

МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ, ГЕОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КОМИТЕТ ПО ВОДНЫМ РЕСУРСАМ

ТОО «КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»
(ТОО «КазНИИВХ»)



Климат и водные ресурсы: мелиорация и экология
Климат және су ресурстары: мелиорация және экология
Climate and water resources: land reclamation and ecology

*Материалы Международной конференции
посвященной 70 летнему юбилею Б.М. Койбакова
академика КАСХН, д.с-х.н.*

Сборник научных трудов

Тараз 2022

**МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ, ГЕОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

КОМИТЕТ ПО ВОДНЫМ РЕСУРСАМ

**ТОО «КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»
(ТОО «КазНИИВХ»)**



Климат и водные ресурсы: мелиорация и экология

Климат және су ресурстары: мелиорация және экология

Climate and water resources: land reclamation and ecology

*Материалы Международной конференции
посвященной 70 летнему юбилею Б.М. Койбакова
академика КАСХН, д.с-х.н.*

Сборник научных трудов

Тараз 2022

УДК 551.58
ББК 23.237
К 49

Рекомендовано к изданию Ученым советом КазНИИВХ (протокол № 3 от 28.09.2021 г.).

Рецензенты: **Абдураманов А.А.** – доктор технических наук, профессор кафедры ТарПУ им М.Х.Дулати. **Ибатуллин С.Р.** – доктор технических наук, профессор, директор КФ «Международный учебный центр по безопасности гидротехнических сооружений».

Редакционная коллегия: **Балгабаев Н.Н.** – доктор сельскохозяйственных наук (гл. редактор), Генеральный директор ТОО «КазНИИВХ»; **Койбаков С.М.** доктор технических наук ТарПУ; **Ибраев Т.Т.** – кандидат технических наук, заместитель Генерального директора по научной работе и внедрению ТОО «КазНИИВХ», **Койбакова Е.С.** - кандидат сельскохозяйственных наук; **Калдарова С.М.** – кандидат технических наук, **Таттибаев Х.А.** – кандидат технических наук, **Ли М.А.** – кандидат технических наук, **Кудайбергенова И.Р.**

К 49 Климат и водные ресурсы: мелиорация и экология:
Сб. науч. тр. / ТОО «КазНИИВХ», - Тараз, 2022. – 282 с.
ISBN 978-601-7790-15-8

В сборник включены статьи научных сотрудников и специалистов водного хозяйства, раскрывающие вопросы эффективного управления и использования водных ресурсов, влияние изменения климата на водные ресурсы Евразии, ресурсы бассейнов трансграничных рек и угрозы их сохранению, перспективы развития мелиоративного земледелия в условиях дефицита воды, экологические проблемы в свете роста потребления воды и изменения климата.

Жинаққа су ресурстарын тиімді басқару және пайдалану, климаттың өзгеруінің Еуразияның су ресурстарына тигізетін әсері, трансшекаралық өзендер бассейндерінің ресурстары және оларды сақтау қаупі, су тапшылығы жағдайында мелиоративтік егіншілікті дамыту перспективалары, су тұтынудың өсуі және климаттың өзгеруі аясындағы экологиялық мәселелерін ашатын су шаруашылығының ғылыми қызметкерлері мен мамандарының мақалалары енгізілген.

The collection includes articles by researchers and specialists of water management, revealing the issues of effective management and use of water resources, the impact of climate change on the water resources of Eurasia, the resources of transboundary river basins and threats to their conservation, prospects for the development of reclamation agriculture in conditions of water scarcity, environmental problems in the light of increasing water consumption and climate change.

УДК 551.58
ББК 26.237

ISBN 978-601-7790-15-8

© КазНИИВХ, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
Балгабаев Н.Н. Койбакову Бауржану Мельдебековичу 70 лет.....	7
Рау А.Г. Повышение продуктивности каштановых почв на орошаемых землях Центрального и Северного Казахстана (<i>по тропам науки ученого, академика А.С-Х.Н. РК Бауржана Мельдебековича Койбакова</i>).....	10
1 ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЕВРАЗИИ	
Duhovny V., Ibatullin S., Ziganshina D., Central Asia Expert Platform and Research Fund on Water Security, Sustainable Development and Future Studies	19
Медеу А.Р., Алимкулов С.К., Турсунова А.А. Антропогенная нагрузка на водные ресурсы Казахстана	24
Зәуірбек Ә.К. Рябцев А.Д. Кененбаев Т.С. Омарова Г. Е. Концептуальные основы развития орошаемого земледелия с учетом антропогенной деятельности в условиях изменения климата	32
Черняк О.Н Влияние изменение климата на внутригодовое распределение стока воды крупных рек республики Беларусь	37
Хайдаров А.Р. Влияние изменения климата на водные ресурсы Узбекистана	41
2 РЕСУРСЫ БАСЕЙНОВ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК И УГРОЗЫ ИХ СОХРАНЕНИЮ	
Мусаев А.И., Турекельдиева Р. Оценка ресурсного потенциала возвратных вод южного региона Казахстана.....	44
Балгабаев Н.Н., Байзакова А.Е., Калашников П.А., Джабаев К.Е., Боровиков Э.А., Власов А.О. Моделирование распределения речного стока на основе пространственной корреляции	51
Сенников М.Н. Омарова Г.Е., Ержанова Н.К., Джакияев Б.Д. Влияние русловых процессов на эксплуатацию гидроузлов юга Казахстана.....	55
Гусева Т.М., Мажайский Ю.А Сравнительная характеристика гидрохимических показателей малых рек Окского бассейна.....	60
Тулегенов Ш.А. Құрманғазы Е. Жоғары жылжамдық ағынды гидравликалық есептеу.....	63
Ангольд Е.В., Жарков В.А. Пути повышения эффективности использования доступных водных ресурсов в Республике Казахстан.....	65
Таттибаев Х. А. Мамучев Р.А., Усеров, К. М., Расманбетов Т.А., Батырбаев А. Анализ водных ресурсов и мелиоративного состояния орошаемых земель по Арало-Сырдарьинскому водохозяйственному бассейну	70
Махмудова Л.К., Канатұлы Ә., Жакен Қ., Абиев М.А., Амангельді Р. Оценка многолетних колебаний стока рек бассейна р. Есиль.....	75
Карлыханов О.К., Ли М.А., Бакбергенов Н.Н., Иманалиев Т.К., Жакашов А.М., Понкратьев Д.М. Обобщение результатов научных исследований по внедрению приборов водоучета и технологии управления водными ресурсами на водных объектах.....	80
Ли М.А. Бакбергенов Н. Н. Иманалиев Т. К. Техническое состояние и оснащенность водоаккумулирующих объектов бассейна реки Тобыл	91
Джурумбаева Р, Кожамкулова Г.Е. Қазақстанның трансшекаралық өзендерінің су ресурстарын пайдалану мәселерері.....	96
Бердібекова Ш.С. Шомантаев А.Ә. Қазақстан Республикасы аумағындағы Арал-Сырдария бассейнінің су ресурстарын ықпалдастықпен басқару.....	99
Кененбаев Т.С. Влияние качественного уровня эксплуатации и технического содержания оросительных систем на эксплуатационные потери поливной воды.....	102

3 ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВОДЫ

Ибатуллин С.Р. Нарастание водного дефицита как угроза продовольственной безопасности Центральной Азии.....	109
Касымбеков Ж.К., Касымбеков Г.Ж. Обоснование конструкции и параметров микрогидроэлектростанции гидроциклонного типа для систем водоснабжения.....	116
Тоқтамысов Ә.М., Шермагамбетов К., Баимбетова Г.З., Елеуова Э.Ш. Системы обработки почвы в ресурсосберегающих технологиях возделывания риса.....	122
Джумабеков А.А. Абдешев К.Б. Режим грунтовых вод и радиус действия скважин вертикального дренажа.....	125
Мищенко Н.А. Технологические и технические особенности полива рассадно-овощных культур, выращиваемых кассетным способом в защищенном грунте.....	130
Калашников А.А. Отработка технологии возделывания лука с применением водосберегающих технологий.....	134
Тагаев А. Влияние приемов обработки почвы на физические свойства сероземов.....	146
Парамонов А.И., Басманов А.В., Мирдадаев М.С., Цхай М.Б., Калдарова С.М., Басманов И.В. Агротехнологические приемы повышения продуктивности мелиорируемых земель Казахстана	149
Джайсамбекова Р.А., Балгабаев Н.Н., Басманов А.В., Салимбаев Р.Р. Почвенно-мелиоративное состояние Мактааральского массива орошения.....	153
Басманов А.В., Мирдадаев М.С., Койбакова Е.С., Джайсамбекова Р.А., Басманов А.В., Кабыл Т.М. Оценка энергетических параметров зональных почв Казахстана.....	160
Калашников П.А., Байзакова А.Е., Боровиков Э.А., Попандопуло Г.П., Власов А.О. Применение возобновляемых источников энергии в системах капельного орошения	164
Калдарова С.М., Цхай М.Б., Попандопуло Г.П., Халимбетова А.А. Қорғалған грунты суаруды нормалау.....	173
Грушин А.В., Гжибовский С.А., Коломеев А.В. Повышение эффективности оросительной техники.....	177
Сейітқазиев Ә.С., Құдайбергенова И.Р. Тозған жерлерді жақсартудың тәсілдерін анықтау	182
Кали Ә. С., Таттибаев Х. А. Суармалы жерлердің бетін тегістеу, ауылшаруашылық өндірісіндегі мелиорация құрамының маңызды жұмыстарының бірі	186
Дюйсенхан А.Ж. Жапаркулова Е.Д., Жандосов Д.Д. Влияние грунтовых вод на водообеспеченность и мелиоративное состояние орошаемых земель	189
Norkuziyeva N. S. Khikmatov M.F., Fayzullayev N.E. Safety technique in the operation of hydromelioration machines.....	192
Gadaev N., Nasirova M.S., Amanov O., Qurbonov F., Yakshiev Sh., Kandaxarov Z. Cotton irrigation with a polymer-polymer complex screen.....	195
Gadaev N., Nasirova M.S., Amanov O., Qurbonov F., Yakshiev Sh., Kandaxarov Z. Mathematical calculations of water saving during furrow irrigation of cotton using a screen from an interpolymer complex.....	199
Қанжар Ғ.Ә. Әбдісадыққызы А. Қызылорда облысы Шиелі ауданының суғармалы жерлердің су-тұз тәртібін реттеу жолдары.....	203
Жұмашев.Н.Қ, Әбдісадыққызы А. Қызылорда суармалы жерлерін тиімді пайдаланудың ғылыми негіздемесі	206
Куртебаев Б. М., Мамучев Р. А. Оценка применимости технических средств орошения дождеванием в предгорной зоне южного региона РК	209
Таттибаев Х. А., Калдарова С. М., Джабаев К. Е., Кали А.С., Усеров К. М. Технологические операции и требование при дискретной технологий орошения.....	213

**4 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СВЕТЕ РОСТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДЫ
И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Мажайский Ю.А., Шевченко В.А., Макарова Л.Ю., Шешенев Н.В. Использование ПК МИКЕ в процессе проектирования систем обводнения осушенных торфяников.....	218
Вагапов Р.И., Вагапова А.Р. Водообеспеченность и кормоемкость природно-хозяйственных систем низовий реки Шу.....	223
Ибатуллин С.Р. Задачи развития научно-образовательного потенциала, в сфере водных ресурсов РК.....	228
Зәуірбек Ә.К., Калыбекова Е.М., Жандияр Е. Оценка влияния качества воды на здоровье населения.....	238
Круглов Л.В., Круглов С.Л. Защита подвалов зданий от подтопления.....	242
Гриценко Н.В. Кудайбергенова И.Р., Өтепберген Г.С. Қазақстанның оңтүстігінің экологиялық мәселелері.....	246
Абдураманов Н.А., Рысмаханов Н.К., Попандопуло Г.П., Боровиков Э.А., А.С.Кали Способы берегозащитного крепления земляных каналов	251
Тельгараева Г.Е. Рациональное использование минерализованных вод питьевого водоснабжения на летних отгонных пастбищах	253
Устабаев Т.Ш. Исследование и разработка технических средств утилизации рассолов при опреснении минерализованных вод на отгонных пастбищах республики Казахстан.....	256
Джоланов Е.Е. Климаттың өзгеруінің экологиялық мәселелері.....	258
Әбубәкір Ә., Зулпибекова С.Б., Ануарбеков К.К. Таза ауыз суды дайындаудың қазіргі жүйесі.....	262
Улугхожаева У. А. Яхёхужаева А. М. Роль организации охраны труда в гидромелиоративной отрасли.....	265
Norkuziyeva N. S. Khikmatov M.F., Fayzullayev N.E. Safety technique in the operation of hydromelioration machines.....	268
Набиоллина М.С. Акимова И.Н. Орал қаласының төгінді суларын тазарту технологиясы.....	270
Yalcin Bozkurt, Alina Vagapova Long-term effects of artificial fertilizer applications on natural grasslands within the aspect of ecologically sustainable grazing systems in the highlands of the Eastern Turkey.....	273
Meldebekova G.S. Koibakov S.M. Modeling hydrological ecosystem services and trade-offs under land use land cover change scenarios in the Syrdaryariver Basin, Central Asia....	277

ВВЕДЕНИЕ

Изменение климата оказывает негативное воздействие на самые различные аспекты нашей жизни, в том числе это касается и водных ресурсов. Во-первых, повышение температуры приводит к ускоренному испарению воды. В результате, все чаще возникает проблема дефицита питьевой воды, а также необходимых ресурсов для ведения сельского хозяйства. Во-вторых, наблюдается увеличение частотности таких стихийных бедствий, как сели, оползни и наводнения. Таким образом, мы видим, что проблема водных ресурсов непосредственно связана с происходящими климатическими изменениями, что, безусловно, требует от нас принятия незамедлительных адаптационных мер.

Согласно данным ЮНЕСКО, на сегодняшний день 2,1 млрд. человек по всему миру элементарно не имеют доступа к питьевой воде. Недаром обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех стало 6-ой из 17 Целей Устойчивого Развития, принятых Генеральной Ассамблеей ООН в рамках Повестки Дня до 2030 года. Что же касается конкретно региона Центральной Азии, то, согласно мнению многих ученых, данный регион является одним из наиболее уязвимых перед изменением климата. Существует серьезный риск того, что повышение температуры здесь будет более значительным в сравнении со среднемировым значением. Следовательно, водные ресурсы нашего региона также подвержены еще большей угрозе. Так, к примеру, 2/3 населения Таджикистана, которая по-прежнему проживает в сельской местности, испытывает острый дефицит пресной воды. В свою очередь, в Узбекистане, больше половины населения элементарно не имеет доступа к центральной водопроводной сети. Тем не менее, хотелось бы подчеркнуть, что ни проблема изменения климата, ни вопрос управления водными ресурсами не имеют четких территориальных границ. Как отмечает Силер Мюллер, вице-президент Всемирного банка по региону Европы и Центральной Азии, «Изменение климата - с его отрицательным воздействием на водные ресурсы, гидрологический цикл, потоки поверхностных и подземных вод - не могут рассматриваться в контексте границ одной страны. Меры реагирования на изменение климата и эффективное управление водными ресурсами неизбежно требуют сотрудничества между всеми странами на национальном, региональном и глобальном уровнях». Иначе говоря, борьба за сохранение водных ресурсов требует объединения усилий на уровне всего региона Центральной Азии и принятия соответствующих адаптационных мер.

Таким образом, мы видим, что управление водными ресурсами зачастую является вопросом регионального масштаба и требует мобилизации всех возможных сил. Поэтому нам всем следует помнить, что вода - основа жизнедеятельности. Иначе говоря, борьба за ее сохранение касается каждого из нас без исключения. И, если мы найдем в себе силы мобилизовать все возможные ресурсы на решение этой проблемы, «вода действительно может стать источником развития и процветания в Центральной Азии».

В юбилейный сборник, посвященный 70-летию академика КАСХН, д.с-х.н. Б.М. Койбакова включены статьи научных сотрудников и специалистов водного хозяйства, раскрывающие вопросы эффективного управления и использования водных ресурсов, влияния изменения климата на водные ресурсы Евразии, ресурсы бассейнов трансграничных рек и угрозы их сохранению, перспективы развития мелиоративного земледелия в условиях дефицита воды, экологические проблемы в свете роста потребления воды и изменения климата.

КОЙБАКОВУ БАУРЖАНУ МЕЛЬДЕБЕКОВИЧУ 70 ЛЕТ

Балгабаев Н.Н. – доктор сельскохозяйственных наук, Генеральный директор
ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»,
г. Тараз, Казахстан



Койбаков Бауржан Мельдебекович родился 3 января 1952 года в с. Шымбулак Жуалынского района Жамбылской области. Отец – Койбаков Мелдебек, 1914 года рождения. Участник Великой Отечественной войны, демобилизовался в 1947 году. На войне был пулеметчиком, когда вернулся после Великой Победы, его грудь украшали боевые награды. Особенно он ценил медаль «За отвагу», которую получил под Курском. В колхозе работал почтальоном-инкассатором. На лошадях и в зной и стужу развозил почту, пенсии. В 1976 году его не стало. Но свои самые лучшие черты характера он передал своим детям. Именно отец приучил своих детей к труду, желанию хорошо учиться, привил тягу к книгам и знаниям. Мать Койбакова Бакира, 1928 года рождения, «Мать-Героиня», вырастила и воспитала 5 сыновей и 5 дочерей.

