaralar, dala tadqiqotlari. Orol dengizi hududi kontinental subtropik iqlim mintaqasining eng shimoliy qismida joylashgan. Bu

hudud yil davomida katta miqdorda quyosh issiqligini oladi – o‘rtacha yillik umumiy nurlanish miqdori 5860 kj/m² ni tashkil etadi.

Radiatsion xususiyatlar va Osiyo materigining ichki qismida joylashgani iqlimning qurg‘oqchil va kontinental bo‘lishiga olib keladi. Orol dengizi kabi yirik suv havzasi mavjud bo‘lishiga qaramay, uni o‘rab turgan sahrolarning ta’siri ustunlik qiladi. Suv havzasining meteorologik omillarga yumshatuvchi ta’siri faqat tor sohilbo‘yi hududi bilan cheklanadi.

Yoz fasli ochiq osmon ostida yuqori harorat bilan tavsiflanadi. Bu davrda shimoliy va shimoli-g‘arbiy yo‘nalishdagi havo oqimlari haroratning biroz pasayishiga sabab bo‘ladi.

Har bir sinoptik jarayon turining ko‘p yillik takrorlanishidagi o‘zgarishlarga qarab, umumiy havo aylanishida bo‘lgani kabi, ikki asosiy vaqt davrini ajratish mumkin 1960 yilgacha va undan keyingi davr. Birinchi davrda sovuq havo oqimlarining ustunligi yaqqol ko‘zga tashlanadi, ikkinchi davrda esa ularning keskin kamayishi kuzatiladi. Bu xususiyatlar siklonlar guruhi va antisiklonning janubi-g‘arbiy periferiyasi uchun ham xosdir. Aksincha holat esa bosimning ko‘tarilgan va tushgan kam gradiyentli maydonlarining takrorlanishida kuzatiladi ular 1960 yildan keyin keskin ortgan [5; 5-40 b.].

Joriy yilning aprel oyi birinchi o‘n kunlgi davrida Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universitetining Geografiya va ekologiya fakulteti professori Rafikov V.A., dotsent G‘aniyev Z.A. boshchiligida SamDU doktorantlari bilan birgalikda Orol dengizining qurugan tubi va G‘arbiy qismiga ekispiditsiya uyushtirildi. U yerda landshaftlarning o‘zgarganligini, Orol dengizi G‘arbiy qisimidagi qoldiq suvning yuqori darajada sho‘rlanganligiga guvohi bo‘ldik. Ekispeditsiya jarayonida Orol dengizidan koordinata yo‘nalishi bo‘ylab shurflar qazilib tuproq qatlamlaridan na’munalar, Orol dengizining G‘arbiy qismidan suvning namunalari olib kelindi.

Mo‘ynoq (Kemalar qabristoni)

Shuruf qazish jarayoni

Orol dengizi G‘arbiy qismi

Olib kelingan tuproq va suv na’munalari Samarqand viloyatining Jonboy tumani “SAG AGRO” MCHJ labaratoriyasida labaratoriya mudiri S.Ortiqov bilan birgalikda na’munalar tekshirildi va olingan natijalar qayta tahlil qilindi.

Xulosa. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki Orol dengizining qurigan tubi tuproq melioratsiyasi, suvning melerativ holati yuqori darajada sho‘rlangan.

Tekshirilgan suv namunasida juda kuchli xlorli sho‘rlanish alomatlari kuzatildi, umumiy ishqoriylik darajasi ham normadan yuqori, bariy xlorid ta’sirida oq quyqasimon cho‘kma hosil bo‘ldi, demak suvda sulfatli sho‘rlanish mavjud. Bundan tashqari suvdagi jami tuzlar (quruq qoldiq) miqdori ham normadan juda yuqori suv namunasi juda kuchli sho‘rlangan.

Tahlillardan shuni mumkinki Orol dengizi qurugan tubining melerativ yomonlashuvi, Orol dengizi suvning sho‘rlanish darajasi ortib borishi davom etmoqda bu esa Orolbo‘yi atrofida yashovchi aholi salomatligiga unga tutash bo‘lgan qishloq xo‘jaligi yerlarining sho‘rlanishiga, hosildorlikning miqdor va sifat darajasiga salbiy tasir ko‘rsatmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. I.E.Uzaqov Sokinaxon Orol dengizini qurishidan kelib chiqadigan global muammolar va yechimlar. "Science and Education" Scientific Journal / www.openscience.uz
2. Рафиков В.А “Оценка, прогноз и воссоздание гоесистем дельты Амударьи и обсохшего дна Аральского моря”. Тошкент, Изд-во “UMID DESIGN” РУз., 2022 г.
3. Ғаниев З.К. Амударё ҳозирги дельтаси геотизимлари экологик ҳолатини яхшилашнинг географик асослари. Диссертатсия 2022.
4. Д. Сагатова “АРАЛЬСКОЕ МОРЕ И ПРИАРАЛЬЕ Обобщение работ НИЦ МКВК по мониторингу состояния и анализу ситуации” 2017
5. А.Р.Ахмедова “Проблемы восстановления водного режима Аральского моря” Магистерская диссертация. 2016.

УЎТ: 631.6.416.3

МАСОФАДАН ЗОНДЛАШ ЁРДАМИДА ШЎР ДОҒЛАРИНИ АНИҚЛАШ ВА ТАДҚИҚ ҚИЛИШДА КОСМИК СУРАТЛАР ТАҲЛИЛИ

Шерматов Ёрмат
“Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти”
етакчи илмий ходими, техника фанлари доктори
shermatory@mail.ru https://orcid.org/0000-0002-2852-2471
Насирова Малика-Зухал Султановна
“Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти”
таянч докторанти
malika190991@mail.ru https://orcid.org/0009-0002-0848-4962

Аннотация: Ушбу мақолада масофадан зондлаш (МЗ) усуллари орқали ер юзасидаги шўрланган ҳудудларни аниқлаш ва уларнинг динамикасини кузатиш имкониятлари ўрганилган. Космик суратлар таҳлили орқали шўр доғларининг майдонлари, тарқалиш географияси ҳамда ўзгариш тенденциялари таҳлил қилинган. Ўрганиш натижалари экологик мониторинг ва қишлоқ хўжалиги самарадорлигини оширишда муҳим аҳамиятга эга.

Калит сўзлар: масофадан зондлаш, шўр доғлари, космик суратлар, SABI индекси, экологик мониторинг, тупроқ шўрланиши, қишлоқ хўжалиги.

Аннотация: В данной статье рассматривается использование технологий дистанционного зондирования (ДЗЗ) для выявления и мониторинга засолённых участков земной поверхности. С помощью анализа спутниковых снимков оценены площади, география распространения и динамика солончаков. Расчёт индексов (в частности, SABI) позволил эффективно идентифицировать степень засоления почв. Полученные результаты имеют важное значение для экологического мониторинга и повышения эффективности сельского хозяйства в засолённых регионах.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, солончаки, спутниковые снимки, индекс SABI, экологический мониторинг, засоление почв, сельское хозяйств.

Abstract: This article explores the use of remote sensing (RS) technologies for the detection and monitoring of soil salinity. Through the analysis of satellite imagery, the extent, geographical distribution, and dynamics of saline areas were assessed. The calculation of indices such as the Soil Adjusted Salinity Index (SABI) proved effective in identifying soil salinity levels. The findings are

significant for environmental monitoring and improving agricultural productivity in salt-affected regions.

Key words: remote sensing, salt-affected areas, satellite imagery, SABI index, environmental monitoring, soil salinity, agriculture.

Кириш. Шўрланиш - бу тупроқда туз миқдорининг нормадан ортиқ даражада тўпланиши бўлиб, у қишлоқ хўжалиги маҳсулотдорлигига салбий таъсир кўрсатади. Бу жараён табиий ва антропоген омиллар таъсирида юзага келиши мумкин. Шўрланишнинг олдини олиш ва назорат қилиш учун уни мунтазам равишда кузатиш талаб этилади. Ана шундай кузатувлар замонавий масофадан зондлаш технологиялари орқали амалга оширилиши мумкин. Космик суратлар тупроқнинг физик-кимёвий хусусиятлари тўғрисидаги маълумотларни олиш имконини беради. Ушбу мақолада космик суратлар асосида шўрланган ҳудудларни аниқлаш ва улардаги ўзгаришларни таҳлил қилиш усуллари кўриб чиқилади [1; 1-20-б].

Услублар. Тадқиқотда Landsat 8 (OLI) ва Sentinel-2A/B йўлдошларининг 2020-2024 йиллар даврида олинган суратлари таҳлил қилинди. Суратлар Google Earth Engine платформаси орқали юклаб олинди ва ишлов берилди.

Препроцессинг жараёнлари:

- Атмосфера таъсирини йўқотиш (TOA-Top of Atmosphere correction)
- Кесиш ва проекцияни стандартлаштириш (WGS84)
- Суратлардан NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), EVI (Enhanced Vegetation Index) ва SABI (Soil Adjusted Salinity Index) индекси ҳисоблаш[7;8; 191-206,707-б]

Шўр доғларини аниқлаш усули: SABI индексидан фойдаланиб, шўрланган ҳудудларни аниқлаш амалга оширилди. Қуйидаги формула асосида ҳисоб-китоб қилинди:

$$SABI = \frac{NIR-Red}{NIR-Red+Blue}; \quad (1)$$

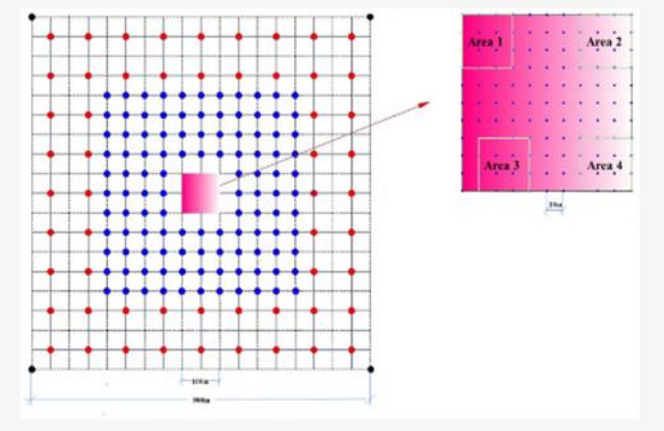
- NIR – инфрақизил диапазон;
- Red – қизил диапазон;
- Blue – кўк диапазон;

SABI қиймати юқори бўлган ҳудудлар шўрланиш даражаси юқори эканлигини кўрсатади [2; 41-52-б].

Натижалар. Ушбу тадқиқот майдони ичида ҳар бири 64 гектардан иборат бўлган икки тажрибавий ҳудуд (N ва S ҳудудлари деб аталади) танланган ва иккала ҳудуд учун ҳам бир хил намуна олиш режаси

қўлланилган. N ҳудуди асосан қишлоқ хўжалиги ерларидан иборат бўлса, S ҳудуди қишлоқ хўжалиги ерлари ҳамда шўрланиш таъсиридаги ҳудудларни ўз ичига олади. Намуна олиш режаси 1-расмда кўрсатилган. 2023 йил май ойида майдон тадқиқотлари ва тупроқ намуналари йиғиш ишлари амалга оширилди. N тадқиқот ҳудудидан жами 243 та тупроқ намуналари, S тадқиқот ҳудудидан эса 245 та тупроқ намуналари йиғилди, яъни умумий 488 та юпқа (0-5 см) тупроқ намунаси олинди.

Йиғилган тупроқ намуналари кейинги лабораторияда тупроқнинг шўрланиш даражасини таҳлил қилиш учун намуна олиш сумкаларига солинди. Намуна олиш нуқталари координаталарини аниқ қайд этиш учун GPS навигатори ишлатилди.



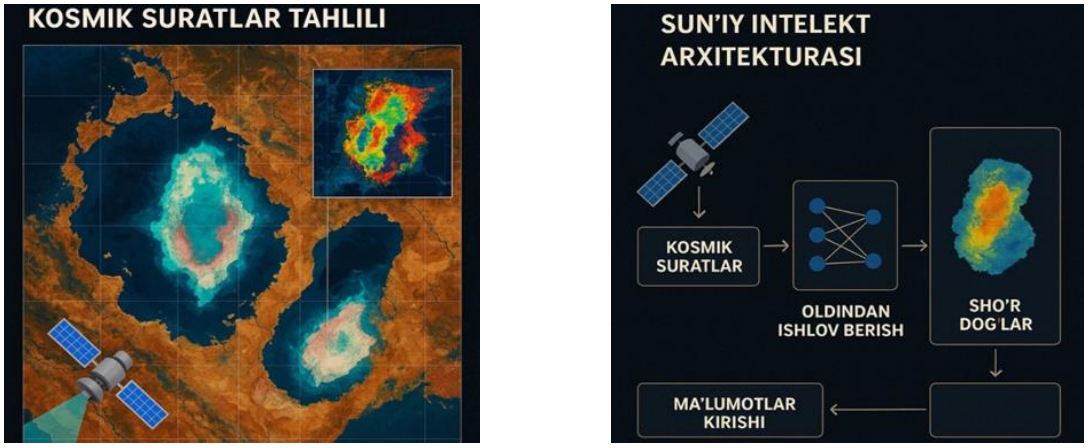
1-расм. **Намуна олиш режаси**

Тадқиқот ҳудудининг аниқ ҳолатлари, масофадан зондлаш суратларининг ҳудудий чечими ва суратларни олишнинг қулайлиги каби омиллар ҳисобга олинган ҳолда, АҚШдан чиқарилган Landsat спутниклар серияси масофадан зондлаш маълумотлари манбаи сифатида танланган. Суратларнинг ҳудудий чечими 30 метрни ташкил этган. Маълумотларнинг аниқлигига кафолат бериш мақсадида, тупроқдан намуна олиш вақтига яқин бўлган (2023 йил 20 апрель) Landsat 8 суратлари АҚШ Геологик Тадқиқотлар Идораси (USGS) платформасидан (https://earthexplorer.usgs.gov/) олинган [3].

Landsat 8 суратларини олдиндан қайта ишлаш ишларини амалга ошириш учун ENVI 5.3 дастури қўлланилган. Бу дастур орқали радиометрик каллибровка, атмосфера тузатиш, суратларни бирлаштириш ва кесиш каби жараёнлар бажарилган [6; 429-454-б].

Масофадан зондлашда пиксел даражасидаги туз миқдорини аниқлаш. Тупроқдан олинган "нуқта" шаклидаги шўрланиш маълумотлари

билан масофадан зондлаш пикселларига асосланган "ҳудудий" маълумотлар орасидаги ўлчамлар номувофиқлиги сабабли юзага келадиган кўлам таъсирларини бартараф этиш учун геостатистик ёндашув қўлланилди. Бу ёндашувда масофадан зондлаш суратларининг пиксел кўлами интерполяция кўлами сифатида қабул қилинган ва тупроқдаги "нуқта" шаклидаги туз миқдори кузатувлари пиксел даражасига ўтказилган.



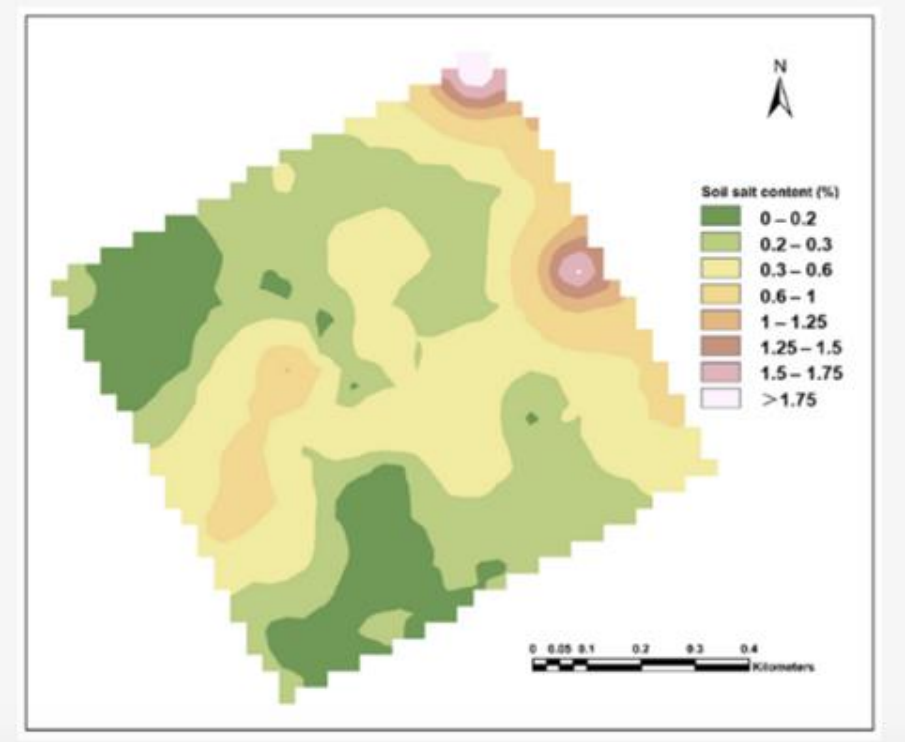
2-расм. **Космик суратлар таҳлили ва суний интелект архитектураси**

Геостатистика икки асосий қисмдан иборат: вариограммалар ва уларнинг параметрлари орқали ҳудудий ўзгаришлар ва тузилишни таҳлил қилиш ҳамда ҳудудий жойлашувни баҳолаш учун Кригинг интерполяция усули [8; 707-б].

Тупроқ шўрланишининг 30 метрлик ҳудудий ўзгаришини ўрганиш мақсадида танланган намуна ҳудудлари бўйича тасвирий статистик таҳлил ўтказилди. Кўриниб турибдики, намуна ҳудудлари орасида шўрланиш хусусиятлари бўйича сезиларли фарқлар мавжуд. Барча намуна ҳудудлари учун тарқалиш коэффициенти (CV) 10%дан юқори бўлиб, бу 30 метрлик кўламда тупроқ юзаси шўрланишининг катта ҳудудий ўзгарувчанлигини кўрсатади. 30 метрлик ҳудуд ичидаги ҳар қандай алоҳида намуна нуқтасининг шўрланиш қиймати бутун ҳудуднинг умумий шўрланиш ҳолатини ифода қилишга кифоя қилмайди. Шундай экан, масофадан зондлашни тескарилаш жараёнида пиксел кўламига мос тахминларни олиш зарур бўлиб, бу орқали янада тўлиқ ва вакиллик қиладиган шўрланиш маълумотлари олинади [2; 5; 41-52, 1-20-б.].

Тупроқ шўрланишининг дисперсия функцияси тузилиши таҳлили ва Кригинг интерполяцияси натижалари тегишлича 2-расмда кўрсатилган. Дисперсия функцияси тузилиши таҳлили натижасида, N ҳудудида тупроқ шўрланишининг дисперсия функциясининг назарий модели экспоненциал

моделга мос келган, S ҳудудида эса сфералик моделга мос келган, аммо ҳар икки моделнинг R^2 кўрсаткичлари юқори бўлиб, тегишлича 0.82 ва 0.97 ни ташкил этган. Бу танланган модел маълумотларга яхшироқ мос келиши ва намуна олиш кўламида тупроқ шўрланишининг ҳудудий ўзгарувчанлик хусусиятларини аниқ акс эттиришини кўрсатади [1; 4; 1-20, 22-27-б].



3-расм. **Тупроқ шўрланишининг тадқиқот ҳудудидаги ҳудудий тақсимоти**

Муҳокама: Масофадан зондлаш маълумотлари асосида олинган натижалар шўрланиш жараёнини ҳудудий ва вақтинча нуқтаи назардан баҳолаш имконини берди. Шу билан бирга, шўрланиш ва ўсимлик қоплами ўртасидаги боғлиқликни NDVI индекси орқали аниқлаш самарали натижа берди. Эътиборга молик томони шундаки, юқори шўрланган ҳудудларда NDVI қиймати сезиларли даражада паст бўлади. Бу, ўз навбатида, қишлоқ хўжалиги ерларини тўғри бошқаришда ва шўрланишга қарши чора-тадбирларни белгилашда муҳим кўрсаткич бўлиб хизмат қилади.

Хулоса. Масофадан зондлаш технологиялари ва космик суратлар таҳлили шўрланган ҳудудларни аниқлаш ва мониторинг қилишда юқори самарага эга эканлиги тасдиқланди. SABI индекси шўрланиш даражасини баҳолашда ишончли услуб сифатида тавсия этилади. Тадқиқот натижалари шўрланишга қарши экологик ва агротехник чораларни ишлаб чиқишда амалий аҳамият касб этади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Metternicht.G, Zinck.J.A. (2003). Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints. *Remote Sensing of Environment*, 85(1), 1–20.
2. Singh.A, Senay.G. (2016). Assessment of soil salinity in irrigated lands using remote sensing and salinity models. *Journal of Environmental Management*, 181, 41–52.
3. Google Earth Engine documentation. https://developers.google.com /earth-engine.
4. Юнусов.Б.Ҳ. (2021). Агроэкологик мониторингда масофадан зондлаш технологиялари. *Ўзбекистон аграр журнали*, №4, 22–27.
5. Metternicht.G.I, Zinck.J.A. Remote sensing of soil salinity: Potentials and constraints. Remote Sens. Environ. 2003, 85, 1–20.
6. Wang.J, Zhen.J, Hu.W, Chen.S, Lizaga.I, Zeraatpisheh.M, Yang.X. Remote sensing of soil degradation: Progress and perspective. Int. Soil Water Conserv. Res. 2023, 11, 429–454.
7. Farifteh.J, Farshad.A, George.R.J. Assessing salt-affected soils using remote sensing, solute modelling, and geophysics. Geoderma 2006, 130, 191–206.
8. Wang.J, Ding.J, Yu.D, Teng.D, He.B, Chen.X, Ge.X, Zhang.Z, Wang.Y, Yang.X, et al. Machine learning-based detection of soil salinity in an arid desert region, Northwest China: A comparison between Landsat-8 OLI and Sentinel-2 MSI. Sci. Total Environ. 2020, 707, 136092.

УДК: 539; 539,3; 532,5

МОДЕЛИ ДАЛЬНЕЙШЕЙ УВЯЗКИ ЭЛЕМЕНТОВ БАЛАНСА ГРУНТОВЫХ ВОД С ДИНАМИКОЙ ВЛАГ ЗАПАСОВ ЗОНЫ

Широкова Юлия Илларионовна
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, к.с-х.н., «Лаборатория Почвенных исследований и мелиоративных процессов».
yulia.i.shirokova@gmail.com; https://orcid.org/0000-0001-5455-877X
Жураева Наргиза Хусанбоевна
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, докторант, «Лаборатория Почвенных исследований и мелиоративных процессов»
Абдуллаев Бахром
Ферганский Государственный университет, преподаватель
Худайкулов Савет Ишанкулович
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, д.т.н., профессор

Аннотация. В статье приводится модели дальнейшей увязки элементов баланса грунтовых вод с динамикой влаг запасов зоны при неравномерной поля скоростей фильтрации в покровном слое. Исследуются различные интенсивности расселения и влияние на формирование минерализации дренажных вод. Анализируются теоретические и экспериментальные исследования поля скоростей фильтрации при расселении сероземов аридной зоны, часть зоны Ферганской долины, где можно выделить в покровном слое 3 зоны с характерным интервалом скоростей фильтрации. Приводится границы зон скоростей фильтрации.

Ключевые слова. баланс грунтовых вод, динамика, продолжительность, характерные периоды, неравномерность, фильтрация, дифференциальное уравнение.

Аннотация. Мақолада ер ости сувлари баланси элементларининг кейинги боғланиши моделлари, қопловчи қатламдаги фильтрация тезликлари нотенг бўлган шароитда намлик захиралари динамикаси билан биргаликда келтирилган. Турли тарқалиш интенсивликлари ва дренаж сувларининг минералланиши шаклланишига таъсири ўрганилган. Арид зонадаги сероземларнинг тарқалишида фильтрация тезликлари майдони бўйича назарий ва тажрибавий тадқиқотлар таҳлил қилинган, жумладан Фарғона водийси зонасининг бир қисми, қопловчи қатламда фильтрация тезликларининг характерли интервалига эга 3 зона ажратилади. Фильтрация тезликлари зоналари чегаралари келтирилган.

Калит сўзлар. сизот сувлар баланси, динамика, давомийлик, характерли даврлар, нотекислик, фильтрация, дифференциал тенглама.

Annotation. The article provides a design scheme for reclamation drainage with an uneven field of filtration rates in the cover layer. Various settlement intensities and the influence on the formation of mineralization of drainage waters are investigated. Theoretical and experimental studies of the field of filtration rates during desalinization of gray soils of the arid zone, part of the Fergana Valley zone, where 3 zones with a characteristic range of filtration rates can be distinguished in the cover layer, are analyzed. The boundaries of filtration rate zones are given.

Key words. groundwater balance, dynamics, duration, characteristic periods, unevenness, filtration, differential equation.

Введение. Постановка проблемы. Миграционный процесс дренажных вод и использование их в орошении является актуальными проблемами практически для всех стран мира. Исследование закономерностей миграционного процесса формирования минерализации дренажных вод позволяет определить некоторые аспекты этой актуальной задачи. Прежде всего, представляется возможным выделить три основных периода в формировании «выходной» кривой: увеличение минерализации, период относительной стабилизации, последующее снижение [1] - они отражают нестационарный миграционный процесс. Продолжительность характерных периодов обусловлена особенностями строения области миграции и режимом эксплуатации систем.

Задача прогнозной оценки минерализации вод, отводимых вертикальным дренажом, применительно к условиям аридной зоны особенно является актуальной. Особенность здесь заключается в том, что нижний пласт рассоляется под влиянием фильтрационного потока из покровного слоя. В зависимости от применяемого типа дренажа – мелиоративного или профилактического – процесс формирования минерализации дренажных вод будет различным [2].

Отличительная особенность расчетной схемы при мелиоративном дренаже (при промывках и промывном режиме орошения) – неравномерность поля скоростей фильтрации в покровном слое, которая предопределяет различную интенсивность рассоления и влияет на формирование минерализации дренажных вод [3, 4]. Теоретические и экспериментальные исследования поля скоростей фильтрации при рассолении сероземов аридной зоны как части зоны Ферганской долины

позволяют выделить в покровном слое 3 зоны с характерным интервалом скоростей фильтрации:

I зона: $\vartheta_1 \succ 0.05$ м/сут. (преобладает конвективный перенос солей);

II зона: $0.005\vartheta_{11} \le 0.05$ м/сут. (конвективный перенос солей и процессы конвективной диффузии соизмеримы);

III зона: $\vartheta_{111} \prec 0.005$ м/сут. (преобладают процессы конвективной диффузии).

В отличие от обозначенных выше публикаций, в данной работе приводится более обширное исследование, суть которого заключается в выделении в покровном слое с характерным интервалом скоростей фильтрации поэтому их предположим, как зоны стабилизации.

Методы и результаты исследования. Для приближенной прогнозной оценки динамики минерализации стока мелиоративного дренажа может быть использована следующая зависимость Сойфера:

$$C_2(t) = C_{20} + C_{10}\bar{\omega}_1\bar{t}_1 \exp\left(-\frac{\vartheta_1 t}{n_э L}\right) + C_{10}\bar{\omega}_{11}\bar{t}_{11} \exp\left(-\frac{0.1\vartheta_{11} h\bar{t}_{11}}{D}\right), \qquad (1)$$

где: $C_2(t)$ – концентрации минерализация дренажных вод, г/л; C_{10}, C_{20} – начальная минерализация подземных вод в покровном слое и пласте, г/л; $\bar{\omega}_1, \bar{\omega}_{11}$ – отношение площади поперечного сечения I и II зон соответственно к площади гидродинамического влияния скважины; $n_э$ – эффективная пористость; D – коэффициент конвективной диффузии, м^2/сут.; h – мощность покровного слоя, м; $\vartheta_1, \vartheta_{11}$ – скорость фильтрации в I и II зоне, м/сут;

$$t_1 = \frac{t}{t_k},\ t_k = 7n_э\frac{h}{\vartheta_1},\ t_{11} = \frac{t}{t_c};\ t_c = t_1 + 2t_2 + 2\sqrt{t_1 t_2 + t_2^2},\ t_1 = \frac{h}{\vartheta_{11}},\ t_2 = \frac{4D}{\vartheta_{11}^2},$$

где $t_к, t_c$ – продолжительность рассоления покровных отложений I и II зон (до значения примерно 0.1 – 0.2 C_{10}).

Зависимость (1) можно использовать для приближенной оценки продолжительности формирования характерных периодов, например, периода наступления максимального значения концентрации дренажных вод для оценки возможности использования их для орошения. Эта зависимость не учитывает неравномерности исходного засоления, гетерогенности строения среды, которые влияют на формирование минерализации дренажных вод в начальный период [5, 7].

Дальнейшие исследования динамики минерализации дренажных вод целесообразно развивать в трех основных направлениях:

- постановка долговременных натурных экспериментов и наблюдений на действующих объектах;
- схематизация природных условий и построение расчетных схем;
- теоретические исследования соли переноса и обоснование математической модели.

Рассмотрим динамику миграционного процесса и формирования минерализации дренажных вод в модели движения дисперсной смеси в трещиновато-пористой среде, состоящей из пористых блоков, разделенных трещинами, при работе несовершенной скважины в неоднородном пласте. Дисперсная смесь состоит из минерализованной жидкой среды, плотность которой равна $\rho_{см} = \rho_1 + \rho_2$, где ρ_1 – приведенная плотность воды, равная $\rho_1 = \rho_{1i} f_1$; ρ_2 – плотность минерализованной среды, равная $\rho_2 = \rho_{2i} f_2$ [1]. Здесь ρ_{1i}, ρ_{2i} – истинные плотности; f_1, f_2 – объемные концентрации воды и минерализованной среды [1, 6, 10].

Предполагается, что объемные концентрации воды и минерализованной среды постоянны при движении обеих фаз, и фазовые преобразования отсутствуют. Трещины однообразные, при миграции смеси отсутствуют деформации, не происходит образование и развитие новых трещин.

Пласт горизонтальный, бесконечной протяженности и конечной мощности h. Кровля и подошва пласта непроницаемы. Пласт прорезан скважиной радиусом c, которая проницаема не по всей длине, а на промежутке $l = l_2 - l_1 \prec h$. Пространство вокруг скважины минерализовано и образуется призабойная зона цилиндрической формы радиусом R, проницаемость которой ниже, чем в остальной части пласта. Положим, $\beta_{j0} = \beta_{cj} + m_j \beta$, где β_{cj} – коэффициент сжимаемости пластов; m_j – пористость пластов; β_{j0} – коэффициент сжимаемости смеси минерализованной жидкости; коэффициент пьезопроводности размерностью $[\chi_j] = \frac{м^2}{c}$, равной $\chi_j = \frac{k_j}{\mu \beta_{j0}}$, причем $j = 1$ соответствует при забойной зоне; $j = 2$ – внешняя часть пласта; k_j – проницаемость трещин.

Движение осесимметрично происходит в двух средах и описывается уравнениями в цилиндрических координатах [2, 3]:

$$\frac{\partial p_j}{\partial t} - \eta_j \frac{\partial \Delta p_j}{\partial t} = \chi_j \Delta p_j, \ (j = 1,2); \qquad (2)$$

где: η_j – характеристика трещиновато-пористой среды, в м^2; p_j – давление жидкости в блоках.

$$\Delta p = \frac{\partial^2 p}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial p}{\partial r} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2}.$$

До начала работы скважины давление во всем пласте постоянное и равно p_0 . Скважина работает с расходом Q Q. Начальные и граничные условия имеют вид $p_j = p_0 + qP_j$, где $q = Q\mu_{см}/2\pi dk$; $\mu_{см}$ – динамическая вязкость минерализованной жидкости; $\mu_{см} = \nu_{см}\rho_{см}$; $\nu_{см}$ – кинематическая вязкость минерализованной жидкости; $\rho_{см}\overline{V}_{см} = \rho_1\overline{V}_1 + \rho_2\overline{V}_2$; $\overline{V}_1, \overline{V}_2$ – векторы скорости каждой фазы смеси, соли и воды.

В начальный период миграции солей концентрация не меняется, давление постоянное и для функции P_j, определяющей изменение минерализации смеси, уравнения (2) сохраняют форму. Тогда начальные условия станут нулевыми:

$$\left.\frac{\partial P_j}{\partial z}\right|_{\substack{z=0 \\ z=h}} = 0 \ ; \ P_2(\infty, z, t) = 0; \qquad (3)$$

Гетерогенность строения среды влияет на формирование минерализации дренажных вод, и в период наступления максимального значения концентрации дренажных вод повышается, при этом функция P_j, определяющая формирование минерализации смеси, имеет следующие граничные значения:

$$\left(r\frac{\partial P_1}{\partial z}\right) = \begin{cases} \left[1 - \exp\left(-\frac{\chi_1}{\eta_1}\right)\right] & (z \in [l_1, l_2]); \\ 0 & (z \notin [l_1, l_2]). \end{cases}; \qquad (4)$$

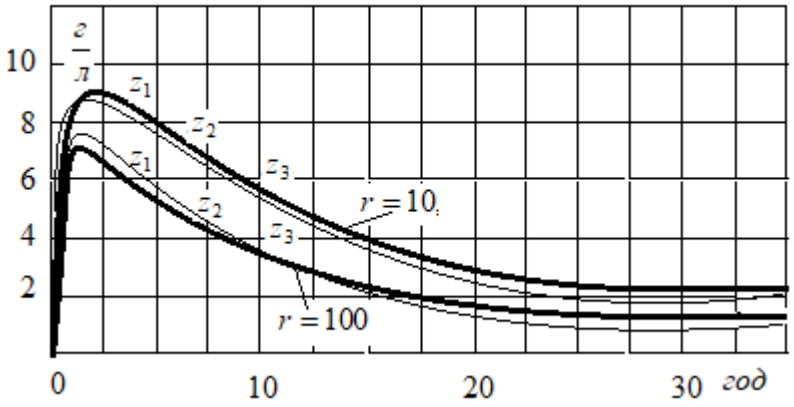


Рисунок 1. График распределения минерализации дренажных вод

В период наступления максимального значения формирование минерализации смеси дренажных вод повышается, и на границе II зоны выполняются равенства формирования минерализации смеси для обоих пластов и равенство потоков [4, 8]:

$$P_1(R,z,t)=P_2(R,z,t),$$

$$\left(\frac{k_1}{\mu}\frac{\partial P_1}{\partial r}+\eta_1\beta_{10}\frac{\partial^2 P_1}{\partial t\partial r}\right)_{r=R-0}=\left(\frac{k_2}{\varpi}\frac{\partial P_2}{\partial r}+\eta_2\beta_{20}\frac{\partial^2 P_2}{\partial t\partial r}\right)_{r=R+0}; \quad (5)$$

К функциям изменений минерализации смеси $P_j(r,z,t)$ применим преобразование Лапласа по переменной t. Тогда, как и в работах [1,7], для функции изображений $f_j(r,z,t)$ формирования минерализации смеси получим уравнение:

$$\Delta f_j-\frac{s}{\chi_j+\eta_j s}f_j=0; \quad (6)$$

с граничными условиями, как в работе [8]. Полученное уравнение допускает разделения переменных функций изображений минерализации смеси, для чего положим:

$$f_j(r,z,s)=Z_j(z)R_j(r,s);$$

Тогда уравнения (2) и краевые условия (4) дают следующие два уравнения. Дифференциальное уравнение относительно вертикальных изменений минерализации $Z_j(z)$:

$$\frac{d^2Z_j}{\partial z^2}+\lambda^2 Z_j=0,\quad \left.\frac{dZ_j}{\partial z}\right|_{\substack{z=0\\z=h}}=0\quad (j=1,2); \quad (7)$$

дифференциальное уравнение относительно радиуса действий минерализации

$R_j(r, s)$:

$$\frac{d^2R_j}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{dR_j}{dr}-\left(\frac{s}{\chi_j+\eta_j s}+\lambda^2\right)R_j=0,\ (j=1,2);\qquad R_2(\infty,0)=0. \tag{8}$$

Как известно из работ [2, 3], дифференциальное уравнение (7) имеет собственные функции:

$$Z_{jn}=C_{jn}\cos\lambda_n z,$$

где $\lambda_n=n\pi/h$ – собственные числа, а соответствующие собственные функции, задачи (8) которых принимаем за радиус действий фильтрационного потока с солью, имеют вид [9]:

$$R_{1n}=A_{1n}I_0(r\nu_n)+B_{1n}K_0(r\nu_n),\quad R_{2n}=B_{2n}K_0(r\delta_n),$$

где $\nu_n^2=\frac{s}{\chi_1+\eta_1 s}+\lambda_n^2$; $\delta_n^2=\frac{s}{\chi_2+\eta_2 s}+\lambda_n^2$; I_m и K_m – функции Макдональда m-*го* порядка.

Определения постоянных A_{1n}, B_{1n}, C_{1n} проводится как в работах [3, 5]. В результате получим решение задачи (2), (3) – (8) распределения минерализации в фильтруемой воде. На рис.2.. представлены графики формирования минерализации дренажных вод для случая $c=0$ при $Q=500\frac{см^3}{сек}$; $h=12\,м$; $l=6\,м$.

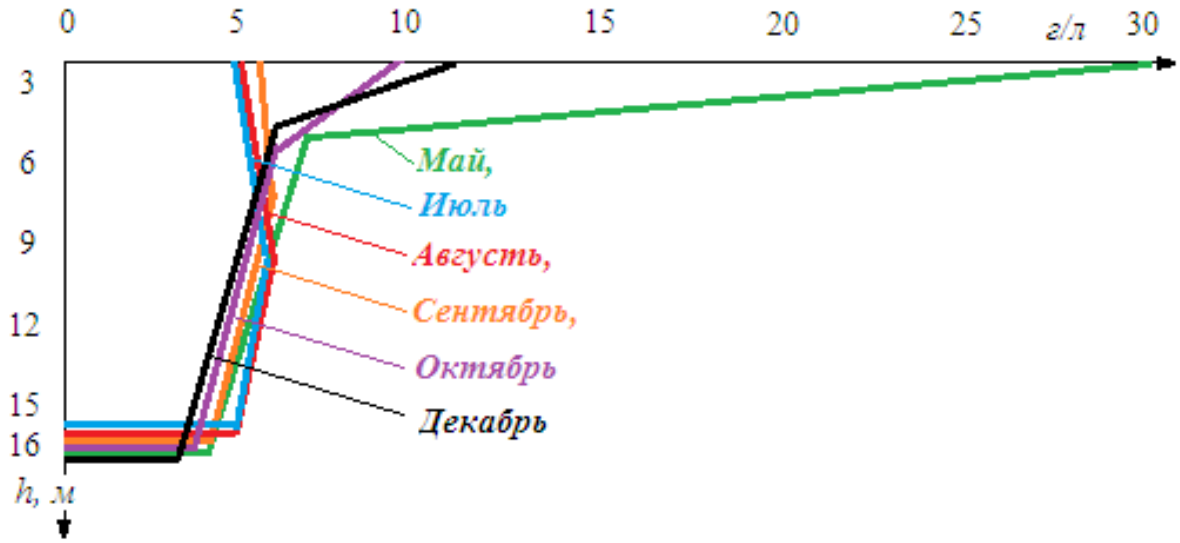


Рисунок 2. Изменение послойной минерализации грунтовых и подземных вод по Сырдарьинской области в течение года

Выводы:

1. Кривые на рисунке 1 показывают распределение распределения минерализации в зависимости от времени на расстоянии от скважины $r = 10 м$ и $r = 100 м$ на уровнях $z_1 = 0, z_2 = 3м$, $z_3 = 6м$.

2. Наиболее неблагоприятная мелиоративная обстановка формируется в III зоне, характеризуемой неустойчивым солевым режимом и проявлением процессов вторичного засоления при гидроморфном режиме.

3. Анализ поля скоростей фильтрации на стадии проектирования дренажа позволит в каждом конкретном случае наметить оптимальный режим работы системы, чтобы исключить формирование III зоны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Векслер А.В. Основные уравнения одноразмерного руслового взвесенесущего потока. // Заиление водохранилищ и борьба с ним. М.: Колос, 1970. 156 с.

2. Войнич-Сяноженцкий Т.Г., Ломтатидзе В.Г., Таварткиладзе Н. Е. О турбулентном течении двухфазного водовоздушного потока с переменным расходом вдоль пути. // Известия ТНИСГЭИ. 1960. № 12 (46). С. 134 – 138.

3. Киселев П.Г. Движение жидкости с переменной массой. // Вопросы гидротехники. Сб. трудов МИСИ. 1955. № 5. С. 43 – 55.

4. Кнороз Б.С. Безнапорный гидротранспорт и его расчет // Известия ВНИИГ. 1951. С. 56 – 61.

5. Хамидов А.А., Худайкулов С.И. Теория струй многофазной вязкой жидкости. // Ташкент: Фан, 2003. 140 с.

6. Абдуллаев Б.Х., Худайкулов С.И., Садыкова У.А., Нишонов Ф.Х. Двухслойная толща водоносных пород при резкой смене водопроницаемости и наличии вертикального водообмена между слоями // Научно-технический журнал ФерПИ. 2019. Т. 23, № 4. С105-110.

7. Благовещенский Э.Н. Некоторые данные по изучению водного баланса пустынных почво-грунтов. Ашхабад, 1954. 160с.

8. Бочевер Ф.М. Гидрогеологические расчеты крупных водозаборов подземных вод и водопонизительных установок. М.: Стройиздат, 1963. 120 с.

9. Васильев О.Ф., Квон В.И., Лыткин Ю.М., Розовский И.Л. Стратификационные течения // В кн. Гидромеханика (Итоги науки и техники). Т 8. М., ВИНИТИ,1975. С. 137-141.

10. Веригин Н.Н., Саркисян В.С. Метод расчета подземных водозаборов и вертикального дренажа в полуограниченном водоносном пласте // Тр. ВОДГЕО. 1966. Вып. 13, Гидрогеология. С. 43-45.

УДК : 631.6

ВОДНО-СОЛЕВОЙ БАЛАНС КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЫВНЫХ НОРМ НА ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВАХ

Широкова Юлия Илларионовна
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, к.с-х.н., «Лаборатория Почвенных исследований и мелиоративных процессов».
yulia.i.shirokova@gmail.com; https://orcid.org/0000-0001-5455-877X
Жураева Наргиза Хусанбаевна
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, докторант.
https://orcid.org/0009-0009-5148-6913
Палуашова Гаухарай Калбаевна
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем, зав.лаб., PhD, с.н.с. «Лаборатория Почвенных исследований и мелиоративных процессов»
gavhar2005@rambler.ru; https://orcid.org/0000-0001-7380-8367

Аннотация. Статья посвящена проверке метода ВСБ (зарубежный подход) при применении его для расчёта промывной доли, предназначенной для выщелачивания солей из корневой зоны растений в период вегетации. Тестирование модели проведено для повторной культуры маш. Пределы солеустойчивости нового сорта маша «Баркарор» были приняты по экспериментальным данным, проведённым в Узбекистане. Расчёты показали, что применение метода ВСБ позволяет достаточно точно определить необходимый объём промывной воды для эффективного удаления солей из корневой зоны, что способствует улучшению условий роста и повышения урожайности культуры. Полученные результаты подтверждают практическую применимость метода для агротехнического планирования и управления орошением в условиях солевых нагрузок.

Ключевые слова: Засоление почвы, расчет баланса солей, промывные нормы, дренажный сток.

Аннотация. Мақола сув-туз баланси (СТБ) усулини (хорижий ёндашув) ўсимликларнинг вегетация даврида илдиз зонасидан тузларни чиқариш учун мўлжалланган шўр ювиш қисмини ҳисоблашда қўллашни текширишга бағишланган. Модель такрорий экин сифатида мош экинида синовдан ўтказилди. Янги «Барқарор» мош навининг тузга чидамлилиги Ўзбекистонда ўтказилган экспериментал маълумотларга асосланиб қабул қилинди. Ҳисоб-китоблар шуни кўрсатдики, СТБ усулини қўллаш илдиз зонасидан тузларни самарали чиқариш учун керакли шўр ювиш суви

ҳажмини аниқлашга имкон беради, бу эса ривожланиш шароитларини яхшилаш ва ҳосилдорликни оширишга хизмат қилади. Олинган натижалар ушбу усулнинг тузли босим шароитларида агротехник режалаштириш ва суғоришни бошқаришда амалий қўлланилишини тасдиқлайди.

Калит сўзлар: тупроқнинг шўрланиши, туз балансини ҳисоблаш, шўр ювиш нормалари, дренаж оқими.

Abstract. The article is dedicated to the evaluation of the WSB method (a foreign approach) when applied to the calculation of the leaching fraction intended for the removal of salts from the root zone of plants during the growing season. The model testing was carried out for the second crop of mung bean. The salt tolerance limits of the new mung bean variety "Barkaror" were adopted based on experimental data conducted in Uzbekistan. Calculations showed that the application of the WSB method allows for a fairly accurate determination of the required volume of leaching water necessary for effective salt removal from the root zone, which contributes to improved growth conditions and increased crop yield. The obtained results confirm the practical applicability of the method for agrotechnical planning and irrigation management under saline stress conditions.

Key words: Soil salinization, calculation of salt balance, leaching rates, drainage flow

Инновационные подходы к регулированию солевого режима почв в условиях орошения (LR, LF), направленном на снижение засоленности в период вегетации с учётом потребностей культуры и минерализации воды. Важным условием является эффективная дренажная система [2-3, 7-9]. Также отмечается влияние скорости инфильтрации воды, при этом недопустимы слишком низкие или высокие значения. Таким образом, комплексное использование промывного режима, дренажа и природных факторов обеспечивает [9, 4] устойчивость агроэкосистем к засолению.

Источник [4] отмечает ограничения концепции LR на основе стационарного анализа. Стремление к максимальной урожайности не всегда экономически оправдано, особенно при использовании засоленных вод, где максимальный урожай недостижим. Современные технологии, такие как микроорошение и дождевание, снижают долю выщелачивания (LF), но низкие LF могут вызвать вторичное засоление и снижение урожайности. В отличие от LR, современные модели переходного состояния не рассчитывают промывную норму напрямую, а моделируют сезонные поливы, выбирая минимальный объём воды для максимального урожая.

Исследование [6] анализирует влияние уровня грунтовых вод и дренажа на засоленность почв с использованием качественного и

количественного анализа, а также статистической обработки стохастических данных. Авторы выделили риски: повышение уровня грунтовых вод, влияние системы орошения и неэффективность дренажа. Анализ ожидаемого значения риска (EV) продемонстрировал влияние на эффективность использования воды (Eu) [1]

Использование капельного орошения может увеличить засоленность на 27,6-69%, что повышает потребность в промывной воде и снижает эффективность ее использования на 27,6-69%.

Неэффективный дренаж приводит к увеличению засоленности на 37,2-41,6%, что увеличивает потребность в промывной воде и снижает эффективность ее использования на 22,32-25%.

В исследовании отмечается, что засоление приводит к двукратному увеличению потребления пресной воды и уменьшению её эффективности на 28%. Водный стресс, вызванный солями NaCl, снижает урожайность чувствительных культур на 40,5-71,9%, что приводит к снижению эффективности использования воды на 32,4-57,52%. Увеличение водного стресса для чувствительных культур из-за солей NaCl приводит к снижению урожая на 40,5-71,9 %, что приводит к снижению эффективности использования воды на 32,4-57,52 %.

В западных подходах к определению промывной доли оросительной нормы существуют существенные упрощения. Не учитываются процессы диффузии солей, исходное засоление часто определяется с погрешностями, а конечное рассчитывается эмпирически по электропроводности воды (ECw). Кроме того, обычно не принимается во внимание глубина залегания грунтовых вод, что влияет на выщелачивание и отток промывных вод при их близком расположении к поверхности. Несмотря на множество теоретических моделей, отсутствует достаточная экспериментальная база, особенно с учётом разнообразия почв и их происхождения.

Почва состоит из твердой фазы, и чем выше её плотность и тяжелее механический состав, тем сложнее протекает перемещение солей. Основные механизмы переноса солей - гравитационное вымывание из крупных пор при движении влаги вниз и диффузия из твердой фазы в зоны с меньшей концентрацией. Зарубежные исследователи отмечают сложности практического применения нормированного промывного режима (LF) для рассоления почв, связанные с неоднородностью почвенных условий (механический состав, степень засоления, инфильтрация), влиянием

выравненности поля на промывную долю и необходимостью точного определения параметров почвы и минерализации оросительной воды.

Метод орошения существенно влияет на эффективность промывки. При поливе по бороздам происходит неравномерное увлажнение почвы вдоль поля, что препятствует равномерной промывке (данные [6]).

В исследование автора публикации [5] посвящено оценке применимости простых математических моделей (Бреслера (1967) и Бернса (1974)) для прогнозирования динамики солей в двух типах орошаемых почв: супесчаной и суглинистой. Результаты показали, что модель Бреслера, основанная на учете только вертикального переноса солей, удовлетворительно описывает динамику солей в супесчаной почве, при условии отсутствия трещин на поверхности. Модель Бернса не продемонстрировала адекватных результатов даже для супесчаной почвы. Ни одна из рассмотренных моделей не смогла спрогнозировать динамику солей в суглинистой почве, склонной к образованию поверхностных трещин после орошения.

Классификация ФАО по оценке степени засоления почв основана на измерении концентрации растворимых солей в почвенном растворе. В соответствии с этой классификацией почвы делятся на условно незасоленные, слабо-, средне- и сильно засоленные. Каждый уровень засоления характеризуется определённым диапазоном электропроводности, который отражает концентрацию солей. Такая система позволяет стандартизировать оценку засоленности почв и обеспечивает единые критерии для агрономического и экологического мониторинга. Классификация ФАО широко используется в международных исследованиях и практике управления земельными ресурсами.

Таблица 1

Классификация ФАО по оценке степени засоления почвы

Код	Степень засоления почв	ECe, dS/m
1	Не засоленные	0-2
2	Слабозасоленные	2-4
3	Среднезасоленные	4-8
4	Сильнозасоленные	8-16
5	Очень сильнозасоленные	>16

Исследования показали, что уровень засоления почвы оказывает значительное влияние на урожайность маша сорта «Баркарор». При увеличении концентрации солей в почве наблюдается снижение урожая, что

связано с негативным воздействием солей на физиологические процессы растения. Характерная чувствительность сорта «Баркарор» к засолению подчеркивает необходимость разработки эффективных агрономических практик, направленных на управление засолением и поддержание высокой продуктивности. Эти данные могут служить основой для дальнейших исследований и практических рекомендаций по улучшению условий выращивания маша в засолённых территориях.

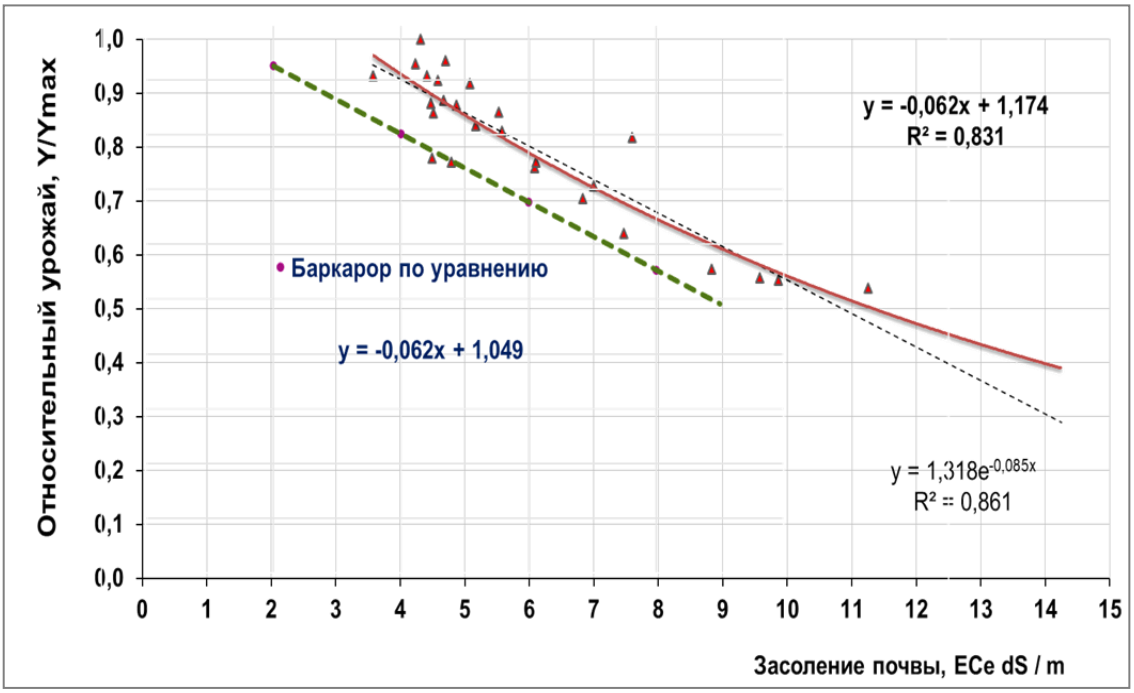


Рисунок 1. Влияние засоления почвы на урожай маша сорта “Баркарор”

Таблица 2

Результаты расчета промывной доли для культуры маш при фактическом засолении почвы на ОПУ

Культура:	**маш**	**O1**	**Потери от урожайности**			
	Единица:			Единица:		
ECe_0	dSm^{-1}	7,1	Глубина почвы:	см	30	
			WP	%	20%	
ETM	мм	300	WPs	%	**22%**	
ECiw	dSm^{-1}	1	K	%	50%	
			Потери от урожайности			
			0%	10%	25%	50%
ECe_1	dSm^{-1}		**2,0**	**3,0**	**5,0**	**9,0**
ECdw	dSm^{-1}		3,0	3,3	3,8	0,0
Vl	мм		618	551	455	0
	$м^3$ $га^{-1}$		**6179**	**5505**	**4551**	**0**
LR	%		**51**	**46**	**34**	
ECe_0	dSm^{-1}	6,9	Глубина почвы:	см	30	

			WP	%	20%	
ETM	мм	300	WPs	%	22%	
ECiw	dSm^{-1}	1	K	%	50%	
			Потери от урожайности			
			0%	10%	25%	50%
ECe_1	dSm^{-1}		**2,0**	**3,0**	**5,0**	**9,0**
ECdw	dSm^{-1}		2,9	3,2	3,8	0,0
Vl	мм		620	551	453	0
	$м^3$ $га^{-1}$		**6201**	**5508**	**4534**	**0**
LR	%		**52%**	**46%**	**34%**	**0%**
ECe_0	dSm^{-1}	6,0	Глубина почвы:	см	30	
			WP	%	20%	
ETM	мм	300	WPs	%	22%	
ECiw	dSm^{-1}	1	K	%	50%	
			Потери от урожайности			
			0%	10%	25%	50%
ECe_1	dSm^{-1}		**2,0**	**3,0**	**5,0**	**9,0**
ECdw	dSm^{-1}		2,7	3,0	3,5	0,0
Vl	мм		632	552	445	0
	$м^3$ $га^{-1}$		**6318**	**5522**	**4450**	**0**
LR	%		**1,00**	**1,00**	**1,00**	**0**
Культура:	**0**	образец 5	**53**	**46**	**33**	**#ДЕЛ/0!**
	Единица:			Единица:		
ECe_0	dSm^{-1}	5,0	Глубина почвы:	см	30	
			WP	%	20%	
ETM	мм	300	WPs	%	22%	
ECiw	dSm^{-1}	1	K	%	50%	
			Потери от урожайности			
			0%	10%	25%	50%
ECe_1	dSm^{-1}		**2,0**	**3,0**	**5,0**	**9,0**
ECdw	dSm^{-1}		2,4	2,7	0,0	0,0
Vl	мм		649	554	0	0
	$м^3$ $га^{-1}$		**6495**	**5541**	**0**	**0**
			53,809	45,860	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!
	Единица:			Единица:		
ECe0	dSm-1	4,6	Глубина почвы:	см	30	
			WP	%	0,2	
ETM	мм	300	WPs	%	0,22	
ECiw	dSm-1	1	K	%	0,5	
			Потери от урожайности			
			0%	10%	25%	50%
ECe1	dSm-1		**2,0**	**3,0**	**5,0**	**9,0**
ECdw	dSm-1		2,3	2,6	0	0
Vl	мм		659	555	0	0
	м3 га-1		6586	5551	0	0
LR	%		54,5	46,0	0	0

"В нашей Лаборатории Почвенных исследований и мелиоративных процессов НИИИВП на протяжении многих лет ведутся работы по изучению влияния почвенных условий на урожайность. По результатам наших исследований, установлено, что засоление почвы оказывает существенное негативное воздействие на продуктивность хлопчатника и маша [9]. Рост концентрации солей в почве прямо коррелирует с падением урожайности этих культур, что делает контроль за засолением критически важным аспектом мелиорации. В рамках изучения путей смягчения этого негативного влияния, нами были выполнены расчеты промывной доли для культуры маш на опытном поливном участке при конкретном уровне засоления. Данные, полученные в ходе этих расчетов, позволили определить пути оптимизации оросительных норм [9].

Мы убеждены, что эти результаты являются ценным вкладом в разработку научно обоснованных мероприятий по улучшению условий произрастания и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур на засоленных землях."

С использованием модели уравнения солевого баланса были рассчитаны необходимые объемы оросительной воды, составляющие промывную долю (LF), для обеспечения эффективного промывного режима корнеобитаемого слоя почвы (0-60 см) от солей. Этот дополнительный объем воды для выщелачивания солей определялся с учетом разных уровней исходной засоленности, требуемой степени опреснения почвы и возможных потерь урожайности культуры маш в период орошения.

Проведенный расчет промывной доли при действительном засолении почвы на ОПУ четко показал необходимость интенсивной промывки при высоких уровнях электропроводности [9]. Эти данные служат основой для формирования рекомендаций по управлению водными ресурсами и мелиорации на засолённых землях, поскольку оптимизация промывной доли является ключевым фактором как для эффективного солевымывания, так и для улучшения агрономических условий и повышения урожайности.

Выводы:

Ключевым пробелом в существующих моделях ФАО и методах составления водных балансов является игнорирование воздействия глубины залегания и минерализации грунтовых вод. Этот фактор ограничивает нисходящее перемещение промывных вод, в отличие от допущений теоретической модели. В связи с этим, представляется целесообразным

предпринять усилия по модификации данной расчетной модели, в первую очередь, за счет изменения параметров, характеризующих дренаж.

Использование данных, полученных в ходе экспериментальных исследований фильтрации (дренажа) промывных вод в Узбекистане, предоставит возможность скорректировать модель и привести ее в соответствие с местными условиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ayers R.S. and Westcott D.W. Water Quality for Agriculture. // FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1, Rome. 1989. https://www.fao.org/3/t0234e/T0234E03.htm
2. Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas FAO. Irrigation and Drainage Paper No.61. Food and agriculture organization of the united nations Rome, 2002. https://www.fao.org/3/y4263e/y4263e00.htm
3. Bresler E., McNeal B.L., Carter D.L. Management. In: Saline and Sodic Soils. // Advanced Series in Agricultural Sciences, vol. 10 (1982). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-68324-4_3. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-68324-4_3 ст.238-239.
4. Cucci G., Lacolla G., Mastro M.A., Caranfa G. Leaching effect of rainfall on soil under four-year saline water irrigation. // Soil & Water Res., (2016): 11: 181-189. https://doi.org/10.17221/20/2015-SWR.
5. Kumar N. Madan; Oswal M. C. Tests on one-dimensional models for predicting salt dynamics in soils. // Soil science 137(6):p 408-414, june 1984. https://journals.lww.com/soilsci/abstract/1984/06000/tests_on_one_dimensional_models_for_predicting.5.aspx.
6. Letey J., Hoffman G.J., Hopmans J.W., Grattan S.R., Suarez D., Corwin D.L., Oster J.D., Wu L., Amrhein C. Evaluation of soil salinity leaching requirement guidelines. // Agricultural Water Management, Volume 98, Issue 4, 2011, Pages 502-506, ISSN 0378-3774,https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.08.009. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377410002763)
7. SALINE SOILS AND THEIR MANAGEMENT https://www.fao.org/3/x5871e/x5871e04.htm
8. Tekin Kara and Lyman S. Willardson, 2006. Leaching Requirements to Prevent Soil Salinization. // Journal of Applied Sciences, 6: 1481-1489. DOI: 10.3923/jas.2006.1481.1489 URL: https://scialert.net/abstract/?doi=jas.2006.1481.1489
9. Широкова Ю.И., Палуашова Г.К., Абдуллаев Ф.Х., Кодиров Д.Т., Садиев Ф.Ф. Выращивание маша в условиях засоленных почв Ферганской области Узбекистана с применением био и химмелиорантов. // Журнал Проблемы агрохимии и экологии №3. 2024.

УДК: 628.3 62-503.5

КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫЕ ВОДЫ КАРАКАЛПАКСТАНА: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Хожамуратова Р.Т.
Каракалпакский государственный университет им. Бердаха
hroza71@mail.ru
Жангабаев Д.М.
Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем
daniyarjangabaev@gmail.com

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы и перспективы устойчивого управления коллекторно-дренажными водами (КДВ) в условиях Каракалпакстана. Проанализированы экологические и аграрные риски, связанные с использованием КДВ, определены направления их повторного применения в сельском хозяйстве региона. Представлены предложения по совершенствованию систем мониторинга, регулирования и повторного использования этих вод в условиях изменения климата и дефицита воды.

Ключевые слова: коллекторно-дренажные воды, Каракалпакстан, устойчивое управление, вторичное орошение, засоление, сельское хозяйство, Приаралье.

Введение. Южный регион Республики Каракалпакстан, расположенный в дельте Амударьи, на протяжении десятилетий сталкивается с острыми проблемами, связанными с истощением водных ресурсов, засолением почв и экологическим кризисом Приаралья. В этих условиях коллекторно-дренажные воды (КДВ) становятся не только источником экологической опасности, но и потенциальным ресурсом для сельского хозяйства в условиях растущего дефицита пресной воды.

Основная часть. В условиях острого дефицита водных ресурсов, характерных для южных районов Республики Каракалпакстан, большой практический интерес представляют коллекторно-дренажные воды (КДВ), отводимые с орошаемых земель крупными магистральными коллекторами. Эти воды в настоящее время бесполезно накапливаются в низменных пустынных районах и солончаковых озерах. По оценкам специалистов, в последние годы их общий объем 3 составляет от 1,99 до 2,24 км^3 в год, что позволяет рассматривать их как потенциальный вторичный водный ресурс с соблюдением экологических и агрономических требований.

Формирование водно-солевого режима коллекторно-дренажных вод напрямую зависит от технического состояния дренажно-ирригационной инфраструктуры. В результате некачественно проведенных ремонтно-восстановительных работ на большей части орошаемой территории Каракалпакстана выявлены зоны застойных грунтовых вод. Это снижает эффективность сбора возвратных вод и приводит к увеличению их минерализации.

Если раньше в речных бассейнах циркулировали в основном речные воды, то сегодня в пределах орошаемой зоны также образуется значительное количество КДС. Например, годовой объем КДС на территории Республики Узбекистан оценивается в 20-22 км^3, а по бассейну Аральского моря - в 30-31 км^3. 46-51% от общего объема НДС возвращается на реки, только около 3% используется для повторного орошения в основном в Самаркандской, Ташкентской, Сырдарьинской, Андижанской, Наманганской, Джизакской, Ферганской и Навоийской областях. Остальные ~50% дренажных вод сбрасываются в естественные низменности, включая высохшие озера и низменности.

Наибольшие объемы НДС отмечены в следующих регионах: Республика Каракалпакстан, Ферганская долина, Хорезм, Сырдарья, Бухарская область.

Коллекторно-дренажные воды образуются в результате промывки засоленных почв и сброса избыточных оросительных вод. Ежегодно в Каракалпакстане образуется более 4,5 млрд м3 таких вод, большая часть которых сбрасывается в магистральные коллекторы и в конечном итоге попадает в Амударью или деградированные низменности. Основные проблемы, связанные с НДС:

- Высокая минерализация (более 3-5 г/л, местами до 10 г/л);
- Присутствие токсичных элементов (нитраты, фосфаты, тяжелые металлы);
- Риск вторичного засоления почвы при повторном использовании;
- Экологическое загрязнение водоемов и биотопов дельты Амударьи.
- Качество и химический состав КДВ.

Оценка качества КДВ затруднена из-за отсутствия систематических наблюдений, кроме анализа минерализации. Определение количества других загрязняющих компонентов (пестицидов, нитратов, тяжелых металлов и др.) проводится редко. Однако распространенная химизация сельского хозяйства, а также неконтролируемый сброс сточных вод в коллекторы указывают на наличие остаточных концентраций агрохимических веществ и промышленных загрязнителей в КДВ.

По данным Каракалпакской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (КГМЭ), КДВ в основных магистральных коллекторах характеризуется следующими показателями минерализации:

- КС-1: 3,89-4,86 г/л;
- КС-3: 4,03-6,22 г/л;
- КС-4: 2,28-3,27 г/л;
- Кунградский коллекторный сброс (ККС): 2,93-3,85 г/л;
- Левобережный главный коллектор (ЛГК): 3,5-4,3 г/л;
- Правая ветвь ККС: 2,70-4,94 г/л;
- Устюртский коллектор: 2,27-2,82 г/л.

Основным ионным составом КДВ в регионе является хлоридно-сульфатный, магниево-натриевый (ХС-МН), что связано с природными условиями региона и степенью минерализации почвенно-грунтовых вод.

Меры по устойчивому управлению НДС

Для снижения негативных последствий и эффективного использования НДС необходимо внедрить следующие подходы:

1. Создание системы регулярного мониторинга качества дренажных вод с использованием ГИС-технологий и мобильных лабораторий;
2. Регулирование выбросов НДС в открытые водоемы на основе допустимых предельных концентраций;
3. Разработка региональных стратегий использования вторичных вод в условиях агроэкологического зонирования;
4. Расширение исследований и опытных проектов, в частности, в Бозатауском, Кегейлийском, Тахтакупырском районах, где проводятся опытные работы по орошению КДВ;
5. Участие местных фермеров и ассоциаций водопользователей в управлении водными ресурсами.

Вывод. Коллекторно-дренажные воды Каракалпакстана - это и проблема, и возможность. При правильном управлении и учете экологических особенностей региона они могут стать дополнительным источником водоснабжения для сельского хозяйства. В южных регионах Республики Каракалпакстан существует острый дефицит водных ресурсов, где большое значение имеют коллекторно-дренажные воды (КДВ) с орошаемых площадей. Эти воды сейчас часто бесполезно накапливаются в низменных пустынных районах и солончаковых озерах. Однако в последние годы их общий годовой объем составляет 1,99-2,24 км^3, что открывает возможность их повторного использования в качестве потенциального вторичного водного ресурса на основе экологических и агрономических требований.

Коллекторно-дренажные воды образуются в основном в результате промывки засоленных почв и чрезмерного орошения. Ежегодно в Каракалпакстане образуется более 4,5 млрд м^3 таких вод, основная часть которых попадает в магистральные коллекторы и в конечном итоге сбрасывается в Амударью или деградированные низменности. По качеству и химическому составу КДВ может быть высокоминерализованной (до 3-10 г/л), иногда загрязненной токсичными элементами (нитратами, тяжелыми металлами). Это создает экологические риски при их использовании для повторного орошения.

Проблемы ирригационной инфраструктуры Каракалпакстана, особенно из-за некачественных ремонтно-восстановительных работ, приводят к образованию стационарных зон грунтовых вод, снижающих эффективность сбора дренажных вод. В КДВ республики преобладают хлоридно-сульфатные и магний-натриевые ионы. В региональном разрезе наибольшие объемы КДВ были зафиксированы в Каракалпакстане, Ферганской долине, Хорезмской, Сырдарьинской и Бухарской областях.

Для снижения этих негативных последствий и обеспечения эффективного использования КЗС важным является ряд мер. К ним относятся системный мониторинг качества ГИС-технологий и мобильных лабораторий, регулирование сбросов в открытые водоемы, разработка агроэкологических зонных стратегий на основе вторичных вод и расширение на их основе пилотных проектов (в Бозатауском, Кегейлийском, Тахтакупырском районах). Также важно обеспечить

активное участие местных фермеров и водопользователей в управлении водными ресурсами.

Таким образом, эффективное и экологически безопасное использование КДВ является важным фактором обеспечения водоснабжения, эффективности сельского хозяйства и экологической устойчивости Каракалпакстана. Поэтому необходимо управлять этими ресурсами с использованием научно обоснованных, технологически и социально интегрированных подходов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Водный кодекс Республики Узбекистан. – Ташкент, 1993.
2. Жураев Б.Р. Эколого-экономические аспекты повторного использования дренажных вод в Каракалпакстане // Агроэкология. – 2020. – №2.
3. Рахманов Р.Р. Проблемы устойчивости агросистем в условиях вторичного засоления // Земледелие. – 2022. – №4.
4. UNDP. Integrated water resource management in Central Asia. – New York: UNDP, 2021.
5. NukusHydroLab. Monitoring report of CDW in the Amudarya delta. – Nukus, 2024.
6. Хожамуратова Р.Т., Жангабаев Д.М. Гидрологическая роль коллекторно-дренажных вод Республики Каракалпакстан в условиях дефицита водных ресурсов. - Ташкент, 2025.

УЎТ: 631.313.43:

ЧИЗЕЛИ-КУЛЬТИВАТОРНИНГ ЎҒИТЛАШ ТИЗИМИДАГИ ЎҚ ЁЙСИМОН КАТТА ПАНЖА ҚАНОТЛАРИНИНГ ОЧИЛИШ БУРЧАГИ ПАРАМЕТРЛАРИ

Дўсиёров Файзулла Жалилович
Ирригация ва сув муаммолари илмий-тадқиқот институти
кичик илмий ходими (PhD)
Дусиёров Жаҳонгир Жалилович
Тошкент давлат техника университети
Ботиров Соҳиб
Тошкент Мерополетини Давлат унитар корхонаси

Аннотация: Ушбу мақолада қишлоқ хўжалиги экинларига минерал озуқалар беришда, ўғитлаш тизимининг ўқёйсимон катта панжа қанотларининг очилиш бурчагини асослаш бўйича тадқиқот натижалари ёритилган.

Калит сўзлар: Ўқёйсимон панжа, панжа очилиш бурчаги, увалаш бурчаги, қамраш кенглиги.

Аннотация: В данной статье представлены результаты исследований по обоснованию угла раскрытия стреловидных крыльев большой лапы системы внесения удобрений при применении минеральных удобрений для сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: коготь Окаясимона, угол раскрытия захвата, угол раскрытия , ширина.

Annatation: This article presents the results of research on substantiating the opening angle of the arrow-shaped large tine wings in the fertilizer application system when applying mineral nutrients to agricultural crops..

Key words: Spherical blade, blade opening angle, grinding angle, coverage width.

2020-2030 йилларда Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантириш бўйича концепцияга мувофиқ устувор вазифалар белгилаб берилди. Қишлов хўжалиги экинларини экиш учун қўшимча ер майдонларини амалиётга тайёрлаб бериш, замонавий инновацион технологияларни қишлоқ хўжалик амалиётига жорий қилинишини янада кенгайтириш ва давлат томонидан рағбатлантириб бориш, ушбу соҳага хорижий инвестициялар ва грантларни жалб қилиш вазифалари белгилаб берилди [1].

Бугунги кунда иқлим ўзгаришлари сабабли қишлоқ хўжалигида сувга бўлган талаб ортиб бораётган бўлса-да, сув танқислиги кузатилмоқда. Сувни тежаш ва уни оқилона сарфлаш зарурияти пайдо бўлди. Шўр ва гипссиз ерларни мелиоратив яхшилаш учун минерал озуқалар қўшилиши керак, бироқ улар ўсимлик илдиз қатламига етиб бормайди. Ушбу муаммони ҳал қилиш мақсадида, ўғитлаш тизимининг ўқёйсимон катта панжа қанотларининг очилиш бурчагини аниқлаш бўйича тадқиқот олиб борилди.