Б. Койбаков в 1969 году окончил среднюю школу им. Орджоникидзе станции Бурное Жуалынского района Жамбылской области. В этом же году поступил в Джамбулский гидро-мелиоративно-строительный институт на гидромелиоративный факультет, который закончил в 1974 году. После окончания института, он как способный к научной работе молодой специалист, был направлен на работу младшим научным сотрудником в Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства (КазНИИВХ).

Вся трудовая деятельность Б. Койбакова прошла именно в этом институте, где были пройдены все этапы карьерного роста, начиная от младшего научного сотрудника до заведующего отделом «Орошение» КазНИИВХ. Б. Койбаков хорошо освоил особенности исследовательской работы и показал себя успешным ученым, умеющим самостоятельно ставить и решать научные проблемы.

Научная деятельность Б. Койбакова посвящена комплексным научным исследованиям водосберегающих технологий орошения сельскохозяйственных культур и рациональному использованию водных ресурсов, в основном, Северного и Центрального Казахстана, по агроэкологическим проблемам орошаемого земледелия всей степной зоны Казахстана. Результатам этих научных исследований посвящена диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук.

Решением Совета во ВНИИ хлопководства (Узбекистан) от 28 марта 1983 г. Койбакову Бауржану Мельдебековичу присуждена ученая степень Кандидата сельскохозяйственных наук. Тема диссертации: «Использование минерализованных вод для орошения сельскохозяйственных культур на легких каштановых почвах в зоне канала Иртыш-Караганда».

С 1986 по 1992 годы он руководит Северо-Казахстанским комплексным отделом КазНИИВХ, находящимся в городе Павлодаре, где под его руководством успешно проводились научные исследования орошаемого региона зоны канала Иртыш-Караганда и Павлодарского Прииртышья. В 1992 году Б. Койбаков возвращается в г. Джамбул и возглавляет отдел «Орошение» КазНИИВХ. Затем была успешная защита докторской диссертации.

Решением Высшей аттестационной комиссии Узбекского института хлопководства 28 ноября 1996 года Койбакову Бауржану Мельдебековичу присуждена ученая степень Доктора сельскохозяйственных наук. Тема докторской диссертации: «Водосберегающая технология орошения сельскохозяйственных культур и совершенствование оросительных систем в степной зоне Казахстана»

В 1997 году доктор сельскохозяйственных наук, Бауржан Койбаков был избран членом-корреспондентом, а в 1998 году – действительным членом Академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, как крупный ученый в области мелиорации и орошаемого земледелия. Он был талантливым ученым и самым молодым академиком сельскохозяйственных наук.

Результаты научных исследований Б. Койбакова показали возможность получения дополнительной высококачественной продукции сельскохозяйственного производства без существенного увеличения орошаемых площадей, при значительном сокращении использования дефицитной в нашей республике речной воды. Затрагиваются проблемы технологии орошения земель в условиях острого дефицита водных ресурсов, нормирования водопотребности для орошения, оперативного управления поливами, совершенствования систем лиманного орошения, надежности работы гидромелиоративных систем, защите обводнительно-оросительных каналов от заносов в условиях интенсивной ветровой деятельности и др.

Водосберегающие технологии орошения в степной зоне (канал Иртыш-Караганда им. акад. К. Сатпаева). Ввод в эксплуатацию канала Иртыш-Караганда им. К.Сатпаева обеспечил создание новой зоны орошаемого земледелия в центральном Казахстане. В этой зоне были созданы крупные оросительные системы в Карагандинской области с площадью регулярного орошения 18 тыс. га, в Павлодарской области с площадью регулярного орошения 19 тыс. га. Однако ограниченность водных ресурсов канала, который выполняет в основном функцию водоснабжения населенных пунктов и промышленных объектов сдерживает дальнейшее увеличение орошаемых площадей, что предопределяет необходимость изыскания дополнительных источников орошения.

В этой связи научные исследования Б. Койбакова в этом регионе были направлены на разработку технологий использования коллекторно-дренажных, подземных и сточных вод, водосберегающей технологии орошения зерновых культур.

Получены результаты многолетних исследований в северном и центральном Казахстане по решению следующих эколого-мелиоративных проблем:

- дана оценка качества и возможности использования дренажно-сбросных, подземных и сточных вод для орошения;
- определены допустимые пределы минерализации вод и технология использования их для полива сельскохозяйственных культур;
- установлены закономерности формирования водного, солевого и питательного режимов почв и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур;
- разработаны ресурсосберегающие технологии орошения минерализованными водами;
- дан прогноз засоления и осолонцевания почв при орошении минерализованными водами;
- разработаны различные технологические схемы повторного использования дренажно-сбросных вод на местах их формирования, с учетом конструктивных особенностей инженерных оросительных систем и почвенно-мелиоративных условий;
- разработаны водоохраные мероприятия по смягчению отрицательного воздействия слабоминерализованных вод на экологические условия оросительных систем;
- разработан режим орошения зерновых культур при дефиците водных ресурсов;
- разработаны научно-обоснованные мероприятия по предупреждению и уменьшению заносимости русел каналов продуктами ветровой эрозии.

Результаты его научных разработок нашли широкое применение в аграрном секторе экономики Казахстана. Им опубликовано более 60 научных трудов, которые получили высо-

кое признание в нашей стране и за рубежом. В том числе в 2000 году посмертно издана монография «Орошение в северном и центральном Казахстане», где характеризуется состояние орошаемого земледелия страны в переходный период, вскрываются причины кризиса в водном и сельском хозяйстве, намечаются пути их решения, используя рыночный подход к проблеме. Выпущено учебно-методическое пособие для курсового и дипломного проектирования по технологии и организации работ, по устройству коллекторно-дренажной сети на оросительных системах.

Ставя и решая проблемы в целом по республике, Б. Койбаков большое внимание уделял решению научных задач в Жамбылской области. По инициативе и непосредственном его участии разработаны и внедрены рекомендации по технологии возделывания кукурузы в пустынной зоне Жамбылской области, в широком масштабе сельскохозяйственного производства области внедрены биостимуляторы, заложен и осуществлен опыт возделывания безвирусных сортов картофеля в Жуалынском районе, который показал перспективность получения хорошего посевного материала и продовольственного картофеля.

Большое внимание он уделял подготовке молодых научных работников, являясь руководителем аспирантов и соискателей. Коллеги, аспиранты, соискатели постоянно получали у него высококвалифицированные консультации и советы по методике постановки и проведения научных исследований.

Научные руководители – Кван Рем Алексеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, родился 14 ноября 1933 года в с. Гайдамак Приморского края России. После окончания в 1957 году Киргизского сельскохозяйственного института по специальности инженер-гидротехник он направляется в Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства. Вся его научная деятельность связана с этим институтом, являющимся первым научно-методическим центром в области мелиорации и водного хозяйства нашей страны.

Основные направления деятельности «Отдела орошения» института, которым руководил Р.А. Кван в течение продолжительного времени, являлись:

- исследование и разработка режимов орошения основных сельскохозяйственных культур всех природно-климатических зон Казахстана;
- совершенствование существующих приемов орошения (при поверхностных поливах и дождевании) сельскохозяйственных культур и разработка новых ресурсосберегающих технологий на орошаемых землях, включая рисовые севообороты и системы лиманного орошения;
- комплексные исследования по оросительной мелиорации в зоне канала им. К. Сатпаева (Иртыш - Караганда) и на массивах, намечавшихся к орошению по проекту переброски части стока сибирских рек в бассейн Аральского моря;
- гидромодульное районирование и районирование орошаемых площадей по технике полива в республике, влияющих на режим орошения и элементы техники полива сельскохозяйственных культур и направленных на водоснабжение и охрану почв.

Итогом полувекового исследовательского пути Р.А. Кван стали более 250 научных трудов, свыше 10 диссертационных работ на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук, защищенных под его научным руководством. Как ученый-мелиоратор Р.А. Кван хорошо известен не только в нашей стране, но и за рубежом, особенно в странах СНГ, когда многие годы приходилось совместно работать с ведущими учеными и специалистами России, Украины, Белоруссии, Узбекистана, Кыргызстана, Азербайджана и других республик.

Вышпольский Франц Францевич, кандидат сельскохозяйственных наук, родился 10 января 1934 года, г. Винница, Украина. В 1961 году окончил Казахский Государственный Университет им. Кирова, по специальности «Почвоведение». В июле 1961 года поступил на работу в Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, где трудился до 80 лет. В 1971 году успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по теме «Разработка и обоснование рациональных промывных норм засоленных земель». Область научной деятельности: совершенствование конструкции оросительных систем, разработка оптимальных мелиоративных режимов на орошаемых зем-

лях, оросительных норм сельскохозяйственных культур по природно-климатическим зонам Казахстана, утилизация минерализованных вод путем использования на орошение, совершенствование технологии мелиорации почв на орошаемых землях.

Основные этапы работы: Разработка технологии освоения засоленных земель массива АРТУР (1964-1970 гг.), проведена комплексная мелиорация орошаемых земель в зоне канала им. Сатпаева (Иртыш-Караганда, 1970-1985 гг.), разработаны система мероприятий по предупреждению и ликвидации засоления орошаемых земель, технологии и технические средства регулирования водно-солевого режима почв; выполнены научно-исследовательские работы по обессолеванию дренажно-сбросных вод Карагандинской области методом вымораживания (1986-1990 гг.). С 1990-х годов участвует в разработке теоретических основ водо- и ресурсосбережения, воспроизводства плодородия орошаемых земель при ухудшении качества оросительных вод. С 1999-2006 гг. Подготовил 2-х докторов и 8 кандидатов наук.

Им опубликовано более 180, в том числе нормативы, методические указания, рекомендации, 4 авторских свидетельств и патентов. 3 монографии.

Под его руководством защищено 7 кандидатских диссертаций. Выполнял научные работы с международными организациями, в частности ИКАРДА и ИВМИ. Выступал с докладами на республиканских и международных научно-практических семинарах. Получил признание ученых ближнего и дальнего зарубежья, им опубликованы статьи в Японии, США, Сирии, и в России.

Бауржан Койбаков принимал активное участие не только в общественной жизни института (в различные годы возглавлял партийную и профсоюзную организации), но и города – избирался депутатом Центрального районного Совета народных депутатов и членом мандатной комиссии райисполкома, был организатором 2-х Международных научно-технических конференций по проблеме экологии и охраны окружающей среды. Избирался в состав диссертационного совета по присуждению докторской степени при Таразском Государственном университете им. М.Х.Дулати, являлся членом ученого совета КазНИИ водного хозяйства, КазНИИ земледелия им. В.Р.Вильямса, председателем квалификационной комиссии Павлодарского индустриального института и Таразского Государственного университета им. М.Х.Дулати.

Академик Бауржан Мельдебекович Койбаков своей высокой эрудицией, требовательностью к себе, честным служением науке, высокой культурой отношенийнискал себе заслуженный авторитет и глубокое уважение среди окружающих его людей.

В целях увековечивания памяти известного ученого, академика Академии сельскохозяйственных наук 18 ноября 1999 года установлена мемориальная доска на доме, где он проживал. А 14 января 2000 года, решением Таразского городского маслихата и акима города, одной из улиц города присвоено имя Бауржана Койбакова.

УДК 631.4

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО И СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

(по тропам науки ученого, академика АСХН РК Б.М. Койбакова)

Рау А.Г. академик НАН РК, доктор технических наук, профессор,
Казахский национальный аграрный исследовательский университет

В 2022 г. исполнилось бы 70 лет крупному ученому, талантливому организатору мелиоративной науки Казахстана, академику АСХН Республики Казахстан Бауржану Мельдебековичу Койбакову. Отмечая юбилей ученого, мы в очередной раз признаем исключительную роль Бауржана Мельдебековича в развитии мелиорации земель Северного и Центрального Казахстана, им впервые были разработаны агро-мелиоративные технологии,

обеспечивающие повышение продуктивности каштановых почв на орошаемых землях. Его труды не только обогатили мелиоративную науку, но являются незаменимым пособием для мелиораторов и аграрников.

Б.М. Койбаков (1952-1998 г.) после окончания Джамбулского гидромелиоративно-строительного института работал в Казахского НИИ водного хозяйства, проводил комплексные исследования на оросительных системах Казахстана по изучению параметров орошения и дренажа, водосберегающей технологии полива сельскохозяйственных культур, влаго-солепереноса в почвогрунтах, повышения плодородия и продуктивности почв на орошаемых землях. В 1983 г. он защитил кандидатную диссертацию, в 1995 г. докторскую, в 1987 г. избирается членом корреспондентом АСХН. РК, в 1988 г. – действительным членом АСХН РК.

С 1986 г. по 1992 г. Б.М. Койбаков являлся руководителем Северо-Казахстанского комплексного отдела Казахского НИИ водного хозяйства. В этот период он лично проводил широкомасштабные комплексные исследования на орошаемых землях каштановых почв Центрального и Северного Казахстана, полученные им данные имеют большое научное и производственное значения. Впервые были изучены энергоэффективные мелиоративные технологии ресурсосберегающих способов полива сельскохозяйственных культур, обработка почв, повышающие их плодородие и продуктивность, борьба с ветровой эрозией и др.

Научные разработки Бауржана Мельдебековича Койбакова на орошаемых землях Центрального и Северного Казахстана позволяли увеличить урожайность картофеля на 15 ц/га, морковь – на 20 ц/га, капусты на 30 ц/га, зерновых на 4,5 ц/га.

Наша современная наука всегда отличалась своим прочным методологическим фундаментом. Материализм, системность, стремление к широким обобщениям на основе стихийного диалектического подхода были уже свойственны таким русским естествоиспытателям, как В.В. Докучаев – основоположник науки о почве, В.И. Вернадский - заложивший основы современной экологии, А.Н. Костяков - основоположник мелиоративной науки. А.Н. Костяков отмечал: «Ученые мелиораторы должны постоять заботится не только о накоплении и осмысливании новых знаний в области мелиорации, но и об упорядочении ее методологического фундамента», именно это мы видим в трудах ученого академика Б.М. Койбакова.

При описании природно-климатических условий Северного и Центрального Казахстана Б.М. Койбаков исходил из энергетического потенциала каштановых почв и климатических условий, по теплообеспеченности влияющие на производство сельского хозяйства. Многие ученые (А.Н. Костяков, Д.Н. Прянишников, Е.Н. Мишустин и др.) указывают на эффективность освоения каштановых почв для ведения сельского хозяйства [1, 2].

В своей монографии Б.М. Койбаков дает подробное описание каштановым почвам и климату Центрального и Северного Казахстана, который отличается суровостью и засушливостью, резкой континентальностью и сильными ветрами [3]. Как отмечает Б.М. Койбаков для всей рассматриваемой территории характерны весенне-летние, реже осенние засушливые и суховеино-засушливые периоды. Ущерб, наносимый засухой, зависит от ее продолжительности, от осенних и ранне-весенних запасов влаги в почве. Вероятность сухих лет в сухостепной зоне составляет 38%, при этом недостаточность увлажнения сказывается не только в сухие, но и во влажные годы по обеспеченности естественными осадками. Растения не испытывают недостатка тепла в течении всего вегетационного периода, но часто страдают от недостаточного увлажнения, наиболее остро проявляющегося в периоды атмосферных засух.

Количество осадков вегетационного периода сухостепной зоны колеблется от 110 до 130 мм, однако максимум осадков перемещается на ранневесенние месяцы. Посевы яровой пшеницы уже в фазе трубкования страдают от дефицита влаги в почве. К этому времени запасы влаги в пахотном слое составляют 10-20 мм, в полуметровом - 30-50 мм, в метровом - 50-100 мм. Во время колошения, цветения и налива зерна дефицит влаги в почве увеличивается. Налив зерна происходит при суховеях продолжительностью от 3 до 10 дней и повторяемостью 50-70%. Причем растения в рассматриваемой зоне испытывают недостаток про-

дуктивной влаги в метровом слое почвы не только в средне сухой (год 75% обеспеченности), но и в средний по влажности год. Специфической особенностью степной зоны Казахстана является то, что дефицит запасов влаги в почве наблюдается не в целом за вегетационный период, а лишь в отдельные его периоды. В зоне сухих степей в период сева оптимальная влагообеспеченность наблюдается один раз в 5 лет. В засушливо-степной зоне - 9 лет из 10.

Поэтому, чтобы баланс влаги и тепла соответствовал оптимальному, здесь необходимо дополнительное увлажнение. О необходимости регулярного или дополнительного орошения в степной зоне Северного и Центрального Казахстана говорится в работах многих авторов [1, 2, 3, 4].