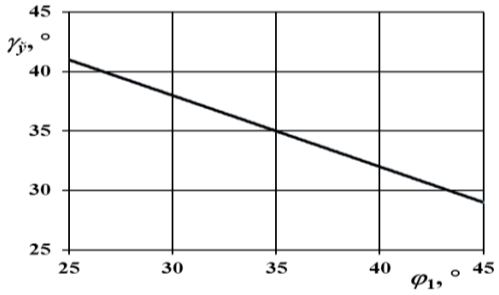
Гипсли тупроқлар мелиоратив ҳолатини яхшилаш мақсадида чизель-культиватор-ўғитлагичнинг технологик схемасини такомиллаштиришдан иборат. Шундай экан ушбу ишимизда чизель-культиваторнинг ўғитлаш тизимининг ўқёйсимон катта панжа қанотларининг очилиш бурчагини уваланиш бурчагини ҳамда қамров кенглигини, ушбу параметрлар бўйича тенглама ва схемаларни келтирилди. Ушбу ишлар бўйича Т.С.Худойбердиев, А.Т.Тўхтақўзиев, А.Н.Худоёров, З.Л.Ботиров, Б.У.Тошпўлатов ва бошқалар шуғулланганлар [1, 2, 3].

Тадқиқотда қуйидаги усуллар қўлланилди: Чизели-культиваторнинг ўғитлаш тизимидаги ўқёйсимон катта панжа қанотларининг очилиш бурчагини математик моделлаштириш. Олинган назарий натижаларни таҳлил қилиш. Тупроқнинг ички ва ташқи ишқаланиш бурчакларини ҳисобга олиб, оптимал очилиш бурчагини аниқлаш[3]. Бундай усуллар ёрдамида ўқёйсимон катта панжанинг оптимал очилиш бурчаги аниқланди, бу еса тупроқ билан ўзаро таъсир жараёнларини яхшилашга ёрдам беради.

Ўқёйсимон катта панжа қанотларининг очилиш бурчаги. Бу бурчакни аниқлаш учун ўқёйсимон катта панжа ўнг қанотини тупроқ билан горизонтал текисликда таъсирлашиш жараёни ва шу текисликда унга таъсир этувчи кучлар очиқ кесиш шароитида таъсирлашяпти, парчаланиш текислиги эса горизонтал йўналган деб қараймиз ва қуйидаги ифода орқали аниқланди [4].

$$\gamma_{\text{ў}} = arctg\frac{\sqrt{9tg^2\varphi_1 + 8} - 3tg\varphi_1}{2}; \qquad (1)$$

1-расмда (1) ифода бўйича $\gamma_{\text{ў}}$ ни φ_1 га боғлиқ равишда ўзгариш графиги қурилди. Ундан кўриниб турибдики, φ_1 ошиши билан $\gamma_{\text{ў}}$ нинг қиймати камайган.



1-расм. Ўқёйсимон катта панжа қанотларининг очилиш бурчаги $\gamma_{ў}$ ни ишқаланиш бурчаги φ_1 га боғлиқ равишда ўзгариш графиги

(1) ифодага φ_1 нинг маълум қийматларини (30-35°) қўйиб, ўқёйсимон панжанинг тортишга қаршилиги минимал бўлиши учун у қанотларининг очилиш бурчаги 35°42′-38°23′ оралиғида бўлиши лозимлигини аниқланди [5, 4].

Ўқёйсимон катта панжаларнинг увалаш бурчаги параметрларини қуйидаги ифодадан фойдаланиб:

$$\alpha_{ю} = \alpha_{ў} = \arcsin\left\{\left\{-\sin(\varphi_1+\varphi_2)+\sqrt{\sin^2(\varphi_1+\varphi_2)+\left[2+\frac{1}{2}\cos(\varphi_1+\varphi_2)\right]\left[1+\cos(\varphi_1+\varphi_2)\right]}\right\}:\left[2+\frac{1}{2}\cos(\varphi_1+\varphi_2)\right]\right\}: \quad (2)$$

бунда φ_1, φ_2 – мос равишда тупроқнинг ички ва ташқи ишқаланиш бурчаклари, (2) шарт бажарилганда тупроқнинг парчаланиш қадами минимал қийматга эга бўлиши натижасида тупроқнинг кам қувват сарфлаган ҳолда сифатли уваланишига эришилади[6,7].

φ_1=30-35º ва φ_2=35-45º қабул қилиниб, (2) ифода бўйича ўтказилган ҳисоблашлар ўқёйсимон катта панжанинг увалаш бурчаклари 24°28′-29°24′ оралиғида бўлиши лозимлигини кўрсатди.

Ўқёйсимон катта панжанинг қамраш кенглиги параметр қуйидаги ифода орқали аниқланди (1), (3) дан кўриниб турибдики, берилган иш шароити (φ_1 ,φ_2) ва белгиланган ишлов бериш чуқурлиги (h) учун ҳамда $\alpha_{ў}$ ва $\gamma_{ў}$ ларни юқорида аниқланган маълум қийматларида тупроқни ўқёйсимон катта панжа қанотлари таъсири остида горизонтал йўналишда парчаланишига унинг қамраш кенглигини тўғри танлаш ҳисобига эришиш мумкин экан.

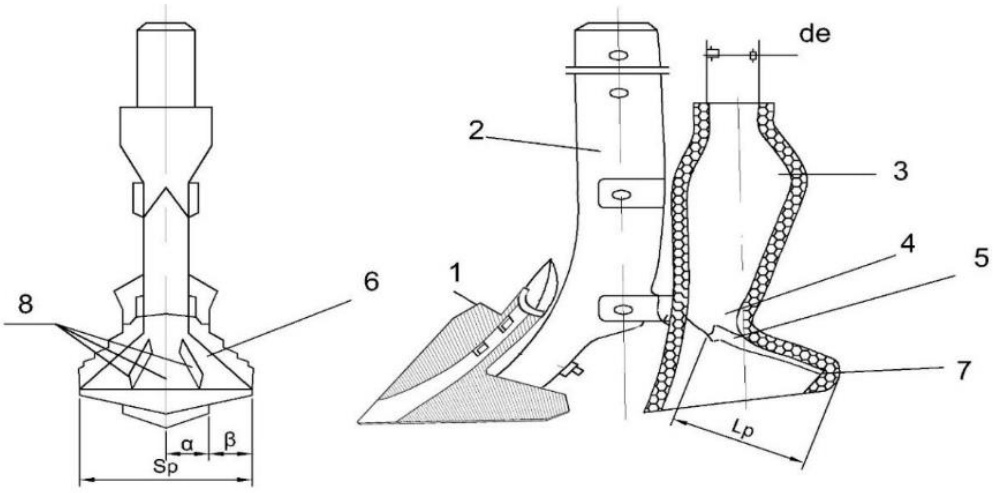
$$\left\{0{,}5b_{ў} - \frac{\left[\sqrt{[\tau_к]^2 + 2q_o[\tau_к]b_{ў}\dfrac{tg\alpha_{ў}\sin(\alpha_{ў}+\varphi_1)}{\cos\varphi_1\cos(\gamma_{ў}+\varphi_1)}} - [\tau_к]\right]}{2q_o\sin(\alpha_{ў}+\varphi_1)} ctg\alpha_{ў}\cos\varphi_1\cos(\gamma_{ў}+\varphi_1)\right\} \times$$

$$\times \frac{\left[\sqrt{[\tau_к]^2 + 2q_o[\tau_к]b_{ў}\dfrac{tg\alpha_{ў}\sin(\alpha_{ў}+\varphi_1)}{\cos\varphi_1\cos(\gamma_{ў}+\varphi_1)}} - [\tau_к]\right]}{q_o\sin\gamma_{ў}\sin(\alpha_{ў}+\varphi_1)} ctg\alpha_{ў}\cos^2\varphi_1 <$$

$$< \frac{1}{2\sin\gamma_{ў}}\left[0{,}5b_{ў} - \frac{htg\dfrac{1}{2}(\alpha_{ў}+\varphi_1+\varphi_2)\cos(\gamma_{ў}+\delta)}{\cos\delta}\right]\frac{h}{\cos(\alpha_{ў}+\varphi_1+\varphi_2)};$$

(3)

$[\tau_к] = 2\cdot10^4$ Pa, $q_0 = 1\cdot10^7$ N/m^3, h = 20 cm, $\varphi_1 = 30°$ ва $\varphi_2 = 40°$ қабул қилиниб ҳамда $\alpha_{ў}$ ва $\gamma_{ў}$ ларни юқорида аниқланган қийматларини ҳисобга олган ҳолда (3) ифода бўйича ўтказилган ҳисоблар тупроқ горизонтал йўналишда парчаланиши ва энергия ҳажмдорлик камайишига эришиш учун ўқёйсимон панжанинг қамраш кенглиги кўпи билан 36 см бўлиши лозимлигини кўрсатди[7,8].



2-расм. Такомиллаштирилган чизель-культиваторга ўрнатиладиган ерга ўғит аралашмаси солиш сошники конструктив схемаси.

1-панжа, 2-устун (стойка), 3-конуссимон тешик, 4-тор тешик, 5- клапан ўқи, 6-клапан, 7-диффузор.

Олинган натижалар қишлоқ хўжалиги техникаси самарадорлигини оширишга ёрдам беради. Ўғитни ўсимлик илдиз қатламига тўғри етказиб бериш орқали ҳосилдорликни ошириш мумкин. Тупроқнинг минимал қувват сарфи билан увланишини таъминлаш экинлар учун қулай муҳит яратади. Панжанинг оптимал қамров кенглигини белгилаш орқали техника самарадорлиги ошади [8, 9].

Натижалар олдинги тадқиқотлар билан таққосланганда мос келувчи қийматларни кўрсатди. Келгусида, тажрибавий синовлар ўтказилиб, амалиётга жорий етиш бўйича тавсиялар берилиши мумкин.

Хулоса. Чизел-култиваторнинг ўғитлаш тизимининг ўқёйсимон катта панжа қанотлари учун оптимал бурчак, уваланиш бурчаги ва қамров кенглиги аниқланди. Тадқиқот натижалари қишлоқ хўжалиги техникасини такомиллаштиришга ёрдам беради ва сув ҳамда ўғит ресурсларидан самарали фойдаланишга имкон яратади. Ўғитлаш тизимини ва унинг параметрларини такомиллаштириш бўйича бажарилган ишларини таҳлил қилиш натижасида қуйидаги хулосалар қилиш мумкин:

Ўсимлик илдиз тизимининг ривожланиши нафақат пушта кенглиги бўйича балки пушта бўйламаси бўйича ҳам кенгайтирилган тасмасимон солинган ўғитли қатламга мос равишда ривожланади.

Ўғитларни тупроққа икки қаватга 50 см чуқурликка ва уч қаватга 50 см чуқурликка соладиган ўғитлагич-тақсимлагич-сошник тизимини фақат гипс қатлами 30 см дан юқори бўлган ерларда фойдаланиш мақсадга мувофиқ деб ҳисоблаймиз. Шу билан бирга бу илдиз тизими чуқур ривожланган техника экинларида қўллаш юқори самара берди.

Республикамизда гипс қатлами 30 см гача бўлган ер майдонлари ҳажми кўплигини ҳисобга олиб, бу ерларда экиладиган экинлар илдиз тизими 30 см атрофида ривожланишини эътиборга олиб, белгиланган қатламга ёппасига ўғит солувчи икки қаватли комбинациялашган пушта олгич тизимини мақсадга мувофиқ.

Юмшатгичлар сонини камайтириш ва пушта олгични функциясини кенгайтириш орқали энергия ва ресурс тежамкорлик таъминлаш мақсадида чизель-культиватор-ўғитлагич ишчи қисмларини мукобил жойдаштириш лозим.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Абдимоминов И.И. “Ерларга экиш олдидан ишлов беришда қўлланиладиган Тошкент Комбинацсиялашган машина юмшаткичларининг

турини танлаш ва параметрларини асослаш”. Дисс PhD. -Тошкент, 2022 114-бет

2. Худойбердиев Т.С., Худоёров А.Н., Болтабоев Б.Р., Раззақов Б.А. Пушта олгич-ўғитлагич қурилмасининг тузилиши ва ишлаши. //“Агросаноат мажмуаси учун фан, таълим ва инновация, муаммолар ва истиқболлар» мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжуман”. I-Тўплам.- Т., 2019. 81-85 б.

3. Худойбердиев Т.С, Раззақов Б., Адхамов М. Комбинациялашган пушта олгич-ўғитлагичнинг технологик иш жараёни./”Agroilm” ж., 2021, № 3.Т., 2021.-94-95 б.

4. Пахтачилик ва ғаллачилик машиналарини ростлаш ва самарали ишлатиш //Қўлланма / - Т., “Фан” нашриёти, 2012.-214 б.

5. Пахтачилик маълумотномаси / таҳрир ҳайъати. -Тошкент:Фан ва технологиялар, 2016. - 540 б.

6. Ражабов А., Тошболтаев М., Тўхтақўзиев А. “Ерларни экин экишга тайёрлаш бўйича тавсиялар”. 6 март 2017 йил. https://www.agro.uz/uz/.

7. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины./Листопад Г.Е. умумий таҳрири остида.-М.: Колос, 1976. -752 б.

8. Способы внесения удобрений//“Агровестник” (Россия), № 7, 2017.

9. Соколов Ф.А. Агрономические основы комплексной механизации хлопководства.-Т.: Фан, 1977.-223 б.

УЎТ: 631.6/504.4

ЗАРАФШОН ҲАВЗАСИ КОЛЛЕКТОР-ДРЕНАЖ СУВЛАРИНИНГ ҚАЙТА ФОЙДАЛАНИШ ИМКОНИЯТЛАРИНИ БАҲОЛАШ

Абдиева Матлуба Шукуровна
г.ф.ф.д. (PhD) катта илмий ходим
ORCID ID: 0000-0002-1292-5217
Садиев Фарҳод Фатуллоевич
т.ф.ф.д. (PhD) катта илмий ходим
ORCID ID: 0009-0007-8916-5088
Махмадалиев Иброҳим Махамад ўғли
таянч докторант

Аннотация. Мақолада Ўрта Зарафшон ҳавзасининг коллектор-дренаж сувлари сифати ҳамда сарфининг ўзгаришлари ёритилган. Охирги 2018-2023 йиллардаги Самарқанд вилоятида 13 та туманнинг 128 та хўжаликлараро коллектор-дренаж сувларининг сув сарфи ҳамда минерализация миқдори ерларни суғоришда иккиламчи шўрланишни вужудга келиши нуқтаи назаридан тадқиқ этилган. Шу билан бирга, Зарафшон ҳавзаси коллектор-дренаж сувларининг гидрологик ва гидрокимёвий хусусиятларини таҳлил қилиш орқали уларнинг суғоришда қайта фойдаланиш имкониятлари баҳоланган.

Калит сўзлар. Ўрта Зарафшон ҳавзаси, сув сифати, коллектор-дренаж сувлари, сув сарфи, минерализация, хлоридлар.

Аннотация: В статье освещены изменения качества и расхода коллекторно-дренажных вод бассейна Среднего Зеравшана. В Самаркандской области за последние 2018-2023 годы были исследованы расход воды и минерализация 128 межхозяйственных коллекторно-дренажных вод 13 районов с точки зрения образования вторичного засоления при орошении земель. Вместе с тем, путем анализа гидрологических и гидрохимических свойств коллекторно-дренажных вод бассейна Зеравшана была оценена возможность их повторного использования в орошении.

Ключевые слова. Среднезарафшанский бассейн, качество воды, коллекторно-дренажные воды, расход воды, минерализация, хлориды.

Annotation. The article covers changes in the quality and discharge of collector-drainage waters in the Middle Zeravshan basin. In the Samarkand region, water consumption and mineralization of 128 inter-farm collector-drainage waters in 13 districts were studied in terms of secondary salinization during irrigation in the last 2018-2023 years. At the same time, by analyzing the

hydrological and hydrochemical properties of the collector-drainage waters of the Zeravshan basin, the possibility of their reuse in irrigation was assessed.

Key words. Middle Zeravshan basin, water quality, collector-drainage waters, water discharge, mineralization, chlorides.

Кириш. Сўнгги йилларда Ўзбекистон Республикасида сув ресурсларининг камайиши ва иқлим ўзгаришлари шароитида сувдан оқилона фойдаланиш масаласи долзарб бўлиб бормоқда. Хусусан, Самарқанд вилоятида суғориладиган ерлар майдонининг кенгайиши ва сув танқислиги шароитида коллектор-дренаж тизимларининг аҳамияти ортмоқда. Бу тизимлар орқали йиғиладиган сувларнинг миқдорий ва сифат кўрсаткичларини ўрганиш, уларнинг қайта фойдаланиш имкониятларини аниқлашда муҳим аҳамият касб етади.

Ушбу тадқиқотда 2018–2023 йиллар давомида Самарқанд вилоятининг туманларида жойлашган хўжаликлараро коллектор-дренаж тизимларига тушган сувларнинг сарфи, минерализацияси ва хлоридлар миқдори ўрганилди. Тадқиқотнинг асосий мақсади - коллектор-дренаж сувларининг гидрологик ва гидрокимёвий хусусиятларини таҳлил қилиш орқали уларнинг суғоришда қайта фойдаланиш имкониятларини баҳолашдир.

Статистик маълумотларга кўра, суғориладиган шўрланган ерлар майдони дунёнинг турли мамлакатларида турлича, жумладан, Эрон, Миср ва Аргентинада 30-34 %, АҚШ ва Покистонда 24-26 %, Хитой ва Ҳиндистонда 15-17 %, Тайланд, Австралия ва бошқа мамлакатларда 10-12 % гача иккиламчи шўрланишга учраган [1, 2]. Марказий Осиё ҳудуди суғориладиган ерларининг 2/3 қисми, республикамиз жами суғориладиган ерларининг 55 % га яқини турли даражада шўрланган [3].

Ўзбекистонда суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолати тўғридан-тўғри коллектор-дренаж тармоқларининг ҳолатига боғлиқ. Ўзбекистон Республикасида тупроқ ўзанли коллектор-дренаж тармоқларининг умумий узунлиги қуйидагича: хўжаликлараро коллекторлар - 34800 км, очиқ дренажлар - қарийб 70000 км. [4].

Асосий қисм. Суғориш суви стандарт бўйича тузларнинг максимал миқдори 1 г/л гача бўлиши назарда тутилади. Бироқ, суғориш суви танқислиги шароитида деҳқонлар минерализацияси 2-3 г/л гача бўлган сувдан фойдаланадилар. Суғоришга бериладиган сувнинг минерализацияси 0,5 дан 1 г/л гача ўзгариб турганда тупроқнинг илдиз озиқланадиган бир

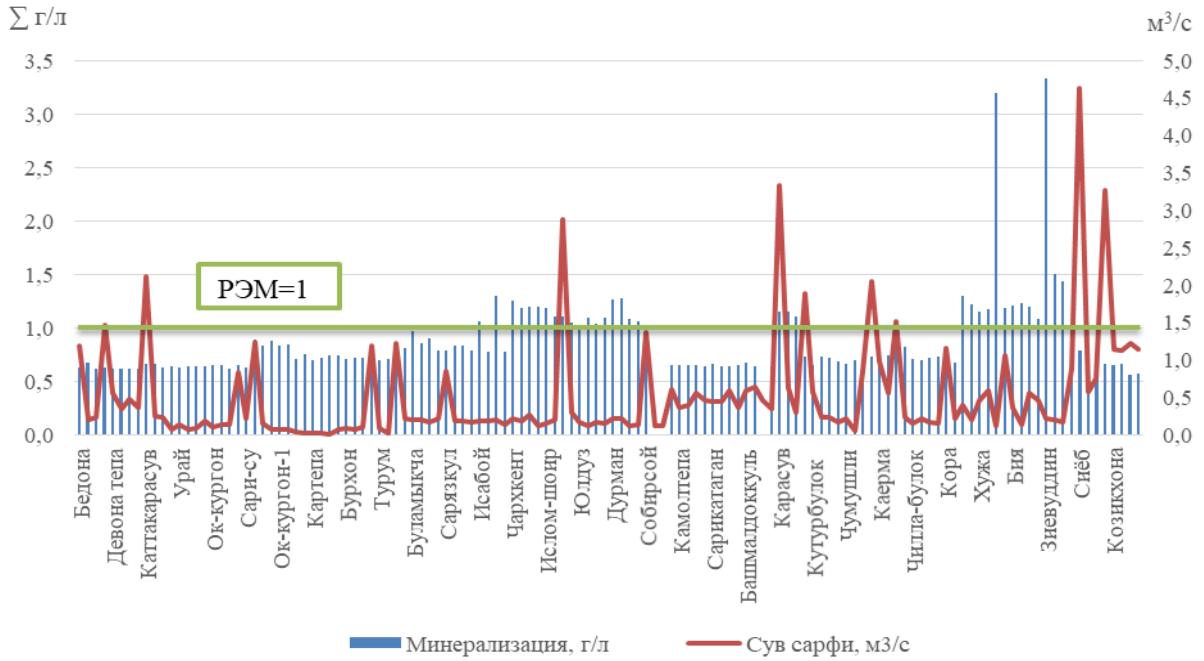
метрли қатламида 360 дан 850 граммгача туз тўпланади, минерализацияси 3 г/л бўлган сувдан фойдаланилганда эса 2500 грамм туз тўпланади. Яъни, ҳар йили суғориш суви минерализациясининг танланган чегараларида тупроқда 0,027% дан 0,063% гача тузлар тўпланади, юқори минераллашган коллектор сувларидан фойдаланилганда (2-3 г/л) тузларнинг тўпланиши йилига 0,13 - 0,19% ни ташкил этиши мумкин [5].

Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг 2018–2023 йиллар давомида олиб борилган гидрокимёвий мониторинг натижалари шуни кўрсатмоқдаки, коллектор сувлари таркибида минерализация миқдори ўртача 0,56–3,33 г/л оралиғида ўзгаради. Минерализациянинг энг юқори миқдори Пахтачи туманидаги Зиёвуддин (3,33 г/л), Қизил байроқ (3,19 г/л) коллекторларида кузатилади. Энг кам минерализация миқдори Булунғур, Жомбой, Оқдарё, Самарқанд, Тайлоқ ва Ургут туманларида (0,62-0,79 г/л оралиғида) кузатилади. Ҳавзанинг Каттақўрғон, Нарпай, Пайариқ ва Пахтачи туманларидаги коллекторларда минерализация миқдори 1 г/л дан ортади

(1-расм). Минерализациянинг меъёрий қийматлардан ошиш ҳолатлари ўз навбатида, сув ресурсларининг экологик ҳолатига ва тупроқларнинг шўрланиш жараёнига салбий таъсир кўрсатади.

Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг 2018-2023 йиллардаги сувларининг сарфи ўртача 0,017-4,63 $м^3/с$ оралиғида бўлиб, сув сарфининг катта миқдори Нарпай туманидаги Зарафшон (2,88 $м^3/с$), Пайариқ туманидаги Карасув (3,34 $м^3/с$), Самарқанд туманидаги Сиёб (4,63 $м^3/с$) ҳамда Тайлоқ туманидаги Корасув бирлашма (3,27 $м^3/с$) коллекторларида кузатилади (1-расм). Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг ўртача кўп йиллик (2018-2023 йй.) сув сарфи ва минерализация миқдори ўртасида боғлиқлик кузатилмайди. Сабаби, коллекторлардаги сувлар - суғориш ҳисобидан шаклланадиган коллектор-дренаж сувлари, грунт сувлари сатҳининг кўтарилиши натижасида ҳосил бўладиган дренаж оқимлари, атмосфера ёғинларининг инфилтрацияси ҳамда антропоген келиб чиқишга ега техник оқава сувлар ҳисобидан вужудга келади.

Баратов П., Алимқулов Н.Р. тадқиқотларига кўра, Зарафшон сув хўжалик ҳудудида (Самарқанд, Навоий вилоятлари) суғоришга олинган сувнинг 1,72 $км^3$ қайтарма сувлар Зарафшон дарёсига оқизилиб, ундан Бухоро вилоятида фойдаланилади [6].



1-расм. Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг ўртача кўп йиллик (2018-2023 йй.) сув сарфи ва минерализация миқдори

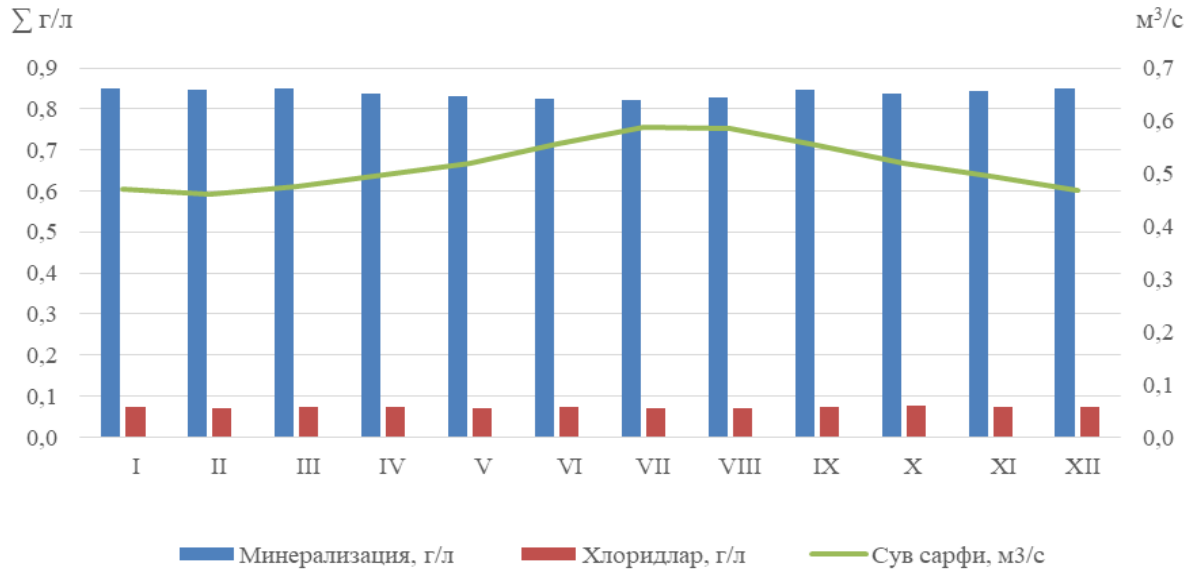
Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг ўртача ойлик (2018-2023 йй.) сув сарфи, минерализация ва хлоридлар миқдори тадқиқ қилинганда, барча ойларда минерализация даражаси **0,82-0,85 г/л оралиғида** кузатилади. Энг кам минерализация миқдори май–август ойларида **ўртача 0,82–0,83 г/л** оралиғида кузатилади. Юқоридагилардан кўринадики, минерализация миқдори ўртача ойлик (2018-2023 йй.) мавсумий ўзгарувчанлик кузатилмайди (2-расм).

Хлоридлар ҳар ойда 0,07-**0,08 г/л атрофида** бўлиб, мавсумий ўзгаришлар жуда кам. Бу шўр сувлардаги хлоридлар концентрацияси **ўта барқарор** эканлигини кўрсатади. Вегетация даврида (май-август) хлоридлар миқдорида **деярли ўзгариш йўқ,** бу уларнинг манбаи ва тузилиш жараёнида барқарор ҳолат мавжудлигидан далолат беради (2-расм).

Сув сарфи ёз ойларида (июн–август) ортади: июлда энг юқори кўрсаткич - 0,59 м³/с ташкил қилса, январь–февраль ойларида сув сарфи энг паст 0,46 м³/с ни ташкил қилади, бу вегетация мавсумигача бўлган даврда коллектор сувлари камлигини кўрсатади. Сентябрдан бошлаб сув сарфи босқичма-босқич камаяди ва декабрга келиб яна 0,47 м³/с атрофига тушади (2-расм).

Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг ўртача ойлик (2018-2023 йй.) минерализация ва хлоридлар миқдорининг **барқарор**

сақланиши, уларнинг асосий манбаи ер шўрланиши ва сув-туз баланси муайян режимда эканлигини тасдиқлайди. **Сув сарфининг ёзда ортиши** суғориш фаолиятининг кучайиши ва шўрланиш жараёнларининг фаоллашиши билан боғлиқ.



2-расм. Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг ўртача ойлик (2018-2023 йй.) сув сарфи, минерализация ва хлоридлар миқдори

Рахматов Ю.Б., Уринова М.У. [7] тадқиқотларига кўра, Ўрта Зарафшон ҳавзасида фойдаланиб келинаётган сув заҳираларини тармоқлар ўртасида тақсимланган ҳолати бўйича 2016-йилда ишлаб чиқаришга 889785,5 минг м^3, ичимлик суви сифатида 85221,4 минг м^3, суғоришга 1335926,8 минг м^3 сув сарфланган.

Зарафшон ҳавзаси коллектор-дренаж сувлари бўйича йил ичидаги (2023 й.) жами хлоридларнинг энг кам миқдори феврал-март ойларида **40,1 т** кузатилади. **Июлда** энг юқори кўрсаткич – **51,5 т** ни ташкил қилади, бу сув танқислиги даврида шўрланган ерлардан тузларнинг интенсив ювилиши ва уларнинг коллектор сувларига тушиши натижаси бўлиши мумкин. **Сентябрдан декабргача миқдор барқарор ҳолда камаяди,** йил охирида 42,1 т ни ташкил этади. **Йиллик жами хлоридлар миқдори – 547,3 т**, яъни тахминан **1,5 т** атрофидаги кунлик ўртача ҳисса билан йил давомида ўртача даражада шўрланиш кузатилган (1-жадвал).

Зарафшон ҳавзаси коллектор-дренаж сувлари бўйича йил ичидаги (2023 й.) жами минерализация энг кам миқдори февралда **454,5 т** бўлиб. **Май ойидан бошлаб минерализация даражаси ошади, июль ойида энг**

юқори миқдори – 588,05 т га етади. **Йил охирига келиб минерализация камаяди,** декабрда 479,7 т ни ташкил этади. **Йиллик жами минерализация миқдори – 6142,9 т** бўлиб, кунлик ўртача **16,8 т** ни ташкил этади.

1-жадвал

Зарафшон ҳавзаси Самарқанд вилоятида коллектор-дренаж сувлари бўйича йил ичидаги (2023 й.) жами хлоридлар ва минерализация миқдори

Ойлар	Хлоридлар, т	Минерализация, т
I	42,96	476,2
II	40,12	454,5
III	40,49	470,7
IV	45,81	464,2
V	43,40	498,1
VI	48,13	547,04
VII	51,51	588,05
VIII	49,68	568,7
IX	49,45	565,3
X	49,42	523,6
XI	44,17	506,3
XII	42,16	479,7
Йиллик	**547,3**	**6142,9**

ФАО мезонлари бўйича экинларнинг тузга чидамлилиги бўйича тупроқ эритмасининг электр ўтказувчанлиги (концентрацияси) орқали ҳисобга олинади. Шундай қилиб, 2 dS/m дан юқори шўрланишда сезгирроқ экинлар (помидор, қалампир, пиёз ва бошқалар) ҳосили камаяди, шўрга чидамли экинлар (буғдой, арпа, пахта) учун эса 7 dS/m дан юқори шўрланишда ҳосил йўқотилади [8].

Хулоса ва тавсиялар:

1. Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг ўртача кўп йиллик (2018-2023 йй.) минерализация миқдори 0,56 г/л дан 3,33 г/л гача ўзгаради. Пахтачи туманидаги Зиёвуддин ва Қизил байроқ коллекторларида энг юқори кўрсаткич кузатилади. Бу юқори даражадаги шўрланиш хавфини кўрсатади.

2. Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг 2018–2023 йилларда минерализация ва хлоридлар миқдори ойлар кесимида деярли барқарор бўлиб, мавсумий ўзгаришлар сезилмайди. Сув сарфи эса

июль ойида энг юқори (0,59 м³/с), февралда энг паст (0,46 м³/с) кўрсаткични кўрсатади. Бу эса вегетация мавсумида сув сарфи ортиши билан боғлиқ.

3. Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг минерализация миқдори 2-3 г/л бўлган сув билан суғоришда ҳар йили тупроқда туз йиғилади. Бу иккиламчи шўрланиш хавфини оширади ва тупроқнинг мелиоратив ҳолатига салбий таъсир кўрсатади.

4. Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг жами йил ичида (2023 й.) хлорид ва минерализациянинг йиллик умумий миқдори мос равишда 547,3 т ва 6142,9 т ни ташкил этиб, барқарор сув-туз баланси мавжуд эканлигини кўрсатади, лекин унинг даражаси маълум лимитдан ошиб кетса, экологик хавф кучайиши мумкин.

5. Самарқанд вилояти хўжаликлараро коллекторларнинг минерализация миқдори юқори бўлган сувларни суғоришда тўғридан-тўғри қўлламаслик, яъни, 2 г/л дан юқори минерализацияга эга сувлар шўрланиш хавфини кучайтиради. Бу сувларни ёки қайта ишлаш, ёки тузга чидамли экинлар билан чекланган майдонларда қўллаш тавсия этилади.

6. Минерализация ва хлоридлар мониторингини мунтазам олиб бориш, суғоришда фойдаланиш учун сув сифатининг мунтазам назорати орқали тупроқда туз тўпланишининг олдини олиш мумкин.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых почв. - Москва: Изд-во “Колос”, 1984. - 303 с.

2. Ковда В.А. Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира. - Москва: Изд-во “Наука”, 2008. - 415 с.

3. Рубинова Ф.Э. Влияние водных мелиораций на сток и гидрохимический режим рек бассейна Аральского моря //М.: Гидрометеоиздат. – 1987. – №. 120. – С. 205.

4. Муратов А.Р., Усманова С.Н., Муратов О.А. “Установления процесса перерезания стеблей грубо- стебельной растительности ковш косилками подпорного действия”. Материалы Республиканской научно-практической конференции по теме “Актуальные проблемы водного хозяйства и мелиора ции орошаемых земель”. Т. САНИИРИ. 2011 г. 233-236. С.

5. Ю.И.Широкова, А.К.Чернышев, Н.Ш.Шарафутдинова Опыт, задачи и перспективы улучшения мелиоративного контроля орошаемых земель. //Мелиорация: этапы и перспективы развития. Материалы международной научно-производственной конференции. – М., 2006. - 35-46 стр.

6. Баратов П., Алимқулов Н.Р. Орол ҳавзасидаги дарё сувларидан фойдаланишнинг баъзи муаммолари // Орол ҳавзаси геоэкологик муаммолари: илмий ғоялар, тадқиқотлар, инновациялар: Халқаро илмий-амалий конференция материаллари тўплами. 14-15 июнь, 2019 йил, Тошкент, 2019. – 39-44 бет.

7. Рахматов Ю.Б., Уринова М.У. Сувдан самарали фойдаланишнинг геоэкологик муаммолари // Орол ҳавзаси геоэкологик муаммолари: илмий ғоялар, тадқиқотлар, инновациялар: Халқаро илмий-амалий конференция материаллари тўплами. 14-15 июнь, 2019 йил, Тошкент, 2019. – 266-270 бет.

8. Хиллел, Д. (2000) Управление соленостью для устойчивого орошения: интеграция науки, окружающей среды и экономики. Всемирный банк, Вашингтон, округ Колумбия. https://doi.org/10.1596/0-8213-4773-X

UDC: 612.2 629.4.051.2

MAIN PROBLEMS OF THE WATER RESPIRATORY SYSTEM OF NUKUS CITY OF THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN AND MODERNIZATION OF PROGRAMS TO IMPROVE THE CONDITION OF THE COMPLEX

Turlibaev Zakir Temirkhanovich
Karakalpak State University
email: zakir_18_89@mail.ru
Tangatarova Gu’lziraMirzabekovna
Doctoral student of the Scientific Research Institute of
Irrigation and Water Problems.
email: gulzira141414@gmail.com

Annotation. The work analyzes the problematic state of the sewer network of the city of Nukus from 1970 to the current period. The sharply continental climate of the Republic of Karakalpakstan was studied and taken into account, as well as the main cause of the problem is the aging of pipelines, due to the aggressive effects of soil consisting of small particles, which creates an environmental disaster. Various programs have been developed to improve the city's sewer systems and specific examples have been proposed for modernizing the sewerage system: i.e. rebuild and redirect certain sections of drainage networks in Nukus and use more modern pumping stations for pumping water. Various options have been identified to prevent environmental disasters, that is, from flooding with sewage that is formed due to various frequent accidents. Program documents on the development and modernization of water disposal and wastewater treatment facilities, improvement, reliability, design, drainage and life support systems were proposed for consideration.