По многолетним климатическим данным метеостанции Павлодар дефицит водопотребления пшеницы отмечается с мая месяца по сентябрь, при относительной влажности воздуха 40%, суммарное водопотребление превышает осадков на 10 – 30% (рисунок 1).

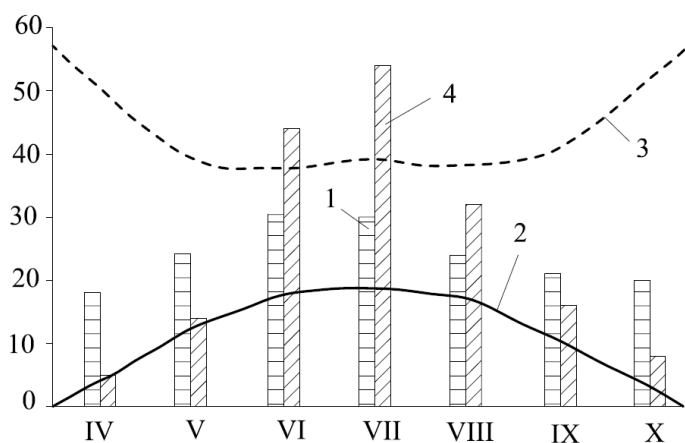


Рисунок 1 – Многолетние климатические данные метеостанции Павлодар (1930-1980 гг.) среднемесячные данные: 1 – осадки, мм; 2 – температура воздуха, °C; 3 – относительная влажность воздуха в 13 часов, 4 – водопотребление пшеницы.

Анализируя агроклиматические показатели, количественную и качественную их характеристику, а также оценку почвенных ресурсов, Б.М. Койбаков обосновывал целесообразность применения оросительных мелиораций в Северном и Центральном Казахстане, которые обеспечивают в оптимальных пределах водный, питательный и воздушный режимы почв [2].

В 20-е годы А. Н. Костяков развивал мысль о необходимости подходить к мелиорации как к средству непосредственного регулирования не только водного, но также воздушного, теплового и химико-биологического режимов почвы [1]. Ее сущность состоит в управлении совокупностью основных факторов жизнедеятельности растений инженерными средствами. В исследованиях по комплексным мелиорациям вода рассматривается и как экологический фактор, и как орудие труда, осуществляющее ряд агротехнических функций. Как указывал В.Р. Вильямс, направления круговоротов воды и питательных веществ растений совпадают друг с другом почти во всех деталях (за исключением скорости), поскольку зольные и азотные элементы пищи растений присутствуют в воде в виде растворов. Отсюда следует, что мелиорации и так называемые простейшие «сухие», агро-мелиорации, распашка поперек склона, снегозадержание, лесополосы нельзя противопоставлять друг другу, как это иногда делается, так как они решают общую для них задачу - регулирование водного баланса территории. Во всех случаях вода выступает в качестве основы управления биологическим круговоротом веществ и энергии. Следует не противопоставлять, а разумно сочетать все виды мелиорации в целях успешного земледелия - такова задача. Подтверждение этих положений мы находим в работах Б.М. Койбакова при рассмотрении вопросов орошения каштановых почв Северного и Центрального Казахстана [1].

Костяков А.Н. считал, что оросительная мелиорация составляет вторую подсистему мелиоративно-земледельческих производительных сил. «Сама земля, - как подчеркивал К. Маркс, - есть средство труда, но функционирование ее как средства труда в земледелии в свою очередь предполагает целый ряд других средств труда и сравнительно высокое развитие рабочей силы» (К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23, стр. 190). К этим средствам труда принадлежат и гидромелиоративные системы, назначение которых - превращать землю в средство труда, воскрешать и многократно усиливать ее главное свойство - плодородие. Гидромелиоративные системы принадлежат, по выражению К. Маркса, к классу так называемых «сосудистых» (транспортных) систем. Однако сводить их роль только к перемещению масс воды в пространстве было бы неправомерным обеднением содержания и функций гидромелиоративных систем.

Как отмечают А.Н. Костяков и Б.М. Койбаков [1, 2], при этом важно отметить превращения, которые претерпевает вода в процессе ее движения по гидромелиоративной системе. Если при заборе и транспортировании вода - предмет воздействия со стороны гидротехнических сооружений, то на выходе (в процессе орошения) она превращается в продукт работы гидромелиоративной системы - почвенную влагу, находящуюся в оптимальном для растения количестве, и создающую требуемую влажность почвы. Из физического фактора природы вода при ее потреблении превращается в физиологический элемент жизнедеятельности сельскохозяйственных культур. Она становится составной частью почвы как средства производства, но уже в другой подсистеме - подсистеме земледельческих производительных сил.

Поэтому критика П. Залыгина, согласно которой гидромелиоративная система не имеет своего конечного продукта, несостоятельна и порочна. Конечный продукт работы гидромелиоративных систем - почвенная влага, которая в качестве одной из составляющих почвы участвует в процессе производства сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях.

Опытно-экспериментальными исследованиями на каштановых почвах Северного и Центрального Казахстана Б.М. Койбаков установил, что мелиорация земель и орошаемое земледелие способны обеспечить высокоэффективное сельскохозяйственное производство, глубокое рыхление и вспашка улучшают физические и водные свойства почв, водный и пищевой режим, условия питания и развитие сельскохозяйственных растений в засушливом земледелии. Разрушение уплотненных горизонтов A_2 и B_1 и вовлечение их в пахотный слой заметно улучшают структурность, повышают скважность и водопроницаемость почв, аккумулярование осадков и весенних талых вод, впитывание их и накопление больших запасов влаги по сравнению с другими приемами основной обработки. К этому выводу приходят многие ученые почвоведы А.И. Бараев, Е.Д. Лысогоров, П.Я. Биленко, П.К. Иванов, Б.М. Койбаков и др. [2, 3, 4, 5, 6]

В работах Т.Е. Мальцева, К.Н. Зайцева, Е.Д. Лысогорова, Б.М. Койбакова отмечается, что глубокая вспашка увеличивает объем рыхлой почвы в пахотном слое [3, 4, 5, 6]. Растения развивают мощную и глубокую корневую систему, но в отличие от варианта с глубоким рыхлением, активная зона их располагается в основном в нижней, более плодородной части пахотного слоя. В связи с этим они значительно лучше используют эффективное плодородие почвы, влагу, питательные вещества и внесенные удобрения (рисунок 2).

Распашка почв резко снижает величину альбедо, что сопровождается увеличением радиационного баланса, количества фотосинтетически активной радиации ФАР и индекса сухости М.И. Будыко $I=R/(Loc)$, где R - радиационный баланс, Loc - затраты тепла на испарение осадков. Эти изменения различны в зависимости от типа почв и растительного покрова: сумма активных температур увеличивается на 9...15%, ФАР - на 5...11%, индекс сухости - на 6...15%.

В степной, сухостепной и полупустынной зонах распашка и увеличение радиационного баланса сопряжены с увеличением засушливости территории и некоторым снижением продуктивности. Здесь для полного использования биоклиматического потенциала требуется

искусственное увлажнение почв с целью компенсации нарушенного распашкой гидротермического режима.

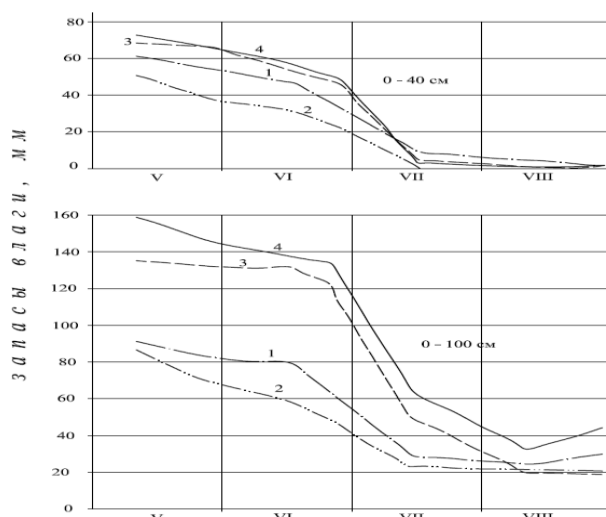


Рисунок 2 – Динамика доступной растениям влаги в темнокаштановой карбонатной почве в зависимости от обработки: 1 – при дисковании; 2 – при рыхлении глубококом; 3 – при вспашке нормальной; 4 – при вспашке глубокой

Урожайность конкретной культуры даже при находящихся в оптимуме всех регулируемых факторах будет изменяться из года в год в зависимости от количества фотосинтетически активной радиации (ФАР) F . Поэтому показатели мелиоративных режимов надо обосновывать для совокупности лет разной обеспеченности, т.е. для многолетних условий.

Урожайность (Y) с 10; 25; 50; 75 и 90%-ной обеспеченности по естественной влажности определяется по зависимости $Y = O_c - E_{pot}$ (где O_c – сумма атмосферных осадков, E_{pot} – суммарное испарение при оптимальной влажности почвы) и это позволяет оценить среднемноголетнюю потребность в орошениях, изменение гумуса и питательных элементов. Помимо этого, появляется возможность изменения количества ФАР и его влияние на урожайность в конкретном году. $Y_o = K_i Y$, где Y_o – урожайность данной культуры в многолетнем разрезе, полученная на сортоиспытательных участках, в оптимальных условиях и при стандартной агротехнике; K_i – коэффициент, учитывающий изменчивость ФАР по годам. $K_i = F_p / F$, где F_p – количество ФАР в год p -й обеспеченности, F – среднемноголетнее значение.

Многолетними полевыми исследованиями Б.М. Койбаков установил, что в жаркие годы всегда увеличивается фотосинтетически активная радиация (ФАР) F , урожайность культур и их водопотребление. В жаркий год 1988 г. урожайность и водопотребление пшеницы выше, чем в прохладный 1987 год (рисунок 3).

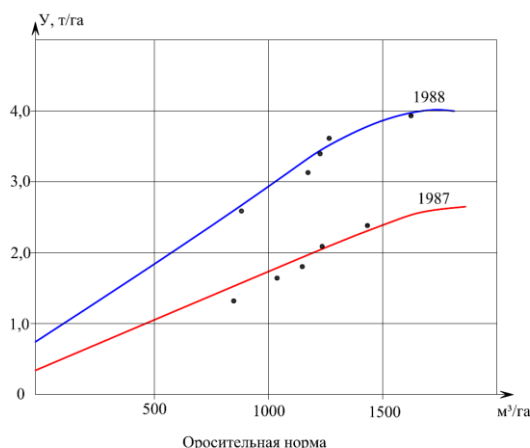


Рисунок 3 – Зависимость урожая яровой пшеницы от оросительной нормы

Опытно-экспериментальными исследованиями на каштановых почвах Северного и Центрального Казахстана Б.М. Койбаков установил, что при глубоком рыхлении и вспашки улучшаются физические и водные свойства, водный и пищевой режим светло-каштановых и темно-каштановых почв, условия питания и развитие сельскохозяйственных растений в засушливом земледелии. Разрушение уплотненных горизонтов A_2 и B_1 и вовлечение их в пахотный слой заметно улучшают структурность, повышают скважность и водопроницаемость почв, аккумуляцию осадков и весенних талых вод, впитывание их и накопление больших запасов влаги по сравнению с другими приемами основной обработки. Подтверждение этому мы находим у многих ученых почвоведов А.И. Бараева, Е.Д. Лысогорова, П.Я. Биленко, П.К. Иванова и др [6, 7, 8, 9].

Водопроницаемость почв зависит от ее обработки, глубокое рыхление и вспашка почв 25-30 см обеспечивает быстрое поглощение талых, дождевых, поливных вод и исключает поверхностный сток, а также поверхностное переувлажнение почв при орошении (рисунок 5).

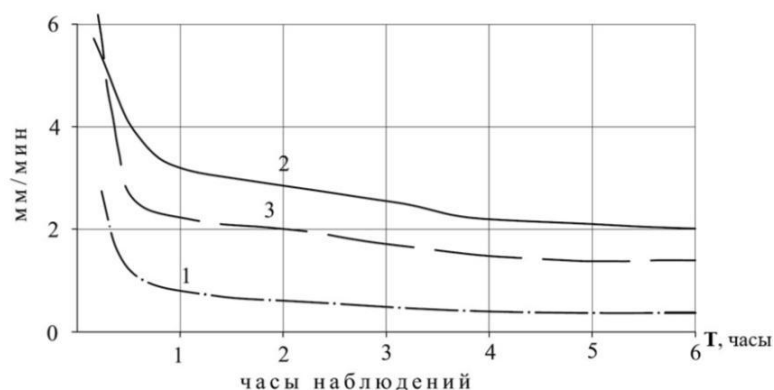


Рисунок 5 – Водопроницаемость темнокаштановой карбонатной почвы в зависимости от обработки почв: 1 – при дисковании; 2 – при рыхлении глубоком; 3 – при вспашке нормальной

Учитывая природно-климатические особенности и направленность хозяйств на всех орошаемых землях наиболее перспективным, механизированным и высокопроизводительным способом полива в условиях степной зоны является дождевание, при котором вода распыляется над орошаемой площадью с помощью специальных дождевальных агрегатов и машин [2]. С применением более совершенных дождевальных машин появляется возможность осуществления поливов на участках с неблагоприятным рельефом без проведения планировочных работ, полив дождеванием способствует качественному выполнению таких сельскохозяйственных работ, как посев, борьба с вредителями и болезнями растений, сорняками и заморозками. При этом, улучшается использование поливной воды за счет более равномерного распределения ее по поверхности поля и точного соблюдения поливных норм.

Сельскохозяйственные культуры в Павлодарской области возделываются в основном на локальных оросительных системах инженерного типа с широкозахватными дождевальными машинами «Волжанка», «Фрегат», «Днепр», работающими с забором воды из гидрантов высоконапорных закрытых трубопроводов и дождевальными машинами ДДА-100МА, ДДН-70 (100) и «Кубань», питающимися из открытых оросителей, в которые вода подается по сети низко- и средненапорных трубопроводов и лотковых каналов.

Многоопорная автоматизированная дождевальная машина «Фрегат» предназначена для полива всех возделываемых сельскохозяйственных культур (за исключением овощей), лугов и пастбищ. Дождевание проводится при движении машины по кругу с забором воды из гидрантов закрытой оросительной сети или скважин. Водоподача в сеть осуществляется стационарными или передвижными насосными станциями. К гидранту оросительной сети или скважине машина присоединяется при помощи стояка неподвижной опоры. Поливная норма составляет 240-1200 м³/га. Привод машины гидравлический за счет напора воды в оросительном трубопроводе. Для применения в различных природно-климатических и хозяйст-

венных условиях выпускаются различные модификации данной машины. Базовой моделью машин «Фрегат» является машина ДМ- 454-100 длиной 454 м и с расходом 100 л/с. Модификации машин этого типа ДМУ выпускаются в двух вариантах: «Фрегат-1» (ДМУ-А) и «Фрегат» (ДМУ-Б).

Значительные тепловые ресурсы (сумма активных температур - 2400-2600°C) позволяют возделывать в рассматриваемой зоне многие культуры: зерновые, зернофуражные, однолетние и многолетние травы, злаково-бобовые смеси, силосные и др., вегетационный период которых не превышает 135 дней.

Указывая на ведущую роль растений в земледелии К.А. Тимирязев отмечал: «растение составляет центральный предмет деятельности земледельца», «Истинный кормилец крестьянина не земля, а растение» (К. А. Тимирязев. Избр. соч., т. 3, стр. 21) [12].

Теплообеспеченность зоны засушливой степи позволяет возделывать большой набор сельскохозяйственных культур, в том числе сильные и твердые сорта пшеницы. Среднегодовое значение урожайности зерновых культур на полях колеблется в пределах 1,1-1,8 т/га, вероятность получения их составляет 40-60%. Колебания урожайности между благоприятными годами по влагообеспеченности достигают значительных величин. Во влажные годы получают от 2,0 до 4,0 т/га зерна яровой пшеницы (вероятность их получения 10-20%), а в сухие годы урожай этой культуры не превышает 0,45-0,5 т/га (вероятность получения составляет 20-35%).

Для выявления эффективности орошения в различных областях степной зоны Казахстана были рассмотрены данные об урожаях по 9 Государственным сортоиспытательным участкам за 34 года.

Полученные материалы свидетельствуют о том, что естественная продуктивность в этих областях невысокая ($S=0,41-0,58$), самые низкие значения естественной продуктивности, а значит и самая высокая эффективность орошения будет в районах Павлодарской, Торгайской, Акмолинской областях. Поэтому применение орошения на посевах яровой пшеницы с целью получения стабильных урожаев во все годы является правомерным мероприятием, направленным на создание базы гарантированного производства зерна.

Разработанная Б.М. Койбаков технология использования сточных вод для орошения каштановых почв в Павлодарской области, которая имеет научный интерес и большое производственное значение, позволяет наряду с экономией чистой оросительной воды, улучшить экологическую обстановку области, решить проблему кормопроизводства. Сточными водами допускается поливать однолетние и многолетние травы, технические, кормовые, зерновые и силосные культуры, а также древесные насаждения.

На оросительных системах с использованием сточных вод, как отмечает Б.М. Койбаков, рекомендуется поливать интенсивные кормовые севообороты: прифермские и сенокосно-пастбищные. Первые предназначены для производства сочных силосных и зеленых кормов и располагаются вблизи животноводческих комплексов и источников орошения, а вторые для орошения многолетних и однолетних трав на сено, некоторых технических, зерновых культур и для устройства культурных пастбищ, систем лиманного орошения на базе сточных вод.

Среди кормовых культур ведущее место должны занимать многолетние травы (до 65%), которые благодаря мощной корневой системе обеспечивают наибольший эффект почвенной доочистки сточных вод. При подборе видов многолетних трав рекомендуется учитывать почвенно-климатические условия, целевое использование и биологические особенности травостоя.

В Павлодарской области ежегодно образуется около 1732,2 млн. м³ сточных вод и только около 1,5% этого количества отводится на очистные сооружения и используется для орошения [2]. Остальное количество сбрасывается в поверхностные водоемы. Только сброс стоков в р. Ертис и р. Усолка после Павлодарских городских сточных очистных сооружений составил 62,0 млн. м³. К 2000 году, в области предусматривалось развитие орошения сточными водами (включая животноводческие стоки) на площади около 30 тыс. га, при этом особое значение необходимо отводить городским сточным водам, которые в наибольшей

степени соответствуют требованиям, предъявляемым к качеству поливной воды. Использование сточных вод для орошения в Павлодарской области позволит наряду с экономией чистой оросительной воды, улучшением экологической обстановки в регионе, решить проблему кормопроизводства и выращивания древесных насаждений.

Об удобрительной ценности этих вод можно судить по усредненным данным для городских сточных вод, согласно которым в 1000 м³ воды содержатся 10-15 кг азота, 1-6 кг фосфора, 13-15 кг калия. При оросительной норме 3000 м³/га в почву дробно поступают 30-45 кг азота, 12-18 кг фосфора, 40-45 кг калия.

При орошении сточными водами наблюдается значительное увеличение урожайности кормовых культур по сравнению с контрольным. Так урожайность кукурузы увеличилась в 1,57-1,94 раза, амаранта в 1,6-3,07 раза, сорго - в 1,58-2,3 раза. Максимальное увеличение урожайности наблюдается на втором варианте (при дополнительной предпосевной обработке семян и посадочного материала стимулятором роста растений - гуматом натрия) (таблица 5) [2].

Таблица 5 - Средняя урожайность сельскохозяйственных культур на вариантах опыта, т/га

Наименование культуры	Варианты опыта		
	1 (контроль)	2 вариант	3 вариант
Кукуруза (силосная масса)	18,8	36,4	29,6
Амарант (силосная масса)	15,3	47,0	24,5
Топинамбур (силосная масса)	-	29,4	18,9
Сорго (зеленая масса)	17,2	39,5	27,2

По результатам своих исследований Б.М. Койбаков установил, что использование сточных вод для полива сельскохозяйственных культур является одним из возможных и рациональных путей решения охраны водных источников от загрязнения и интенсификации сельского хозяйства. Использование сточных вод позволяет одновременно уменьшить забор чистых природных вод для целей орошения, повысить плодородие почвы и получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур, вовлекать в дополнительный оборот малопродуктивные, без удобрительного полива, земли.

Проводя многолетние опытно-экспериментальные исследования и внедрения их в производство академик Б.М. Койбаков приходит к выводу, что мелиорация имеет два значения - как деятельность по коренному улучшению каштановых почв на орошаемых землях для получения высоких и устойчивых урожаев и как наука по регулированию компонентов экосистем орошаемых массивов с учетом ландшафтного земледелия. Он считал, что обеспечивая оптимальные условия для развития сельскохозяйственных культур, урожайность их можно увеличить в несколько раз. Задача заключается в том, чтобы создавать оптимальные условия развития культурных растений в производственных условиях конкретного года. Для этого необходимо систематически устранять отрицательные и лимитирующие факторы, находить и создавать наиболее благоприятное сочетание климата и почвенно- мелиоративных условий.

Дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства в рассматриваемой зоне предполагает последовательное проведение работ по мелиорации земель, сохранение и повышение плодородия почв, широкое внедрению научно-обоснованных систем ведения орошаемого земледелия. Поэтому, наряду с технологическим совершенствованием оросительных систем (повышение КПД, строительство дренажа и др.), важное значение имеют разработка мероприятий, направленных на предупреждение засоления орошаемых массивов; рассоления земель, вышедших из сельскохозяйственного оборота.

Б.М. Койбаков является видным ученым в области мелиорации орошаемых земель Казахстана, в последние годы он проводил большие научные работы на орошаемых землях Джамбулской области, его работы известны в стране и зарубежом, вошли в учебные пособия для студентов университетов по специальности «Водные ресурсы и мелиорация».

Б.М. Койбаков являлся ученым, инженером и исследователем, который щедро делился знаниями и опытом с производственниками, коллегами по работе и особенно с молодыми специалистами. Научные интересы Б.М. Койбаков были обширны и включали не только мелиорации орошаемых земель, но и использование сточных вод для полива кормовых культур, конструкции каналов от ветровой эрозии, предотвращающих занос снегом и растительными остатками, теоретическими работами по влагосолепереносу в почвогрунтах и др.

Смерть человека – это трагедия. Смерть ученого в полном расцвете научной мысли – трагедия вдвойне. За моим сухим изложением его научных работ стоит научное становление инженера – гидротехника и ученого, человека с мудрым и глубоким взглядом на жизнь, человека никогда не унывающего, несмотря на сложности и проблемы, которые вставали на его пути.

Красной нитью через всю жизнь Б.М. Койбаков пронес полное отрицание лжи и лукавства. Это был человек чести в науке и работе, что представляет огромную ценность в современном мире.

В нашей памяти Б.М. Койбаков остался как видный ученый мелиоратор, ответственный, решительный и требовательный организатор водохозяйственной науки Казахстана. Добродушный наставник молодежи, всегда улыбающийся со светлой аурой на лице, не хочется верить, что его нет среди нас, мне кажется завтра его встречу улыбающегося от радости нашей встречи, как коллеги, товарищи обсудим проблемы мелиорации орошаемых земель. Честно скажу мне очень не хватает его общения.

Волей судьбы он стал ученым мелиоратором-водником, проработавшим все годы в Казахском НИИ водного хозяйства, который проводит юбилейную научно-практическую конференцию и мой доклад посвящен юбилею ученого. Хочется отметить, что в нашем институте работали многие видные ученые, которые впоследствии стали докторами наук: Н.С. Горюнов, Г.В. Воропаев, В.Ф. Носенко, Н.В. Данильченко, А.Г. Рау, А.А. Джумабеков, Б.М. Койбаков, В.Н. Мухамеджанов, Н.Н. Балгабаев, Р.К. Бекбаев, О.К. Карлыханов и др. Сегодня Казахский НИИ водного хозяйства продолжает традицию подготовки научных кадров водников-мелиораторов в лице Н.Н. Балгабаева, А.А. Калашникова, О.К. Карлыханова и др.

Литература

1. А.Н. Костяков «Избранные труды в двух томах». М. 1961.
2. Б.М. Койбаков. Орошение в Северном и Центральном Казахстане. Алматы, 2000. - 245 с.
3. А.И. Голованов. Избранные труды. М., 2011. - 431 с.
4. В.В. Шабанов. Влагодобеспеченность яровой пшеницы и ее расчет. Л: Гидрометиздат. 1981 г.
5. И.В. Матьшук. Обработка и плодородие каштановых почв Центрального Казахстана. Академия наук КазССР, 1962. – 165 с.
6. А.И. Бараев. Система обработки почв на вновь освоенных землях Казахстана. М. Сельхозиздат, 1958.
7. А.А. Зайцева. Яровая пшеница в острозасушливых районах. М. Сельхозиздат, 1957
8. В.В. Докучаев. Сочинения. М., Из-во АН.СССР.
9. Г.В.Кирное. Вопросы обработки почвы в засушливой зоне Северного Казахстана. Агробиология, 1956, №2.
10. Т.С. Мальцев. Новая система обработки почвы и ее эффективность. Земледелие, 1958, №11.
11. В.Н.Соколов. Проблемы устойчивого развития сельских регионов Канады// США, Канада, экономика политика, культура. 2003, №2.
12. К.А.Тимирязев. Избранные сочинения. М, 1948.

1 ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЕВРАЗИИ

CENTRAL ASIA EXPERT PLATFORM AND RESEARCH FUND ON WATER SECURITY, SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND FUTURE STUDIES

Viktor Duhovny, SIC ISWCCA, prof, **Saghit Ibatullin**, KazSRI for WE, prof;
Dinara Ziganshina, SIC ISWCCA, PhD;
Up de Shutter, University Hague, Netherlands

A concept paper for a think tank for applied research in service of a shared development vision and joint investment action as cornerstones for a Central Asia future

The Central Asia Expert Research Fund is an initiative of: EECCA Network of Basin Organisations, Tashkent Uzbekistan, November 2019. Water Partner Foundation, The Hague Netherlands, November 2019. New Perspectives for Central Asia.

The countries of Central Asia, share a long common history going back to the times of the Silk Road that brought new science, architecture and models for balanced use of natural resources onward to the period of Soviet colonization and realism that brought new perspectives for technological development and regional governance. However, the current situation with regard to socio-cultural, political and economic development in the region is guided by a complex transition process, following on the collapse of the Soviet Union, which left Central Asia in a condition where newly independent countries need to find a new balance between national priorities and shared common interests. In their search for answers to cope with these challenges new governance structures were rapidly developed, using the existing framework of scientific and design institutions as a main source of management and research capacity, to keep the industrial and agriculture system going. Despite the obvious willingness to join forces to deal with regional and trans-boundary issues (such as energy, water, environment, transport, trade and security), regional cooperation, based on commonly financed institutions feeding the research and development agenda for the region, emerged only very slowly and under very limited mandates¹. The fact also that these regional institutions mainly concerned themselves with water and environment issues, without integrating other sectors such as trade, energy and security, has left the region with a policy research gap that should be urgently filled in, in view of the current geopolitical developments.

The main conclusion is that currently ongoing demographic, economic, geo-political, security, environmental and climate change challenges in Central Asia make strategic interstate policy research cooperation more important than ever before. In answer to both this need as well as with regard to principles of operation, President Sh. M. Mirziyoyev at an IFAS summit on August 24, 2018 rightfully stated “*today it is impossible to find solutions for current, resource sharing, problems without effective scientific cooperation. Therefore, it is imperative to conduct joint interdisciplinary research, including that of the scientific information centers of the Interstate Commission for both Water and Sustainable Development*”. Water security, sustainable development and prosperity, must be the lead elements of enhanced future interstate strategic, scientific, research cooperation. The key-principle is that collectivity of operation will produce more creative and productive results than added-on separate national efforts.

Proposed Mechanism, Global Results and Added Value. In answer to this challenge, it is proposed to create an independent Central Asia Expert platform (Fund, Club) for water security, sustainable development and future studies, to research new integration processes related to the nexus, with water as a guiding principle. This idea was first presented to the international conference on security and sustainable development in Samarkand, 2017. It obtained full support from

¹ Examples are the scientific information institutions for water (SIC-ICWC) and for sustainable development (ICSD) under the Interstate Fund for the Aral Sea (IFAS)

experts of the Network of Water Management Organisations from Eastern Europe, Caucasus and Central Asia (INBO-EECCA)² at the meeting in Tashkent on 6-7 November 2018³ and participants of a Central Asian expert forum organized by the Institute of Strategic and Interregional Studies under the President of the Republic of Uzbekistan and the UN Regional Center for Preventive Diplomacy for Central Asia (UNRCCA) in October 2018. A lead group of experts originating from the EECCA network was established to assist and oversee further steps in the development of the platform on the basis of a survey organized in January 2019. Based on the conclusions of this survey the principle mechanism of operation for the proposed platform is that, independent from vested institutions and spheres of interest, it should bring together experts from different areas and background to, on the basis of a joined agenda, develop and analyze scenarios, strategies and policies important to the common interests of the Central Asian countries.

As a consequence, a most important, and unique, added value is that the platform (actually a regional think tank for policy research) will bring together experts and researchers from many different institutions and organizations, without setting up a new, formal, institution or without the need for participating research partners to leave their institutions or companies. The participating, partly purposely contracted, experts will work in an independent setting, as partners in science on subjects identified by a commonly decided regional agenda. Their evidence-based recommendations, expert assessments and analytical reports will demonstrate new opportunities for shared beneficial use of common (water) resources under nexus (agriculture, energy, climate change, nature conservation, etc.) conditions, to contribute to safety and prosperity. This research will move away from the boundaries of sectoral approaches to go towards application of new principles of integration, where expertise from a wide variety of disciplines (including economics, trade and transport and legal and security issues), contribute to new development scenario's leading to new regional cooperation policies. The platform and its program of action will interact between strategic studies institutions, scientific research institutions and sector organizations involved in policy making, planning and decision support. The platform will also work on openness of information, data sharing and best practices for industry specific and inter-sectoral solutions on regional level. The initiative for the platform is inspired by the very successful experience of think tanks around the globe such as Bruegel (European think tank specializing in economics), Bertelsman foundation (promoting transatlantic relationships and the Carnegie Moscow Center (peace research).

Mission, Organization and Principles of Operation. The platform will organize partnerships that bring together the best national expertise available from institutes for strategic research and macroeconomic policy; from design institutes and companies involved in water, energy, agriculture and environment business, and from universities and other interested organizations and individual experts. It will closely cooperate with national and regional institutions such as UNRCCA, CAREC, IFAS, SCO and other regional, international, programs and partners. International financing institutions and specific interest groups such as the WB, GEF, ADB, UN, ENVSEC and AIIB as well as research agencies of third countries (China, Russia, USA, EU) who may serve to finance as well as to contribute to the various programs of the platform (research fund). The platform will stimulate and coordinate research, organize and improve dissemination and communication of research results and contribute to increased understanding of what regional cooperation can achieve with regard to controversial issues on all (regional, national, local) levels. Development of the research agenda of the platform is an issue for the future but some key policy research questions for the region can be identified early on⁴ such as:

² www.eecca-water.net/

³ www.eecca-water.net/content/view/14605/75/lang,russian/

⁴ under its regular mode of operation the platform will have a Board of Directors and an International Scientific Advisory Council who will advise and decide on the research program in close cooperation with associated partner institutions and clients

- Regional climate change adaptation strategies including an assessment of possible water scarcity scenarios for 2020-2035, 2035-2050 and beyond; all based on the various climate change projections, population growth and water resources requirements for the countries (inclusive of Afghanistan) of the Aral Sea Basin.
- Documents discussing the planned “Regional Water Management Programme” (already under discussion among specialists) and a “Diagnostic Report on the State of Water and Land Resources of Central Asia (also for discussion among national expert teams)
- Planning and feasibility studies for, common, integrated water, energy, food and environment nexus policies on a regional scale;
- Planning and feasibility studies for modernized, integrated, water and agriculture policies exploring options going from sub-national (planning zone) to national and regional perspectives
- Development of regional (water) nexus strategies in coordination with the roadmap “Decade for Water Development” as formulated in the Dushanbe resolution and including application of appropriate legal frameworks;
- Organization of a regional program for capacity development for future researchers, water leaders and diplomats on different (regional, national, local) level;
- Security issues related to the situation in Afghanistan and other countries in the region and that continues to be dependent on policies of external (mainly western) parties, alliances and powers;
- Issues of common, regional, interest related to the China led Belt and Road initiative aiming at a new silk road infrastructure facilitating trade between China, Europe and the rest of the world and how Central Asia should commonly deal with these challenges and opportunities;

The expert platform (think tank) will be created as an independent network of organizations and individual researchers and link up with the policy research programs of regional organizations such CAREC, UNRCCA, IFAS, SCO, etc. It will seek cooperation with international (financing) institutions, donors, UN agencies and interested public and private partners from other countries. It will also work in close cooperation and coordination with the existing national "Institutions for Strategic and Regional Studies" of the countries of the region in order to avoid controversies and duplications and be eligible for access to required data and statistics. There will be a secretariat (bureau) of limited size and capacity, but capable to run an administration, to support organization and coordination of international research and training programs and support promotion and fund-raising activities.