Key words: state program, drainage system, pipes for pressure modes, pumping station, sewerage, treatment facilities, excess consumption of water and wastewater.

INTRODUCTION. The territory of the Republic of Karakalpakstan has a sharply changing continental climate. The summer months are characterized by long periods of drought, and the winter months by cold winds from the north. The average air temperature ranges from 10.7-12^{0}C. In summer, the average temperature is more than 20^{0}C, the daily maximum temperature reaches 42-45^{0}C, and the minimum temperature in winter drops to -25...30^{0}C. The season is not cold throughout the year and lasts 200-300 days. Average precipitation ranges from 80 to 110 mm throughout the year, with larger amounts observed in spring and autumn. The winter months are cold and there is little snow. The coldest

month is January. The snow layer is unstable, reaches 5-15 cm and lasts 20-30 days.

The main water source of the republic is the Amu-Darya, which emerged from the mountains as a result of many years of snow and glaciers, passing through the Tuyamuyun reservoir and the Takhiyatash hydroelectric station and reaching the Kyzyljar post of the central delta. Nukus is located in the rear part of the Republic of Karakalpakstan, on the border of the irrigated zone of the Amu Darya River, in the valley of the city with the Kyzylkum desert.

The city of Nukus is the administrative, cultural, scientific, political central capital of the Republic of Karakalpakstan and one of the largest cities in Karakalpakstan.

The sewer network of the city of Nukus has served its purpose for more than 40 years. In the early 1970s, the first sewer network and spillway station (SW) were put into operation. Currently, in the city of Nukus there are 5 joint ventures (SP-1A, SP-2, SP-4, SP-10A, SP-11A), 1 GNS (Main pumping station), 31 Sewage pumping station (sewage pumping station) and WWTP (sewage pumping station) wastewater treatment). The population of the city of Nukus, provided with sewerage, is 98.4 thousand people, or 31.1% of the total population. 38.9% of the entire sewer network requires clean replacement.

The underground soils of construction sites for mobile sewerage structures: treatment plants (WTP), main pumping station (MPS) and utility routes are composed of soils of varying density, granulometric composition and physical and mechanical properties, with an admixture of sand, carbon deposits, silt, and light layers of soil.

The city's sewer network is in disrepair, which creates an environmental disaster. The main cause of the accident was the aging of pipelines, mainly due to the aggressive effects of soil consisting of small particles. During the operation of the network, the upper part of the pipelines... was damaged and became unusable, causing water to flow into the collectors, and some areas of the city were flooded with sewage.

Various programs have been developed to improve the city's sewer systems. The main goal of the work is to review program documents on the development and modernization of water disposal and wastewater treatment facilities, improvement, reliability, design, drainage systems, and life support. The current state and problems of wastewater discharge systems, the main ways to solve

problems are described, and examples of the reconstruction of wastewater discharge systems in the city of Nukus are given.

Methods. In 2022, a Decree of the President of the Republic of Uzbekistan was adopted on the development strategy of the new Uzbekistan for 2022 - 2026.

As part of the new development strategy of Uzbekistan for 2022-2026, including “Goal 34: Development of wastewater disposal systems, engineering, communication and social infrastructure, territories, as well as services”, the creation of technically and technologically modernized local and individual wastewater treatment facilities is especially important , which will ensure the reuse of treated water and reduce excess costs, including for the treatment of wastewater generated in areas that do not have a sewer system. [1, 11].

The current state of the sewer systems of the city of Nukus. Under the jurisdiction of the Nukus Vodokanala, there are 150.1 kilometers of water supply. Pipes, for gravity mode, 82.9 km and pressure mode, 67.2 km. (Figure 1, 2).

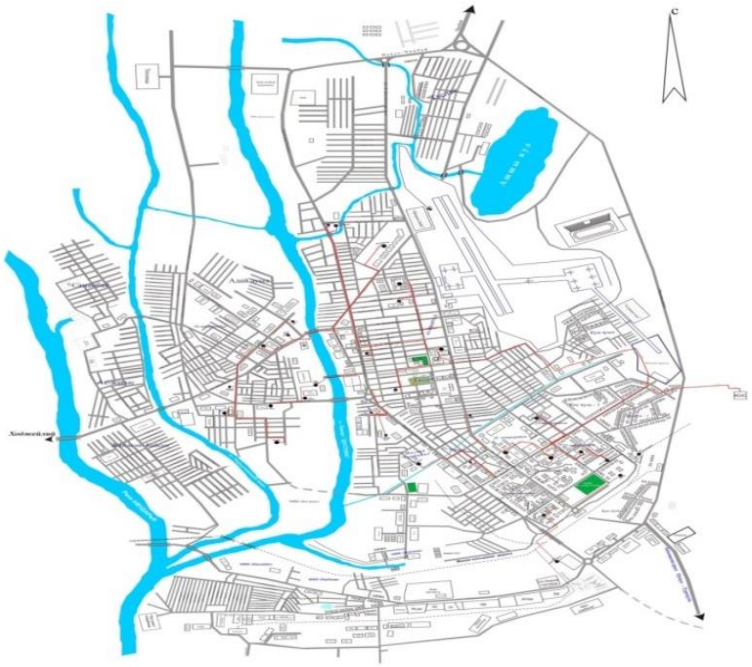


Figure 1. Nukus sewerage system

When selecting the necessary wastewater treatment methods and facilities, the special sanitary and economic importance of local lands must be taken into account. Moreover, in the conditions of Uzbekistan, wastewater treatment is limited not to mechanical treatment, but to complete, biological treatment of wastewater.

The main treatment facility of the city of Nukus is a biological treatment of wastewater, followed by chlorination and discharge of treated wastewater to natural wetlands (filtration and evaporation fields 15 km from the city of Nukus).

1. Wastewater from the city territory (from the left bank of the Dustlik canals) enters directly into the reservoirs of the district's sewerage pumping stations through flow-through collector systems and flows sequentially in the direction of SP-1A. From here, water is supplied to the right bank of the canal by the SP-4 flow-through collector. This gravity collector receives wastewater from the KNS Olympic Reserve College, Vodokanal and the KNS Infectious Diseases Hospital, after which it is pumped to the treatment plant using SP-1A.

2. Wastewater from the city territory (from the right bank of the Dustlik canals) enters the reservoirs of the pumping station of the ponds corresponding to the flow-collector system, and is sequentially transferred to KNS-22, KNS-23, KNS-24, KNS-25, then the driver’s pool SP-10A station itself enters the flow collector and pumping basin, after which it is transferred to fill the ponds.

3. Wastewater from KNS-Agostroy, KNS-ARZ-16 is transferred to the ponds of the SP-1A drive station through gravity collectors.

4. SPS array “Sarbinaz”, wastewater is supplied to the SP-1A pool through a flow-through collector.

The main pumping stations SP-1A and SP-10A are the pumping stations to which all wastewater from the remaining 4 SPs and 14 SPS are collected. Wastewater from SP-1A and SP-10A is supplied to treatment facilities through a pressure manifold with a diameter of D=1000 mm.

The treatment plant consists of complete biological wastewater treatment and is located 22 km from the city of Tuslikkun in Nukus. The design capacity of the treatment facilities is 65,000 m^3/day.

On the territory of the wastewater treatment plant there are mechanical structures and complex biological treatment plants, wastewater treatment plants, utility and auxiliary buildings and structures.

The treatment facilities have been in operation since 1992. The area of treatment facilities is 45 hectares. Treated wastewater is discharged through the Ozerny collector.

Currently, treatment facilities cannot provide adequate wastewater treatment. Due to the lack of appropriate costs, work on the reconstruction and repair of treatment facilities has not yet been completed. All equipment is broken, worn out, and not fully functional. Biological treatment facilities and mechanical

treatment facilities are in operation. The treatment facilities of the city of Nukus are also in disrepair. Reconstruction of all structures and buildings is required.

The main, pumping, station, GNS, (main, pumping, stations), belonging to the Akaba Suu branch of the city of Nukus, is located 3.0 km from the city of Nukus and was put into operation in 1988 by the state design institute "Uzgipromkommuninzhproekt". Wastewater from the city of Nukus is supplied to the main pumping station, and through this pumping station through an iron pipe with a diameter of D = 1000 mm and a length of 15 km, it is pumped to the WWTP facility located in the Karauzyak region of the Republic of Karakalpakstan, where biological treatment takes place.

Results and Discussion

The sewerage system of the city of Nukus is arranged as follows:

The main current problems (reliability, quality, consumer convenience, environmental impact) of water disposal and wastewater treatment systems include: The wear and tear of sewer networks currently exceeds 50%, which leads to a significant level of accidents. Accidents in sewerage systems occur mainly for two reasons: clogging of gravity pipes with a diameter of up to 400 mm; soil and electrochemical corrosion in wastewater pressure pipes of sewage pumping stations.

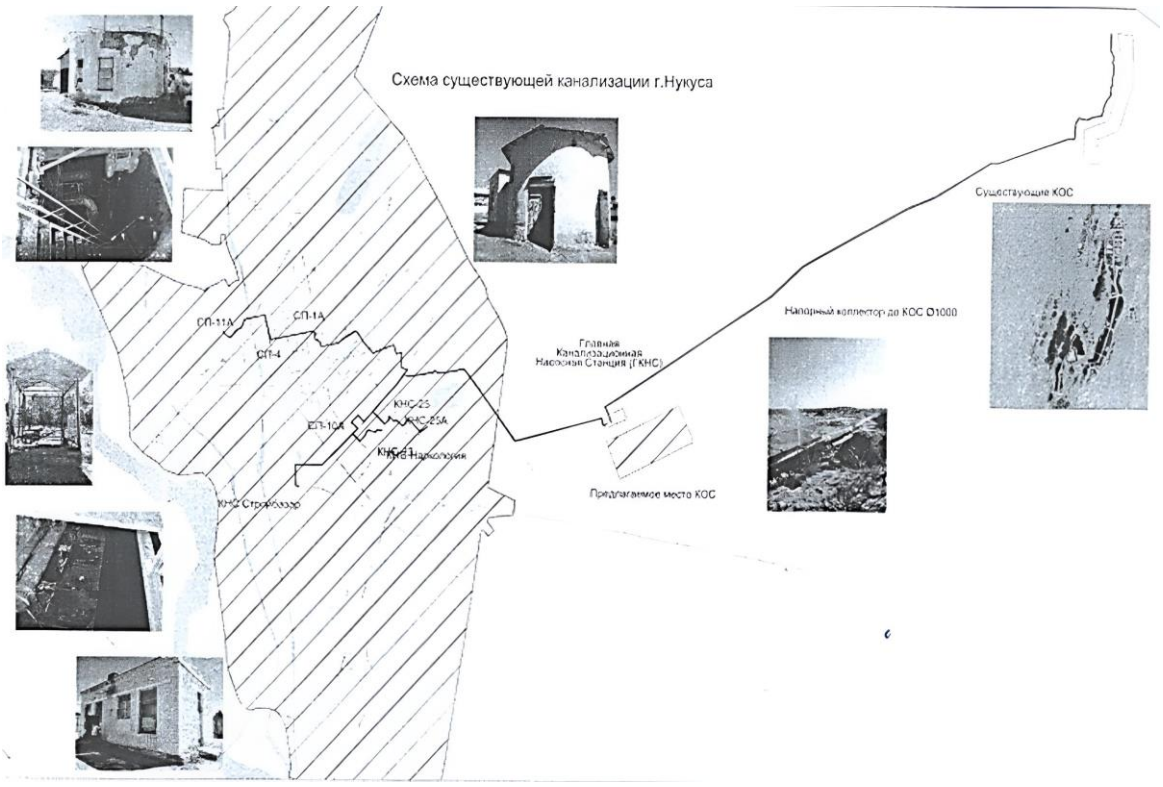


Figure 2. **Sewage scheme of the city of Nukus**

The length of the central sewerage networks in the city of Nukus is 150.1 km, of which there are 67.2 km of high-pressure pipes (pressure) and 82.0 km of gravity pipes (self-flowing). Of these, 73.7 km of water supply networks are outdated and today they require replacement. According to the statistical department, 326.1 thousand people live in Nukus, of which 101.417 settlements use sewerage services, which is 31.1 percent.

The site of the GNS facility is divided into two sections, in the first there is a technological facility, and in the second there are secondary technological facilities - tanks and a pumping station, which is in working condition, but requires reconstruction and replacement of equipment.

At the moment, the 15 km long pressure collector from the GNS to the WWTP is in disrepair due to high corrosion of wastewater.

Sewerage diagram. Domestic wastewater from the left bank of the city canals enters the reservoirs of the sewage pumping station through a flow-collector network and is supplied to SP-1A in sequence according to the designated areas. After this, wastewater from the territory of the right bank of the canal is pumped through the flow-through collector network by the SP-4 station, and the wastewater from the college, water utility, and KNS hospital enters the flow-through collector and is collected in SP-4. 1A and is pumped to treatment facilities. The diagram of the currently operating sewer networks of the city of Nukus is presented in Fig.2.

The main pumping stations are SP-1A and SP-10A. Wastewater collected in the joint venture and 14 pumping stations of the remaining 4 drive stations enters the gas pumping station through a pressure manifold with a diameter of d=1000 mm, and then is transferred to treatment facilities.

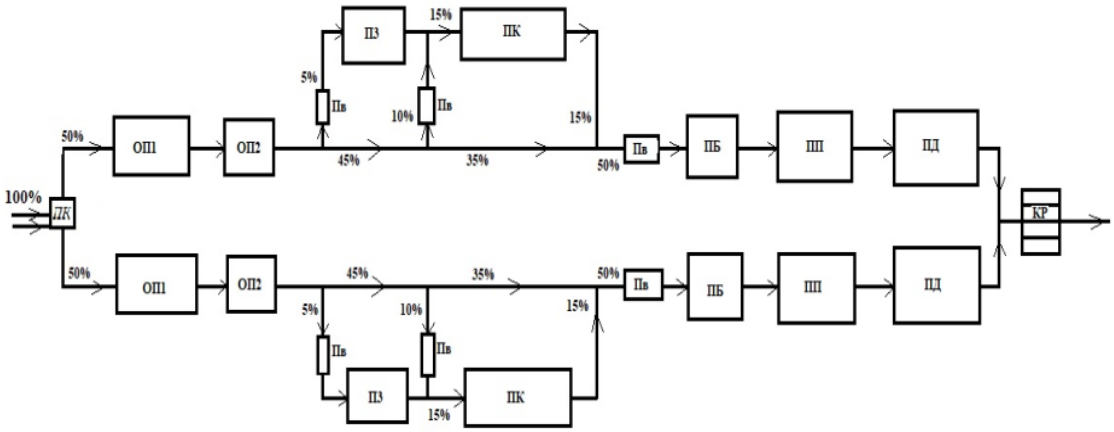


Figure 3. **Block diagram of the treatment plant**

Operating treatment plant. Evaporation conditions and filtration fields. The treatment plant is located 18 km from the city of Nukus, in the Kyzylkum desert in its eastern part. Its total area is 147 hectares. The project recommends the use of natural wetlands for wastewater treatment based on biological treatment plants (two-stage clarifiers, catchment clarifiers, cultivation clarifiers, fermentation clarifiers, aquatic plant clarifiers). The design of the treatment facilities indicates 65 thousand m^3/day.

On the territory of the treatment plant (45 hectares) there are mechanical structures and facilities for complete biological treatment of wastewater, utility auxiliary buildings and premises under the decontamination structure.

They are currently not fully functional. The treatment facilities have been in operation since 1992. The wastewater treatment plant is not capable of providing complete wastewater treatment; due to the lack of individual measures, work on the reconstruction and repair of treatment facilities was not carried out. Also, many equipment in the operating system of the city of Nukus are in disrepair. All their buildings and structures require reconstruction.

Includes reconstruction of wastewater treatment systems and installation of mechanical wastewater treatment devices.

The long-term target program considers the main directions for modernizing the wastewater systems of the city of Nukus. In order to improve the quality of public services and the efficiency of use of natural resources, it is necessary to ensure the implementation of investment projects to modernize engineering infrastructure and wastewater systems. The tasks under the program for the development of engineering infrastructure are:

- engineering and technical optimization of the engineering infrastructure of wastewater systems in the city of Nukus;
- Long-term planning for the development of the city of Nukus, drainage systems, engineering infrastructure;
- justification of measures for the comprehensive reconstruction and modernization of sewerage systems and engineering infrastructure of the city of Nukus;
- improve the reliability and quality of public utilities and wastewater systems;
- To increase the investment attractiveness of the city of Nukus, an engineering infrastructure for drainage systems is provided.

All of the above tasks can be solved and implemented only with the development of new technologies [5, 6].

Conclusion

Thus, the discharge of treated wastewater, so as not to harm the population, is considered crucial. In fact, in the specific conditions of the city of Nukus, treated wastewater is extracted and purified through connecting pits located in the desert lands of the field, the filtration of water into the sandy soil is artificially stopped, and the impact of wastewater on the environment is minimized. All this indicates that the performance of the Nukus city wastewater treatment plant is close to reconstruction.

In conclusion, I would like to say that program documents aimed at improving the wastewater systems of the city of Nukus make it possible to solve the problems that have arisen by implementing specific measures to solve them and improve the condition of the wastewater systems. In addition, examples of the implementation of programs to improve wastewater disposal systems are presented.

The implementation of activities and programs increases the efficiency of accident-free drainage systems; The rational use of water resources and the ecological condition of the territory of the city of Nukus will improve.

REFERENCES:

1. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan, dated January 28, 2022, No. UP-60. About the Strategy for the development of the new Uzbekistan for 2022 - 2026.

2. G.K.Abdiganiyeva, Z.T.Turlibaev. Sewerage and wastewater treatment., Tutorial. Nukus. , Karakalpakstan. 2020.

3. K.I.Baymanov, Z.T. Turlıbaev. Design of drainage networks. Textbook. Publishing house Methodist. ISBN 978-9910-03-008-6. Tashkent-2023.

4. SNiP, 2.04.03-97, “Sewerage. External networks and structures.” Tashkent, 2019.

5. D.Zhumamuratov, G.Abdiganieva, S.Shalabaeva. Management of development in water supply networks using a computer, taking into account the probabilistic nature of the water consumption process. Bulletin of Baishev University, Kazakhstan, No. 2 2019, pp. 108-112. www.vuzbaishev.kz.

6. Voronov Yu.V. Water disposal and wastewater treatment. M.: Publishing house, Association, construction universities, 2009. 706 p.

7. U.T.Zokirov, E.S.Buriev. “Basics of water supply and wastewater discharge and treatment” “Bilim” published in 2012.

8. G.Abdiganieva, Z.T.Turlibaev. Analyzing the operation of a domestic wastewater treatment plant. "In the integration of education, science and production, the use of innovation technologies is an important factor of the country's development", XV Scientific- practical conference and materials, IV-Part (2018, June 2-3) Samarkand-2018.

9. D.Jumamuratov, K.Aytbaev Z.T.Turlibaev. Problems of purifying wastewater from sparsely populated areas. Proceedings of the 15th scientific-practical conference of the Republic on the topic "Innovation, technology, application in the integration of education, science and production, an important factor of the country's development", IV quarter (June 2-3, 2018) Samarqand, 2018.

10. G.K.Abduganieva. U.Bakhramov. Determination of the reliability of the operation of pipeline engineering networks during their operation in various conditions. Karakalpak State University KSU named after Berdakh /journal.Vestnik/ 2 (30) 2017 ISSN 2010-9075 11-13 b.

11. L.V.Makotrina. The state of water disposal systems in the Irkutsk region and prospects for their development in accordance with state programs // News of universities. Investments. Construction. Real Estate Vol. 7, No. 1 2017.

12. Nadejda Dauletmuratova, Gulshad Abdiganieva, Sharigul Tolepova, Azizbek Seytmuratov, Latipov Shakhboz Alisher ugli. (2023). Determination of head loss in water pipes. In E3S Web of Conferences (Vol. 410, 05026. p 6). EDP Sciences. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341005026

13. Baxramov U., Abduganieva G.K. Methods for describing water supply and distribution system loads for long-term forecasting. Berdakh nomidagi Korakalpok Davlat University “Akhborotnomasi” .Nukus.2018. No. 1 (42) 2019, ISSN 2010-9075. 19-22 p.

UO‘T: 631.67:626.8

BUXORO VOHASIDA EKOLOGIK HOLATNI YAXSHILASHDA TO’DAKO’L SUV OMBORINING GIDROKIMYOYIY REJIMI VA FILTRATSIYA JARAYONLARIGA BOG’LIQ AYRIM FIKR MULOHAZALAR

Xayitov Yozil Qosimovich
Buxoro davlat universiteti “Ekologiya va geografiya” kafedrasi professori
Shodiyev Shuxrat Baqoyevich
ISMITI Buxoro mintaqaviy markaz direktori,
Buxoro davlat texnika universiteti mustaqil tadqiqotchi
Musulmanov Furqat Shodiyevich
Buxoro davlat texnika universiteti katta oqituvchisi
Hamroyev G‘iyosjon Fayzullo o‘g‘li
ISMITI Buxoro mintaqaviy markazi “IT va STT” laboratoriya mudiri
Sharipov Armonbek Ergashovich
Buxoro davlat texnika universiteti g.f.f.d (PhD) v.b.dotsent.
ISMITI Buxoro mintaqaviy markazi “YMHBSOTT” laboratoriya mudiri

Annotatsiya. Bizga ma’lumki keyingi yillarda dunyo miqyosida suv resurslari cheklanishi. jumladan O’zbekiston Respublikasida ham o’ziga xos muammolarga sabab bo’lmoqda. Suni inobatga olib suvdan samarali foydalanishda suv inshooti sanalgan suv omborlari gidrologik va kimyoviy rejimini o’rganish dolzarbdir. Ilmiy tadqiqot ishlarimiz natijasi o’laroq biz asosiy suv omborlaridan biri sanalgan To’dako’l suv omborini ekspluatatsiya jarayonlarini to’g’ri tashkil qilishimiz va atrof muhitning ekologik muvozanatini ijobiy tomonga o’zgartirishimiz lozim.

Kalit so‘zlar: Global, fil’tratsiya, melioratsiya, resurs, mineral, landshaft, geofizik, geokimyoviy, morfologik, ikkilamchi sho’rlanish, namiqish, botqoqlanish, shamol eroziyasi, gidrologik va gidroximik rejim, damba, p’yezometr, gidrobiologik, gidroekologik, ponur, polimer, monitoring.

Аннотация. Мы знаем, что в последние годы мировые водные ресурсы сокращаются, в том числе в Центральной Азии. Узбекистан, наша солнечная страна, не исключение. Чтобы обосновать актуальность данной темы, мы можем лишь привести пример Тудакульского водохранилища. В результате наших научных исследований нам необходимо правильно организовать работу этого водохранилища, которое является одним из крупнейших водохранилищ, и изменить экологический баланс окружающей среды в положительную сторону).

Ключевые слова: Глобальный, фильтratsionный, мелиоративный, ресурсный, минеральный, ландшафтный, геофизический, геохимический,

морфологический, вторичное засоление, увлажнение, заболачивание, ветровая эрозия, гидрологический и гидрохимический режим, плотина, пьезометр, гидробиологический, гидроэкологический, понур, полимерный, монитор.

Annotation. We know know that the world's water resources have been declining in recent years, including in Central Asia. Uzbekistan, our sunny country, is no exception. To substantiate the relevance of this topic, we can only cite the example of the Tudakul reservoir. As a result of our scientific research, we need to properly organize the operation of this reservoir, which is one of the largest reservoirs, and change the ecological balance of the environment in a positive direction).

Keywords: Global, filtration, ameliorative, resource, mineral, landscape, geophysical, geochemical, morphological, secondary salinization, wetting, waterlogging, wind erosion, hydrological and hydrochemical regime, dam, piezometer, hydrobiological, hydroecological, ponur, polymer, monitor.

Introduction. It is no secret that the role of reservoirs built and under construction in the world, as well as in Central Asia, including Uzbekistan, to prevent the limitation of water resources and their waste is invaluable. Therefore, the study of the hydrochemical regime of reservoirs and monitoring of filtration processes is relevant for their scientific and practical study.

The Strategy of Actions for the Further Development of the Republic of Uzbekistan for 2017-2021 includes such goals as “improving the reclamation of irrigated lands, introduction of modern water and resource-saving technologies in agricultural production”, mitigation of the negative impact of global climate change and the Aral Sea disaster on agricultural development and life”.

Problem statement. In terms of the tasks assigned, we conducted our research at the Tudakul Reservoir.

Tudakul Reservoir is located in Kyzyltepa district of Navoi region, 26 km from the district center and 35 km from Bukhara. The collected water will be used to irrigate fields in Gijduvan, Shafirkan, Vobkent, Peshku, Romitan, Kogan, Bukhara, Jondor and Kyzyltepa, Karmana districts of Bukhara region during the summer irrigation season.

Table 1

Technical parameters of Tudakul reservoir

1	Reservoir capacity	W=1200 mln. m^3
2	useful capacity	W=650 mln. m^3
3	dead volume	550 mln. m^3
4	length along the coast	55 km
5	average depth	7 m

6	Dam length	4,2 km
7	Dam height	12 m
8	The top mark of the dam (mark)	228 m

Data of the Amu-Bukhara car canal operation department in 2021. The table shows that in 2021 the volume of the Tudakul reservoir W=1200 million m^3, useful volume W=650 million m^3, dead volume 550 million m^3, length along the coast 55 km, average depth 7 m, dam length 4.2 km, dam height 12 m, top mark of the dam (marking) 228 m. formed.

We know that the Tudakol Reservoir covers an area of more than 150 km. The structure of the Tudakul Reservoir is also rich in minerals, as our water supply canals are groundwater.

Just as every built water facility has its pros and cons. The Tudakul Reservoir is a clear example of this. After the construction of this reservoir, the geophysical, geochemical characteristics, habitat, morphological structure of the surrounding landscapes underwent significant changes. In particular, the increase in secondary salinization, wetting, swamping, wind erosion, "salt rains" are leading to the impoverishment of some necessary processes of nature.

Solution method. In the course of our many years of scientific research, we have studied the hydrological and hydrochemical regime of the reservoir and obtained the following indicators from them.

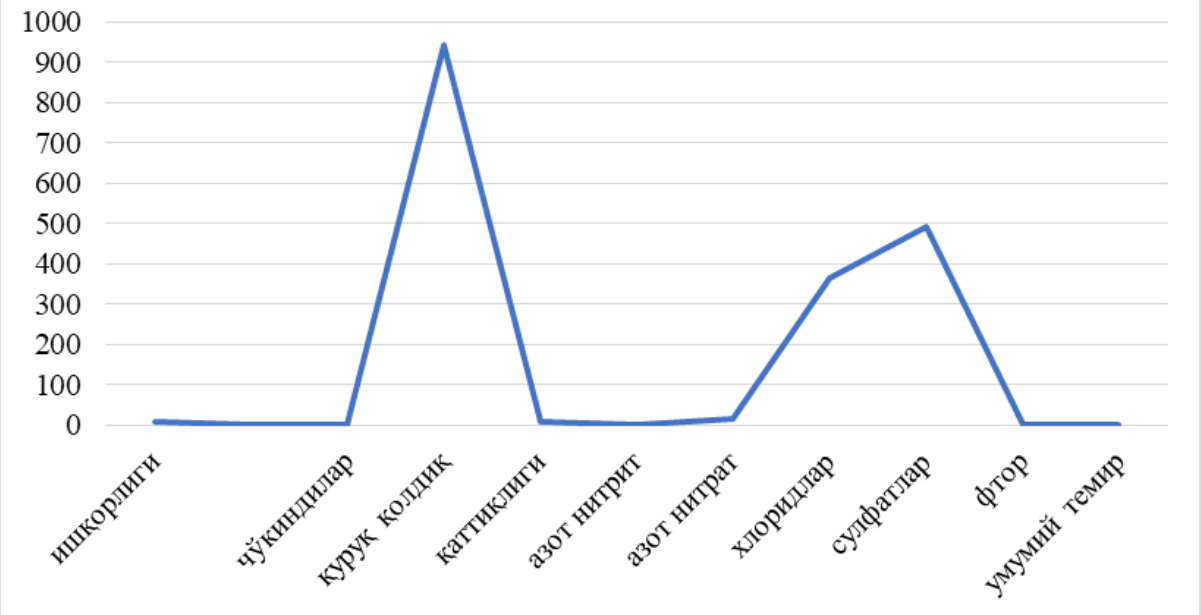


Figure 1. Hydrochemical composition of the Tudakul reservoir mg/dm^3

Based on laboratory analysis, the following was determined. Outcome analysis and examples; turbidity of the reservoir in 1 liter of water is 1,6 mg/dm^3,

alkalinity of water is 6,8 mg/dm^3, total residue is 943.0 mg/dm^3, total hardness is 8,5 mg/dm^3, nitrogen nitrite is 0.01 mg/dm^3, nitrogen nitrate 16,6 mg/dm^3, chlorides 365,0 mg/dm^3, sulfates 491,0 mg/dm^3, fluorine in water 0,06 mg/dm^3, ammonium nitrogen and total iron were not observed.

The upper part of the Tudakul reservoir is 18-25 m wide (built from local soil without design) the upper part is reinforced with gravel, drainage construction is underway in the lower part. 33 piezometers are installed. As a result of filtration of water from the dam, puddles were formed in some parts of the reservoir. We have witnessed the following results through the analysis of water taken from this pond in the laboratory.

Outcome analysis and examples; that is, the turbidity of 1 liter of water in the pond is 4,2 mg/dm^3, the alkalinity of the water is 6,8 mg/dm^3, total residue is 4126.0 mg/dm^3, the total hardness is 45,5 mg/dm^3, the ammonium nitrogen is 0,23 mg / dm^3, nitrogen nitrite 0,018 mg / dm^3, nitrogen nitrate 22,6 mg / dm^3, chlorides 980,0 mg/dm^3, sulfates 2113,0 mg / dm^3, fluorine in water and total iron content were not observed. As can be seen from Figure 2-3 below, a number of large and small lakes were formed during the filtration process from the gutter dams of the Tudakul Reservoir. Therefore, it has a negative impact on the reclamation of lands, as well as the process of erosion of reservoir dams, which is detrimental to the stability of the environment. It leads to faster breakdown of reservoir dams.

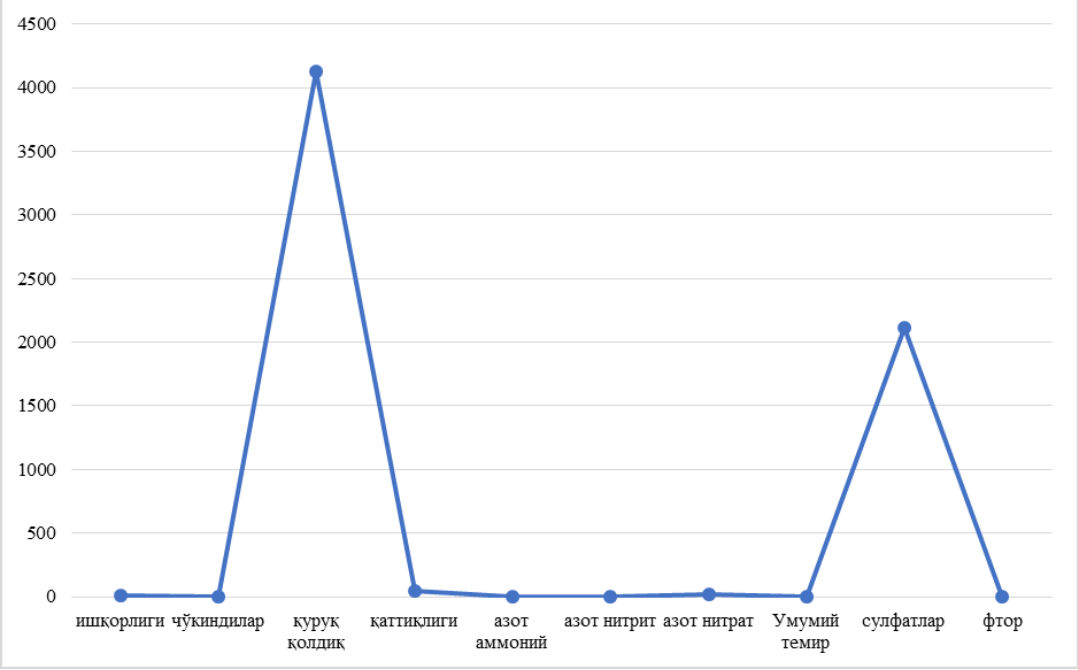


Figure 2. Composition of the pond water formed after the filtration process from the Tudakul reservoir

In conclusion, we would like to make the following suggestions and comments in order to prevent wastage of irrigated lands, including the efficient use of water resources of the reservoir, including the Todakul Reservoir:

- Organization of reservoir design on a scientific basis.
- Development of measures for practical long-term use of reservoirs.
- Continuous monitoring of the protection zone of reservoirs.
- From an ecological point of view - a sharp reduction in the negative impact of reservoirs on the environment.
- Taking necessary measures to reduce the rapid turbidity process that may occur.
- Regular monitoring of the dynamics of water levels in reservoirs.
- Organization of the use of reservoirs in various sectors of the economy, including agriculture, on the basis of strict limits.
- Positive solution of the problem of personnel in the effective management of the hydrological regime of reservoirs.
- Regular monitoring of reservoirs.
- Scientific study of hydrobiological and hydroecological properties of water basins.
- In order to prevent the filtration process from the Tudakol reservoir, it is necessary to make polymer or concrete coatings in front of it, re-open the dams, install ponur on the front.
- Monitoring the operation of piezometers installed on dams in the prescribed manner.

References:

1. Hayitov Yo.Q. Scientific and practical considerations on the hydrology of irrigated lands (on the example of Zarafshan oasis) // Problems and scientific solutions to increase, maintain, protect and restore soil fertility Proceedings of the Republican scientific-practical conference Bukhara, 2018. 20-24. B. B.
2. Hayitov Yozil Kosimovich, Khamdamova Dilovar Nurullaevna Hydrological bases for the use of drainage networks (in the case of the Bukhara region). MONOGRAFIA POKONFERENCYJNA SCIENCE, RESEARCH, DEVELOPMENT #26 v. 2 Poznan 27.02.2020- 28.02.2020 186-189
3. Hayitov Yo K Doctor of Geographical Sciences, Professor Jumaeva T. A, Bukhara State University Hydrological Assessment Of The Meliorative Condition Of Collector Drink Water In Bukhara Region.

4. Hayitov Yozil Kasimovich, Jumaeva Tozagul Azamovna Reduction of mineralization of collector-drainage water and its use in agriculture Conference No. 3 "Science and education in Uzbekistan" 26 May 2020 63-66

5. A.Sharipov, Z.Azimova. Development of recommendations for determining the modes and timing of irrigation rationing the century of intellectual youth of the XXI century" collection No. 5 timi BF Bukhara June 22, 2018

6. A. Sharipov D. Salimova “Yerlarni sho’rlanishiga qarshi kurashda phytomeliora-tiv tadbirlarning afzalliklari” iSiense Actual challenges of modern science XXIV International scientific conference Issue 4(24) Part 2 (April 26-27, 2018)

7. Y.Q.Hayitov, T.A.Jumayeva, A.E.Sharipov The feedbaks on the effective use of the additional water sources TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM KARIMOV

8. Hayitov Yo.Q., Sharipov A.E., Jumaeva T.A., Some comments on the hydrological regime of amu-Bukhara canal Annals of R.S.C.B., ISSN: 1583-6258, vol. 25, Issue 1, 2021, Pages. 6085-6095 Received 15 December 2020; Accepted 05 January 2021.