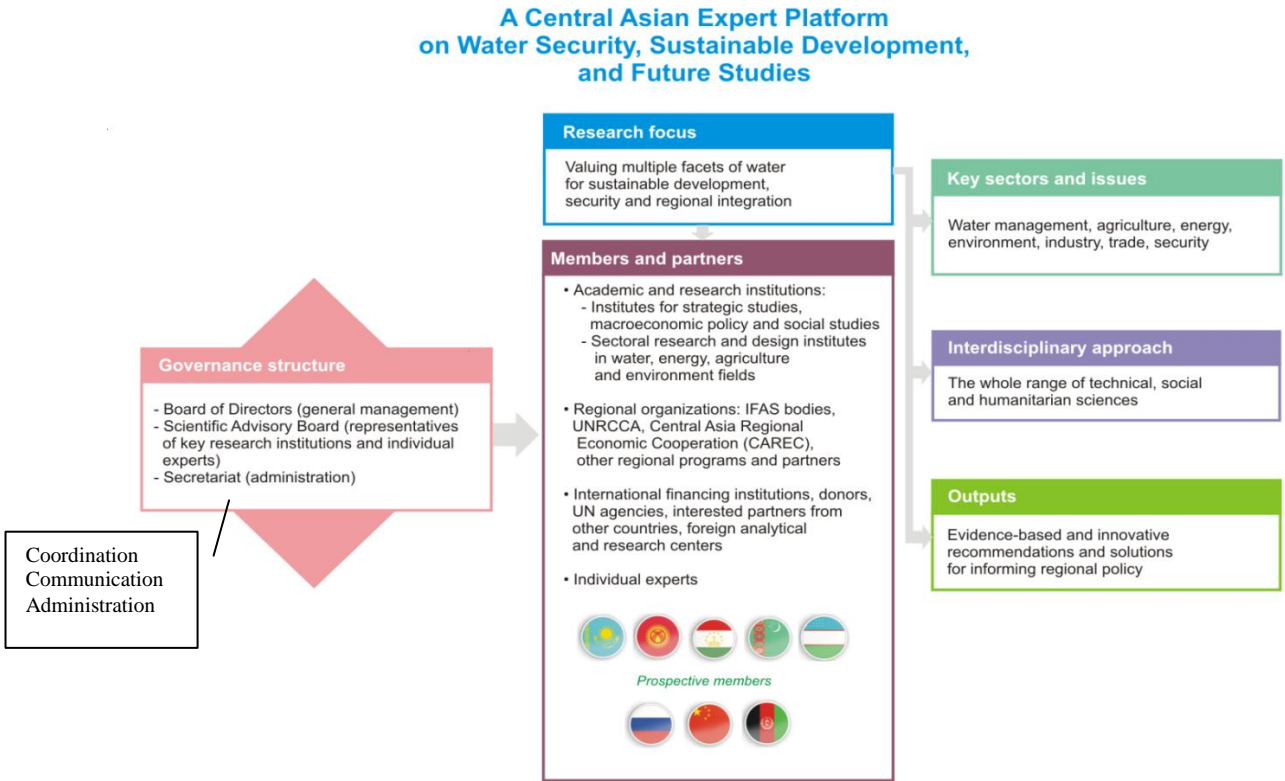
There will preferably be a donor trust fund as the main financing vehicle next to research programs and projects implemented under contract and under coordination of the platform. Funding will be arranged through contacts and contracts with individual donor organizations (examples are UN, EU, WB, ADB) and international cooperation agencies of specific countries (for example SDC, Dutch IGG, German GIZ, SOC, etc.) as well as specific organizations and private businesses with an interest in the policy research capacity of the platform. A selected group of donor agencies is expected to contribute the baseline costs of operation of the secretariat of the platform for at least the first five years of its operation. There will be both a Board of Directors and a Scientific Advisory Board with representatives of leading research institutes and individual high level regional and international experts to ensure efficient operation and close contact and interaction with the partners and funders of the platform. The foreseen organization structure for the platform is shown in the figure below.

Based on this structure, the Central Asia Expert Platform will be in a position to serve as a think tank that through advanced application of integrated policy analysis concepts and tools, develops strategies and scenarios to propose solutions to the most pressing economic, political, social, environmental challenges impacting the regional policies in Central Asia. Its mission is to bring together the best of academic potential available to improve the quality and applicability of regional

policy analysis and future studies for sustainable development and water security with evidence-based research, analysis and debate. In order to achieve this mission, the platform will:

- bring together leading experts from different areas, disciplines and background in an independent setting to work as partners in science on subjects identified by a common regional development agenda;
 - perform cutting edge and high impact sustainable development research that will contribute to the process of future strategic planning in and between the states and institutions of Central Asia;
 - deliver high quality research reports, assessments and other products on the basis of advanced data systems analysis models and tools required for its research;
 - contribute to strengthening capacity and support education in the field of sustainable development.
- and:

• It is proposed to establish a Research Fund within the platform from which grants can be awarded by the Scientific Committee according to established criteria and research agenda.⁵



Mode of Operation and Financing. Apart from the base subsidy that will take care of the coordination, administration and promotion function, the operations of the platform will operate project and program based. One core requirement for the functioning of the platform is access to official data and statistics of the partner countries. As a consequence, the platform will need official endorsement on government level for which academic and strategic research institutions of the region and internationally will be contacted. Cooperation to this extent will a.o. be sought with national institutions for strategic and regional studies of the countries, with SIC-ICWC, ICSD and IFAS and other institutions and centers that have both the interest and the capacity to participate in research assignments of the platform. A representative selection of key staff of these partner organ-

⁵ This fund could operate in a way similar USAID PEER program http://sites.nationalacademies.org/PGA/PEER/PGA_147205

izations will be invited to make up the 5 persons board of directors of the platform. The office director of the platform will function as the secretary of this board.

The platform will develop presence in the strategic research community of Central Asia and internationally by inviting research institutions, universities and other academic institutions and individuals to become partners in research, preferably on the basis of ongoing programs and project assignments. Formation of such a research community structure is necessary to serve as proof of quality and capacity towards clients and partners and will allow to bring together the best available strength with regard to the proposed program or project. The board of directors will oversee this process of partner selection whereas the scientific advisory board will contribute to assess capacity and quality of both institutional and individual potential partners in the platform on request. The scientific advisory council has a specific role to play in the identification and assessment of strategic directions of the research program of the platform as well as in overseeing the quality assurance of the work done. Involvement, in the work of the platform, of both individual members of the board of directors as well as of the scientific advisory board will be on a cost basis and no salaries will be paid.

Although, with regard to the work of the platform, emphasis will be on the research work done and the individuals and institutions partnering in projects and programs, the platform will require a central capacity assuring its functioning. To that extend there will be set up a secretariat that will serve three base functions which are coordination (bringing partners together), communication (connecting partners, clients and the general public) and administration (organize and oversee the production processes). The secretariat will need office space (3 rooms at 100 m² approximately) and an office inventory and will consist of a professional staff of 5-6 persons covering the following functions:

- Platform office director (full time)
- Secretary (full time)
- IT and communications specialist (full time)
- Administrator (part time)
- Program manager (one or two persons full time)

Office space at start will consist of 3 rooms complete with desks, office equipment (computers, printers, etc.) and communications (phone, internet, etc.) facilities. Eventually early (very course) estimates about costs of operation of the platform show a figure of some 180-200.000 US\$ / year. This figure should be compared to cost figures of similar research and service organizations in Central Asia in order to decide a go/no go policy for the platform.

Start-up and Consolidation. The organization and feasibility for establishing the platform has been investigated and advised by a lead group of experts on the basis of a survey among stakeholders of the region. Based on the results of more extensive formal consultations, it is planned to finalize the idea of the platform, including its legal status, organizational form and principles of operation.

This initiative, very shortly after the actual start-up of the platform, is to be followed up by a wider target group survey (interviews, presentations, e-mail surveys) that should produce the outline research program and funding needs and structure for the platform. These findings in return will be shared for comment and improvement with the main stakeholders in the region (institutes of strategic research, ministries, universities, business sector, etc.) and selected international partners and donors. In the future, apart from policy documents based on the results of the research the platform will produce annual reports, maintain a website for sharing discussion and information and will organize a series of seminars and specific training events for partners and clients. As has been the case with many think tanks around the world, the Central Asia Expert Platform can and should find its own way to build up indigenous analytical capacity for security, prosperity, economy and trade and sustainable development in Central Asia and neighboring countries and that will guarantee its relevance and continuity towards the future.

Next steps / Short term. As a next step it is proposed to (in the short term) investigate and verify the interest in the formation of the proposed Central Asian Think Tank. It is proposed:

1. Identify and engage a few key donor agencies (for example, WB, SDC, ADB and German or Dutch development cooperation) to be involved and willing to support the proposed investigation of interest in the countries and elaboration on the procedure of establishment and preferred form of the platform.

2. Assign (and finance) a small core group of experts to present and discuss the idea with candidate government representatives and relevant (stakeholder) institutions of the region. For reasons of efficiency and consistency the team should preferably not consist of more than 5 persons. A small team of selected experts (from the region and internationally) should be asked to function as a sounding board.

3. Based on conducted consultations, the expert group must:

a. test and investigate the opinion of major (potential) stakeholders in the region before actually deciding on its (the platform) final character and organization;

b. identify a list of potential partner institutions and individuals that can (and are potentially willing to) cooperate on a (specific) program basis;

c. propose a potential format for establishment and organization of the activities (reviewing examples of think tanks in other regions and countries);

d. prepare a project proposal and feasibility study with a roadmap for next steps to take towards the starting up of the platform and research fund;

e. analyze the current information capacities (SWOT) of regional institutions such as IFAS, ICWC, UNRCCA, CAREC, and other institutions that provide and communicate information.

4. Organize a closing seminar to present and discuss the conclusions and recommendations of the expert group as well as decide on follow up with core government initiators (at least two countries of Central Asia) and candidate financing agencies.

УДК 556.048

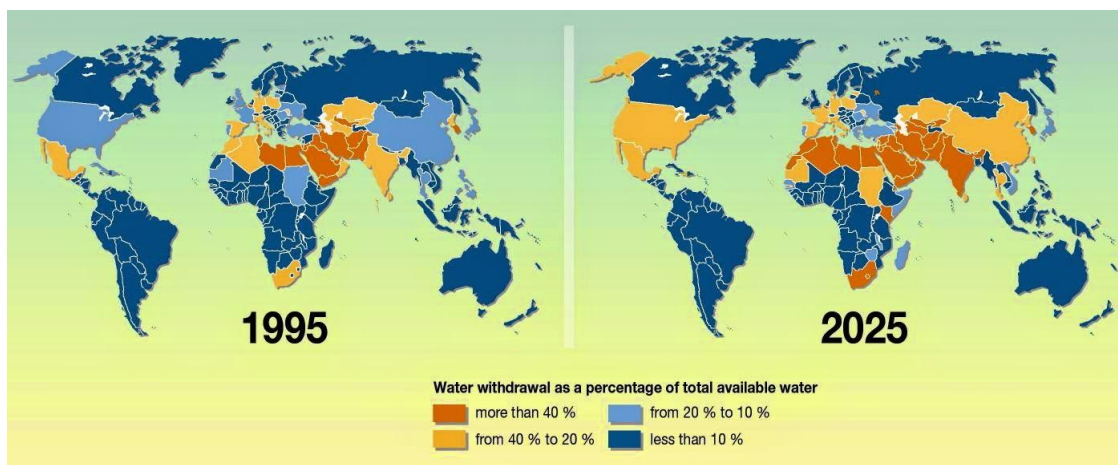
АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КАЗАХСТАНА

МедеуА.Р., академик НАН РК, доктор географических наук, **АлимкуловС.К.**, кандидат географических наук, **ТурсуноваА.А.**, кандидат географических наук
АО «Институт географии и водной безопасности», г. Алматы, Казахстан

Водные ресурсы являются одним из важнейших компонентов окружающей среды, возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом, обеспечивающим экономическое, социальное, экологическое благополучие населения страны и существование растительного и животного мира региона.

В ближайшем будущем многие страны, по-видимому, столкнутся с серьезным дефицитом пресной воды в ближайшие два десятилетия. В настоящее время более одной трети населения мира (2,4 миллиарда человек) проживает в странах с дефицитом воды, и к 2025 году эта доля, как ожидается, вырастет на две трети (рисунок 1). К 2025 году число людей, живущих в странах с дефицитом воды, увеличит отметку в 3 миллиарда. Так как снег и количество атмосферных осадков относительно постоянны, возобновляемая вода по существу ограничена. Многие страны сокращают запасы подземных вод - и новые источники воды, такие как айсберги или ледники, слишком дороги, чтобы предложить какие-либо конкретные решения.

В пределах крупных водохозяйственных бассейнов, на водные ресурсы обычно влияют одновременно множество антропогенных факторов, главным с точки зрения воздействия на количество речного стока, является изъятие воды из водных источников или водопотребление.



Водозабор в % от общего количества доступной воды. Красный цвет – более 40%, оранжевый от 40-20%, голубой цвет – от 20-10%, темно-синий цвет – менее 10%.

Рисунок 1 - Мировой водный стресс [<https://vividmaps.com/global-water-stress/>]

Речной сток на территории Республики Казахстан распределен крайне неравномерно, изменяется во времени и пространстве, колебания в основном определяются климатическими факторами, но в последнее время, а именно начиная со второй половины XX века роль антропогенного воздействия соизмерима с природным влиянием.

Надежная количественная оценка антропогенного изменения речного стока представляет из себя одну из сложнейших задач современной гидрологии. Проблема особо актуальна для нашей страны со слабой сетью наблюдений за стоком рек, и ненадежностью данных о водозаборах и сбросах вод в природные водные объекты. Нередки случаи даже полного отсутствия таких данных, не говоря уже о сведениях, характеризующих время, масштабы и интенсивность проведения в пределах водосборов хозяйственных мероприятий.

В настоящее время при определении изменения количественных характеристик водных ресурсов широко используется понятие «водный стресс» или коэффициент использования водных ресурсов. Водный стресс (waterstress) определяется соотношением забора воды из поверхностных водных источников к доступным возобновляемым водным ресурсам [1-5]. Коэффициент использования водных ресурсов, который нашел применение в работах ученых РФ и бывших союзных республик [6-11], рассчитывается как отношение объема водопотребления к водным ресурсам соответствующей обеспеченности.

Для оценки антропогенной нагрузки разработана методика, основанная на комплексном применении разнообразных приемов, с детальным изучением состояния безвозвратного водопотребления в отраслях экономики, которые в целом можно объединить в две группы [6-11]:

1) Статистические методы - в основе которых лежит совместный анализ многолетних колебаний стока и естественных факторов, а также динамики хозяйственной деятельности в бассейне;

К методам первой группы отнесены приемы и способы восстановления естественного стока за период с нарушенным водным режимом с помощью уравнений регрессии, связывающих величину стока в рассматриваемом створе:

- со стоком одной или группы рек-аналогов, режим которых находится в естественном состоянии;

- со стоком неизменного хозяйственной деятельностью участка бассейна или частных площадей бассейна;

- с метеорологическими факторами.

Восстановленные ряды сравниваются с фактическими и на основе этого выявляется и оценивается изменение речного стока, вызванное хозяйственной деятельностью.

2) Воднобалансовый метод - расчеты выполняются на основе данных по учету использования воды и изменений элементов водного баланса в бассейне реки в результате воздействия каждого вида хозяйственной деятельности в отдельности.

К методам второй группы отнесены те методы и приемы исследований, которые предусматривают отдельный учет каждого вида хозяйственной деятельности. В основе этого лежит анализ изменения элементов водного баланса под влиянием хозяйственной деятельности с применением принципа сохранения водных масс, выражаемого уравнением водного баланса.

Оценка антропогенных нагрузок на водные ресурсы. В нашей работе мы были нацелены на ориентировочную оценку безвозвратного водопотребления, дифференцировали их по отдельным районам и отраслям экономики, что позволило бы в дальнейшем получить относительно надежные сценарии перспективного влияния антропогенных нагрузок на водные ресурсы.

На первом этапе проведена оценка антропогенного изменения речного стока по основным опорным пунктам наблюдений на основе метода гидрологической аналогии. Метод дает вполне надежные результаты, хотя они представляют из себя интегральные значения изменений и ограничены для оценки роли отдельных отраслей или видов хозяйственной деятельности. Эти результаты как наиболее надежные будут использованы в качестве контролирующих материалов при дальнейшей детализации антропогенных изменений. Согласно результатам, наибольшие изменения произошли в Арал-Сырдаринском, Балкаш-Алакольском, Ертисском, Шу-Таласском, наименьшие - в Есильском, Нура-Сарыусском водохозяйственных бассейнах (далее ВХБ), что вполне соответствует уровню освоения водных ресурсов на территории Казахстана. В каждом ВХБ в конечном ГП фиксируется суммированные антропогенные влияния по главной реке в бассейне.

На рисунке 1 графически отображена антропогенная нагрузка на водные ресурсы относительно суммарных и местных водных ресурсов в различные по водности годы по 8 ВХБ. Под местными ресурсами здесь подразумевается речной сток непосредственно ежегодно возобновляемый речной сток на территории, а в суммарном ресурсе учтены также притоки из сопредельных стран и фактический межбассейновые переброски речного стока.