UDC: 626.862 631.67

DRAINAGE AND IRRIGATION SYSTEM IN CENTRAL ASIA

Zulfiya Kannazarova
«Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers»
National research University
kannazarovazulfiya@tiiame.uz

Abstract: In this study, bibliometric analysis was used to identify important trends, focus areas, and regions in Central Asia irrgation and drainage research from 2017 to 2021. The data used in this analysis were taken from the online version of the Scopus database, and 47 publications met the selection criteria. Bibliometric analysis showed that all articles were published in English. It was revealed that 47 publications were from Central Asian countries on irrigation and drainage issues. Further information about Soviet Legacy and Current Central Asia with large areas irrigated with drainage systems and with great pressure to overcome problems induced by soil salinization. To solve the above problem, existing technical conditions of drainage systems in irrigated agriculture, new technology, and technical means of cleaning closed horizontal drains in the irrigation zone are necessary. Bibliometric analysis revealed that international research on irrigation and drainage would benefit from expanding scientific exchange on this topic, as well as from long-term, continuing studies and the sustainable integration of irrigation and drainage research into future agricultural and drainage system management concepts.

Keywords: bibliometric, irrigation system, irrigation and drainage, groundwater, Central Asia.

Introduction. Irrigation and drainage are very important and are becoming a basic part of well-developed agriculture and increasing the quality of life, especially in the context of the 8 billion people on this planet today (De Wrachien 2001). Insufficient rain falls have to be compensated for, to ascertain sufficient agricultural yields (Gerts et al. 2020). Irrigation using good-quality river water, groundwater and, sometimes, wastewater has been used for ages (A. Singh 2018). Irrigation is often accompanied by drainage, which is the natural or artificial removal of surface and sub-surface water from a given area (Duży et al. 2017). Artificial drainage is always needed, except in cases with deep groundwater levels (Khalil et al. 2021). In most river delta regions, drainage is a must to avoid water logging (Zegeye et al. 2021). These improved soil and water conditions are important for the construction of infrastructure and for good crop production (Qureshi et al. 2011). Drainage also prevents the accumulation of salts in the crop

root zone, which could negatively impact crop growth and yields (Kopecký et al. 2013). The goal is to create conditions for optimal soil water management in irrigation schemes (Arifjanov et al. 2019).

Current irrigation and drainage practices produce millions of tons of salt, which creates environmental concerns regarding the disposal and management of saline drainage water in rivers, lakes, wetlands and lowlands in the region (Ayars et al. 2006). The right choice of drainage parameters during design will allow for the minimization of salt fluxes between the crop root zone and groundwater and between drained lands and receiving water bodies (Dukhovny et al. 2007). However, drainage design must also take the irrigation system and water management practices into consideration in order to achieve the optimum water and salt balance in the crop root zone and to minimize the amount of salt being mobilized and entering receiving water bodies (Dukhovny et al. 2018).

In the present context, drainage management in developing countries is quite difficult because of the following: halt to drainage development and aging of drainage infrastructure; lack of financial support for drainage maintenance, repair and development; separation of the design and construction of drainage systems from their operation, particularly in transboundary basins and with the recent introduction of thousands of new water and land users; lack of technical capability for land reclamation and weakened efforts to create new drainage infrastructure (Kannazarova, et al. 2021), (Allred and Redman 2010), (Drovovozova et al. 2021a), (Khamidov, Balla, et al. 2020a). Given the above challenges and issues, it is important that in the developing countries existing technical conditions of drainage systems and increase support for operating reclamation systems with closed drainage (N. N. Pogodin et al. 2020), (Kannazarova, and Li 2021). It is necessary to carry out scientifically sound and technologically advanced repair and maintenance work with the involvement of modern high-performance equipment (Usanov et al. 2019), (Khamidov, Khamraev, et al. 2020).

Numerous reviews have been published regarding various aspects of irrigation and drainage, such as a salinity and environmental perspective (van der Zee et al. 2017), soil water movement in irrigation agriculture (Kargas et al. 2022), the salinization and drainage problems (A. Singh 2020) and smart irrigation system (Azad et al. 2022), to control salinity in dryland (Steppuhn and McArthur 2017), as well as reviews of irrigation and drainage in particular regions (De Wrachien et al. 2021), water and sanitation (S. Singh and Jayaram 2022), water

strategies and water-food in nexus (Salem et al. 2022) give a broad overview of the global status of irrigation and drainage and future challenges. However, no studies have been conducted to map the international scientific research output on irrigation and drainage systematically.

Bibliometric analysis is a useful tool to analyze publications in a certain research field. It is a quantitative approach to study the metadata of scientific publications in contrast to the qualitative approach of narrative scientific literature reviews, which might often be subject to bias by the researcher (Tranfield, 2003). However, bibliometric analysis might also be flawed because publication numbers do not necessarily indicate the importance of a certain research subject. But bibliometrics is a helpful method to detect research trends, whereas a narrative literature review is more suited to compiling scientific knowledge on a certain research field and to identify research deficits. Bibliometric studies in environmental science have been conducted regarding various research aspects, e.g. drainage system (Piadeh et al. 2022), irrigation in agriculture (Velasco-Muñoz et al. 2019), wastewater irrigation (Maassen 2016), wastewater management (Durán-Sánchez et al. 2020), water systems (Sawassi and Khadra 2021), water resources (Yang et al. 2022), soil water (Zhang et al. 2020), root harvester machine for agriculture food (Xaliqulov et al. 2023), marginal lands (Jumaniyazov et al. 2023), different approaches and methodologies (Nguyen et al. 2023), the usage of photocatalysis for wastewater treatment (Mohammed et al. 2023) and landslides (Khasanov et al. 2021).

The aim of this study is to analyze hot topics and important regions of irrigation and drainage research as well as to use historical bibliometric data to gain new insights into trends and emphasis of international irrigation and drainage research.

Materials and Methods. In this article, we went to the selection publications on worldly knowledge from the research done. The search collects the English-language academic literature retrieved from the Scopus database for the period 2017-2021. The analysis was carried out in September 2022. A total of 47 publications were downloaded with the keyword "Irrigation and Drainage".

The reasons for our use of the methods mentioned above are related to Scopus, a well-known database that collects authoritative literature from around the world, especially on irrigation and drainage systems. English is a universal language, therefore, the literature in English is more standard and meaningful than literature in other languages.

Results and Discussion.

Irrigation and drainage issue in Central Asia

In this bibliometric analysis, we selected 47 publications on Central Asia on irrigation and drainage issue. Of these, we can see thirty eight publications about Uzbekistan, six about Kazakhstan, one about Kyrgyzstan and one about Central

Table 1

List of publications on irrigation and drainage issue in Central Asia

№	Title	Journal	Corresponding author	Country	PY	Doc. type
1	Assessing gaps in irrigated agricultural productivity through satellite earth observations-A case study of the Fergana Valley, Central Asia	International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation	Löw F.	Jordan	2017	Article
2	Climate-driven change of nitrogen retention–attenuation near irrigated fields: multi-model projections for Central Asia	Environmental Earth Sciences	Jarsjö J.	Sweden	2017	Article
3	The technology of irrigation of alfalfa by drainage-waste waters in kyzylorda region	News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences	Baishekeev A.	Kazakhs-tan	2017	Article
4	Controlled Subsurface Drainage as a Strategy for Improved Water Management in Irrigated Agriculture of Uzbekistan	Irrigation and Drainage	Dukhovny V.	Uzbekis-tan	2018	Conference Paper
5	Current and future challenges of water security in central Asia	Water Resources Development and Management	Xenarios S.	Kyrgyzs-tan	2018	Book Chapter
6	Status quo and present challenges of the sustainable use and management of water and land resources in Central Asian irrigation zones - The example of the Navoi region (Uzbekistan)	Quaternary International	Kulmatov R.	Uzbekis-tan	2018	Article
7	Understanding surface water–groundwater interactions for managing large irrigation schemes in the multi-country Fergana valley, Central Asia	Agricultural Water Management	Ibrakhimov M.	Uzbekis-tan	2018	Article
8	Groundwater resources	The Aral Sea Basin: Water for Sustainable	Gafurov A.	Germany	2019	Book Chapter

		Development in Central Asia				
9	Some results of moisture and salt transfer in the initial period of plant development	International Journal of Engineering and Advanced Technology	Aliakbar K.	Uzbekis-tan	2019	Article
10	Application of magnetized water on the washing of salted lands under the conditions of the low village of the Amudarya River	Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems	Kasimbetova S.	Uzbekis-tan	2020	Article

Asian countries on irrigation and drainage study. Different authors are from ten countries such as Germany, Japan, Jordan, Sweden, Uzbekistan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, China, Mongolia, Russian Federation. Between them, Kulmatov R reigned with five publications, followed by Abduraimova D with two, Khamidov M with two publications on irrigation and drainage issue. In the table 1 shows ten publications on irrigation and drainage issue in CA. From the 47 papers the largest number 26 (55%) were conference papers, followed by 18 (38%) articles and 3 (0,6%) book chapters.

Among these 47 publications, if we pay attention to the topics of publications, such as current and future challenges of water security in central Asia (Xenarios et al. 2018), status quo and present challenges of the sustainable use and management of water and land resources in Central Asian irrigation zones (Kulmatov et al. 2018), deformation processes in open drainages (Abduraimova et al. 2021), using collector-drainage water in saline and arid irrigation areas for adaptation to climate change (Khamidov, Balla, et al. 2020b).

The topic of irrigation and drainage systems is receiving more attention in Central Asia. The territories of the countries have specific soil and climatic conditions, as a result of insufficient natural drainage and a high level of groundwater mineralization, a number of territories are “primarily saline” (Gafurova and Juliev 2021). At the same time, as a result of the irrational use of water resources and the negative impact of other anthropogenic factors, “secondary salinization” of lands is observed in some territories, the irrigated land area has a different degree of salinity (Kannazarova, and Muratov 2022), (Khalil et al. 2021), (Balla et al. 2014). To solve the above problem, existing technical conditions of drainage systems, new technology and technical means of cleaning closed horizontal drains in the irrigation zone. A significant part of the sown area, and almost all of it under industrial crops, is irrigated land, which is served by a powerful state irrigation system (Liu and Xu 2022).

The main disadvantage of the current period of assessment and forecasting of the volumes of flushing of closed drains in developing countries are the lack of scientifically based methods and theoretical developments that establish the dependence of the reclamation state of lands and the degree of siltation of horizontal drains of the reclamation system. When operating reclamation systems with closed drainage, it is necessary to carry out scientifically sound and technologically advanced repair and maintenance work with the involvement of modern high-performance equipment. The correct choice of the optimal parameters of the equipment when flushing the drains allows, ensures reliable, durable and high-quality operation of the closed horizontal drainage in the irrigation zone, with the lowest operating costs for the maintenance of the drainage.

Soviet Legacy and Current Central Asia in Irrigation and Drainage Issues

As early as the 30s of the last centuries, cotton monoculture, known as the "dictatorship of white gold", was established in Turkmenistan, Uzbekistan, and a little in Tajikistan. In the early 1960s, agricultural mechanization took place throughout the province, which enabled irrigation systems. During the Soviet era, due to the construction of many reservoirs, extensive water supply and drainage networks, and large pumping stations, priority was given to irrigated agriculture in order to meet the needs of cotton crops with high water needs. Irrigation management was partially controlled by the individual Soviet republics, but the entire process was centralized in Moscow, in the Ministry of Land Reclamation and Water Management. Consequently, after the collapse of the Soviet Union, the impact of the Syrdarya basin on water security varied depending on the facilities available in each district. Nevertheless, as the drying up and increasing salinity of the Aral Sea forced the Gorbachev government to publicly acknowledge the "Island Problem" and seek solutions, water security concerns arose throughout the region. Transboundary Irrigation Districts ceased to operate after the collapse of the Soviet Union in 1991. New administrative boundaries of water resources management were established, which made water management the competence of state bodies.

The Central Asian countries are among the most water-intensive economies in the world, with mean water withdrawals of 2200 m^3/y per capita and nearly 90% of water diverted for irrigation purposes (Sehring and Diebold 2012). This can lead to problems in the future during the current water supply. About two

million hectares of the irrigated land is considered to be seriously damaged by waterlogging and salinity. Most of this land is in the lower reaches of the Syr Darya and the Amu Darya Basins. Lesser degrees of salinization and waterlogging problems exist on about 1.7 million hectares of land which is also located primarily in Uzbekistan, Turkmenistan and Kazakhstan (Ochs and Smedema 1996). Due to salinity of the soil in 1940-1960, large-scale drainage systems were installed. A system of main drains, lateral collectors and intra-farm drains allowed for the collection and removal of excess water from irrigation and rainfall. However, this canal system alone could not maintain a stable salt balance in saturated soil in agricultural areas. Rapid implementation of new methods of drainage (vertical, horizontal, combined), creation of equipment for the construction and maintenance of drains (trenches and ditches less drainage machines, machines for cleaning drains) began in 1960 in the Hunger Steppe, where large-scale irrigation was being developed on saline lands. The Aral Sea basin is a closed drainage system encompassing about 690,000 km. The basin is primarily within five countries of the former USSR (Kazakhstan, Kyrgyz Republic, Tajikistan, Turkmenistan, and Uzbekistan) whose rivers flow to the Aral Sea (Dukhovny 1996).

In the table 2 shows irrigated and drained areas during Soviet and current situation in Central Asian countries. In Soviet times, it was the total area of irrigated land 7.4 mln. ha, between them reached the biggest number Uzbekistan with 4.27 mln. ha (58%), following Turkmenistan with 1.2 mln. ha (16.3%), Kazakhstan with 750.000 ha (10,2%), Tadzhikistan with 570.000 ha (7.9%) and the lowest number Kyrgyzstan with 560.000 ha (7.6%). Also, by 1990, the area with artificial drainage in Central Asia reached 5.2 million ha. By 2021, the total area of irrigated land 10.05 mln. ha in Central Asian countries, among them Uzbekistan with 4.3 mln. ha (43%), following Kazakhstan with 2.2 mln. ha (22%), Turkmenistan with 1.8 mln. ha (18%), Kyrgyzstan with 1 mln. ha (10%) and the lowest number Tadzhikistan with 757.000 ha (7%).

Table 2

Irrigated and drained areas in Central Asia (Dukhovny, 1996; Kannazarova, 2022)

Indicators	Uzbekistan	Kazakhstan	Tadzhikistan	Turkmenistan	Kyrgyzstan	Total
Total area of irrigated land (in 1990)	4.27 mln ha	750 000 ha	570 000 ha	1.2 mln ha	560 000 ha	7.4 mln ha

Drained area (in 1990)	3.62 mln ha	500.000 ha	330 000 ha	610 000 ha	140 000 ha	5.2 mln ha
Total area of irrigated land (in 2021)	4.3 mln ha	2.2 mln ha	757 000 ha	1.8 mln ha	1 mln ha	10.05 mln ha

Irrigation is important to agriculture in the former Soviet Union because about 60% of farmland is subject to potentially devastating droughts and significant water resources are available for irrigation development. In the USSR, about 20 million hectares (10% of agricultural land) are adapted for irrigation; only India and China have more, which account for 30% of the country's total agricultural production. Important environmental and economic problems include the problems of the Aral and Caspian Seas, land drainage and salinization, as well as groundwater pollution. Drainage has been installed on 5.2 million hectares of saline irrigated land in the Aral Sea basin, mainly in Uzbekistan.

Current Central Asia in Irrigation and Drainage Issues

Two of the largest river systems in Central Asia, the Amu Darya and the Syr Darya, flow into the Aral Sea. Both rivers originate in the mountain ranges of the upstream countries. The Amu Darya, the larger in water volume, is formed by the Panj River on the Tajik–Afghan border and the Vakhsh River in Tajikistan and continues into Uzbekistan and Turkmenistan before emptying into the Aral Sea. The Syr Darya, which is longer, has its source in the Tien Shan Mountains in Kyrgyzstan, flows through the Ferghana Valley into Tajikistan and Uzbekistan, and ultimately empties into the Aral Sea. About 75% of the Syr Darya runoff originates in Kyrgyzstan, while 74% of the main flow of the Amu Darya originates in the territory of Tajikistan (Xenarios et al. 2018). The downstream countries of Uzbekistan, Kazakhstan, and Turkmenistan are poor in water resources but rich in hydrocarbon reserves. Coal, oil, and natural gas make up more than 90% of energy consumption in Kazakhstan, Turkmenistan, and Uzbekistan (Granit et al. 2012).

Central Asia has 10.05 million ha of irrigated land, among them Uzbekistan alone has 4.3 (43%) million ha of irrigated land. The total water consumption of the upstream countries, Kyrgyzstan and Tajikistan, amounts to only 15.6%., and almost half of this area is affected by salinization. In Uzbekistan approximately 30,000 ha of land has drainage systems, and almost all the irrigated land is salinized (Kazievish 2020).

Pressure on the region's water resources is expected to continue to increase. According to the World Bank, if population growth continues at the current rate of 1.5% per year, the amount of water available per person will fall below 1,700 m^3 by 2050, 1,000 m^3 by 2080 and 500 m^3 by 2120; in other words, by the next century, water supply will be only a quarter of current average consumption.

The water used for irrigation evaporates and leaves salt over time, which makes the soil increasingly salty. High levels of salt make the soil unsuitable for growing most crops. In Central Asia, this problem is exacerbated by water seeping from leaky irrigation canals, use of excessive quantities of water, and poor drainage: the more water there is at surface level, the more evaporates and the more salt is left behind. All this means that more efficient use of water resources and effective cooperation will become even more important than now.

Limitations.

This study has major limitations. (1) A single database is selected. According to the present visualization software, a single database was utilized to collect literature data because merging numerous databases is prone to formatting problems. The literature data in this study were sourced solely from the Scopus core collection, with papers from other databases removed. Furthermore, there was a delay in the database index, thus some newly published relevant papers may not have yet been included. (2) Complicated retrieval statement and screening procedure. Furthermore, artificial screening is subjective, which may influence the final analytic results. (3) Appropriate parameters and algorithms. (4) Difficulty to find some certain articles. It is quite difficult to find some research papers as there is not any doi number. Especially this is an issue with papers published in the starting period of a whole span.

Conclusions.

From the bibliometric analysis of 47 publications, research trends, hot topics and important regions for various aspects of irrigation and drainage research were obtained. It was revealed that most publications were from countries with large areas irrigated with drainage system and with major pressure to overcome problems induced by soil salinization. Due to the water shortage observed in recent years, the poor state of land reclamation, and the lack of timely implementation of other organizational measures, the level of water supply of several thousand hectares of irrigated land remains low, and the land area of irrigated Maintaining the reclamation state of irrigated lands in an optimal state is an integral part of the state policy to improve the welfare of the population and an

essential factor in the development of agriculture land is falling from circulation every year.

Most probably, the main reasons for this research discontinuity lie in the short-period funding of research projects and thus a lack of long-term, continuing studies and of sustainable integration of irrigation and drainage research into agricultural and wastewater management concepts. These problems should be addressed in the future. Furthermore, international research on irrigation and drainage would benefit from expanding the scientific exchange on this topic, in particular between emerging and industrial countries, between the agricultural and wastewater scientific community as well as between stakeholders and scientists.

REFERENCES:

1. Abduraimova, Dilbar, Zaytuna Ibragimova, Makhsud Otakhonov, and Djamila Khusanova. 2021. Deformation processes in open drainages. Edited by D. Bazarov. *E3S Web of Conferences* 264: 03010. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403010.

2. Allred, Barry J., and J. David Redman. 2010. Location of Agricultural Drainage Pipes and Assessment of Agricultural Drainage Pipe Conditions Using Ground Penetrating Radar. *Journal of Environmental and Engineering Geophysics* 15: 119–134. https://doi.org/10.2113/JEEG15.3.119.

3. Arifjanov, Aybek, Maqsud Otaxonov, Luqmon Samiev, and Shamshodbek Akmalov. 2019. Hydraulic calculation of horizontal open drainages. Edited by A. Volkov, A. Pustovgar, T. Sultanov, and A. Adamtsevich. *E3S Web of Conferences* 97: 05039. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705039.

4. Ayars, J.E., E.W. Christen, and J.W. Hornbuckle. 2006. Controlled drainage for improved water management in arid regions irrigated agriculture. *Agricultural Water Management* 86: 128-139. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.07.004.

5. Azad, Md. Abul Kalam, Peter F. Wanke, and Md. Ijaj Sadiq. 2022. Smart Irrigation Systems Enabled with Internet of Things (IoT): A Bibliometric Review. *International Journal of Process Management and Benchmarking* 1: 1. https://doi.org/10.1504/IJPMB. 2022.10051438.

6. Balla, Dagmar, Mohie Omar, Sebastian Maassen, Ahmad Hamidov, and Mukhamadkhan Khamidov. 2014. Efficiency of Duckweed (Lemnaceae) for the Desalination and Treatment of Agricultural Drainage Water in Detention Reservoirs. In *Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia*, ed. Lothar Mueller, Abdulla Saparov, and Gunnar Lischeid, 423-440.

Environmental Science and Engineering. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5_25.

7. De Wrachien. 2001. Irrigation and drainage: trends and challanges for the 21st century. *9th European Regional Conference of ICID* 1.

8. De Wrachien, Daniele, Bart Schultz, and Mudlagiri B. Goli. 2021. Impacts of population growth and climate change on food production and irrigation and drainage needs: A world-wide view*. *Irrigation and Drainage* 70: 981-995. https://doi.org/10.1002/ird.2597.

9. Drovovozova, T I, S A Mariach, and N N Panenko. 2021a. Technical solutions for cleaning drainage water from irrigated areas. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 677: 042094. https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042094.

10. Drovovozova, T I, S A Mariach, and N N Panenko. 2021b. Technical solutions for cleaning drainage water from irrigated areas. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 677: 042094. https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042094.

11. Dukhovny, Victor. 1996. Drainage Development in the Arid Zones of Central Asia. In *The Inter-Relationship Between Irrigation, Drainage and the Environment in the Aral Sea Basin*, ed. Marinus G. Bos, 45-53. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1770-5_6.

12. Dukhovny, Victor, Shavkat Kenjabaev, Shavkat Yakubov, and Gulomjon Umirzakov. 2018. Controlled Subsurface Drainage as a Strategy for Improved Water Management in Irrigated Agriculture of Uzbekistan: CONTROLLED SUBSURFACE DRAINAGE IN AGRICULTURE OF UZBEKISTAN. *Irrigation and Drainage* 67: 112-123. https://doi.org/10.1002/ird.2259.

13. Dukhovny, Victor, Pulat Umarov, Haldar Yakubov, and Chandra A. Madramootoo. 2007. Drainage in the Aral Sea Basin. *Irrigation and Drainage* 56: S91–S100. https://doi.org/10.1002/ird.367.

14. Durán-Sánchez, Amador, José Álvarez-García, Encarnación González-Vázquez, and María De La Cruz Del Río-Rama. 2020. Wastewater Management: Bibliometric Analysis of Scientific Literature. *Water* 12: 2963. https://doi.org/10.3390/w12112963.

UO‘T: 631.445.1:633.35:633.11(575.1)

BUXORO VILOYATI JONDOR TUMANI SHO‘RLANGAN TUPROQLARIDA NO‘XAT (PISUM SATIVUM) SIDERAT EKINI G‘ALLA (TRITICUM AESTIVUM) HOSILDORLIGIGA TA’SIRI

Juraev Anvar Kurbanovich
Professor, qishloq xo’jaligi fanlari doctori (Dsc)
Juraev Umid Anvarovich
Professor, qishloq xo’jaligi fanlari doktori (Dsc)
Sa’dullayev Azamat Nafiddinovich
Buxoro davlat texnika universiteti doktoranti. ORCID-ID:
https://orcid.org/0009-0004-7882-5886

Annotatsiya. Mazkur maqolada Jondor tumani sharoitida no‘xat siderat ekini g‘alla hosildorligiga qanday ta’sir ko‘rsatishini ilmiy nazariy-analitik uslubda o‘rganamiz. Turli mamlakatlarda o‘tkazilgan ilmiy tadqiqotlar, tajribalar va statistik ma’lumotlarga tayangan holda, no‘xat qoldig‘i va fiksatsiyalangan azot g‘alla hosiliga qanday yordam berishi, tuproq sho‘rlanish darajalari bunday tizimlarga qanday ta’sir qilishi, shuningdek g‘alla hosildorligini bashorat qiluvchi matematik model tuzilishi ko‘rib chiqiladi. Xulosa va takliflarda ayniqsa O‘zbekistonning agroekologik sharoitlari e’tiborga olinadi.

Kalit so‘zlar: sho‘rlangan tuproqlar, siderat ekinlar, no‘xat (pisum sativum), g‘alla hosildorligi, organik o‘g‘it, yashil o‘g‘itlash texnologiyasi, agroekologik sharoitlar, tuproq unumdorligi, azot fiksatsiyasi, biologik diversifikatsiya, qishloq xo‘jaligi barqarorligi.

Аннотация. В данной статье мы изучим научно-теоретическим и аналитическим методом влияние гороха как сидератной культуры на урожайность зерновых в условиях Джондорского района. Основываясь на научных исследованиях, экспериментах и статистических данных, проведенных в различных странах, рассматривается, как остатки гороха и фиксированный азот способствуют урожаю зерновых, как уровни засоления почвы влияют на такие системы, а также структура математической модели, прогнозирующей урожайность зерновых. В выводах и предложениях особое внимание уделяется агроэкологическим условиям Узбекистана.

Ключевые слова: засоленные почвы, сидеральные культуры, горох (Pisum sativum), урожайность зерновых, органическое удобрение, технология зеленого удобрения, агроэкологические условия, плодородие почвы, азотфиксация, биологическая диверсификация, устойчивость сельского хозяйства.

Innotation. In this article, we will study the influence of green manure pea crops on grain yields in the conditions of the Jondor district using a scientific-

theoretical-analytical method. Based on scientific research, experiments, and statistical data conducted in various countries, the structure of a mathematical model that predicts how pea residue and fixed nitrogen contribute to grain yields, how the degree of soil salinity affects such systems, as well as grain yields, is considered. In the conclusions and proposals, the agroecological conditions of Uzbekistan are taken into account.

Keywords: saline soils, green manure crops, peas (pisum sativum), grain yield, organic fertilizer, green manure technology, agroecological conditions, soil fertility, nitrogen fixation, biological diversification, agricultural sustainability.

Kirish. Sho‘rlanish bugungi kunda qishloq xo‘jaligining global va mahalliy muammolaridan biridir. Jumladan, O‘zbekistonning Buxoro viloyati Jondor tumani qumloq-cho‘lga kiruvchi yerlarida tuproq sho‘rlanishi, organik moddalar miqdorining juda pastligi va boshqa muammolar g‘allaning hosildorligini cheklaydi. Bu erlarda tuproq organik modda (gumus) miqdori o‘rtacha 0,24-0,36% atrofida bo‘lib, C:N nisbatining 6-9 gacha borishi joylardagi biologik faoliyatni susaytiradi. Shu tufayli sho‘rlangan, qumli tuproqlarda hosildorlik o‘zgarmas past bo‘ladi va ildiz o‘simliklari rivojlanishi uchun zarur bo‘lgan asosiy oziq moddalar yetishmasligi kuzatiladi.

Bunday murakkab sharoitda tuproq unumdorligini barqaror saqlash va hosildorlikni oshirish uchun organik modda va azotni oshiruvchi usullar muhimdir. Siderat ekinlari - ya’ni asosiy ekindan so‘ng yoki bo‘sh maydonga ekiladigan dukkaklilar kabi bir yillik o‘simliklar - o‘simliklar yerni ekilgancha ko‘rib chiqib, barqaror bog‘don (biologik azot fiksatsiyasi) va organik moddalar bilan boyitish xususiyatiga ega. Albatta, no‘xat (Pisum sativum) kabi loviya ekini ildizlarida va o‘simlik qoldiqlarida azot fiksatsiyalanadi va hosilgacha kiritilganda tuproqdagi organik moddalar miqdorini oshiradi. Shuningdek, loviya o‘simliklari tuproqning aeratsiyasini yaxshilab, er yuzasidagi sho‘rlanishni ham biroz kamaytirishi mumkin. Shu nuqtai nazardan, Buxoro viloyatining sho‘rlangan tuproqlarida no‘xatni siderat ekini sifatida qo‘llash hosil va tuproq sifatiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi taxmin qilinadi.

Uslublar. Ushbu ish nazariy-analitik metodlarga asoslangan bo‘lib, mavjud ilmiy manbalar va tajriba ma’lumotlari tahlili orqali amalga oshirildi. Avvalo O‘zbekiston, MDH va xalqaro nashrlarda no‘xat, loviya, bedana kabi dukkaklilarni siderat ekini sifatida qo‘llash bo‘yicha e’lon qilingan maqolalar, dissertatsiyalar hamda amaliy tajribalar natijalari qidirildi. Shu bilan bir qatorda g‘allaga oldindan ekilgan loviya ekini yetishtirish tajribalari, tuproq sho‘rlanishi

sharoitida ularning ta’siri bo‘yicha empirik ma’lumotlar yig‘ildi. Tadqiqotda quyidagilar ko‘rib chiqildi:

Tuproq va iqlim sharoitlari: Jondor tumanida keng tarqalgan qumloq-cho‘l tuproqlari xususiyatlari, yil davomida yog‘ingarchilik, harorat rejimi va sho‘rlanish darajasi to‘g‘risidagi ma’lumotlar.

Siderat ekinlari foydasi: No‘xat va boshqa loviyalarning biologik azot fiksatsiyasi (BAF) va organik moddalar kiritish salohiyatini baholovchi manbalar. Qishloq xo‘jaligidagi tajribalar, xususan qo‘ng‘iz oqgen va o‘zbek sharoitida amalga oshirilgan eksperiment natijalari asosida loviya qoldiqlarining N tengligi va hosildagi ta’siri qiyoslandi [1].

G‘alla hosili va nitrojen: G‘alladan keyin loviya qoldiqni biriktirish yoki tashlab ketish strategiyalari hamda qo‘shimcha azot o‘g‘itlari bilan birgalikdagi tadqiqotlar tahlil qilindi. Siderat ekinidan keyin g‘allaning o‘sishiga ta’sir ko‘rsatuvchi omillar – tuproqdagi organik modda miqdori, total va mavjud azot miqdori, tuproq sho‘rlanish ko‘rsatkichi – olingan ma’lumotlar asosida modellashtirildi.

Bu uslublar yordamida maqola mualliflari mavjud literaturaga bog‘liq holda «nazariy-analitik» tasvirni beradi va O‘zbekistonga mos xulosalar chiqaradi.

Natijala. Tahlillarimiz ko‘rsatdiki, no‘xat kabi loviya siderat ekini tuproq unumdorligini yaxshilaydi va izchil qazigan keyingi ekin – g‘allaning hosildorligiga sezilarli ta’sir o‘tkazadi. Olingan natijalarni quyidagi yo‘nalishlarda jamlash mumkin:

Tuproq organik modda va azot miqdori: Meta-tahlil natijalariga ko‘ra, sho‘rlangan tuproqlarda yillik siderat ekini qo‘llash tuproq organik uglerodini (SOC) va umumiy azot miqdorini sezilarli oshiradi. Masalan, Xitoyning sho‘rlangan yerlari bo‘yicha o‘tkazilgan ko‘p-tadqiqotli tahlil shuni ko‘rsatdiki: no‘xat kabi loviya siderat ekini qo‘llash natijasida o‘rtacha SOC ~34,8% ga, to‘liq azot ~32,2% ga, mavjud fosfor ~34,3% ga ko‘payadi, tuproq sho‘rlanishi esa ~47,8% ga pasayadi (boshqa almashtirish shartlari baribir olingan). Ayniqsa tuproq sho‘rlanishi yuqori bo‘lgan sharoitlarda, yuqoridagi ko‘rsatkichlar sezilarli darajada yaxshilanadi. Bunda loviya turiga qarab farq bor: legume (dakkakli) sideratlar umumiy azot miqdorini boshqa o‘simliklardan ko‘proq oshiradi (taxminan +38,5%), va tuproq tuz miqdorini ham namlik bilan olib chiqib ketish orqali kamaytiradi [2].

No‘xatdan kiritiladigan azot massasi: O‘simlikdan olingan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, no‘xat kabi loviya ekini azot fiksatsiya qilish qobiliyatiga ega. Masalan, AQSh paxtachilik zona tadqiqotida qishloq sharoitida yetishtirilgan Avstriya qora no‘xatida birinchi yil 96 funt (~44 kg) N, ikkinchi yil esa 207 funt (~94 kg) N fiksatsiya qilingan. Umumiy holda loviya ekinlari bahador N manbai bo‘lib, 90-150 funt/akre (100-160 kg/ha) oraliqda azot taqdim etishi kuzatilgan. Shu bilan birga, noyob eksperimentlarda no‘xat va alfalfa qoldiqlari aralashtirib berilganda no‘xat qoldig‘ining minerallashtirilishi tezligi alfalfa qoldiqlaridan ikki barobar yuqori ekani aniqlangan. Umuman olganda, no‘xatdan olingan azotning taxminan 77% qismi keyingi g‘alla ekiniga o‘tgan (58%) yoki tuproqda qolgan (19%) deb bildirilgan.

G‘alla hosildorligi: Asosiy eksperimental natijalar no‘xat sideratining g‘alla hosiliga ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi. Masalan, jahon tajribalarida qishloq xo‘jalik ma’lumotlari tahlili shuni ko‘rsatdiki, loviya siderat ekini keyingi yilda bug‘doy hosilini qariyb 1,4–1,6 barobar oshirishi mumkin. Xususan, yirtqich tuproqlarda o‘tkazilgan tadqiqotlarda yer sifatining yomonlashish darajasi yuqori bo‘lgan maydonlarda qishki no‘xat sideratidan keyin g‘alla hosili 39–112% ga oshgani qayd etilgan. Agar mineral azotli o‘g‘itlar berilmasa ham, no‘xat siderat ekini qo‘llash natijasida bug‘doy hosili o‘rtacha 1,6 barobar ko‘payganligi kuzatilgan.

Mahalliy sharoitga yaqin misol sifatida Pokistonning shamolli va kam yog‘ingarchilikli sharoitida o‘tkazilgan eksperimentni keltirish mumkin. Unda nazorat maydonda (no‘xat sideratsiz, N ta’minoti yo‘q) bug‘doy hosili 2590 kg/ha bo‘lgan. 90 kunlik qishki no‘xat sideratini dalaga ekib, unga 90 kg/ha azotli o‘g‘it berilganda bug‘doy hosili 4161 kg/ha ga yetgan (ya’ni nazoratga nisbatan qariyb 60% ortish). Bu tajribada boshqa sharoitlar solishtirib ko‘rilmagan bo‘lsa-da, kelgusi ekinga azot miqdorini kamaytirib yetkazish mumkinligini ko‘rsatadi.[3] Shuningdek, turli sideratlarni solishtirishda, no‘xatning o‘zi hamda uni kolza, yulovcha kabi boshqa sideratlar bilan aralashtirgan holatlarda hosil yanada oshgani ma’lum qilingan. Masalan, Samarqand viloyatining Payariq tumanida o‘tkazilgan tajribada no‘xat sideratini NPK bilan qo‘llash orqali makkajo‘xori doni hosildorligi nazorat variantga nisbatan 8,9% ga (66,3→75,2 s/ga) oshgan, boshqa aralash sideratlar bilan bu oshish 25-28% gacha bo‘lgan. Bu yerda g‘alladan farqli o‘laroq makkajo‘xori tajribada ko‘rib chiqilgani bilan, umumiy tamoyil birdek ishlaydi: loviya siderati + mineral o‘g‘itlar kombinatsiyasi hosildorlikni sezilarli oshiradi [4].

Tuproq sho‘rlanishi ta’siri: O‘rganilgan ma’lumotlarga ko‘ra, tuproq sho‘rlanishi no‘xat o‘sishiga va keyingi g‘alla hosiliga ham ta’sir qiladi. Umuman, bug‘doy sho‘rlangan tuproqlarida hosil past bo‘lishi ma’lum. No‘xat o‘zi sho‘rlanishga chidamli o‘simlik emas, shuning uchun yuqori sho‘rlangan tuproqlarda uning o‘sishi pasayadi (boshqa manbalarda masalan 100 mM NaCl sharoitida no‘xat hosili yarimigacha kamayishi qayd etilgan). Shu munosabat bilan bizning modelga ko‘ra, tuproqdan hosilga o‘tayotgan salt miqdori keng ko‘lamda sezilsa, hosil pasayadi – masalan, modelda bir birlik dS/m oshishi bo‘yicha hosil 150–200 kg/ha atrofida kamayishi taxmin qilinadi. Biroq, zarur urug‘ variantlari va gidrotizim bilan birga ishlansa, loviya sideratining ta’siri umuman ijobiy bo‘ladi. Yuqorida tilga olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, quruq va sho‘rlangan hududlarda ham loviya sideratlar birgalikda kam dozali mineral o‘g‘itlar bilan ishlatilsa, yer unumdorligi oshadi va natijada hosildorlik sezilarli yaxshilanadi.