По всем основным рекам ВХБ РК в пределах водохозяйственных участков (далее ВХУ), составлены русловые водные балансы в естественных и фактических условиях. Учтены наиболее значимые составляющие водного баланса, такие как речной сток, атмосферные осадки, испарение с водной поверхности, взаимосвязь поверхностных и подземных вод, боковая приточность.

Результаты дают ясное представление о преобразованиях всех главных элементов водного баланса под воздействием хозяйственной деятельности. Здесь удается четко определить роль русловых изменений и изменений притока воды (боковой приток) с участка. Таким образом, имея оценки по опорным гидростворам с одной стороны, и оценки полученные на основе руслового водного баланса с другой, имеем более полное представление об антропогенных преобразованиях стока по ВХУ и ВХБ РК.

Сопоставление имеющихся данных по водозаборам и результатов антропогенного изменения речного стока по ВХУ дает возможность приближенно оценить величины безвозвратного водопотребления в каждом регионе и соотношения между объемами безвозвратного и полного водопотребления. Как уже указывалось выше, полученные таким образом данные по величинам безвозвратного водопотребления крайне ориентировочны, тем не менее можно отметить некоторые закономерности в величинах указанных соотношений, которые по регионам изменяются в очень больших пределах в зависимости от структуры водопотребления и климатических условий.

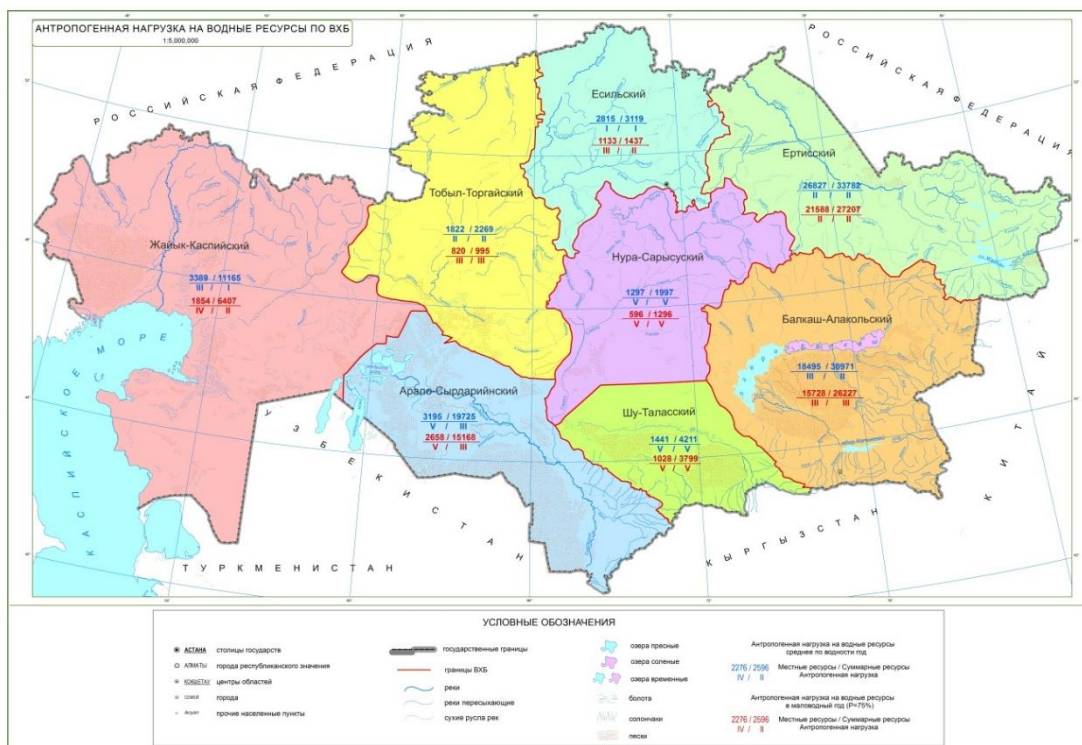


Рисунок 1 - Антропогенная нагрузка на водные ресурсы по водохозяйственным бассейнам РК

Выполненные оценки величин нагрузки на водные ресурсы, а также совместный анализ их с данными о водопользовании позволяют дать анализ состояния использования водных ресурсов в каждом административном районе. Однако, по объективным причинам, оценить непосредственно к какому ресурсу района отнести то или иное водопользование невозможно. Как отмечали [12-14], при оценке и прогнозе возобновляемых ресурсов речного стока, что для любой административной территории (в данном случае для административных районов РК), в зависимости от его географического расположения, ресурсы речного стока состоят из набора нескольких характеристик (местного стока, притока вод, общих ресурсов, оттока вод, транзитный сток и пр.). И в каждом случае число характеристик может существенно различаться. Спрос к воде, несмотря на изначальное формирование на уровне административных районов, распределяется обычно исходя из общего водохозяйственного баланса, на уровне ВХБ, далее ВХУ.

Такая проблема существует во всех странах, где управление водными ресурсами проводится в разрезе административно-водохозяйственных территорий. В таких условиях большее внимание обращается на нормирование антропогенной нагрузки, как инструмент управление спросом. В настоящее время в Казахстане недостаточно разработан вопрос нормирования предельной антропогенной нагрузки на водные ресурсы. Определенные видение проблемы, с позиции определения экологического стока высказаны в трудах [15]. Нормирование зависит от многих факторов, от стратегии освоения водных ресурсов и принципов принятых в каждой стране. Например, на территории КНР нормы нагрузок на речной сток колеблются от 40 % до 80 % в зависимости от водности региона, социально-экономических и прочих условий [16].

Многие ученые водной отрасли стран СНГ широко используют классификацию по коэффициенту использования $K_{исп}$ или нагрузки на водные ресурсы. Так, согласно исследованиям [7,9] для анализа состояния антропогенного изменения в любом регионе мира может быть применена следующая классификация.

I категория: $K_{исп} < 10\%$ — низкая нагрузка на водные ресурсы.

II категория: $K_{исп} = 10-20\%$ — умеренная нагрузка на водные ресурсы.

III категория: $K_{исп} = 20-40\%$ — высокая нагрузка на водные ресурсы.

IV категория: Кисп = 40-60% — очень высокая нагрузка на водные ресурсы.

V категория: Кисп > 60% — критически высокая нагрузка.

При коэффициенте использования водных ресурсов до 20 % (I и II категории антропогенной нагрузки) возможно планирование увеличения использования водных ресурсов. Выше III категории, территории уже имеют высокую нагрузку на водные ресурсы и требуют особенного внимания при дальнейшем освоении, здесь рекомендуется повсеместное внедрение эффективных водосберегающих технологий, но лучше всего ограничить непосредственные заборы воды из природных объектов. Для устойчивого развития необходимо регулировать предложение и спрос на воду.

Особенное внимание необходимо уделять при освоении водных ресурсов на регионы, где коэффициент использования превышает 40% (IV, V). При антропогенной нагрузке от 40 до 60 % (IV) имеет место серьезный дефицит воды и настоятельно рекомендуется регулирование спроса и ограничения водопотребления, привлечения дополнительных источников водообеспечения. Дефицит водных ресурсов становится фактором, сдерживающим экономический рост и повышение уровня благосостояния населения. При превышении использования 60 % имеющихся ресурсов (V), дефицит водных ресурсов становится критическим фактором развития экономики и жизнедеятельности.

Согласно нашим оценкам, средние по территориям ВХБ РК величины антропогенной нагрузки на суммарные водные ресурсы в средние по водности годы доходят до 62,8 %, в маловодные – до 69,6 % (таблица 1). В Арало-Сырдаринском, Шу-Таласском и Нура-Сарысууском ВХБ спрос превышает местные собственные ресурсы. Такие же оценки проведены по всем ВХУ, административным областям (таблица 2) и районам Казахстана.

Таблица 1 - Нагрузка на речной сток относительно суммарных и местных водных ресурсов в различные по водности годы по 8 ВХБ

ВХБ	Водные ресурсы, млн.м ³ /год				Нагрузка на водные ресурсы,%							
	Среднее по водности год		Маловодный год (P=75%)		Среднее по водности год				Маловодный год (P=75%)			
	W _{мест.}	W _{сум.}	W _{мест.}	W _{сум.}	Мест.	К _{мес.т.}	Сум.	К _{сум.}	Мест.	К _{мест.}	Сум.	К _{сум.}
Арало-Сырдаринский	3195	19725*	2658	15168*	226	V	22,5	III	271	V	29,3	III
Балкаш-Алакольский	18495	30971*	15728	26227*	22,2	III	18,5	II	36,5	III	21,9	III
Жайык-Каспийский	3389	11165*	1854	6407*	28,5	III	8,64	I	52,0	IV	15,0	II
Есильский	2815	3119*	1133	1437*	8,79	I	7,94	I	21,8	III	17,2	II
Тобыл-Торгайский	1822	2269	820	995	15,5	II	12,5	II	34,5	III	28,4	III
Нура-Сарысууский	1297	1997*	596	1296*	142	V	92	V	310	V	143	V
Ертисский	26827	33782*	21588	27207*	13,6	II	10,8	II	16,9	II	13,4	II
Шу-Таласский	1441	4211*	1028	3799*	184	V	62,8	V	257	V	69,6	V

Примечание: * - суммарные ресурсы с учетом фактического притока из сопредельных стран и фактического межбассейновой переброски речного стока

Под местными ресурсами подразумевается речной сток непосредственно ежегодно возобновляемый речной сток на территории, а в суммарном ресурсе учтены также притоки из сопредельных стран и фактический межбассейновые переброски речного стока.

Таблица 2 – Антропогенная нагрузка на водные ресурсы относительно суммарных и местных водных ресурсов в различные по водности годы по административным областям

Область	Водные ресурсы, млн.м ³ /год				Нагрузка на водные ресурсы,%							
	Среднее по водности год		Маловодный год (P=75%)		Среднее по водности год				Маловодный год (P=75%)			
	W _{мест.}	W _{сум.}	W _{мест.}	W _{сум.}	Мест.	К _{мест.}	Сум.	К _{сум.}	Мест.	К _{мест.}	Сум.	К _{сум.}
Акмолинская	1736	2987*	681	1369*	11,5	II	7,41	I	29,2	III	18,7	II
Актюбинская	2276	2596	1163	1250	12,5	II	11,0	II	21,8	III	20,3	III
Алматинская	15271	28470*	13192	24419*	22,7	III	12,2	II	26,3	III	14,2	II
Атырауская	199	8956*	23,7	5924*	106	V	2,35	I	889	V	3,55	I
Восточно-Казахстанская	29352	33269*	23775	26963*	1,80	I	1,43	I	2,21	I	1,76	I
Жамбылская	1486	5583*	1134	4700*	160	V	43,3	III	215	V	51,9	IV
Западно-Казахстанская	1256	9932*	764	5845*	38,0	III	4,81	I	62,5	V	8,17	I
Карагандинская	2089	2609*	1019	1539*	86,8	V	69,5	V	178	V	118	V
Костанайская	1 204	1 959	596	936	20,0	II	12,3	II	40,5	IV	25,8	III
Кызылординская	140	13485*	93,0	10076*	3074	V	29,3	III	4293	II	39,2	II
Мангыстауская	27,9	29,7	0,31	0,61								
Павлодарская	291	26799*	97,5	23610*	726	V	7,89	I	2168	V	8,95	I
Северо-Казахстанская	912	2877	379	1180	8,47	I	2,63	I	19,9	II	6,41	I
Туркестанская	3039	18018*	2367	13497*	115	V	18,1	II	138	V	24,1	III

Примечание: * - суммарные ресурсы с учетом фактического притока из сопредельных стран и фактического межбассейновой переброски речного стока.

В связи с тем что Мангыстауская область для своих нужд забирает воду с Каспийского моря, антропогенная нагрузка на местные, так и на суммарные ресурсы не рассматривался.

В соответствии с приведенными данными в таблице 1, в *Арало-Сырдаринском ВХБ* в средневодные и маловодные годы нагрузка на местные ресурсы составляет соответственно 226 и 271 %, т.е. спрос превышает ресурсы и удовлетворяется только за счет притока воды извне. Нагрузка на суммарные ресурсы как маловодные, так и в средние по водности годы выше 20 %, что согласно вышеприведенной классификации считается высокой нагрузкой, и требует обратить внимание на меры регулирования предложения и спроса на воду.

Балкаш-Алакольский ВХБ. Антропогенная нагрузка на местные ресурсы здесь 22,2 и 36,5 % в средневодные и маловодные годы соответственно. По отдельным регионам бассейна, в отличие от *Арало-Сырдаринского ВХБ*, величина нагрузки различна. В Южной Джунгарии, в бассейне реки Шарын, Иле Алатау, низовых бассейна реки Иле нагрузка на местные ресурсы высокая. В маловодные годы в Иле Алатау (зона БАКа) и в бассейне р. Курты возникает дефицит воды, что требует дополнительных источников водных ресурсов для водопотребления.

Жайык-Каспийский ВХБ. В средние по водности годы нагрузка на местные ресурсы составляет менее 30 %, на суммарные - менее 10 %. В маловодные годы нагрузка соответственно увеличивается на местный сток до 52 %, на суммарный – до 15 %.

Есильский ВХБ. В соответствии с приведенными данными, в средние по водности годы имеет нагрузку относительно суммарных водных ресурсов менее 10 %, в маловодные годы (75 % обеспеченность) нагрузка увеличивается до 22 %.

Тобыл-Торгайский ВХБ. Нагрузка на местные ресурсы составляют 15,5 % в средневодный год, 34,5 % в маловодный. На суммарные же нагрузка в соответствующие по водности годы меняются от 12,5 до 28,4 %.

Нура-Сарысуский ВХБ. Нагрузка на водные ресурсы в бассейне является критически высокой (категория V). Местных водных ресурсов бассейна недостаточно для водопотребления и использования, что необходимо учитывать при планировании водохозяйственных мероприятий. В различные по водности годы для обеспечения потребностей водой необходимое

количество воды используется только за счет переброски стока по каналу Ертіс-Караганда, о чем свидетельствуют данные приведенные в таблице 2.

Ертісский ВХБ. Нагрузка на местные ресурсы составляет менее 20% (13,6 и 16,9 %) как в средние, так и в маловодные годы, относительно суммарных водных ресурсов эти величины снижаются на 3-4 %.

Шу-Таласский ВХБ. Местные ресурсы ограничены, ниже существующего спроса, даже в средние годы нагрузка превышает ресурсы. И относительно суммарных ресурсов ситуация критическая - нагрузка более 60 %.

В соответствии с приведенными данными в таблице 2, в разрезе административных территорий можно оценить антропогенную нагрузку на местные и суммарные ресурсы областей страны.

В целом, в маловодные годы имеются достаточные запасы местных ресурсов только в Восточно-Казахстанской области, относительно небольшие нагрузки наблюдаются в Северо-Казахстанской, Актюбинской и Алматинской областях.

Сложная ситуация водообеспеченности сохраняются в Жамбылской, Карагандинской и Кызылординской областях, даже с учетом притока (переброски) из-за пределов областей, нагрузка на суммарные ресурсы в этих областях достигли очень высокого уровня согласно примененной классификации. Не менее сложна дальнейшее освоение водных ресурсов в Атырауской, Западно-Казахстанской, Костанайской, Туркестанской областях с учетом неопределенностей перспектив притоков с территорией соседних стран.

Выполнена оценка антропогенной нагрузки на водные ресурсы в разрезе ВХУ и административных районов Республики Казахстан. Для оценки разработана методика, основанная на комплексном применении методов гидрологической аналогии, водного баланса и способа определения безвозвратного водопотребления по отраслям экономики. Оценка антропогенной нагрузки на водные ресурсы по водохозяйственному и административному делениям, с применением комплексного методического подхода и анализа для территории Казахстана выполняется впервые.

Согласно нашим оценкам, средние по территориям ВХБ РК величины антропогенной нагрузки на суммарные водные ресурсы в средние по водности годы доходят до 62,8 %, в маловодные – до 69,6 %. В Арало-Сырдаринском, Шу-Таласском и Нура-Сарысуиском ВХБ спрос на воду превышает местные собственные водные ресурсы.

В разрезе административных территорий, в маловодные годы имеются достаточные запасы местных ресурсов только в Восточно-Казахстанской области, относительно небольшие нагрузки наблюдаются в Северо-казахстанской, Актюбинской и Алматинской областях.

Для целей планирования дальнейшего дополнительного освоения водных ресурсов или других водохозяйственных планов, считаем необходимым учитывать современное состояние антропогенного влияния, а также нормирование антропогенной нагрузки на водные ресурсы, к сожалению до сих пор в нашей стране нет четких нормативно-регламентирующих руководств уровня нагрузки на водные ресурсы.