Quyidagi 1-jadvalda Pokistondagi taniqli tajribadan olingan natijalarni keltirish bilan bug‘doy hosilining siderat holatiga bog‘liqligi namoyon qilingan: Jadval 1. Bug‘doy hosili no‘xat siderati va azot o‘g‘itlari turlicha qo‘llanilganda (Pokiston tajribasi, boshlandi). Nazorat – sideratsiz va minimal o‘g‘itlantirilgan; ikkinchi qator esa qishki no‘xat siderati va qo‘shimcha 90 kg/ha azot bilan.

1-jadval

Davr / O‘g‘it	Don hosili (kg/ha)
Nazorat (no‘xat, NPK yo‘q)	2590
No‘xat (90 kunlik) + 90 kg N/ha	4161

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, no‘xat sideratini qo‘llash va unga mo‘’tadil azotli o‘g‘it berish natijasida bug‘doy hosili sezilarli darajada oshgan (2590→4161 kg/ha). Ushbu natija Buxoro hududida ham shunga o‘xshash foyda berishi mumkinligini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, sotiladigan boshqa dukkaklilar – masalan, loviya yoki osimlik sideratlari – ham o‘xshash ijobiy trend ko‘rsatgani sir emas.

Muhokama. Olingan natijalar va adabiyot ma’lumotlari asosida chiqarishimiz mumkin bo‘lgan munozarali xulosalar:

No‘xat siderati tuproq salomatligini yaxshilaydi. Xalqaro tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, loviya sideratlari tuproq organik moddasini ko‘paytiradi va tuproq tuzilishini yaxshilaydi. Bu xususiyat Jondor kabidagi organik moddasi past, sho‘rlangan tuproqlarda ayniqsa dolzarbdir. Bizning model va misol natijalarimiz ham ko‘rsatadi: no‘xat katta miqdorda biomass hosil qilib erga qaytadi (ayrim manbalarga ko‘ra 0,45-1,34 t/akr gacha quruq biomass), bu esa

barvaqt rusum boshoq holida yoki boshoq paytida dalada maydalansa, keyingi g‘alla uchun azot va organik modda rezervini yaratadi. Shu tarzda qo‘shilgan organik modda keyingi yil tuproqdagi O‘N va S zarralariga bir marotaba azot berib, mineralizatsiyalanadi. Shuning uchun no‘xat siderat qo‘llash tuproqdagi barqaror azot zahirasini “to‘yintirish”da muhim rol o‘ynaydi.

Azot ta’minoti va o‘g‘itlarni tejash. No‘xat siderati yordamida tuproqqa qo‘shilgan azot miqdori keyingi g‘alla ekinini oziqlantirishda kimyoviy o‘g‘itlarga bo‘lgan ehtiyojni kamaytiradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, loviya sideratini qo‘llab, to‘liq sintetik azot berilmagan holda ham hosil yuqorilanishi mumkin. Pokiston tajribasida no‘xat + azot bilan bog‘liq hosil o‘rtacha 4161 kg/ha ni tashkil etsa, faqat yer nazorat holatida 2590 kg/ha bo‘lib, oradagi farq 60% ni tashkil etgan. Bu degani sideratdan olinadigan azot qisman g‘allani oziqlantirib, qo‘shimcha mineral o‘g‘it berish kamaytirilsa ham yuqori hosil olish imkonini beradi. Buni o‘zimizning kontekstga tatbiq etsak, meliorativ emas qishloq xo‘jaligida azotli o‘g‘itlar cheklanib ketgan hududlarda no‘xat siderati g‘allaning ozuqa zahirasini mustahkamlaydi.[5, 6] Masalan, yuqori azot berilgan nazoratga nisbatan oz miqdordagi mineral o‘g‘it bilan siderat ta’minlangan holda hosil barqaror yuksalishi bilan kelajakda ishlab chiqilayotgan takliflarda sintetik o‘g‘itlar hajmini kamaytirish imkoniyati ham ko‘rsatilgan. Demak, loviya siderati orqali yo‘naluvchilararo o‘simlik birikmasi qo‘llanilganda o‘simlikning azot ta’minoti uyg‘unlashadi, tuproq unumdorligi yaxshilanadi va keyingi g‘alladan ko‘proq hosil olinganligi qayd etilgan.

G‘alla hosiliga salbiy omillar va chegaralar. Siderat ekinini joriy qilishda ayrim kamchiliklar ham bo‘lishi mumkin. Masalan, no‘xat o‘simligi tuproqni namlikdan nisbatan sezgir; agar qishda yoki bahorda suv yetishmasa, uni qo‘llashdan hosilni kamaytirish xavfi yuzaga keladi. Bundan tashqari, qumli-cho‘l tuproqdagi yuqori sho‘rlanishga chidamli navlar tanlanmasa, no‘xat begona o‘simlik bo‘lib qolishi mumkin. Shuningdek, loviya sideratini qo‘llash g‘alla o‘simliklari uchun tuproq namini tezroq yutib yuborishi mumkin, bu hol ayrim klimatik sharoitlarda g‘alla uchun ziyon keltirishi mumkinligi qayd etilgan. Shuning uchun no‘xat siderati g‘alla bilan almash-shaklda ekiladigan bo‘lsa, suv rejasi va tuproq namligiga e’tibor berish lozim. Tajribalarda loviya hosildorligi yuqori bo‘lgan holatlarda, agar yer hali quruq bo‘lsa, keyingi ekin boshlanishida nam bilan bog‘liq muammolar kuzatilgan (masalan, Colorado misolida loviya g‘alla oldiga etarli nam bermay talafotga uchragani qayd etilgan). Shunday ekan, siderat sifatida no‘xatning ijobiy samaralarini olish uchun urug‘ ekish va yechish

muddatlarini, tuproqni ekishdan oldin va keyin suv bilan ta’minlashni aniq rejalashtirish zarur [7].

Mahalliy sharoitga mos takliflar. O‘zbekiston, xususan Buxoro sohillari uchun yuqoridagi natijalar shuni anglatadi: no‘xat siderati joriy etish g‘alla agrotexnikasini yanada barqarorlashtiradi. Eng muhimi, loviya sideratini asosiy ikki yillik ekin (bug‘doy) bilan almashtirib qo‘yish orqali ikki muammo – tuproq sho‘rlanishi va organik modda yetishmasligini bir yoqda hal qilish mumkin. Xalqaro tajribalarga ko‘ra, loviya sideratini qo‘llash tuproq sho‘rlanishini kamaytirish (masalan, ko‘p-tadqiqotli tahlilda sho‘rlanish miqdori 30–50% ga kamaygani ko‘rsatilgan) va barqaror hosil beruvchi tuproq ekotizimini yaratish imkonini beradi [8, 9].

Xulosa va takliflar. Jondor tumani va unga o‘xshash sharoitdagi yerlar uchun olib borilgan nazariy-analitik tahlillar shuni ko‘rsatdiki, no‘xat (Pisum sativum) siderat ekini g‘alla hosildorligini sezilarli darajada oshirishga yordam beradi. Uning asosiy foydasi - tuproqdagi organik modda va azotni oshirib, hosildan oldingi tuproqni “bo‘stonga aylantirish” xususiyati orqali namoyon bo‘ladi. Ijobiy amaliy ta’siri quyidagi nuqtalarda ko‘rinadi:

- No‘xat siderati qo‘llash tuproq organik va azot zaxiralarini to‘ldiradi, keyingi g‘allaga kerakli oziq moddalar beriladi. Bu esa g‘alla hosilini nazoratga nisbatan qariyb 40-100% gacha oshirishga imkon beradi.
- Yechilgan no‘xat qoldiqlari tuproqdagi salin miqdorini chetga chiqarish va evaporatsiyani kamaytirish orqali sho‘rlanish ta’sirini susaytiradi. Bundan tashqari, tuproq strukturasini yaxshilash tuproqning suv ushlab turishini oshiradi [10].
- Keyingi ekinga kiritilishi kerakli azot hajmini kamaytirish imkoni paydo bo‘ladi: no‘xat ekini orqali 30-100+ kg/ha azot fiksatsiya qilinib, u g‘allaga beriladi. Bu gidrogeologik jihatdan suv va o‘g‘itlar qoplanmagan markazlarda agrotexnik xarajatni kamaytiradi.
- Siderat ekini va mineral o‘g‘itlarni kompleks qo‘llash natijasida nafaqat hosil oshadi, balki hosil sifati (donning oqsilligi, kleykovinasi) ham yaxshilanadi. Ilmiy tadqiqotlarda yaxshi boshqarilgan siderat va mineral o‘g‘it aralashmasi don sifati bo‘yicha ijobiy o‘zgarishlar berishi qayd etilgan [11].

Bundan kelib chiqib, tavsiyalar quyidagicha:

1. **No‘xat sideratini navli ekin daraxtiga qo‘shish.** Jondor tumanida qishki bug‘doydan keyin yoki bo‘sh maydonga iyuniy ob-havo mos kelganda qishki no‘xat yoki uni uyg‘unlaydigan boshqa loviya navlarini ekish tavsiya

qilinadi. No‘xat yerda 60–90 kun o‘sishini kutib, bokiralik boshi paytida yoki boshoqlash boshlanishida ekin yerni aralashtirilishi mumkin. Bu davrda loviya biomassasi yuqori bo‘lib, organik modda kiritilishi maksimal bo‘ladi.

2. **Azot-ta’minot bilan uyg‘unlashtirish.** Siderat ekini – faqat organik manba emas, balki qo‘shimcha azot manbai hamdir. Lekin Jondor sharoitida to‘liq sintetik o‘g‘itsiz ekin olib borish xavfli bo‘lishi mumkin. Shuning uchun no‘xat siderati bilan qo‘shimcha kam dozali NPK o‘g‘itlarining zarur miqdori birgalikda qo‘llanilishi lozim. Masalan, yuqoridagi Pokiston tajribasiga asosan qishki no‘xat plandagi boshoq davrida olib tashlangach, bug‘doy ekishdan oldin maydonga 60–90 kg/ha azotli o‘g‘it berib, mavsumiy qo‘shimcha tarqatishni rejalashtirish mumkin. Minerallar bilan birgalikda organikazot ta’minoti sog‘lom hosil hosil bo‘lishini ta’minlaydi.[12]

3. **Sug‘orish.** Buxoro iqlimida kam yog‘ingarchilik tufayli yaxshi sug‘orish tizimi zarur. No‘xat sideratidan maksimal foyda olish uchun, ayniqsa qishning oxiri bahordagi sug‘orish rejimiga e’tibor qaratish muhim. Yozda loviya tuproqdagi namlikni haddan tashqari yutmasligi uchun sug‘orish hajmini boshqarish lozim. Quruq va yirik maydonlarda braun bo‘ston tizimi yordamida haroratni pasaytirish usullari qidirilsa, no‘xat begona o‘simlik bo‘lib qolish xavfi ham kamayadi.[13]

4. **Kelgusida mahalliy tajribalar.** Nazariy tahlil asosida olingan xulosalarni tasdiqlash uchun Buxoro (shu jumladan Jondor) sharoitida tajribalar o‘tkazish lozim. Masalan, turli sho‘rlik darajalarida no‘xat siderati va g‘alla navlari taqqoslab ko‘rilishi, paxtazor algoritmlarini boshlash, azot miqdorini oshirish kamaytirish usullari sinovdan o‘tkazilishi zarur. Bunday tadqiqotlarda gulzor, no‘xat, lobiya yoki mixek kabi turli sideratlar, turli g‘alla navlari kombinatsiyalari sinovdan o‘tkazilib, hududga mos texnologiya ishlab chiqilishi tavsiya etiladi [14].

Xulosa qilib aytganda, loviya sideratlari – xususan no‘xat – O‘zbekistonning sho‘rlangan ekin yerlarida barqaror boshqarish usullaridan biri hisoblanadi. U organik moddani boyitadi, tuproq strukturasini yaxshilaydi va keyingi g‘alla hosilini orttirishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi. Jondor sharoitida no‘xat sideratini aqlli tarzda, to‘g‘ri nav va agrotexnika bilan qo‘llash orqali g‘alla hosildorligini sezilarli darajada oshirish va yer unumdorligini qayta tiklash mumkin.[15] Bu tavsiyalar nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham foydali bo‘lib, mahalliy fermer va fermer xo‘jaliklariga sho‘rlangan yerlarda g‘alla yetishtirishda o‘z ijobiy natijasini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1. Bhardwaj, K. K. (2016). *Salinity stress and its impact on legume crop productivity: A review*. Agricultural Reviews, 37(3), 228–234. https://doi.org/10.18805/ar.v37i3.7755
2. Chen, H., Li, X., Hu, F., & Shi, W. (2013). Soil organic carbon and total nitrogen stocks as affected by different land uses in saline soil in North China. *Catena*, 101, 62–69. https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.09.007
3. Cherr, C. M., Scholberg, J. M. S., & McSorley, R. (2006). Green manure approaches to crop production: A synthesis. *Agronomy Journal*, 98(2), 302–319. https://doi.org/10.2134/agronj2005.0035
4. Cook, R. J., & Veseth, R. J. (1991). *Wheat health management*. APS Press.
5. Daryanto, S., Wang, L., & Jacinthe, P. A. (2017). Meta-analysis of phosphorus loss from no-till soils. *Journal of Environmental Quality*, 46(5), 1028–1037. https://doi.org/10.2134/jeq2017.03.0122
6. Farooq, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. M. (2012). *Plant drought stress: Effects, mechanisms and management*. Springer.
7. Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). *Saline soils and their management in arid regions*. FAO Soils Bulletin No. 59.
8. Giller, K. E. (2001). *Nitrogen fixation in tropical cropping systems* (2nd ed.). CABI Publishing.
9. Jiang, Y., Zhang, Y., Li, H., & Wang, Y. (2021). Effects of green manure crops on soil properties and crop yield in saline soils: A global meta-analysis. *Agricultural Systems*, 188, 103051. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103051
10. Kassam, A., Friedrich, T., Derpsch, R., & Kienzle, J. (2015). Overview of the worldwide spread of conservation agriculture. *Field Actions Science Reports*, (8), 1–11.
11. Khan, M. I., Ahmad, F., Iqbal, M., & Shahid, M. (2020). Integration of green manure legumes and nitrogen fertilizer improves wheat productivity and soil health under semi-arid conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 66(6), 757–770. https://doi.org/10.1080/03650340.2019.1636227
12. Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875–5895. https://doi.org/10.3390/su7055875
13. Marschner, H. (2012). *Marschner’s Mineral Nutrition of Higher Plants* (3rd ed.). Academic Press.
14. McKenzie, R. H. (2005). *Agronomic practices for improving cereal production on saline soils*. Alberta Agriculture and Forestry Publications.
15. Zahran, H. H. (1999). Rhizobium-legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 63(4), 968-989.

UO‘K: 633.11:631.52

BUG‘DOYNING NODIR NAVINI YETISHTIRISH

Maxmudov Dostonbek Rustambek o‘g‘li
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti o‘qituvchisi
E-mail: mahmudovdostonbek4@gmail.com

Annotatsiya: Bug‘doy-jahon miqyosida eng muhim qishloq xo‘jaligi ekinlaridan biridir. U insoniyatning asosiy oziq-ovqat manbai bo‘lib, dunyoning ko‘plab mintaqalarida yetishtiriladi. Bug‘doyning turli navlari bo‘lib, har biri o‘ziga xos agrotexnik xususiyatlarga ega. Ushbu maqolada O‘zbekistonning yetakchi navlaridan biri bo‘lgan Nodir navining ekish texnologiyasi, agrotexnik talablari va iqtisodiy samaradorligi o‘rganiladi.

Kalit so‘zlar: Bug‘doy, oziq-ovqat, agrotexnik, shudgor, sug‘orish rejasi, o‘g‘itlash, suv sarfi, yomg‘irlatib sug‘orish tizimi, sug‘orish texnologiyasi.

Аннотация: пшеница-одна из важнейших сельскохозяйственных культур во всем мире. Он являеця основным источником пищи для человечества и выращиваеця во многих регионах мира. Это разные сорта пшеницы, каждый со своими агротехническими характеристиками. В данной статье будут рассмотрены технология посадки, агротехнические требования и экономическая эффективность одного из ведущих сортов Узбекистана-редкого сорта.

Ключевые слова: пшеница, продукты питания, агротехника, плуг, план полива, удобрение, расход воды, система дождевого орошения, технология орошения.

Annotation: wheat is one of the most important agricultural crops on a global scale. It is the main food source of humanity and is cultivated in many regions of the world. There are different varieties of wheat, each with its own agrotechnical properties. This article will study the planting technology, agrotechnical requirements and economic efficiency of one of the leading varieties of Uzbekistan, the nadir variety.

Keywords: wheat, food, agrotechnician, plow, irrigation plan, fertilizing, water consumption, rain irrigation system, irrigation technology.

Kirish. Iqlim o‘zgarishi global muammoga aylangan hozirgi davrda suv resurslaridan tejamkorlik bilan samarali foydalanish kun tartibiga chiqdi. Buning ustiga bashariyatning cheklangan zahira lari tugab qolishi mumkin bo‘lgan tabiiy suvdan isrofgarchilik bilan foydalanishi, nufus qonunlariga binoan aholi sonining va iste’molining to‘xtovsiz ortishi, yuqori iqtisodiy o‘sish sur’atlari tufayli O‘zbekistonda suvga bo‘lgan talab oshib bormoqda. Dunyo, shu jumladan, O‘zbekiston aholisi sonining ortib borishi oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan

talabni yildan-yilga ortishiga sabab bo‘lmoqda. Oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarishning asosiy manbai bo‘lgan suv resurslarining mavjud miqdorlari esa kamayib borayotgan bir sharoitda, ulardan foyda lanishning samarali usullarini ishlab chiqish, mavjud suv resurs laridan tejamli ravishda foydalanish masalasi kundan-kunga dolzarb bo‘lib bormoqda. Bunday sharoitda, dunyoning aksariyat mamlakatlarida suvni eng ko‘p ishlatuvchi qishloq xo‘jaligi sohasida suvni behudaga isrof qilmasdan, tejab-tergab ishlatish maqsadida ekinlarni sug‘orishning suv tejovchi texnologiyalaridan foydalanish keng joriy qilinmoqda. Bu borada Isroil, Yaponiya, Iordaniya, Xitoy, AQSh, Italiya, Turkiya, Yunoniston (Gretsiya), Avstraliya va Hindiston kabi davlatlar katta natijalarga erishgan. Osiyo qitasining markazida, okean va dengizlardan minglab kilometr uzoqda joylashgan, davlatimiz Dunyo okeaniga chiqish uchun yana kamida 2 ta davlat sarhadlarini kesib o‘tish talab etiladigan dunyodagi bori-yo‘g‘i 2 davlatning biri bo‘lgan serquyosh vatanimiz qurg‘oq va issiq mintaqada joylashgan.

Adabiyotlar sharxi. Respublikamizda kuzgi bug’doy navlaridan yuqori va barqaror, sifatli hosil yetishtirish uchun viloyatlarning turli tuproq iqlim sharoitilarida ularning ekish muddatlari, sug’orish tartiblari, ma’dan o’g’itlarni qo’llash me’yorlari va muddatlarini o’rganish bo’yicha qator olimlar, jumladan, V.Egorov, N.Minashina, A.Nerozin, N.Bespalov, V.Legostaev, N.Reshitkina, Q.Mirzajonov, B.Axmedov, A.Ramazonov, A.Avliyoqulov, M.Xamidov, B.Xoliqov, V.Nasonov, M.Yaqubov, A.Isashev, R.Siddiqov, N.O’razmatov, S.Isaev, S.Abduraxmanov va boshqalar, xorijda esa Sh.Asgar, M.S.Baloch, R.Costa, M.Fazal, A.Hossain kabi olimlar tomonidan keng qamrovli tadqiqotlar olib borilgan.

Lekin Andijon viloyatining o’tloqi bo’z tuproqlari sharoitida kuzgi bug’doyning yangi navlarida yomg’irlatib sug’orish usulida sug’orish tartiblari va texnika elementlari ularning o’sishi, rivojlanishi, don hosildorligi va sifat ko’rsatkichlariga bog’liq holda o’rganish yuzasidan ilmiy tadqiqot ishlari yetarlicha olib borilmagan.

Nodir navining yuqori hosildorligi, tez pishishi va issiqlikka chidamliligi kabi afzalliklari uni qishloq xo‘jaligida keng qo‘llaniladigan ekinlardan biriga aylantirgan. Mazkur maqolada 2 gektar maydonga Nodir navini yetishtirishning agrotexnikasi, ekish jarayoni, sug‘orish, o‘g‘itlash, hosilni hisoblash bo‘yicha tavsiyalar keltiriladi.

Material va uslublar. Tadqiqotlarda tuproq va o’simlik namunalari, laboratoriya tahlillari, fenologik kuzatuvlar va o’lchovlar «Dala tajribalarini

o’tkazish uslublari», « Методика полевого опыта », tuproqning agrofizik va agrokimyoviy tahlillari « Методы агрохимических и агрофизических исследований в поливных хлопковых раёнах полевых и вегетатсионных опытов с хлопчатником» uslubnomalari asosida amalga oshirilgan. Olingan ma’lumotlar B.A.Dospexovning ko’p omilli uslubi yordamida matematik ishlovdan o’tkazilgan va SAS dasturi orqali statistik tahlil qilingan.

O’zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-son O’zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo’yicha harakatlar strategiyasi to’g’risida»gi farmoni va mazkur faoliyatga tegishli me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada hizmat qiladi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi.

Ilk bor Andijon viloyatining o’tloqi bo’z, mexanik tarkibiga ko’ra o’rta-og’ir qumoq, sizot suvlari sathi 1,5-2,0 metr chuqurlikda joylashgan tuproqlar sharoitida bug’doyning yangi navidan yuqori va sifatli don hosili yetishtirishda suv tejamkor yomg’irlatib sug’orish texnologiyasini aniqlash;

suvtejamkor yomg’irlatib sug’orish texnologiyasining bug’doyning yangi navining o’sishi, rivojlanishi, hosildorligi sifat ko’rsatgichlariga ta’siri aniqlash.

Kuzgi bug’doyni yangi navlarinit maqbul sug’orish me’yorlarini 1 ts bug’doy hosili uchun sarflangan suv sarfi va suv iste’molni aniqlash.

Natija va munozaralar.

Yomg’irlatib sug’orish tizimi sxemasini belgilash va gidravlik hisoblash.

Qurilajak yomg’irlatib sug’orish tizimining plan-sxemasi tuzilib yomg’irlatib sug’orish rejalashtirilgan dalaning xaritasiga tushirib chiqiladi. Sxema asosida suv yetkazib beruvchi va suv tarqatuvchi quvurlarning masofalari, quvurlar yordamida yetkazib beriladigan suvning har bir tarqatuvchi quvurdagi va tizimdagi umumiy sarflari aniqlanadi. Ekin dalasiga o’rnatish mo’ljallangan yomg’irlatib sug’orish tizimining plan**.**

Buning uchun tizimning gidravlik hisobi bajariladi. Yomg’irlatib sug’orish tizimining gidravlik hisobi ekin dalasidagi yomg’irlatib sug’orish tizimini ishlashi uchun yetarli bosim yaratish va yetarli miqdorda suv yetkazib berishga imkoniyat yaratadigan quvurlarning eng avfzal diametrini belgilash uchun bajariladi.

Gidravlik hisob natijasida tizim quvurlaridagi suv sarflarining umumiy yig’indisi va eng uzoqdagi nuqtagacha bo’lgan bosim isroflari yig’indisi asosida tizimning ruxsat etiladigan suv sarfi va bosimi aniqlanadi. Bunda har bir yomg’irlatgichning (0,5-0,7 l/s), har bir tarqatuvchi quvurning suv sarflari (3-3,5

l/s) va butun yomg’irlatib sug’orish tizimining umumiy suv sarfi (12-15 l/s) alohida aniqlab chiqiladi. Bu ko’rsatkich yomg’irlatib sug’orish tizimi nasos qurilmasining hisobiy suv sarfi sifatida qabul qilinadi. Yomg’irlatib sug’orish tizimining hisobiy suv sarfini aniqlash sxemasi 32 100 kitob to’plami Yomg’irlatib sug’orish tizimi nasos qurilmasini bosimini aniqlash uchun tizimning nasos qurilmasiga ulanadigan nuqta bilan tizimning eng uzoqdagi yomg’irlatgichi joylashgan nuqta oralig’ida tizim bosh va tarqatuvchi quvurlarida yo’qotiladigan bosim isroflari ko’rsatkichlarining yig’indisi aniqlanadi.

Quvurlardagi bosim isroflari polietilen quvurlar uchun SHevelev jadvallari asosida bajarilgan gidravlik hisob asosida aniqlandi. Yomg’irlatib sug’orish tizimi sxemasining eng oxirgi qatoridagi tarqatuvchi quvur va suv yetkazib beruvchi quvurda (nasos qurilmasidan eng uzoqdagi tarqatuvchi quvurgacha bo’lgan masofada) yo’qotiladigan bosim isroflari ko’rsatkichlarining yig’indisi tizimdagi umumiy bosim yo’qotilishini ko’rsatadi.

Bunda yomg’irlatib sug’orish tizimining ishlashi uchun zarur bo’ladigan bosim tizimda qo’llanilgan yomg’irlatgichning ishlashi uchun zarur bo’ladigan bosim (odatda 25-30 metr), suv yetkazib beruvchi va tarqatuvchi quvurlarda (nasos qurilmasidan eng uzoqda joylashgan tarqatuvchi quvur) yo’qotiladigan va mahalliy qarshiliklar uchun yo’qotiladigan bosimlarning (bosim yo’qotilishining 10% iga teng) jami yig’indisi sifatida aniqlanadi.

Aniqlangan yig’indi bosim yomg’irlatib sug’orish tizimining hisobiy bosimi sifatida qabul qilinadi. 33 Qishloq xo’jalik ekinlarini sug’orish usullari 89-kitob va suv tejamkor sug’orish texnologiyalari Yomg’irlatib sug’orish tizimining gidravlik hisobi natijasida aniqlangan hisobiy suv sarfi (keltirilgan misolda Q = 50,4 m^3 /soat) va hisobiy bosim isrofi (H=38,0 m) asosida yomg’irlatib sug’orish tizimini ishlashi uchun imkoniyat yarata oladigan nasos qurilmasi tanlanadi (keltirilgan misolda suv sarfi - Q=60 m^3 /soat va umumiy bosimi H=60 m). Suv yetkazib beruvchi quvur (bosh quvur) suvni nasos tizimining bosimli quvuridan olib tarqatuvchi quvurlargacha yetkazib beradi. Suv yetkazib beruvchi quvur (bosh quvur) odatda katta bosimga chidaydigan polietilendan tayyorlanadi va uning diametri 75 mm, devorining qalinligi 4,5 mm kattalikda tanlanadi.

Tadqiqot uslubiyati va tajriba tizimi.

Dala, laboratoriya tadqiqotlari va fenologik kuzatuvlar Paxta selektsiyasi, urug’chiligini yetishtirish agrotexnologiyalari ilmiy-tadqiqot institutining “Dala tajribalarni o’tkazish uslublari” (O’zPITI, 2007 yil), “Метод агрохимических и

агрофизических исследований в поливных хлопковых раёнах” uslubiy qo’llanmalari asosida bajarildi.

Olingan ma’lumotlar aniqligi va ishonchliligi umumqabul qilingan B.A.Dospexovning ko’p omilli uslubi hamda SPSS (Statistical Package for Social Science) компьyuter dasturi yordamida matematik-statistik tahlil qilindi.

Tajriba variantlari bir yarusda 4 qaytariqda joylashtirilgan. 1 chi variant maydoni-608 m^2, uzunligi 100 m va eni 6.08 m. 1 qaytariq maydoni-608 m^2 x 4=2432 m^2. Tajriba dalasining umumiy maydoni 2432 m^2 x4=9728 m^2 yoki 0.97 getarni tashkil etadi va quyidagi tartib larda sug‘orish bajariladi.

Agrofizikaviy izlanishlar. Tajriba qo’yishdan oldin (kuzda) tuproq kesmasi ochilib, tuproqning morfologik tuzilishi genetik qatlamlar bo’yicha tavsiflandi, bir vaqtning o’zida tuproqning tabiiy namligi va undan suv zahirasi termostat torozi va neytron nam o’lchagich “Hydroprobe-503 DR” , hajm og’irligi esa N.A.Kachinskiy usuli bilan kesuv tsilindrlar yordamida har 10 sm qatlam bo’yicha aniqlandi. Mazkur genetik qatlamlarda 2-3 kg miqdorda tuproq namunalari olinib, ularda tuproqning mexanik tarkibi N.A.Kachinskiy usulida, umumiy g’ovakligi maxsus formula yordamida aniqlandi. Bu ko’rsatkichlar yilma-yil mavsumning oxirida barcha variantlarda takrorlandi. Agrotexnikaviy dala tajribalari olib borishda tuproqning suv fizik xususiyatlarini bilish taqazo etiladi. Bu yo’nalishda quyidagi tadqiqotlar o’tkazildi;

Tuproqning cheklangan dala nam sig’imi (CHDNS) - 1x1 m lik chegaralangan maydonchalarda, suv o’tkazuvchanlik 6 soat davomida Dolgov doiralari yordamida tajribaning boshida va amal davri ohirida aniqlanadi. Alohida-alohida (ildiz, poya va boshqa) bo’laklarga bo’linib soyada quritilib o’simlikning quruq massasi aniqlandi, keyinchalik tegirmonda yaxshilab maydalanib kimyoviy tahlillarga tayyorlandi.

1-jadval

Tajriba tizimi

Variantlar	**Sug’orish usuli va tuproqning sug’orishdan oldingi namlikCHDNSga nisbatan %**	**Hisobiy namlik qalinligi, sm**		
		ekish-to’plash davrida	**gullash boshoqlash davrida**	**pishish davrida**
Kuzgi bug’doyning yangi navlari				
1	Egatlab sug’orish (nazorat) 70-70-60	0-50	0-70	0-100
2	Yomg’irlatib sug’orish 70-70-60	0-50	0-70	0-100

3	Egatlab sug’orish 65-65-60 (nazorat)	0-50	0-70	0-100
4	Yomg’irlatib sug’orish 65-65-60	0-50	0-70	0-100

O’simliklar to’la boshoq hosil qilgandan keyin 1ta o’simlikdagi hosil bo’lgan boshoqlar soni aniqlandi. Buning uchun bo’linmada (ikki takrorlanishning hamma variantlarida) oldingi belgilangan yuz dona o’simlikning har bittasidagi hosil poyalari sanalib, 1ta o’simlikda o’rtacha chiqarildi. Kuzgi bug’doyning sut – mum pishish davrida $1m^2$ dagi maxsuldor poyalar soni hisoblandi. Bu ish ikki takrorlanishining hamma variantlarida 1-bo’linmaning hududida esa 3 fizik maydonchada bajarildi. Mahsuldor poyalar deb o’simlikdagi eng baland poyaning 1/3 qismidan baland bo’lgan poyaga aytiladi. Kuzgi bug’doyning sut-mum pishish davrida tajribaning 2 qaytariqning hamma variantlarida belgilab qo’yilgan o’simliklarda (100 dona) boshoqning uzunligi o’lchandi va boshoqchalar soni topildi.

Sug’orishlar ustidagi kuzatuvlar. Sug’orishlar tajriba tizimiga binoan belgilangan tartibda kuzgi bug’doyning rivojlanish davrlarini inobatga olgan holda o’tkazildi. Bunda urug’ ekilishi bilan nam suvi berildi. Keyingi mavsumiy sug’orishlar bug’doyning unib chiqishi, tuplash, naychalash, boshoqlash va sut-mum pishish davrlariga to’g’ri keldi. Ob-havo quruq kelgan yillari esa to’liq va boshoq don hosili olish uchun mum-pishish va to’la pishish davrlarida ham yengil sug’orish o’tkazish maqsadga muvofiq bo’ldi. Sug’orishni belgilashda naychalash davrigacha 0-50 sm, keyingi davrlarida esa 0-70 sm li tuproq qatlami hisobga olindi.

Sug’orish ishlari tuproq namigi nisbatan (CHDNS) 65-65-60, 70-70-60, 70-70-70, 70-80-70,% tartibda amalga oshirildi.

Beriladigan suvlar “Tomson” 90^0 li suv o’lchagichi yordamida hisoblandi. Ekinlarni yaxshi o’sishi va rivojlanishida tuproqning fizik xossalari muhim o’rin tutadi. CHunki, tuproqdagi kimyoviy va biokimyoviy jarayonlar, ayniqsa suv, havo va issiqlik rejimi tuproqning fizik xossalariga, ya’ni hajm massasi, zichligi va g’ovakligiga bog’liq. Agar tuproqni fizik xossalari yaxshi bo’lsa, uning unumdorligi hamda hosil bera olish qobiliyati ortadi. SHuningdek, tuproqning fizik xossalariga turli omillar va agrotexnik tadbirlar bevosita o’z ta’sirini ko’rsatadi.

Tuproqning hajm massasi asosiy fizik ko’rsatkichlardan biri hisoblanib, uning ortishi yoki kamayishi avvalo almashlab ekish tizimiga bog’liq. Almashlab ekish tizimi deganda barcha ekinlar orasida tuproqni fizik, agrokimyoviy xossalarini yaxshilovchi ekin beda ekanligini ta’kidlaydi. Olib borilgan izlanish

natijalariga ko’ra, bedapoya haydalgan daladagi tuproqning hajm massasi, eskidan haydalib kelinayotgan yerlarga nisbatan kamroq bo’lgan. Ma’lumotlar shuni ko’rsatadiki, tuproq hajm massasi o’simlikning maqbul o’sib va rivojlanishi uchun katta ahamiyatga ega. CHunki tuproq hajm massasi yaxshi bo’lgandagina ekinlardan yuqori hosil olish mumkin.

Muhokamalar. Tajriba qo’yishdan oldin tuproqqa dastlabki agrokimyoviy tavsif berish maqsadida dala maydonidan konvert usulida tuproq namunalari 0-30, 30-50 sm li qatlamlardan olindi. Bu tuproq namunalaridan umumiy chirindi (I.V.Tyurin usulida). Yalpi NRK (И.М.Мальтсева), nitratli azot (ionometrik asbobda), harakatchan fosfor va almashinuvchi kaliy (P.V.Protasov usulida) miqdorlari aniqlandi.

Biometrik o’lchov va kuzatuvlar. Urug’ unib chiqqandan keyin va bug’doy yetilib pishgan davrda tajriba variantlari bo’ylab hamma qaytariqlarda haqiqiy ko’chat qalinligi aniqlandi. Kuzgi bug’doyning naychalash, boshoqlash, sut-mum pishish va pishish davrlarida o’simlikning bo’yi o’lchandi.

Bu o’lchovlar tajribani hamma variant va qaytariqlarda bajarildi. Buning uchun bug’doyning naychalash davrida har bir varianda 100 tadan o’simlik belgilab qo’yildi. Keyingi o’lchovlar ham shu belgilangan o’simliklarda bajarildi. O’simlik namunalari quyidagi miqdorda olindi: to’plashda 50 dona, naychalashda 25 dona, boshoqlashda 10 dona, sut-mum pishish va yetilib pishish davrida 5 donadan. Olingan o’simlik namunalari tuplash, naychalash, boshoqlash, sut-mum pishish davrlarida (to’la butunligicha), yetilib pishish davrida. Sug’orishda berilgan suv miqdori egatlab sug’orilgan nazorat variantida “Tomson” 90^0 li suv o’lchash moslamasi yordamida o’lchanib dalaning boshida har bir qaytarilishiga suv kirishi va oqavaga chiqish joylarida tovoni 90^0 li Tomson suv o’lchagichi yordamida o’lchandi.