Исследования выполнены в рамках проекта «Рациональное использование водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан до 2021 года», по программе «Научно-технологическое обоснование по рациональному использованию водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан до 2021 года» мероприятие «Оценка и прогноз ежегодно возобновляемых водных ресурсов возможных к использованию для целей орошения по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан. Расчеты по оценке антропогенного изменения речного стока произведены сотрудниками лаборатории «Водных ресурсов» А.Б Мырзахметовым, А.А. Сапаровой, Г.Р. Баспаковой, К.М. Кулебаевым. Были использованы многолетние гидрометеорологические данные сети «КазГидромет», а также данные по водопользованию Комитета по водным ресурсам Министерства экологии, геологии и природных ресурсов.

Литература

1. Entekhabi D., Asrar Ch., Betts A.K. et al. An Agenda for Land Surface Hydrology Research and Call for the Second International Hydrological Decade // Bull. Amer. Meteorol. Society. – 1999. – V. 80. – № 10. – P. 2043-2058.
2. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. – М.: Наука, 2006. – 221 с.
3. Global water: issues and insights / Ed. R.Q. Grafton, P. Wyrwoll, C. White, D. Allendes. – Canberra: ANU Press, 2014. – 239 p.
4. WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. – Paris: UNESCO, 2015. – 122 p.
5. McLellan R., Iyengar L., Jeffries B., Oerlemans N. WWF. Living Planet Report 2014: species and spaces, people and places. – Gland: WWF, 2014. – 176 p.
6. UN/WMO/SEI. 1997. Comprehensive Assessment of the World. Report prepared for the 5th Session of the UN Commission on Sustainable Development. Stockholm. UN/World Meteorological Organization. Stockholm Environment Institute.
7. Водные ресурсы России и их использование. – СПб, 2008. – 600 с.
8. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / под. ред. Коронкевича Н.И., Зайцевой И.С. – М.: Наука, 2003. – 367 с.
9. Воскресенский К.П., Соколов А.А., Шикломанов И.А. Ресурсы поверхностных вод СССР и их изменение под влиянием хозяйственной деятельности // Водные ресурсы. – 1974. – № 2. – 33-58.
10. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 335 с.
11. Shiklomanov I.A. Water resources as a challenges of the twenty-first century. Tenth WMO lecture / WMO. – 2004. – № 959. – P. 13-146.
12. S. Alimkulov, A. Tursunova, A. Saparova, K. Kulebaev, A. Zagidullina, A. Myrzahmetov “Resources of River Runoff of Kazakhstan” International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Volume-8 Issue-6, August 2019, pp. 2242-2250
13. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Ресурсы речного стока Казахстана. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / под. научн. ред. Р.И. Гальперина. – Алматы, 2012. – Том II. – Кн.2. – 684 с.
14. Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Турсунова А.А. Методы прогнозирования и оценки ресурсов и запасов поверхностных вод // Матер. межд. научно-теорет. конф. «Ресурсы подземных вод – важнейший элемент устойчивого развития экономики Казахстана». – Алматы, 2013. – С. 105-118.
15. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана / под редакцией академика РАВН, д.т.н., профессора М.Ж. Бурлибаева. – Алматы, Издательство «Қағанат», 2014. – 408 с.
16. Прохорова Н. Политика КНР по изменению структуры естественного распределения внутренних водных ресурсов // Проблемы Дальнего Востока. – № 5. – С. 96-107.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ С УЧЕТОМ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Зәуірбек Ә.К. доктор технических наук, **Рябцев А.Д.** доктор технических наук,
*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы,
Казахстан*

Кененбаев Т.С. кандидат сельскохозяйственных наук
ГУП ПУИД-2 Комитета по водным ресурсам МЭГПР РК г. Нұр-Сұлтан, Казахстан

Омарова Г. Е. доктор технических наук
Таразский Региональный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан

Суммарные водные ресурсы Республики Казахстан, по мере развития отраслей экономики на территории сопредельных государств постепенно сокращаются. Так, если в 1960-е годы поступало $54,59 \text{ км}^3$, то к 2010 году – $44,0 \text{ км}^3$. Откуда суммарные водные ресурсы в 1960 годы были равны $115,0 \text{ км}^3$, а в 2010 году составляли $100,5 \text{ км}^3$. Собственные водные ресурсы, формирующиеся на территории Казахстана были уточнены и составляют $56,5$, вместо $60,4 \text{ км}^3$ воды в год [1]. Однако, если учесть, что среднемноголетний сток в 2010 году был $100,5$, а на перспективу предполагается соответственно: $2030-85,9 \text{ км}^3$ и $2050-75,0 \text{ км}^3$ и того положения, что изменяется сток рек в разрезе многолетнего периода, то расчетные значения на 2010 год при средней водности ($P=50\%$) - $90,4$, в маловодный год ($P=75\%$) - $78,4$ и катастрофический маловодный год ($P=95\%$) был $56,3 \text{ км}^3$. Эти же показатели соответственно на 2030 год могут оказаться: $77,3 \text{ км}^3$, $67,0 \text{ км}^3$ и $48,1 \text{ км}^3$. Точно также на 2050 год, эти показатели соответственно станут равны: $67,5 \text{ км}^3$, $58,5 \text{ км}^3$ и $42,0 \text{ км}^3$.

В перспективе, на размеры формируемого стока будут влиять и наступление предполагаемых глобальных климатических изменений. Как отмечено, до сегодняшнего дня много внимания уделялось изменению температурного режима и подъему уровня воды мирового океана. Согласно прогнозам МГЭИК [2,3] относительно небольшое изменение температуры воздуха, всего на несколько градусов, приведет к увеличению стока рек и водообеспеченности на 10-40% в одних регионах, в то время как в других они уменьшатся на 10-30%. Таким образом, потребуется разработка специальных мероприятий по адаптации к изменению климата.

Удовлетворение требований отраслей экономики показывают, что расчеты надо вести не на средний по водности год и не на маловодный или же на катастрофически маловодный год, а на расчетную обеспеченность удовлетворения потребности в воде водопотребителей в рассматриваемом бассейне реки или же на рассматриваемой территории. Водохозяйственная практика показывает, что этот уровень удовлетворения потребности в воде водопотребителей, обычно указывает, на 90% обеспеченность.

Общая потенциальная площадь ирригационного освоения в Казахстане составляет $16,0$ млн. га. В последние годы из $2,35$ млн. га ранее орошавшихся земель, используется порядка $1,3-1,4$ млн. га. Водопотребление для этих целей с $16,8 \text{ км}^3$ в 1992 г. снизилось до $8,1 \text{ км}^3$ в 2005 г. В 2011 году объем забранной воды для орошения составил $11,14 \text{ км}^3$, из них из поверхностных вод - $11,12 \text{ км}^3$, объем использованной воды $8,76 \text{ км}^3$ и в том числе поверхностной $8,60 \text{ км}^3$. Состояние орошаемого земледелия за последние годы характеризуется значительными изменениями: ухудшается технический уровень мелиоративных объектов, снижается продуктивность и наблюдается выпадение из оборота значительных площадей орошаемых земель. В результате всего этого резко падает экономическая эффективность орошаемого земледелия. Значительно снизилась урожайность сельскохозяйственных культур на орошаемых землях. Наиболее острые проблемы текущего состояния водной отрасли в Казахстане: низкий КПД оросительных систем, устаревшая

инфраструктура, слабый механизм тарифообразования, нехватка квалифицированных кадров, вопросы вододеления с сопредельными государствами [4,5].

Анализ показывает, что реальное значение удельной водообеспеченности тыс. м³/год на человека в расчете на местный сток в среднем по Казахстану с 8,43 тыс. м³/год в 1950 г. снизились до 3,31 тыс. м³/год в 2012 г. [6] и на перспективу будут еще ниже и составлять 2,78 тыс. м³/год к 2030 г. В разрезе отдельных водохозяйственных районов, порядка 1,0 тыс. м³/год на человека (Есильский и Нура-Сарысуский ВХР, соответственно – 1,32 тыс. м³/год и 1,15 тыс. м³/год на человека).

Водопотребление Узбекистана в 1980-х годах составляло в пределах 64 км³, а в настоящее время не превышает 51-53 км³/год. Водосберегающие технологии внедрены на площади более 130 тыс. га, до 2025 года планируется охватить 1 млн. га [7]. Динамика водопотребления в Центральной Азии, в 80-е годы прошлого столетия на душу населения составляли около 5000 м³ воды в год, а в начале 1990-х этот показатель снизился до 3000 м³ в год. В 2010 году было 2600 м³/год на человека в, а в 2016-м был перейден рубеж в 2000 м³. Мир потребляет около 700 м³/год на человека [8].

До настоящего времени в концепции развития водного хозяйства приняты проработки, в основу которых положены: полное использование внутренних источников и частичное привлечение ресурсов рек Ертис, Волга и Жайык. Тогда, расчетные орошаемые площади в Казахстане должны были бы равным 7,7 млн. га, в том числе 5,3 млн. га регулярного и 2,4 млн. га лиманного орошения [институт им. С.Я. Жука], и 5,5 млн. га регулярного орошения [Средазгипроводхлопок и Казгипроводхоз]. Однако, сейчас орошается 1,3млн. га земель, и в то же время, требования природных комплексов удовлетворяется не в полной мере.

В документе, утвержденном еще в 2016 г. Правительством РК [9] приводятся прогнозные объемы водозаборов отраслями экономики относительно 2015 года, на перспективные расчетные периоды возрастают на: 2020 (4%), 2030 (9,6%), 2040 (15,2%). Располагаемые водные ресурсы Республики Казахстан на перспективу должны составлять: в маловодные годы на уровне 2030 года – 10 км³, на уровне 2040 года – 9,9 км³; в средние по водности года на уровне 2030 года – 20,4 км³, на уровне 2040 года – 23,1 км³. Если сопоставить, располагаемые водные ресурсы на 2030 год в маловодном году (P=75%) равной 10 км³ с объемами водозабора равной 22, 1 км³, то можно увидеть, что дефицит стока составить 12,1 км³ в год.

Например, рассмотрим возможные объемы воды, для развития отраслей экономики и орошения в бассейне реки Иле. Если, учитывать полное удовлетворение потребности в воде приоритетных водопотребителей и сохранение экологических требований озера Балкаш, то, на развитие отрасли орошения при малой водности выделялось бы всего 0,44 км³, а в катастрофический маловодный год 0,0 км³ воды в год. В перспективный период при тех же условиях, для орошения можно выделить только в многоводный и средний по водности года и то в пределах 0,4-0,5 км³ воды в год.

Поэтому на перспективу необходимо принимать неординарные и кардинальные мероприятия по рациональному использованию и охране водных ресурсов как в разрезе водохозяйственных районов, так и в целом по республике. В условиях недостаточности водных ресурсов имеются следующие пути.

1. Удовлетворить потребности в воде водопотребителей за счет ущемления требований природных комплексов. Результаты. В дальнейшем, появятся новые очаги зон катастрофических экологических бедствий, похожих как в бассейне Аральского моря и Приаралья.

2а). Удовлетворять в полной мере требования природных комплексов к режиму и качеству воды и развитие отраслей экономики должны базироваться только на располагаемых водных ресурсах.

2б). Имеет смысл уточнение оптимальных значений обязательных затрат по бассейнам рек. Очевидно, оптимальные их значения будут несколько ниже сегодняшних величин равных 69,6 км³ обязательных затрат по бассейнам рек.

Все мировое сообщество, и в том числе отдельно взятые государства, для создания комфортных условий для своего устойчивого развития, всемерно должны снижать, хотя бы поэтапно, влияние антропогенной нагрузки на окружающую среду. При этом, Республика Казахстан, для решения амбициозной цели по вхождению в число 30 развитых государств мира, должна идти в числе лидирующих государств. Внедрение инновационных и водосберегающих технологий, не только в орошаемой земледелии, но и во всех отраслях экономики и, соответственно, разработка мероприятий по управлению водными ресурсами являются основами рационального использования водо-земельного потенциала региона, и также основой будущего выживания общества.

В методологии, в основу принят вариант 2б. Цель - Достижение экономической оптимальности и экологической безопасности уровня водопользования, геоэкологической устойчивости гидро-агроландшафтов в бассейнах рек, регионах и в целом по территории Казахстана. Удовлетворение требований к режиму и качеству воды водопотребителей (водопользователей) и обеспечение экологической устойчивости в бассейнах рек (регионах) на основе внедрения инновационных и водосберегающих технологий с целью уменьшения уровня водопотребления на 10% и улучшения экологического состояния природных комплексов на 10% к 2030 г. по сравнению с базовым 2020 г. Обязательные затраты по бассейнам рек приняты равным 56 км^3 воды в год. Исходные позиции концептуальных основ:

1. Назначаются лимитированные объемы и режимы водопотребления отраслей экономики в разрезе водохозяйственных районов (участков и бассейнов рек) на уровне расчетного 2020 года. Они в свою очередь сокращаются в соответствии с намеченными показателями к рассматриваемым расчетным уровням.

2. Назначаются лимитированные уровни концентрации загрязняющих веществ в водоотводящих трактах и объемы сброса сточных вод в водные или в другие понижения участков местности на уровне расчетного 2020 года. Состояние окружающей среды должно улучшаться в соответствии с намеченными показателями к рассматриваемым расчетным уровням.

3. Увеличение объемов водопользования допускается для отдельных отраслей экономики (которые не получили должного развития) и целей: поддержание пластового давления; прудовое рыбное хозяйство; рекреация; гелио и ветроэнергетические установки; обводнение пастбищ и сельскохозяйственное водоснабжение (СХВ) на базе подземных вод; лиманное орошение (на базе временных водотоков), залив сенокосов и попуски в Ертискую пойму, подача в Коргалжынские озера.

4. Развитие отраслей экономики осуществляются за счет объемов экономии водных ресурсов, лимитированных для них на уровне 2020 года в разрезе каждого водохозяйственного района (участка и бассейна реки).

5. Органы бассейновых инспекции должны контролировать ход выполнения установленных показателей (нормативов) экономии воды в отраслях экономики по использованию водных ресурсов и улучшению качества воды, а также проблем выдачи разрешений на спецводопользование в зонах своей деятельности.

6. Подземные водные ресурсы являются стратегическим ресурсом, использование его запасов осуществляются, только для питьевого и СХВ, а также для обводнения пастбищ. Использование их, для других целей, требует своего строгого и детального обоснования.

7. Запрещаются использование водных ресурсов рек (малых водотоков), сток которых в среднемноголетнем исчислении не превышает $0,10 \text{ м}^3/\text{с}$.

8. Плата за воду, как за природный ресурс, а также технико-экономическое обоснование эффективности водохозяйственных и водоохраных мероприятий должно осуществляться с учетом социальных, экологических и экономических условий в зонах влияния и отражения как положительных, так и отрицательных последствий.

9. Необходимо осваивать, оставшиеся бесхозно, практически бесконечные источники живительной влаги - сточные воды промышленных и других объектов, населенных пунктов, городов и мегаполисов республики. В первую, очередь, их очистить, до

уровня, когда возможно их применять для полива кормовых культур или лесонасаждений. Развитие животноводческих комплексов на основе использования кормов, возделываемых на землях орошаемых сточными водами. Этому направлению развития орошаемого земледелия можно приступить безотлагательно. Является приоритетным мероприятием, как и реконструкция оросительных систем.

Пути экономии водных ресурсов в отраслях экономики, подробно освещены в литературных источниках, в частности в работе [10]. Предлагается внедрять рекомендации «Сценария устойчивого развития государственного гидрологического института» СУР ГГИ (Россия) [11] во всех отраслях экономики, и в том числе прогрессивные технологии и водосберегающие мероприятия в орошаемом земледелии.

В отрасли орошения необходимо внедрять водосберегающие технологии: повышение КПД оросительных систем (ОС); применение интенсивных технологий орошения (закрытый грунт), в том числе капельного орошения и инъекционного полива; улучшение эколого-мелиоративного состояния ОС; внедрение новых способов и техники полива, выведение новых засухоустойчивых и мало потребляющих влагу сельскохозяйственных культур; уменьшение расходов воды на единицу продукции; очистка и использование коллекторно-дренажных вод; перевод водоемких сельскохозяйственных культур на не водоемкие; пересмотр специализации хозяйств в отрасли орошения и др. Субсидии надо выделять тем подразделениям, которые выполнили поставленную задачу: кто улучшил эколого-мелиоративное состояние орошаемого массива или повысил плодородие почвы или же повысил отдачу от использования воды.

Тогда, контрольные предельные показатели использования поверхностных вод по водохозяйственным районам РК на перспективные расчетные периоды (таблица 1) согласно, принятой методологии, к 2030 году водопотребления будут сокращены на 10% и к 2040 году на 20%).

Анализ показывает, что всего объемы водозабора по РК в 2030 годы на 10% ниже, и составят 19756,82 млн. м³ против объемов водозабора на 2017 год равной 20188,62 млн. м³ воды в год.