Yomg’irlatib sug’orilgan variantlarda o’simlikning evapotranspiratsiya koeffitsienti miqdoriga qarab belgilanadi. Shu bilan birgalikda tuproq zarrachalarini donadorlik darajasi kesmadan olingan namunalarda va mavsum davomida o’simliklarni asosiy rivojlanish davrlari bo’yicha quyidagicha 0-50 sm chuqurlikkacha har 10 sm qatlamlarda, keyinchalik esa har bir genetik qatlamlar bo’yicha aniqlanadi.

Xulosa. Tajriba 2 gektar maydonda kuzgi bug’doyning “**Nodir” navida yomg’irlatib sug’orish usulini ilmiy asoslash** mavzusida ilmiy ish davom etdirilmoqda. Tajriba 15.10.2024 yilda xaydov oldidan gektariga 200 kg fosfor, 50 kg kaliy o’g’iti berildi 16.10.2024 yilda yer xaydaldi. 18.10.2024 yilda yer

tekislandi. 22.10.2024 ylida kuzgi bug’doynig “Nodir” navining urug’i gektariga 200 kg dan ekildi. 2.03.2025 yilda gektariga 150 kg karbamid o’g’iti berildi.

Yomg’irlatib sug’orilgan variantlarda 6 marta sug’orildi. 1 chi sug’orish 23.10.2024 yilda yomg’irlatib 300 m^3/ga miqdorda sug’orildi. Keyingi sug’orishlar 03.03.2025 yilda, 25.03.2025 yilda, 05.04.2025 yilda, 25.04.2025 yilda va keyingisi 01.05.2025 yilda amalga oshirildi.

Egatlab sug’orish (nazorat) cheklangan dala nam sig’imiga nisbatan 70-70-60% varianta bug’doy ekilgandan so’ng 23.10.2024 yilda 800 m^3/ga miqdorda sug’orildi. Keyingi sug’orishlar 03.03.2025 yilda, 25.03 2025 yilda amalga oshirildi.

Tajribada kuzgi bug’doyning biometrik o’lchov va kuzatuvlar olib borildi. Urug’ unib chiqqandan keyin va bug’doy yetilib pishgan davrda tajriba variantlari bo’ylab hamma qaytariqlarda haqiqiy ko’chat qalinligi 1 m^2 da o’rtacha 540 dona ekanligi aniqlandi. Kuzgi bug’doyning naychalash, boshoqlash, sut-mum pishish va pishish davrlarida o’simlikning bo’yi o’lchandi. Bu o’lchovlar tajribani hamma variant va qaytariqlarda bajarildi. Buning uchun bug’doyning naychalash davrida har bir varianda 100 tadan o’simlik belgilab qo’yildi. Keyingi o’lchovlar ham shu belgilangan o’simliklarda bajarildi. Tajribalar yakunlangach ma’lumotlar qaytadan olinib tahlil qilinadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O’zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-son “O’zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo’yicha harakatlar strategiyasi to’g’risida”gi farmoni.
2. Mamatov S.A., Zaks I.A, Burxonjonov B.Sh. Toshkent 2022 yil. “Suv tejovchi sug‘orish texnologiyalari”.
3. Safarov, I.X. (2024). PROBLEMS OF ASSESSING THE RELIABILITY OF INPUT DATA IN INFORMATION SYSTEMS. Экономика и социум, (6-1 (121)), 582-585. https://cyberleninka.ru/article/n/problems-of-assessing-the-reliability-of-input-data-in-information-systems.
4. 10. Safarov, I. (2023). AUTOMATION OF CLEAN DRINKING WATER SUPPLY PROCESSES IN AGRICULTURE SYSTEMS. Экономика и социум, (11 (114)-2), 390-393. https://cyberleninka.ru/article/n/automation-of-clean-drinking-water-supply-processes-in-agriculture-systems.
5. Xasanovich,S.I.,&Azimjon o‘g‘li, M. X. (2025). Gidroturbinalarni dinamik kuchlarini tahlili. Izlanuvchi, 1(4),22-25. https://phoenixpublication.net/index.php/Izlanuvchi/article/download/2268/1894
6. Yigitaliyev, M. S. (2023). Providing optimum operation modes of small photoelectric plants for autonomous electricity consumers. Экономика и

социум, (11 (114)-1), 452-455. https://cyberleninka.ru/article/n/providing-optimum-operation-modes-of-small-photoelectric-plants-for-autonomous-electricity-consumers.

7. Komiljonov, J. O., & Tojimurodov, D. D. (2024). Exploring methods of adjusting the speed of an asynchronous motor. Экономика и социум, (4-1 (119)), 254-257. https://cyberleninka.ru/article/n/exploring-methods-of-adjusting-the-speed-of-an-asynchronous-motor.

8. Mamajonov, X. (2023). Induksion tortish motorining termal modeli. Ekonomi va sotsium,(11 (114)-2), 222-225. https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/3244/1/060018/3322884/Modeling-the-structures-of-three-phase

9. Dadajonov, M. N. (2024). Oziq-ovqat mahsulotlarini ozuqaviy imkoniyatini oshirish imkoniyatlari. Iqtisodiyot va jamiyat , (10-2 (125)),133-138. https://scholar.google.com/scholar?cluster=11117169799618820838&hl=en&oi=scholarr

10. Axmedov, D., & Azimov, A. (2022). Application of demphers in inverters of solar power systems. Экономика и социум, (6-2 (97)), 29-32. https://cyberleninka.ru/article/n/application-of-demphers-in-inverters-of-solar-power-systems

11. Mannobjonov, B. Z., & Azimov, A. M. (2022). New innovations in greenhouse control systems & technology. Экономика и социум, (7 (98)), 95-98. https://cyberleninka.ru/article/n/new-innovations-in-greenhouse-control-systems-technology

12. Mannobjonov, B., & Azimov, A. (2022). Nutrients in the root residues of secondary crops. Экономика и социум, (6-2 (97)), 126-129. https://cyberleninka.ru/article/n/nutrients-in-the-root-residues-of-secondary-crops.

13. Исашов, А., Махмудов, Д., & Қамбаров, Ш. (2022). Хайдовдан кейинги чуқур юмшатиш агротехникаси билан томчилатиб суғориш усулини қўллашнинг тупроқ ҳажм массасига таъсири. International scientific journal of Biruni, 1(1), 22-27. https://cyberleninka.ru/article/n/haydovdan-keyingi-chu-ur-yumshatish-agrotehnikasi-bilan-tomchilatib-su-orish-usulini-llashning-tupro-azhm-massasiga-tasiri

14. Хасанова, О. А. (2023). Писта шаклларини танлаш, ўрганиш ва вегетатив кўпайтириш услублари. Science and Education, 4(11), 45-51. https://cyberleninka.ru/article/n/pista-shakllarini-tanlash-rganish-va-vegetativ-k-paytirish-uslublari

15. Maxmudov, D. (2024). Meliorativ obektlarning turlari va ularda amalga oshiriladigan meliorativ tadbirlar orqali erishiladigan natijalar. Экономика и социум, (3-1 (118)), 267-270.

https://cyberleninka.ru/article/n/meliorativ-obektlarning-turlari-va-ularda-amalga-oshiriladigan-meliorativ-tadbirlar-orqali-erishiladigan-natijalar

16. Baxtiyorov A. (2019). Nodir navining agrotexnik xususiyatlari. Qishloq xo‘jaligi ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent.

17. Teshaboyev Z. (2021). Nodir navining sifat va hosildorlikka ta’siri. O‘zbekistan qishloq xo‘jaligi ilmiy jamiyati, Toshkent.

18. Ruziev Q. (2020). Bug‘doy yetishtirishda suv tejamkor texnologiyalarni qo‘llash. O‘zbekiston ilmiy axborot markazi, Toshkent.

19. Karimov M., Tursunov A. (2022). Yomg‘irlatib sug‘orish tizimlari va ularning samaradorligi. “Agrotexnika” jurnali.

20. Isakov R. (2021). “Bug‘doy yetishtirishning zamonaviy texnologiyalari”. O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent.

UO‘T: 681.5 628.292

OQOVA SUVLARNI AVTOMATLASHTIRISH: TEXNOLOGIYALAR VA AFZALLIKLARI

Dadajanov Muzaffar Navruz o’g’li
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti stajor o’qituvchisi
Turg̀unova Moxlaroy Òtkirbek qizi
Andijon qishloq xo‘jaligi agrotexnologiyalar instituti talabasi

Annotatsiya: So‘nggi yillarda o‘qova suvlarni boshqarishda avtomatlashtirish texnologiyalari keng qo‘llanilib, jarayonlarni samarali va tejamkor qilmoqda. Ushbu maqolada o‘qova suvlarni avtomatlashtirishning asosiy jihatlari, texnologiyalari va afzalliklari haqida so‘z yuritamiz.
Kalit so’zi: ishlatilgan suvlar ularni tozalash SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) sun’iy intellect DO (Dissolved Oxygen).

Аннотация:В последние годы технологии автоматизации широко применяются в управлении сточными водами, делая процессы более эффективными и экономичными. В этой статье мы рассмотрим основные аспекты, технологии и преимущества автоматизации очистки сточных вод.
Ключевые слова: использованная вода, ее очистка, SCADA (диспетчерский контроль и сбор данных), искусственный интеллект, РК (растворенный кислород).

Annotation: In recent years, automation technologies have been widely used in wastewater management, making processes more efficient and cost-effective. In this article, we will discuss the main aspects, technologies, and advantages of wastewater automation
Keywords: used water, its purification, SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), artificial intelligence, DO (Dissolved Oxygen).

Kirish. Oqova suvlar – bu uy-joy, sanoat va qishloq xo‘jaligi faoliyatidan kelib chiqadigan ishlatilgan suvlar bo‘lib, ularni tozalash va qayta ishlash ekologik muvozanatni saqlash va suv resurslarini tejash uchun muhim ahamiyatga ega. So‘nggi yillarda o‘qova suvlarni boshqarishda avtomatlashtirish texnologiyalari keng qo‘llanilib, jarayonlarni samarali va tejamkor qilmoqda. Ushbu maqolada o‘qova suvlarni avtomatlashtirishning asosiy jihatlari, texnologiyalari va afzalliklari haqida so‘z yuritamiz.

Oqova suvlarni avtomatlashtirish nima? O‘qova suvlarni avtomatlashtirish – bu o‘qova suvlarni yig‘ish, tozalash va qayta ishlash jarayonlarini avtomatik boshqaruv tizimlari yordamida optimallashtirishni anglatadi. Bu jarayonlarda sensorlar, datchiklar, avtomatik nasoslar, SCADA

(Supervisory Control and Data Acquisition) tizimlari va sun’iy intellekt kabi zamonaviy texnologiyalar qo‘llaniladi. Avtomatlashtirishning maqsadi – inson aralashuvini minimallashtirish, xarajatlarni kamaytirish va tozalash jarayonlarining samaradorligini oshirishdir.

Asosiy texnologiyalar. Oqova suvlarni avtomatlashtirishda quyidagi texnologiyalar muhim rol o‘ynaydi:

1. Sensorlar va Datchiklar Suv sifatini (pH, o‘tkazuvchanlik, ifloslantiruvchi moddalar miqdori) o‘lchash uchun sensorlar ishlatiladi. Oqim o‘lchagichlari va bosim datchiklari suv oqimini monitoring qilishda yordam beradi. Masalan, DO (Dissolved Oxygen) sensorlari biologik tozalash jarayonlarida kislorod darajasini nazorat qiladi.

2. Avtomatik Nasoslar va Klapanlar - O‘qova suvlarni tashish va tozalash bosqichlarida avtomatik nasoslar ishlatiladi.Klapanlar suv oqimini yo‘naltirish va jarayonlarni boshqarish uchun avtomatlashtirilgan.

3. SCADA Tizimlari - SCADA tizimlari real vaqt rejimida ma’lumotlarni yig‘ish, tahlil qilish va jarayonlarni vizualizatsiya qilish imkonini beradi.Operatorlar ushbu tizim yordamida tozalash inshootlarini masofadan boshqarishi mumkin.

4. Sun’iy Intellekt va Mashinaviy O‘qitish - AI algoritmlari o‘qova suvlar tarkibini tahlil qilib, tozalash jarayonlarini optimallashtiradi. Masalan, mashinaviy o‘qitish modellari ifloslantiruvchi moddalar miqdorini bashorat qilish va energiya sarfini kamaytirishda yordam beradi.

5. IoT (Internet of Things) - IoT qurilmalari o‘qova suv inshootlaridagi barcha qurilmalarni bir tarmoqqa ulaydi. Bu tiz Tell tizimlar ma’lumotlarni bulutli platformalarda saqlash va tahlil qilish imkonini beradi.

Avtomatlashtirishning Afzalliklari. O‘qova suvlarni avtomatlashtirish quyidagi afzalliklarni taqdim etadi:

1. Samaradorlikni Oshirish - Avtomatik tizimlar jarayonlarni real vaqt rejimida monitoring qilib, tezkor qarorlar qabul qilish imkonini beradi. Bu tozalash jarayonlarining sifati va tezligini oshiradi.

2. Xarajatlarni Kamaytirish - Energiya va kimyoviy moddalar sarfini optimallashtirish orqali operatsion xarajatlar kamayadi. Inson resurslariga bo‘lgan ehtiyojning kamayishi mehnat xarajatlarini tejaydi.

3. Ekologik Foyda - Tozalash jarayonlarining aniqligi o‘qova suvlarning atrof-muhitga salbiy ta’sirini kamaytiradi. Qayta ishlangan suvni qishloq xo‘jaligi yoki sanoatda ishlatish suv resurslarini tejashga yordam beradi.

4. Xavfsizlikni Ta’minlash - Avtomatlashtirilgan tizimlar xodimlarning xavfli muhitlarda ishlashini minimallashtiradi. Favqulodda holatlarni avtomatik aniqlash va ularga javob berish imkoniyati xavfsizlikni oshiradi.

O‘zbekistonda Avtomatlashtirishning Hozirgi Holati.

O‘zbekistonda o‘qova suvlarni tozalash sohasida avtomatlashtirish hali rivojlanish bosqichida. Toshkent, Samarqand va boshqa yirik shaharlarda zamonaviy tozalash inshootlari qurilmoqda, ammo ko‘plab hududlarda eski tizimlar ishlatilmoqda. Davlat tomonidan suv resurslarini boshqarishga qaratilgan loyihalar doirasida xalqaro tashkilotlar (masalan, Jahon banki) bilan hamkorlikda avtomatlashtirish texnologiyalari joriy etilmoqda. Masalan, Toshkentdagi “Salar” va “Bozsu” tozalash inshootlarida SCADA tizimlari qisman qo‘llanilmoqda.

Kelajakdagi Imkoniyatlar.

- Smart shaharlar: O‘zbekistonning “Yangi O‘zbekiston” strategiyasi doirasida smart shaharlar qurilishi o‘qova suvlarni avtomatlashtirishga yangi imkoniyatlar ochadi.

- Energiya tejamkor texnologiyalar: Quyosh energiyasi bilan ishlaydigan tozalash tizimlari xarajatlarni yanada kamaytiradi.

- Xalqaro tajriba: Germaniya, Yaponiya va Singapur kabi davlatlarda qo‘llaniladigan ilg‘or texnologiyalarni O‘zbekistonda joriy etish mumkin.

Xulosa. O‘qova suvlarni avtomatlashtirish zamonaviy dunyoda suv resurslarini boshqarishning ajralmas qismiga aylandi. Sensorlar, SCADA tizimlari, sun’iy intellekt va IoT kabi texnologiyalar jarayonlarni samarali, tejamkor va ekologik jihatdan xavfsiz qilmoqda. O‘zbekistonda bu sohada katta imkoniyatlar mavjud bo‘lib, davlat va xalqaro tashkilotlarning qo‘llab-quvvatlashi bilan avtomatlashtirish texnologiyalari yanada kengayadi. Bu nafaqat atrof-muhitni muhofaza qilish, balki iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanishga ham hissa qo‘shadi.

ADABIYOTLAR:

1. Tchobanoglous G., Burton F.L., Stensel H.D. (2014). Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. McGraw-Hill Education.

2. World Bank. (2020). Uzbekistan: Water Services and Institutional Support Project. Retrieved from https://www.worldbank.org/en/country/uzbekistan/project

3. Asano T., Burton F., Leverenz H., Tsuchihashi R., & Tchobanoglous G. (2007). Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications. McGraw-Hill.

4. United Nations Environment Programme (UNEP). (2015). Wastewater Management: A UN-Water Analytical Brief. Retrieved from https://www.unwater.org/publications

5. Qadir M., Wichelns D., Raschid-Sally, L., McCornick P.G., Drechsel P., Bahri A., & Minhas, P. S. (2010). The challenges of wastewater irrigation in developing countries. Agricultural Water Management, 97(4), 561-568.

6. Dadajonov, M. N. (2024). OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARINI OZUQAVIY IMKONIYATINI OSHIRISH IMKONIYATLARI. Iqtisodiyot va jamiyat, (10-2 (125)), 133-138. https://cyberleninka.ru/article/n/oziq-ovqat-mahsulotlarini-ozuqaviy-imkoniyatini-oshirish-imkoniyatlari

UO’T: 631.6

TURLI SUG’ORISH USULLARIDA DALA TUZ REJIMINI ANIQLASH

Yusupov Hamid Xasan o’g’li
doktorant
Sadiyev Farhod Fatulloyevich
t.f.f.d. (PhD) katta ilmiy xodim
ORCID ID: 0009-0007-8916-5088
Maxmadaliyev Ibrohim Maxamad o‘g‘li
tayanch doktorant

Annotatsiya: Mazkur tadqiqotda turli sug’orish usullarining dala sharoitida tuproqning sho’rlanish (tuz rejimi) darajasiga ko’rsatadigan ta’siri tahlil qilindi. Buxoro viloyatining sho’rlanishga moyil allüvial-tuproqlarida an’anaviy, yomg’irlatib va tomchilatib sug’orish usullari qo’llanilib, tuproqning turli qatlamlarida (0-30 sm, 30-60 sm, 60-90 sm) elektr o’tkazuvchanlik (EC), pH va asosiy ionlar (Cl^-, Na^+, SO_4^{2-}) bo’yicha tahlillar olib borildi. GIS texnologiyalari yordamida sho’rlanish darajasi fazoviy tahlil qilindi. Natijalar tomchilatib sug’orish eng samarali usul bo’lib, sho’rlanishni kamaytirishda katta ustunlikka ega ekanligini ko’rsatdi.

Kalit so’zlar: sug’orish usullari, sho’rlanish, tuproq tuz rejimi, elektr o’tkazuvchanlik, tomchilatib sug’orish, GIS, ion tahlili.

Аннотация: В данном исследовании проанализировано влияние различных способов орошения на степень засоления (солевой режим) почвы в полевых условиях. В аллювиальных почвах Бухарской области, склонных к засолению, применялись традиционные, дождевальные и капельные методы орошения, проводились анализы электропроводности (EC), pH и основных ионов (Cl−, Na+, SO42−) в различных слоях почвы (0-30 см, 30-60 см, 60-90 см). С помощью ГИС-технологий был проведен пространственный анализ уровня засоления. Результаты показали, что капельное орошение является наиболее эффективным методом и имеет большое преимущество в снижении засоления.

Ключевые слова: методы орошения, засоление, солевой режим почвы, электропроводность, капельное орошение, ГИС, ионный анализ.

Annotation: In this study, the influence of various irrigation methods on the degree of soil salinity (salt regime) in field conditions was analyzed. In the alluvial soils of the Bukhara region, prone to salinization, traditional irrigation, sprinkler irrigation, and drip irrigation methods were used, and analysis of electrical conductivity (EC), pH, and basic ions (Cl-, Na+, SO) in different soil layers (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) was conducted. Using GIS technologies, spatial analysis of the salinity level was carried out. The results showed that drip

irrigation is the most effective method and has great advantages in reducing salinity.

Keywords: irrigation methods, salinity, soil salt regime, electrical conductivity, drip irrigation, GIS, ion analysis.

Kirish. Sho’rlanish muammosi O’zbekistonning sug’oriladigan yerlarida keng tarqalgan bo’lib, bu holat qishloq xo’jalik mahsuldorligini keskin kamaytiradi. Statistik ma’lumotlarga ko’ra, mamlakatdagi 4,2 mln gektar sug’oriladigan yerlarning qariyb 50 foizi turli darajada sho’rlangan (Islomov, 2019). Sho’rlanish odatda noto’g’ri sug’orish usullari, tuproq tuzilmasining buzilishi, drenajning yetarli emasligi va yuqori grunt suvlari natijasida yuzaga keladi.

Sug’orish usuli tanlanishi esa tuzlarning joylashuvi, yuvilishi va vertikal/gorizontal migratsiyasiga bevosita ta’sir ko’rsatadi (Tursunov, 2020). Shu boisdan, turli sug’orish tizimlarining dala sharoitida tuz rejimiga ta’sirini ilmiy asosda baholash dolzarb hisoblanadi.

Metodlar. Tadqiqot Buxoro viloyatining Vobkent tumanidagi o’rtacha sho’rlangan allüvial-tuproqlarda joylashgan dala uchastkalarida olib borildi. Uchta sug’orish usuli bo’yicha alohida tajriba parselleri tashkil qilindi: - An’anaviy sug’orish (ariq orqali to’g’ridan-to’g’ri suv berish) - Yomg’irlatib sug’orish (mobil sprinkler tizimi) - Tomchilatib sug’orish (plastik quvur orqali suv yetkazish)

Har bir tajriba uchun 3 ta chuqurlik (0-30 sm, 30-60 sm, 60-90 sm) bo’yicha tuproq namunalari olib, quyidagi tahlillar bajarildi:

- Elektr o’tkazuvchanlik (EC): konduktometrik usulda (FAO, 1992)
- pH: pH-metr yordamida
- Ionlar (Cl^-, SO_4^{2-}, Na^+): titrlash va ionli xromatografiya usulida
- Tuz balansi: quyidagi formula asosida hisoblandi:

[Salt Balance = (I_{in} C_{in}) - (I_{out} C_{out})]

Bu yerda: - (I_{in}), (I_{out}): suv kirimi va chiqimi (m3) - (C_{in}), (C_{out}): suvdagi tuz konsentratsiyasi (mg/l)

Tahlillar GIS (ArcGIS 10.8) yordamida fazoviy tahlil qilindi. Tuproq namunalari Qishloq xo‘jalik va melioratsiya laboratoriyasida standart usullarda qayta ishlangan.

Natijalar. Tahlillar shuni ko’rsatdiki, sug’orish usuli tuproqdagi sho’rlanish darajasiga sezilarli ta’sir ko’rsatadi. Quyidagi jadvalda EC qiymatlari keltirilgan:

Sug’orish usuli	0–30 sm EC (dS/m)	30–60 sm EC	pH	Tuz balansi (kg/ha)
An’anaviy	4.2	3.8	8.1	+185
Yomg’irlatib	2.9	3.1	7.8	+85
Tomchilatib	1.4	2.0	7.5	−42

GIS interpolatsiyasi orqali sho’rlanish xaritasi tuzildi. Tomchilatib sug’orishda sho’rlanish sirtki qatlamlarda kamaygan, yomg’irlatib sug’orishda esa cho’kma tuzlar chuqur qatlamlarga siljigan. An’anaviy usulda esa yuqori sho’rlanish saqlanib qolgan.

Muhokama. Tadqiqot natijalari ilgari chop etilgan ishlar bilan uyg’unlikda: tomchilatib sug’orish tufayli ildiz zonasidan tuzlarning pastga siljishi ta’minlanadi (Kadirov va boshq., 2021). Bu usul nafaqat sho’rlanishni kamaytiradi, balki suv tejamkorligini ham oshiradi.

Yomg’irlatib sug’orish nisbatan samarali bo’lsa-da, suvning evaporatsiyasi tufayli tuzlarning qayta sirtga chiqishi mumkin. An’anaviy sug’orish sho’r suvning yuqoriga kapillyar ko’tarilishi tufayli eng yomon natijani berdi (FAO, 2000).

Xulosalar:

1. Turli sug’orish usullari tuproqdagi sho’rlanishga sezilarli ta’sir ko’rsatadi.
2. Tomchilatib sug’orish eng ekologik xavfsiz va samarali usul sifatida tavsiya etiladi.
3. Dala tuz rejimini boshqarish uchun GIS monitoringi va zamonaviy datchik tizimlaridan foydalanish zarur.
4. Sug’orish tizimlarini tanlashda agroekologik sharoit va yerning meliorativ holati inobatga olinishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Islomov N. (2019). O’zbekistonning sho’r yerlarida suv resurslaridan foydalanish strategiyalari. Toshkent: Fan.
2. Tursunov I. (2020). Tuproq sho’rlanishini boshqarishning zamonaviy yondashuvlari. *Qishloq xo’jaligi va melioratsiya*, 4(2), 25-29.
3. Kovda V.A. (1983). *Soil salinity and its control*. Leningrad: Gidrometeoizdat.
4. FAO. (1992). *Irrigation with saline water and salinity control*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 48.
5. FAO. (2000). *Manual on soil salinity assessment*. Rome: FAO.
6. Kadirov A., Mahmudov B. (2021). Sug’orish usullari va dala tuz rejimi o’zaro bog’liqligi. *Gidromelioratsiya va ekologiya*, 2(1), 32-36.

UO’T: 631.6

TURLI SUG‘ORISH USULLARINING TUPROQNING SUV-FIZIK XOSSALARI TA’SIRI

Yusupov Hamid Xasan o’g’li
doktorant
Sadiyev Farhod Fatulloyevich
t.f.f.d. (PhD) katta ilmiy xodim
ORCID ID: 0009-0007-8916-5088
Maxmadaliyev Ibroxim Muxamad o’g’li
doktorant

Annatatsiya: Ushbu maqolada Buxoro viloyatining o’tloqi alliyuvial tuproqlar sharoitida g’o’zaning Buxoro-10 navini yetishtirishda turli sug’orish usullarining tuproq suv-fizik xossalariga ta’siri bayon qilingan.

Kalit so’zlar: sug’orish tartibi, sug’orish, gidromodul, sug’orish tizimi, sug’orish tartibi, sug’orish texnikasi, sug’orish usuli.

Annotation: This article investigates the effects of various irrigation methods on the soil water-physical properties when cultivating the cotton variety Bukhara-10 under meadow-alluvial soil conditions in the Bukhara region. According to the research results, the appropriate choice of irrigation method significantly influences key soil indicators such as moisture capacity, water permeability, and soil structure. The article explores opportunities to improve yield and ensure efficient use of water resources by selecting the optimal irrigation method.

Key words: Alluvial soils, Bukhara-10 variety, Cotton, Yield, Moisture capacity, Irrigation methods, Soil water-physical properties, Soil structure changes, Soil water permeability.

Аннотация: В данной статье изучено влияние различных методов орошения на водно-физические свойства почвы при возделывании сорта хлопчатника Бухара-10 в условиях лугово-аллювиальных почв Бухарской области. Согласно результатам исследования, правильный выбор метода орошения оказывает значительное влияние на такие важные показатели, как влагоёмкость почвы, водопроницаемость и структура почвы. В статье рассмотрены возможности повышения урожайности и эффективного использования водных ресурсов за счёт выбора оптимального способа орошения.

Ключевые слова: Аллювиальные почвы, сорт Бухара-10, хлопчатник, урожайность, влагоёмкость, методы орошения, водно-физические свойства почвы, изменение структуры почвы, водопроницаемость почвы.

O’zbekiston Respuplikasi Orol dengizi xavzasida joylashgan bo’lip, uning asosiy suv manbasi Amudaryo va Sirdaryo daryolari, shuningdek, ichki daryo va soylar hamda yer osti suvlaridir. Ma’lumki, Respuplikamizda bir yilda o’rtacha 52 mlrd m^3 suv ishlatiladi, shundan 80 foiz trenschegaraviy daryolar hissasiga to’g’ri kelib, qo’shni davlatlar hududidagi muzliklar va qorlarning erishi hisobiga shakllangan. Respuplikamiz oladigan suvning 90 foiz qishloq xo’jaligi sohasiga foydalaniladi. Biroq so’ngi yillarda yaqqol sezilayotgan global iqlim o’zgarishi va antropogen ta’sirlar oqibatiga tog’liklardagi muzliklar maydonining kamayishi natijasida Markaziy Osiyoning asosiy suvlilik darajasining kamayishi kuzatilmoqda. Chuchuk va qishloq xo’jalig uchun yaroqli bo’lgan suv resuslari tanqisligi sharoitida Amudaryo va Sirdaryo havzasidagi davlatlar, shu jumladan, O’zbekiston ham aholi soning o’sishi va iqtisidiyotning jadal rivojlanishi sharoitida suvga bo’lgan talap ortip bormoqda. Bundan ko’rinadiki, bu sharoitda qishloq xo’jaligida suv resuslaridan samarali va tejamli foydalanish, ayniqsa, joriy etish masalaga dolzarbdir.

Suv resurslaridan maqsadli foydalanish hamda sohani yanada rivojlantirish maqsadida muxtaram prezidentimiz tomonidan ko’plab farmon va qarorlar qabul qilinmoqda. Jumladan O’zbekiston Respublikasi Perizidentining 2024-yil 5-yanvardagi “Quyi bo’g’inda suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish hamda suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish chora - tadbirlari to’g’risida” PQ-5 son qarori aytib o’tish joizdir.

Buxoro viloyatining o’tloqi-alliyuvial tuproqlar sharoitida turli sug’orish usullarida (egatlab, tomchilatib, tomchilatib+biosalvent, diskiret, diskiret+biosalvent) sug’orishni tuproqning suv-fizik xossalariga ta’sirlari o’rganildi.

Ilmiy tadqiqot ishlari Suv muammolari ilmiy tadqiqot institutining metodikasi asosida olib borildi.

1-jadval

Tajriba tizimi

№	Variantlar	O’rganilgan ekin turi va navi	Sug’orish oldi tuproq namligi CHDNS ga nisbatan %	Sug’orishda tuproqning nisbiy qatlami, sm
1.	Egatlab sug’orish	Buxoro-10	Faktik o’lchovlar	50-70-50
2.	Tomchilatib sug’orish		75-75-65	
			75-80-65	
3.	Tomchilatib sug’orish+biosolvent		75-75-65	
			75-80-65	
4	Diskiret sug’orish		75-75-65	

5	Diskiret sug’orish+biosolvent		75-80-65	

Tajribalarimiz 7 ta variantda, 3 ta takrorlanishda hamda g’o’zaning Buxoro-10 ta navida amalga oshirildi. Har bir takrorlanish 6 ta qator va 4 ta hisobiy qatordan iborat bo’ldi. Bita qaytariqning umumiy maydoni 6 x100 x 0,9=540 m^2 iborat bo’lgan bo’lsa. Bita variyantning umumiy maydoni 3x540=1620 m^2. Tajriba o’tkazilgan umumiy maydon 5x1620=8100 m^2.

Tajriba dalasi tuprog’ining meliorativ sharoitlarining g’o’zani o’sib rivojlanishi va yuqori hosil olishning asosiy mezoni hisoblanadi. Shu bois qishloq xo’jaligi ekinlari yetishtirishda ekinlarni tuproq meliorativ hamda unumdorligi ko’ra tanlab ekish va joylashtirish usullari muhim omil hisoblanadi. Bizning tajriba o’tkazilgan dala, Buxoro viloyat Kogon tumanida joylashgan bo’lib, gidromodul rayon bo’yicha M-II-A-v-V ga kiradi.

Qishloq xo’jaligi ekinlarining suv, havo, issiqlik, biologik jarayonlar hamda oziqlanish tartibi tuproqning agrofizik xususiyatlari bilan uzviy bog’liqdir. Olib borilgan izlanishlarimiz natijasida tuproqning agrofizik xususiyatlaridan, mexanik tarkibi, hajm massasi, g’ovakligi, dala nam sig’imi hamda tuproqning suv o’tkazuvchanligi aniqlandi.

Tuproqning mexanik tarkibi. Tajriba maydoni tuprog’ining mexanik tarkibi, suv-fizik va agrokimyoviy xossalarini aniqlash uchun 2024-yil aprel oyining boshidan boshlab tajriba maydonida tuproq ustida ilmiy tadqiqotlar olib borildi. Quyida tajriba maydoni tuprog’ining genetik tuzilishi birinchi tuproq kesmasi haqida keltirilgan. Ushbu tuproq kesmasi bo’yicha olingan natijalarining ko’rsatishicha, 0-235 sm qatlami to’liq o’tloqi-allyuvial tuproqlarga mos belgilardan tashkil topgan. Yer yuzasidan quyi qatlamlariga tushib brogan sari tuproq och tusli kulrangda, o’rta qumoq, quruq donador, unumdor, soz tuproq o’zgarib borganligi, haydalma qatlam ostidan boshlab agroirrigatsion yotqiziqlardan tashkil topgan, kulrang tuproqning zichlashib borganligi va namlikning oshib borganligi kuzatildi.

2-jadval

Tuproq qatlamining mexanik tarkibi, %

Qatlamlar	Fraksiyalar, mm							< 0,01 mm zarrachalar yigindisi % da	Mexanik tarkibi N.A.Kacheniskiy
	1-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
0-32	1,16	14,44	27,28	26,53	7,92	10,28	12,39	30,59	O’rta qumoq

32-66	1,64	13,07	27,22	24,84	8,33	11,53	13,37	33,23	O’rta qumoq
66-108	1,55	12,09	26,35	25,22	9,11	12,02	13,66	34,79	O’rta qumoq
108-163	1,41	11,65	27,03	24,61	9,07	13,14	13,09	35,30	O’rta qumoq
163-211	1,12	11,01	28,05	25,08	9,32	12,19	13,25	34,76	O’rta qumoq
211-235	13,97	18,28	29,93	30,89	2,41	4,42	1,32	8,15	Yopishqoq qum

Tajriba olib borilgan yillar bo’yicha tuproqning suv-fizikaviy asosiy xossalaridan biri bu tajriba dalasi tuprog’ining hajmiy og’irligi, g’ovakligi hamda solishtirma massasi kabi ko’rsatkichlari aniqlash jarayonlari tajribaning eng asosiy natijalaridan biri sanaladi.

O’tkazilgan tajribaning asosiy natijalarining boshlanishi hamdir. Buxoro viloyati Kogon tumanidagi “Suvchilar maktabi” tajriba maydoni dalasi tuproqning hajmiy massasi aniqlandi, 2024-yilda olib borilgan tajribalarda umumiy fonda aniqlangan bo’lib, tuproqning 100 sm qatlami bo’yicha har 0-10 sm hisobida aniqlandi hamda quyidagicha xulosalar olindi, tuproqning o’rtacha 0-50 sm hisobiy qatlami 5 ga bo’linib o’rtacha olindi va 1.36 g/sm^3 ga teng ekanligi aniqlandi, shundan so’ng 0-70 sm hisobiy qatlam bo’yicha 1,37 g/sm^3 bo’lganligi olib borilgan tajribaning dastlabki ma’lumotlari sanaladi.

Vegetasiya davri boshlanishi ya’ni dalaga urug’ qadalib bo’lingandan so’ng, dalaning uchta nuqtasi bo’ylab shakli dioganal qilib tuproqdan analizlar olindi. O’simlik unib chiqishi, o’sishi va rivojlanishi davri davomida, qator oraliga ishlov berish, kultivatsiya qilish, sug’orishlardan keyin ariqlar ochish yoki bo’lmasa turli oziqlantirishlar o’tkazishi jarayoni va turli sug’orish tartiblari bo’yicha har bir variant bo’yicha alohida tuproqning hajmiy massasini aniqlash zarur hisoblanadi, demak xulosa shunday bo’ladiki, o’simlikning pishish fazasi yakunlanib, oxirgi davrida har bir variantlar kesimida aloxida tuproq namunalar olindi. Tajriba o’tkazilgan 2024-yil mavsum oxirida har bir variant bo’yicha 100 sm qatlam bo’yicha 10,20,30,40 va 50 sm hamda 70 sm bo’yicha o’rtacha hisob kitob qilindi va o’rtacha 0-50 sm hamda 0-70 sm hisobiy qatlam sug’orishlarga mos ravishda hisob kitoblar tahlil qilindi.

3-jadval

Tajriba dalasi tuproqning hajm massasiga ta’siri, g/sm^3 (2024-yil)

Tuproq qatlami, sm	Amal davri boshida	Vegetasiya davri oxirida						
		1	2	3	4	5	6	7
0-10	1,33	1,38	1,37	1,36	1,36	1,35	1,37	1,38
10-20	1,35	1,40	1,39	1,38	1,38	1,37	1,39	1,38
20-30	1,36	1,41	1,39	1,38	1,38	1,38	1,39	1,40
30-40	1,37	1,42	1,41	1,40	1,39	1,39	1,40	1,41
40-50	1,39	1,43	1,42	1,41	1,41	1,40	1,42	1,41

50-60	1,40	1,42	1,41	1,41	1,40	1,41	1,41	1,41
60-70	1,40	1,44	1,43	1,42	1,42	1,41	1,42	1,43
70-80	1,38	1,43	1,42	1,41	1,40	1,40	1,41	1,40
80-90	1,35	1,39	1,38	1,37	1,37	1,37	1,38	1,38
90-100	1,39	1,43	1,42	1,41	1,41	1,40	1,41	1,40
0-50	**1,36**	**1,41**	**1,40**	**1,39**	**1,38**	**1,38**	**1,39**	**1,40**
0-70	**1,37**	**1,42**	**1,40**	**1,39**	**1,39**	**1,39**	**1,40**	**1,40**

Xulosa qilib shuni aytish joyizki, Buxoro viloyati Kogon tumani o’tloqi-alliyuvial tuproqlar sharoitida g’o’zaning Buxoro-10 navini resurstejamkor sug’orosh texnologiyalar orqali sug’orishda, tuproqning suv-fizik xossalariga quyidagicha ta’sir ko’rsatdi. Tuproqning hajm massasi vegetasiya oxiriga borib eng yuqori zichlanish nazorat variant egatlab sug’orishda namoyon bo’ldi. Variantlar Ichida eng ijobiy ko’rsatgich 0-50 sm qatlamda 1,38 g/sm^3 ni tomchilatib+biosalvant variantda kuzatildi.

FOYDALANILGAN ADABIOTLAR:

1. O’zbekiston Respublikasi Perizidentining 2024-yil 5-yanvardagi “Quyi bo’g’inda suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish hamda suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish chora – tadbirlari to’g’risida” PQ-5 son qaror.
2. Amu-Buxoro ITHB 2023-2024-yillardagi texnik hisoboti.
3. Internet ma’lumotlari.

UO‘T: 631.62

SHAFTOLI BOG‘INING SUV ISTE’MOLINI ANIQLASH USULLARI

To‘raev O‘ktam Ismoilovich
Termiz davlat muxandislik va agrotexnologiyalar universiteti
mustaqil tadqiqotchisi

Annotatsiya: Bugungi kunda global iqlim o‘zgarishi oqibatida davlatimizning xar bir nuqtasida o‘ziga xos suv yetishmovchiligi, ob-havoning tubdan o’zgarib ketish jarayonlari ko‘zatilmoqda. Mazkur maqolada intensiv ravishda etishtiriladigan shaftoli bog’larini, daraxtlarni parvarishlash, xususan, “Anjir” navli shaftolini etishtirishda uning suvga bo’lgan talabini aniqlash muhum masala xisoblanmoqda, shu orqali yuqori va sifatli, bozorbop va raqobatbardosh maxsulot olinishida kerak bo’ladigan turli xildagi resurslarni tejash, maqbul sug’orish tartibini ishlab chiqish jarayonlari keltirilgan. Intensiv bog’dagi shaftolini sug‘orish ishlarini olib borishda, tuproqning mexanik tarkibi, suv o’tkazuvchanlik, sug‘rish turlari, resurslarning tejalishi, suv istemolini aniqlash asosiy masala xisoblanmoqda. Olib borilayotgan tadiqiqotda muommolarni bartaraf qilish bo‘yicha tahlillar, ortiqcha resurslardan yo‘qotilishiga barxam berish asosiy vazifa qilib olingan.

Kalit so‘zlar: Intensiv bog’, shaftoli, suv istemoli, zamonaviy sug‘orish, iqlim o’zgarishi, resurs, tuproq, namligi, usul.

Аннотация: Сегодня, в связи с глобалным изменением климата, наблюдается уникалный дефицит воды и радикалные изменения погодных условий во всех частях нашей страны. В данной стате рассматривается потребност в воде интенсивно култивируемых персиковых садов и деревев, в частности, сорта персика «Анжир», как важная проблема, и представлены процессы экономии разлиchных ресурсов и разработки оптималных режимов орошения, необходимых для полуchения высококачественной, товарной и конкурентоспособной продукции. При проведении поливных работ на персиках в интенсивном саду основными вопросами являются механичеcкий состав почвы, водопроницаемост, виды орошения, ресурсосбережение и водопотребление. Основной задачей текущих исследований является анализ устранения проблем и исключение потери избыточных ресурсов.

Ключевые слова: Интенсивный сад, персик, водопотребление, современное орошение, изменение климата, ресурс, почва, влага, метод.

Abstract: Today, due to global climate change, there are unique water shortages and radical changes in weather conditions in every part of our country. This article considers the water requirements of intensively cultivated peach orchards and trees, in particular, the “Anjir” variety of peaches, as an important

issue, and presents the processes of saving various resources and developing optimal irrigation procedures necessary for obtaining high-quality, marketable and competitive products. When carrying out irrigation work on peaches in an intensive garden, the main issues are the mechanical composition of the soil, water permeability, types of irrigation, resource conservation, and water consumption. The main task of the ongoing research is to analyze the elimination of problems and eliminate the loss of excess resources.

Keywords: Intensive orchard, peach, water consumption, modern irrigation, climate change, resource, soil, moisture, method.

Kirish. Bilamizki ekinni sug‘orishda, sug‘orish tartibi, sug‘orish davriyligi, sug‘orish elementlari, texnika va texnologiyasiga ta’sir etuvchi omillari quyidagilardan iborat: yer maydonlarining iqlim sharoiti; tuproq va meliorativ sharoiti; geologik va gidrogeologik sharoiti; gidrologik sharoiti; iqtisodiy xo‘jalik sharoiti; ekinlari navlarining turlari va geografik joylashishi; g’o’zaning biologik xususiyatlari; bog’ni sug‘orish usuli va texnika - texnologiyasi; uzumni yetishtirishda ilg‘or agrotexnik tadbirlarini tadbiq qilish darajasi [2].

Bugungi kunda hududlarda global iqlim o‘zgarishi quyidagi salbiy oqibatlarga olib kelmoqda. Jumladan, harorat ko‘tarilishi natijasida suvning bug‘lanish koeffitsiyenti ortib borishi, hududlarda cheklangan suv resurslarning kamayishi, suv tanqisligiga ta’sirini ko‘rsatmoqda; ekologik taqchillik oqibatida yillar davomida umuman yog‘ingarchilik bo‘lmagan kunlar soni tobora ko‘paymoqda; qolaversa tuproqning namligi kamayishi hisobiga takroriy qurg‘oqchilik xavfi ortib bormoqda va hosildorlikdagi ko‘rsatkichlar dinamikasi pasayib bormoqda; kasbiy, orol dengiziga quyiladigan suv hajmining kamayishi, daryo deltasining cho‘lga aylanishi va qurigan dengiz tubida yangi cho‘l maydonlari paydo bo‘lishini tezlashtirmoqda; atmosfera havosi esa tubdan katta maydonlarda changlanish ortib bormoqda; isish va sovish kabi anomal hodisalarning o‘zgarishi kun sayin ortib qishloq xo‘jaligi mahsulotlari va bog‘larni, mevalarning nobud bo‘lishiga sabab bo‘lmoqda [6].

Tadqiqot materiallari va uslubi. Yuqoridagi dolzarb vazifalardan kelib chiqib, dala tajribalarini o‘tkazish o‘slubiyatlari asosida tadqiqotlar amalga oshirilmoqda [3].

Potensial bug‘lanuvchanlikni tuproq-o‘simlik-atmosfera tizimidagi issiqlik va namlik almashinuvi dinamikasini xarakterlovchi tenglamalarni qo‘llashga asoslangan hisob usullardan foydalanib aniqlanadi. Hisob usullarining maqbul suv ta’minotida bug‘lanuvchanlik kabi majmuiy ko‘rsatkich bilan baholanadigan qishloq xo‘jalik dalasi va atmosferaning energetik resurslari o‘rtasida

chambarchas bog‘liqlik mavjudligi nazariy asosi bo‘lib xizmat qiladi. Ko‘p holatlarda jami suv iste’molini aniqlashda (evapotranspirasiya) asos sifatida sug‘orilayotgan maydonnning namlikni bug‘lantirishida o‘simliklar va iqlimning rolini hisobga oladigan koeffitsientlar loyihalashtirilgan bug‘lantiruvchanlik olinadi.

Tahlil va natijalar. intensiv bog‘larda yetishtirilayotgan shaftolini resurstejamkor sug‘orish texnologiyalaridan foydalangan holda sug‘orish ishlarini tashkil qilish va eng maqbul sug‘orish tartibini ishlab chiqishdan iboratdir. Shaftolini egatlab sug‘orishda ChDNSga nisbatan 70-75-65 % sug‘orish oldi tuproq namligida 2-4-1 tizimda jami 7 marta sug‘orilib, Shaftolini zamonaviy tomchilatib sug‘orish texnologiyasini ChDNSga nisbatan 70-75-65 % sug‘orish oldi tuproq namligida 3-7-2 tizimida jami 12 marta sug‘orilib, yaxshi nateja olindi. Intensiv bog‘dagi shaftoliga tomizgichli shlangdan tomayotgan tomchidonlarning suv sarfini 3.0 l/soat suv berilganda 2023 yilda 62,4 % ga, 2024 yilda esa 64,7 % ga, tomchidonlarning suv sarfini 3.5 l/soat suv berilganda 2023 yilda 52,4 %, 2024 yilda esa 53,2 % ga, tomchidonlarning suv sarfini 3.9 l/soat suv berilganda 43,6 % va 41,4 % sug‘orish suvlari tejalganligini, shuningdek, intensiv bog‘da qator oralariga o‘tkazilgan ishlovlar sonining 2,7 baravar kam xarajatlar bo‘lganligi hisobiga, Shu koeffitsientlarni hisobga olib, jami suv iste’moli (mm) quyidagi bog‘liqlikdan aniqlanadi [2].

Potensial bug‘lanuvchanlikni tuproq-o‘simlik-atmosfera tizimidagi issiqlik va namlik almashinuvi dinamikasini xarakterlovchi tenglamalarni qo‘llashga asoslangan hisob usullardan foydalanib aniqlanadi [4; 79 b].

Hisob usullarining maqbul suv ta’minotida bug‘lanuvchanlik kabi majmyiy ko‘rsatkich bilan baholanadigan qishloq xo‘jalik dalasi va atmosferaning energetik resurslari o‘rtasida chambarchas bog‘liqlik mavjudligi nazariy asosi bo‘lib xizmat qiladi [5; 78 b].

Ko‘p holatlarda jami suv iste’molini aniqlashda (evapotranspirasiya) asos sifatida sug‘orilayotgan maydonnning namlikni bug‘lantirishida o‘simliklar va iqlimning rolini hisobga oladigan koeffitsientlar loyihalashtirilgan bug‘lantiruvchanlik olinadi [2; 147 b].

Shu koeffitsientlarni hisobga olib, jami suv iste’moli (mm) quyidagi bog‘liqlikdan aniqlanadi:

$$ET = k_b k_0 ET_0 ; \quad (1)$$

bu yerda: k_b-o‘simliklar rolini tavsiflovchi biologik koeffitsient; k_0-mikroiqlim koeffitsient; ET_0-bug‘lanuvchanlik (potensial evapotraspirasiya), mm.

Bug‘lanuvchanlikni aniqlashning xorijiy usullaridan X.L.Penman, L.Tyurk, X.F.Bleyni va V.D.Kridlning hisob modellari keng tarqalgan.

O‘zbekistonda bug‘lanuvchanlik va suv iste’molini aniqlashning hisob modellaridan N.N.Ivanovning quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lgan soddalashtirilgan formulasiga asoslangan A.M.Alpatev va S.M.Alpatevlar usuli keng tarqalgan [9; 84 b]:

$$ET_0 = k_{pr} \sum d_{\varphi} ; \quad (2)$$

bu yerda: ET_0-bug‘lanuvchanlik, mm; k_{pr}-bug‘lanuvchanlik va havo namligi taqchilligi o‘rtasidagi 0,61 ga teng bo‘lgan proporsionallik koeffitsienti; $\sum d_{\varphi}$-hisob davri uchun havo namligining taqchilligi yig‘indisi, mm.

So‘nggi 50 yil mobaynida butun dunyo olim va mutaxassislari tomonidan ET_0 (potensial evapotraspirasiya) turli iqlim parametrlari bo‘yicha ishlab chiqilgan. By usullar ko‘pincha maxalliy ahamiyatga ega bo‘lgan va dynyoning boshqa joylarida qo‘llanilgan. U yoki by usul sinovlarining boshqa sharoitlarda o‘tkazilishi sermehnat, uzoq davom etadigan ish bo‘lib, ET bo‘yicha ma’lymotlar operativ ravishda kerak.

FAO (Food and Agriculture Organization) quyidagi hisob usulining baholanishini o‘tkazdi: radiasion, Penman usuli, bug‘lantirgich bilan ishlash usuli, Penmanning aniqlashtirilgan usuli. Irrigasiya va suv iste’moli bo‘yicha o‘tkazilgan by baholash natijalari bo‘yicha FAO evapotranspirasiyani hisoblash uchun yagona standart usul sifatida Penman-Monteyn usulini tavsiya qildi [11; 81 b], [12; 45 b].

Tadqiqotchi olim X.L.Penman fikricha energetik balans nazariyasini massani ko‘chirish usuli bilan birlashtirdi va standart iqlim sharoitlari uchun ochiq suv yuzasidan bug‘lanishni hisoblash uchun tenglama ishlab chiqdi. By kombinatsion usul deb atalgan usul keyinchalik ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan rivojlantirildi va qarshilik omillarini kiritish yo‘li bilan ekin ekilgan maydonlarda qo‘llaniladi.

$$ET_0 = \frac{0{,}408 \cdot \Delta(R_n - G) + \gamma \cdot T + 273 \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0{,}34 \cdot u_2)} ; \quad (3)$$

by yerda: ET_0 -potensial ko‘tarilishdagi evapotranspirasiya (mm kyn^{-1}); R_n -ekinga beriladigan radiasiya netto nurlar [MDjm^{-2} kyn^{--1}]; G -tuproqdagi issiqlik oqimining zichlik ko‘rsatgich, [MDjm^{-2} kyn^{--1}]; T -ikki metr balandlikdagi xavoning o‘rtacha harorat ko‘rsatgichi [˚S]; u_2 -yer sathidan ikki metr balandlikda xarakatlanayotgan shamolning xarakat tezligi [m s^{-1}]; Δ -tuproqdan ko‘tarilayotgandagi to‘yingan bug‘ bosimining nishablik yo‘nalishi [kPa ˚S^{-1}]; γ -psixometrik o‘lchov asbobining doimiy qiymat [kPa ˚S^{-1}]; e_a -tepaga ko‘tarilayotgan bug‘ning haqiqiy bosimi [kPa]; e_s -to‘yingan bug‘ bosimi [kPa]; $e_s - e_a$ - to‘yingan bug‘ bosimining taqchilligi [kPa].

Rossiyaning markaziy qoratyproq yerlaridagi bog‘larda o‘tkazilgan tadqiqotlarida N.N.Dybenok, Ye.V.Yeryomin jami potensial bug‘lanishni N.N.Ivanovning havo harorati va namligini hisobga oluvchi formulasi bo‘yicha aniqlanadi:

$$E_0 = 0{,}0018 \cdot 0{,}8 \cdot (25 + t_1)^2 \cdot (100 - a_1); \quad (4)$$

by yerda: E -bug‘lanish, mm/ga; t -xavoning o‘rtacha harorati, °S; a -hisob davri uchun havoning nisbiy namligi,%.

Sug‘orish me’yorining m_1 hisobini A.N.Kostyakov formulasi bo‘yicha namlanish maydonini hisobga olgan holda o‘tkaziladi:

$$m_1 = 100 S h_p p (W_{HB} - \beta W_{HB}); \quad (5)$$

by yerda: S - namlanayotgan maydon, umumiy birligi; m^2

h_p - tuproqning hisobi qatlami, m;

p - tuproqning o‘rtacha xajm massasi, t/m^3;

W_{HB} -eng kam nam sig‘imi, quruq tuproq massasiga nisbatan % da;

β -tuproqning maqbul namligi quyi chegarasiga muvofiq bo‘lgan sug‘orish oldi namligi umumiy birlik koeffitsienti.

$$S = nw / S_{умуий}; \quad (6)$$

by yerda: $S_{умуий}$ - maydoni, m^2; n - maydondagi tomizgichlar soni; w -bitta tomizgich bilan namlanadigan maydon, m^2.

Shuningdek, aerasiya zonasiga namlikning sizot suvlaridan kirib kelishi ham hisobga olingan (mm), chunki tajriba uchastkasida ularning sathi 3 m gacha o‘zgaradi, bu yopiq drenaj ta’siri bilan shartlanadi [6; 53b]:

$$\uparrow q_1 = E \cdot e^{-m(h-h_0)} \quad (7)$$

by yerda: E - bug‘lanuvchanlik, mm;

m – 1,4 m^3/ga teng bo‘lgan koeffitsient; e - Neper soni; h, h_0 - sizot suvlarining amaldagi va kritik chuqurligi, m.

Tomchilatib sug‘orish tizimlari tomizgichlarining texnik xarakteristikalari: Tomchilatib sug‘orish tizimlari tomizgichlar turlari bo‘yicha farqlanadi. Ular bosimni so‘ndirishning labirintli va spiral kanalga ega bo‘lgan; po‘kakli sarf rostlovchiga ega; tarmoqda 0,05 dan 0,4 MPa gacha bo‘lgan doimiy bosim sarfini ta’minlovchi membranali kompensatorli bo‘ladi.

Nishabli yuqori bo‘lgan yerlarda qo‘llaniladigan membranali bosim kompensatoriga ega bo‘lgan tomizgichlar ko‘p tarqalgan. Po‘kakli tomizgichlarni asosan loyqa suvdan foydalanilganda qo‘llaniladi. Lokal mikro sug‘orishning sug‘orish quviri uzunligi bo‘yicha suv berishning bir tekis bo‘lishi ta’minlangan teshiklarga ega bo‘lgan maxsys osma idishlardagi doimiy bosim hisobiga erishiladigan mayda oqimli tizimi ishlab chiqilgan.

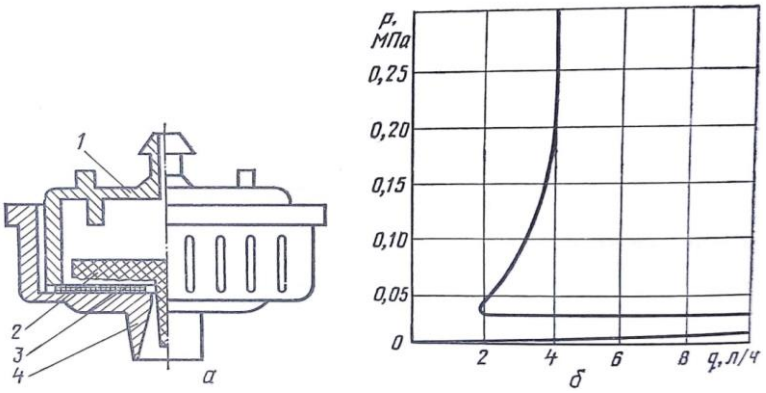
Suv chiqarish teshiklari suvni tozalashga bo‘lgan talabni kamaytirish imkoniyatiga ega bo‘lgan diametrga ega. Sug‘orish quvurlarining katta nishablik bo‘lgan joylashuvida xam barqaror ishlaydi.

Yengil tuproqlarda ta’sir etish radiysi 1...4 m bo‘lgan mayda dispersli sug‘orish uchun tayyorlangan mikronasadka purkagichlardan keng foydalaniladi.

Komplektlashni yaxshilash uchun tomchilatib sug‘orish tizimlari 9....12 ga modul maydonlariga bo‘linadi, ular birdan uch gektargacha bo‘lgan bir vaqtda sug‘oriladigan maydonlardan iborat. Suvni uchastkaga uzatish bilan boshqarish uchastka quvuri boshida o‘rnatilgan armatura yordamida masofali ravishda boshqariladi.

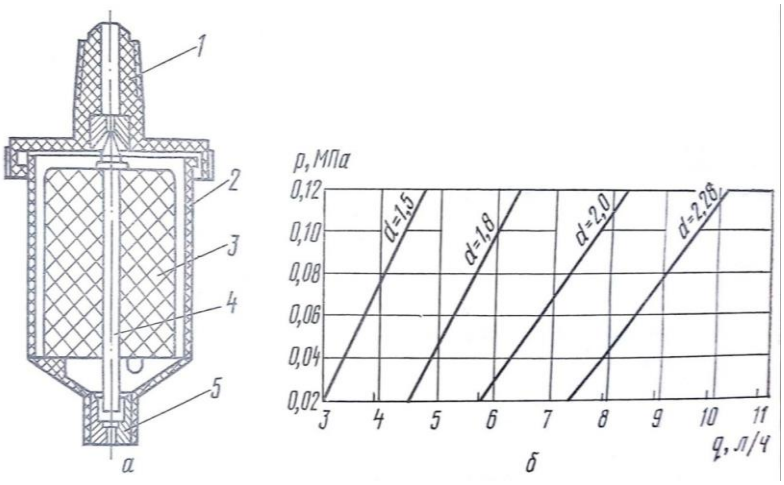
Suvni taqsimlash sxemasi uning boshqa qismlarini sug‘orishni to‘xtatmay turib tizimning alohida zararlangan uchastkalarini lokallash imkonini beradi. Buning uchun elektr simli surilma yopqich yoki elektr gidravlik klapanlardan foydalaniladi. Boshqaruv buyruqlarini berish va elektr gidravlik klapanlarni ta’minotga ulash uchun maxsys kabeldan foydalaniladi.

Tomchilatib sug‘orish tizimlarini avtomatik boshqarish dasturli qurilma yordamida amalga oshirildi, u ekinning agrotexnik ehtiyojlari va tuproq namligiga bog‘liq ravishda modul uchastkalarining sug‘orilishining berilgan ketma-ketligini ta’minlaydi.



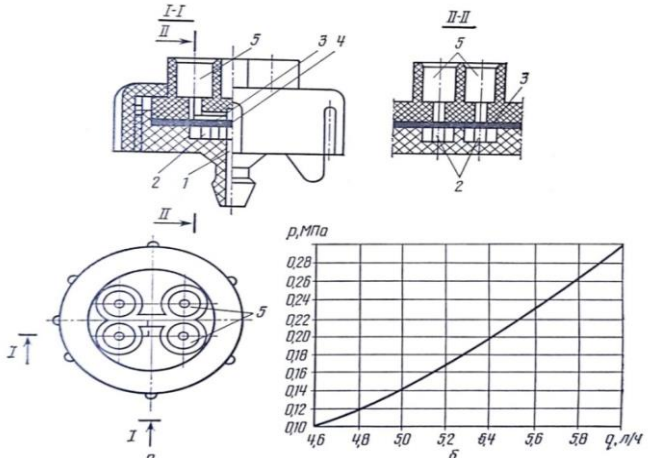
1-rasm. **«Tomchidon-1» mikro suv chiqargichi**

(a) 1-korpys; 2-drossel; 3-shayba-prokladka; 4-qopqoq. (b)mikro suv chiqargichi va uning sarf-bosim xarakteristikasi



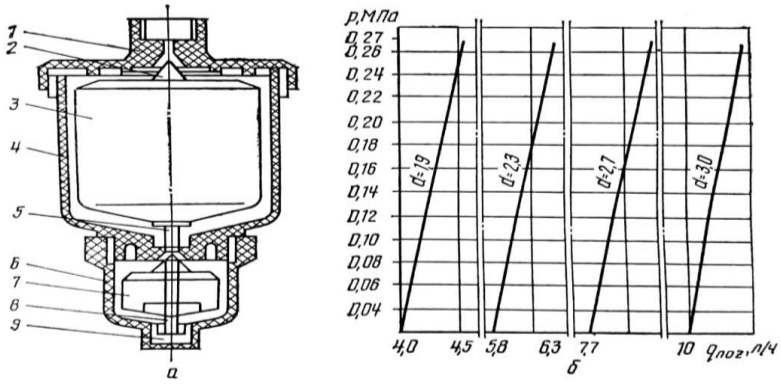
2-rasm. **«Tomchidon-2» mikro suv chiqargichi**

1-qopqoq; 2-korpys; 3-po‘kak; 4-igna; 5-chiqish teshigi; d-chiqish teshigi diametri,mm, (b) mikro suv chiqargichi va uning sarf-bosim xarakteristikasi.



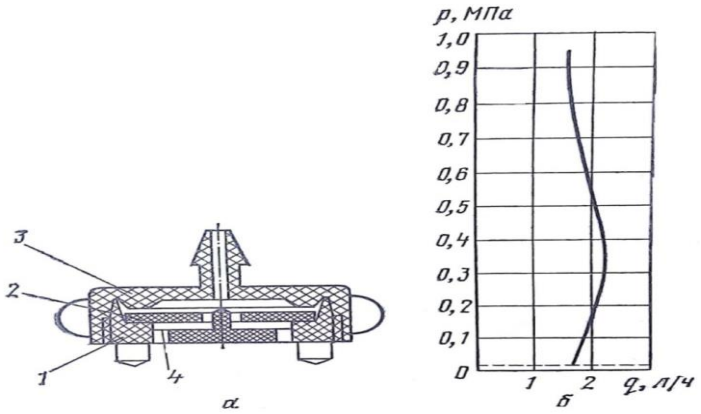
3-rasm. **«Tomchidon-3» mikro suv chiqargichi(a)**

1-tutashtiruvchi shtuser; 2-bosim kameralari; 3-dozalovchi kanal; 4-membrana-prokladka; 5-suv chiqargich. (b):mikro suv chiqargichi va uning sarf-bosim xarakteristikasi



4-rasm. **«Tomchidon-4»-2 (a):1-yuqori qopqog‘i**

2, 5, 8-igna; 3-po‘kak-bosim so‘ndirgichi; 4-yuqori kamera korpysi; 6-quyi kamera korpysi; 7-po‘kak – sarf stabilizatori; 9-nippel va chiqish teshigi; d-nippel teshigi diametri, mm. (b)mikro suv chiqargichi va uning sarf-bosim harakteristikasi



5-rasm. **«Tomchidon-5» mikro suv chiqargich-tomizgich(a)**

1-korpys; 2-membrana; 3-qopqoq; 4-radial bo‘rtiq. b) mikro suv chiqargich-tomizgich va uning sarf-bosim xarakteristikasi

Bog‘ni tomchilatib sug‘orishda bog‘larning sug‘orish tartibi vegetasiya davrida suv iste’moli taqchilligini ta’minlash bo‘yicha belgilanadi.

Sug‘orish parametrlari tartibi quyidagilar:

- sug‘orish va sug‘orish me’yorlari;
- sug‘orish muddatlari va davomiyligi;
- sug‘orishlar soni.

Bog‘ning sug‘orish me’yori A.N.Kostyakov tavsiyasi bo‘yicha belgilanadi.

$$M = E_v - (W_H + O + \Gamma) + W_k \qquad (8)$$

by yerda: M - qishloq xo‘jaligi ekinlarining sug‘orish me’yorlari, m^3/ga;

E_v -qishloq xo‘jaligi ekinlarining jami suv iste’moli, m^3/ga;

W_H -ekin ekilgan vaqtda tuproqdagi suv zahirasi, m^3/ga;

O - vegetasiya davrida yoqqan yog‘inlar miqdori, m^3/ga;

$\pm\Gamma$ - hisob qatlamiga kirgan sizot suvlari miqdori, m^3/ga;

W_k -qishloq xo‘jaligi ekinlarini yig‘ish vaqtida tuproqdagi suv zahirasi, m^3/ga.

Sug‘orish suvi quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$M_0 = \sum m^o \qquad (9)$$

by yerda: m^o - tomchilatib sug‘orishda sug‘orish me’yori, m^3/ga.

Tomchilatib sug‘orishda bu me’yor yer ustidan egatlab sug‘orishdagiga nisbatan ancha kam. Bu koeffitsientlarni hisobga olib, jami suv iste’molini (mm) quyidagi bog‘liqlik bo‘yicha aniqlanadi:

$$ET = k_b k_0 ET_0 \qquad (10)$$

by yerda: k_b – o‘simliklar o‘rnini xarakterlovchi biologik koeffitsient;

k_0 – mikroiqlim koeffitsienti;

ET_0 – bug‘lanish (potensialnaya evatotraspirasiya), mm.

Yuqoridagi bajarilgan ilmiy tadqiqot ishlari natijalari tahlili shuni ko‘rsatadiki, tomchilatib sug‘orish usulini qo‘llagan holda o‘tkazilgan tadqiqotlar soni yetarli emas, asosiy tadqiqotlar oxirgi yillarda qo‘ng‘ir tuproqlarda o‘tkazilgan. Tadqiqotlarning ko‘p qismi turli sabzavot, poliz, makkajo‘xori, g‘o‘za ekinlarida tomchilatib sug‘orishdan foydalanishning differensiyalangan usulini qo‘llashning samarali ekanligini isbotlangan. Bizning mintaqada uzumzorlarida o‘tkazilgan ilmiy tadqiqot ishlari yetarli darajada olib borilmaganligi aniqlandi, xamda tomchilatib sug‘orish tizimining zamonaviy rivojlanishining tahlillari shuni ko‘rsatdiki, suv olish balandliklarning farqi ancha katta bo‘lgan va binobarin, quvurlar uzunligi bo‘yicha suv bosimining bir tekisda bo‘lmasligi ham katta tafovutga ega bo‘lmoqda. Sug‘orish maydonlarining egri-bugri relefli xamda sug‘orish maydonlarining uzunliklari bo‘yicha bir xil me’yorda bosimni ta’minlab berish borasida izlanishlar olib borish bugungi kunning dolzarb vazifasidir.

Maydon suv bilan to‘ldirilgandan so‘ng polietilen plyonka bilan uning ustidan tuproq bilan yopib qo‘yildi. Shundan so‘ng uchinchi kundan boshlab namlikni aniqlash uchun har 10 sm qatlamda sizot sathigacha 5 qaytariqdan tuproq namunalari olindi. Tuproq namunalari olish namlik doimiy miqdorga yetguncha davom ettirildi. Namlikning doimiy ko‘rsatgichi cheklangan dala nam sig‘imi deb qabul qilindi. Cheklangan dala nam sig‘imini aniqlash uchun tajribalar

boshlash vaqtida maydonchalardan namunalar olindi hamda namlik miqdori aniqlandi.

Tomchilatib sug‘orish tizimi o‘simlikning suvga bo‘lgan ehtiyojiga teng miqdordagi suvni g‘o‘zaning ildiz qatlamiga yetkazib berishga mo‘ljallangan sug‘orish tarmog‘i. Tomchilatib sug‘orishni boshqa sug‘orish usullaridan farqi shundaki, suv ekinning ehtiyojiga mos ravishda dala bo‘ylab bir tekisda beriladi. Dalaning ekin joylashgan joylari bir xilda namlanadi. Tomchilatib sug‘orishda ekin ildiz qatlam namligi bir xilda ushlab turiladi va ekin hamma energiyani o‘z hosilini yaratishga sarflaydi.

Xulosa. Intensiv bog‘lardagi shaftoli daraxtini yetishtirishda turli xil sug‘orish texnologiyalarini qo‘llanilishi bo‘yicha shunday xulosa qilish mumkinki, egatlab sug‘orilgan bog‘lardagi hosildorlik va hosilning pishish darajasi turlicha ko‘rinishda bo‘lib, ularning ta’sir doirasiga nisbatan tomchilatib sug‘orish texnologiyasi qo‘llanilgan variantlarda nafaqat suv balki turli hildagi resurslarning tejalishiga xam asos bo‘ldi desak bo‘ladi, yoqilg‘i moylash xarajatlari, (qul mexnati) ishchi kuchi harajatlarining ham sezilarli ravishda tejalishiga erishilib, navli shaftolidan yuqori va sifatli hosil yetishtirilishi evaziga iqtisodiy samaradorlikning oshishiga ham erishilganligini alohida ta’kidlash lozim. Jumladan, Intensiv bog‘lardagi shaftoliga tomizgichli shlangdan tomayotgan tomchidonlarning suv sarfini 3.0 l/soat suv berilganda 2023 yilda 62,4 %, 2024 yilda esa 64,7 %, tomchidonlarning suv sarfini 3.5 l/soat suv berilganda 2023 yilda 52,4 %, 2024 yilda esa 53,2 % ga, tomchidonlarning suv sarfini 3.9 l/soat suv berilganda 43,6 % va 41,4 % sug‘orish suvlari tejalganligini, shuningdek, intensiv bog‘da qator oralariga o‘tkazilgan ishlovlar sonining 2,3 baravar kam xarajatlar bo‘lganligi hisobiga YoMMlari 40-45%, sug‘orishlar avtomatlashtirilganligi va qator oralariga ishlovlar soni evaziga suvchilarga to‘lanadigan ish haqi va boshqa mehnat xarajatlari 25-30 % ga tejalishiga erishilganligini alohida ta’kidlash lozim. Intensiv bog‘dagi shaftolini yetishtirish jarayonida egatlab sug‘orish tizimi orqali sug‘orilganda berilgan barcha resurslarga nisbatan, o‘rtacha 65 % suvning iqtisod qilinishi, meniral ug‘itlar miqdorini 45-55 % ga kamaytirilgan holda sarflanishi, hosildorlik miqdori 35-45 % gacha oshganligi, yonilg‘i moylash mahsulotlarining miqdori 41-45 % gacha kam sarflanishga erishilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Butayarov A. T., Nazarov A. A. Scientific substantiation of technology of efficient use of water resources in irrigation of cotton //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 401. – C. 05048.
2. Serikbaev B., Butayarov A. Operational responsibility and operational reliability of cotton drip irrigation systems //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – T. 883. – №. 1. – C. 012037.
3. Butayarov A. T. Improvement of water use in farms in the territory of" Amu-Surkhan" ITSB //AGROILM" magazine special. – №. 4. – C. 60.
4. Butayarov A. T. Amu–Surxon //ITXB hududidagi fermer xo ‘jaliklarida suvdan foydalanishni takomillashtirish.//“AGROILM” jurnali maxsus son. – T. 4. – №. 60. – C. 79-81.
5. Serikbaev B., Butayarov A. Operational responsibility and operational reliability of cotton drip irrigation systems //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – T. 883. – №. 1. – C. 012037.
6. Butayarov A. T. Amu-Surxon irrigatsiya tizim havza boshqarmasida suvdan foydalanish holati. Mejdunarodnaya konferensiya innovatsionnoe razvitie nauki i obrozovaniya. Noyabr 2020 g.«Sbornik nauchnыx trudov Pavlodar, Kazaxstan» Noyabr, 2020 g.
7. Butayarov A. T. Amu-Surxon" improves water usage on farms in the ITXB region. Special issue of" AGROILM" journal 4.(60). – 2019.
8. Butayarov A. T. et al. Technology of efficient use of water in irrigated agriculture. Republican scientific-practical conference on the topic" Environmental problems of rational use of water and land resources in irrigated farming" Volume I //Tashkent. November. – 2017. – C. 24-25.
9. Serikbaev B. et al. Water circulation is the main factor of water savii in dry years //Water resources of Central Asia and their use" materis of the International Scientific and Practical Conference dedicati to summing up the results of the UN Decade" Water for Life" Almat Kazakhstan book. – 2016. – T. 2. – C. 234-238.