Рекомендуемая специализация в бассейнах рек. Иле-Балкашский водохозяйственный район. Основная специализация: плодово-виноградниковые и ореховые плантации. Применяется капельное орошение, возможно, применение инъекционного полива. В бассейнах малых водотоков, прудово-рыбохозяйственные комплексы с автономным энергоснабжением. На побережье оз. Балкаш можно развивать комплексы по использованию энергетических потенциалов ветра и энергии солнца. Использование оригинальных природных свойств самой воды оз. Балкаш в районе пролива Узун-Арал для оздоровительных целей.

Таблица 1- Сводные показатели водозабора отраслями экономики к 2030 и к 2040 годам, млн. м³, выполнены на базе данных [9] с изменениями

Показатели	Объемы водозабора по годам				
	1990 г.	2012 г.	2015 г.(приняты как за 2017 г.)	2030 год (сокращение на10% по сравнению с2017 г.)	2040 год (сокращение на20% по сравнению с2017 г.)
1	2	3	4	6	7
Всего водозабор воды	35573,66	17465,45	20188,62	19756,82	18443,92
Коммунальное хозяйство	1416,66	843,58	866,63	779,97	693,30
Промышленность	7110,70	4230,16	4482,23	4034,01	3585,78
Сельское хозяйство, в том числе:	26622,63	12255,03	14642,59	14616,10	13799,62
регулярное орошение	21539,94	11186,18	12124,86	10912,37	9699,89
лиманное орошение	1916,63	152,28	408,93	1079,22	1342,62
залив сенокосов	2073,26	550,53	778,39	1062,00	1062,00
попуски в Ертискую пойму и подача в Коргалжынские озера	0,00	0,00	837,00	877,00	875,00
Сельхозводоснабжение	479,60	267,61	364,29	540,16	667,35

Продолжение таблицы 1

обводнение пастбищ	613,20	98,43	129,12	145,35	152,76
Поддержание пластового давления	0,00	38,99	40,94	49,28	54,50
Рыбное хозяйство	417,74	94,92	118,64	213,10	242,14
Рекреационная сфера и прочие нужды	5,92	2,76	37,59	64,36	68,58

В Кызылординской области вместо рисового, необходимо постепенно переходить на овоще-бахчевые севообороты. Возможно и развитие направления плодово-виноградниковых плантаций. Полив капельный, подпочвенный или дождевание. Создаются благоприятные условия для развития рыбного и рекреационного кластеров. В Туркестанской области развиваются хлопковые и плодово-виноградные плантации с использованием капельного, подпочвенного орошения или дождевания. В Жамбылской области развиваются овоще-бахчевые севообороты и технические культуры. Также развиваются плодово-виноградные плантации с использованием капельного, подпочвенного орошения или дождевания. В дополнение ко всем бассейнам рек. Вблизи крупных городов и мегаполисов, создаются национальные оздоровительные центры.

Литература

1. Зәуірбек Ә.К. Проблемы управления водными ресурсами в маловодные и многоводные года (на примере отдельных рек Республики Казахстан). Уч. пособие. -Алматы: ТехноЭрудит, 2018.-240 с.
2. Изменения климата – 2007: Воздействия изменения климата, адаптация и уязвимость. Доклад Рабочей группы 2 МГЭИК. 2007 г.
3. Изменение климата – 2007: научно-физическая основа. Доклад Рабочей группы 1 МГЭИК.
4. Эффективное управление водными ресурсами Казахстана//Министерствосельского хозяйства Республики Казахстан. Слайды, всего 33.
5. План развития орошаемых земель до 2028 года//МСХ РК Комитет по водным ресурсам. - Астана, 2018 г. Слайды, всего 32.
6. Рябцев А.Д. Вода как источник будущего развития Казахстана // Конференция СУ АРНАСЫ-2015 «Водопользование: действительность, проблемы и перспективы».- г. Астана,2015. Слайды, всего 32.
7. Страны ЦА находят общий язык по использованию водных ресурсов,31 января 2020 года // <https://novosti-uzbekistana.ru/strany-ca-nahodyat-obshhij-yazyk-po-ispolzovaniju-vodnyh-resursov/>.
8. На рубеже водного дефицита нужна стратегия водосбережения» — Виктор Духовный. Интервью профессора Виктора Духовного о водном настоящем и будущем Узбекистана и Центральной Азии.
9. Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от « 8 » апреля 2016 года, № 200.
10. Пособие по составлению раздела проекта (рабочего проекта) «Охрана окружающей природной среды» (к СНиП 1.02.01.-85). -М.: ЦНИИПроект,1988. -187 с.
11. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И. А. Шикломанова.- СПб.: ГГИ, 2008. - 600 с.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВНУТРИГODOVое РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА ВОДЫ КРУПНЫХ РЕК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Черняк О.Н. магистр технических наук

Брестский государственный технический университет, г. Брест, Республика Беларусь

Начиная с 1989 г. на территории Республики Беларусь наблюдается продолжительный и интенсивный период потепления, продолжающийся в настоящее время. Период потепления характеризуется повышением температуры атмосферного воздуха на 1,3°C. Наибольший рост температур зафиксирован в зимние и первые весенние месяцы. Потепление сказалось на частоте и интенсивности выпадения атмосферных осадков. Для территории Республики Беларусь установлено превышение нормы атмосферных осадков в зимний сезон [1, 2].

Колебания климатических характеристик сказываются на гидрологическом режиме рек, основной характеристикой которого является внутригодовое распределение стока (ВРС) [3]. Ввиду этого, целью данных исследований является оценка изменений ВРС воды крупных рек Республики Беларусь в складывающихся современных природно-климатических условиях.

Исходными данными являются ряды многолетних наблюдений за среднемесячными расходами воды в створах крупных рек площадью водосборов свыше 10000 км² (таблица 1), представленные республиканским гидрометеорологическим центром Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Для выявления количественных изменений во ВРС многолетние ряды наблюдений разбиты на периоды: 1) 1961 – 1988 гг.; 2) 1989 – 2015 гг.

Таблица 1 – Речные створы крупных рек Беларуси

№ п/п	Река-пост	Площадь водосбора (А), км ²
1	р. Березина – г. Бобруйск	20200
2	р. Днепр – г. Орша	18000
3	р. Днепр – г. Могилев	20800
4	р. Днепр – г. Жлобин	30300
5	р. Днепр – г. Речица	58200
6	р. Западная Двина – г. Витебск	27300
7	р. Западная Двина – г. Полоцк	41700
8	р. Нёман – с. Белица	16700
9	р. Нёман – пгт. Мосты	25600
10	р. Нёман – г. Гродно	33600
11	р. Припять – пгт. Туров	71400
12	р. Припять – г. Мозырь	101000
13	р. Сож – г. Славгород	17700
14	р. Сож – г. Гомель	38900

Метод исследований – метод компоновки сезонов, основанный на равенстве обеспеченностей годового стока, стока лимитирующего периода и лимитирующего сезона [4]. В соответствии с методом приняты общие границы гидрологических сезонов. Для территории Республики Беларусь: весна (март-май); лето-осень (июнь-ноябрь); зима (декабрь-февраль). За лимитирующий период – лето-осень и зима; лимитирующий сезон – лето-осень.

Оценка изменений, произошедших во ВРС воды крупных рек Республики Беларусь, выполнена посредством сравнения гидрографов стока воды двух принятых периодов наблюдений, построенных для пяти градаций лет по водности: очень многоводной (обеспеченность

$P = 5 \%$), многоводной ($P = 25 \%$), средней ($P = 50 \%$), маловодной ($P = 75 \%$) и очень маловодной ($P = 95 \%$). Гидрографы речного стока воды построены в относительных величинах, переход к которым осуществлен отношением [5]:

$$ОВС = \frac{Q_{м.ср.}}{Q_{м.р.9\%}}, \quad (1)$$

где $Q_{м.ср.}$ – средний многолетний месячный расход, $м^3/с$; $Q_{м.р.9\%}$ – расчетный расход заданной обеспеченности, $м^3/с$.

Полученным относительным величинам стока (ОВС) воды крупных рек для двух периодов наблюдений присвоены обозначения: а) 1961 – 1988 г. – $ОВС_1$; б) 1989 – 2015 гг. – $ОВС_2$. Разница между ними (Δ) представляет собой изменения ВРС воды крупных рек в результате колебания климатических характеристик, т.е. $\Delta = ОВС_2 - ОВС_1$. Результат изменения ВРС по месяцам отображен графически (рисунок 1). На рисунке 1 представлено шесть речных створов, т.е. по одному модельному створу рек Березина, Днепр, Западная Двина, Неман, Припять и Сож.

Сезонное распределение стока воды внутри года рассмотрено в отдельности для каждой крупной реки.

Сток воды лимитирующего периода р. Березина – г. Бобруйск увеличился на 4,4 %. Его доля в период наблюдений 1989 – 2015 гг. составляет 60,6 %, из них 38,9% – летне-осеннего и 21,7 % – зимнего. По отношению к периоду наблюдений 1961 – 1988 гг. установлено увеличение летне-осеннего и зимнего стока воды на 1,2 %, 3,2 % соответственно. Весенний сток воды уменьшился. Его доля в годовом составляет 39,4 %. Для сравнения, в период наблюдений 1961 – 1988 гг. – 43,8 %.

На всех створах реки Днепр установлено следующее изменение сезонного стока воды: уменьшение весеннего и увеличение летне-осеннего, зимнего. Доля весеннего стока воды уменьшилась значительно. Так, на р. Днепр – г. Орша процент изменения составляет 10,8 %. Наименьшее изменение зафиксировано на р. Днепр – г. Речица (7,2 %). Доля летне-осеннего стока воды, в годовом, колеблется в пределах 32,0 – 35,1 %. Для сравнения, в 1961 – 1988 гг., размах соответствующих значений составлял 26,4 – 33,3 %. Наибольшее увеличение летне-осеннего стока воды установлено на р. Днепр – г. Орша (6,9 %), наименьшее – 1,8 % (р. Днепр – г. Речица). На створах в г. Жлобин и г. Могилев процент изменения летне-осеннего стока воды, в среднем, составляет 5,1 %. Доля зимнего стока воды увеличилась, в среднем, на 4,4 %. Наибольшее увеличение зафиксировано на створе в г. Речица. Его доля, в годовом, для периода наблюдений 1989 – 2015 гг., составляет 20,6 %.

Доля лимитирующего периода в 1989 – 2015 гг. р. Западная Двина составляет 49 %, что на 9 % больше, чем в 1961 – 1988 гг. Доли летне-осеннего и зимнего стока воды увеличились, в среднем, на 4,4 % и 4,6 % соответственно. Доля весеннего стока воды уменьшилась на 9,4 % в створе г. Витебска, и на 8,6 % – в г. Полоцк.

На створах р. Неман отмечено уменьшение доли весеннего стока воды, в годовом, в среднем на 7,2 %. Наибольшее его уменьшение (8,3 %) зафиксировано на р. Неман – с. Белица. Относительно летне-осеннего стока воды, установлено как уменьшение его доли (0,4 %) на р. Неман – с. Белица, так и незначительное увеличение в створах, установленных в пгт. Мосты и г. Гродно. Доля зимнего стока воды увеличилась. Это зафиксировано на всех речных створах. Наибольшее увеличение (8,7 %) отмечено на р. Неман – с. Белица, наименьшее (6,1 %) – р. Неман – с. Гродно.

На р. Припять – пгт. Туров зафиксировано уменьшение весеннего (8,9 %) и увеличение летне-осеннего, зимнего стока воды (1,0 %, 7,9 % соответственно). Доля стока воды лимитирующего периода в 1989 – 2015 гг. составляет 58,3 %. На р. Днепр – г. Мозырь летне-осенний сток уменьшился. Уменьшение незначительно. Весенний сток воды уменьшился на 6,7%, в то время, как зимний увеличился на 7,7%. Доля стока воды лимитирующего периода, в годовом, – 56,6 %.

На створах р. Сож зафиксировано следующее изменение сезонного стока воды: уменьшение весеннего и увеличение летне-осеннего, зимнего. На створе, установленном в г. Славгород весенний сток воды уменьшился на 9,9 %, а летне-осенний и зимний увеличился на 3,1 % и 6,8 % соответственно. На створе в г. Гомель процент уменьшения весеннего стока воды составляет 7,6. Проценты увеличения летне-осеннего и зимнего стока воды – 2,8 % и 4,8 %. Доля лимитирующего периода в 1989 – 2015 гг. значительно выше, чем в 1961 – 1988 гг. и, в среднем, составляет 51,5 % в годовом.

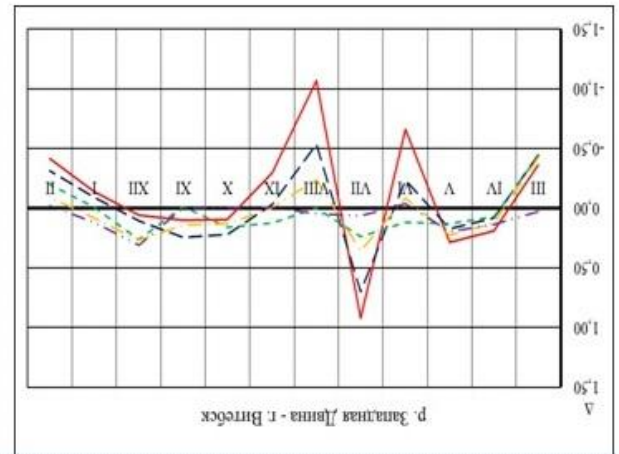
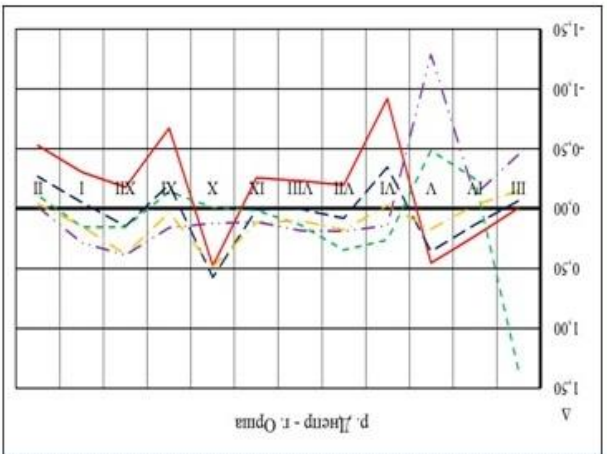
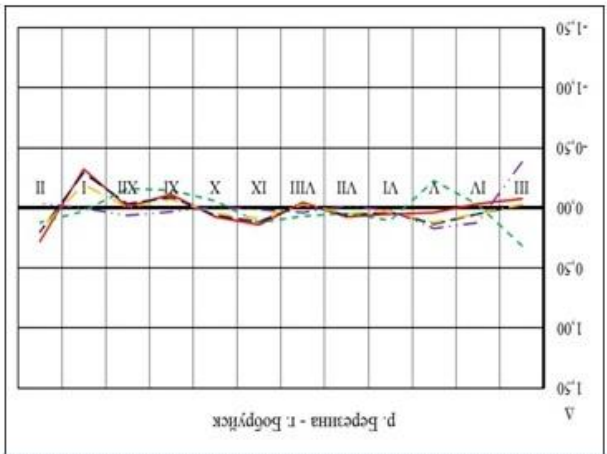
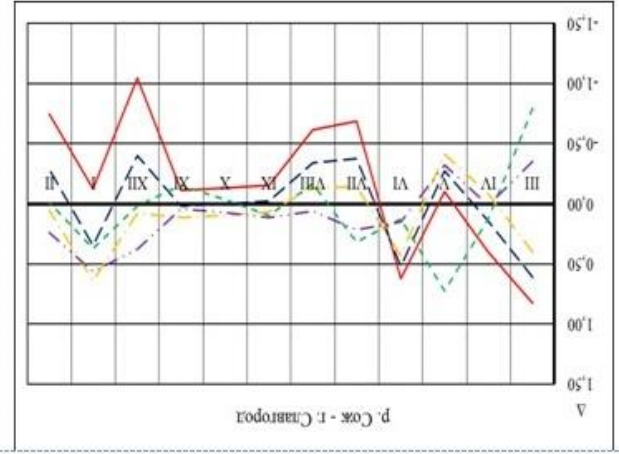
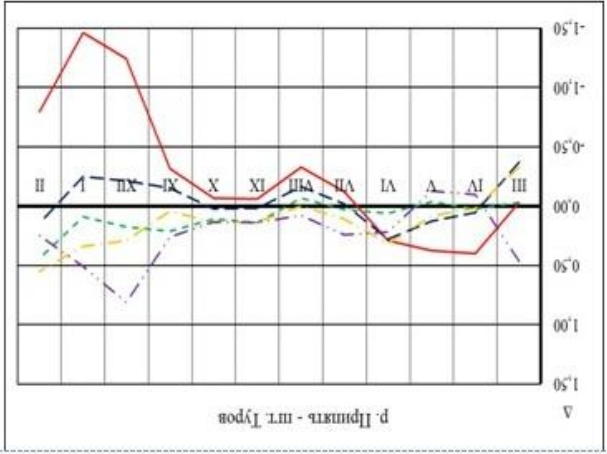
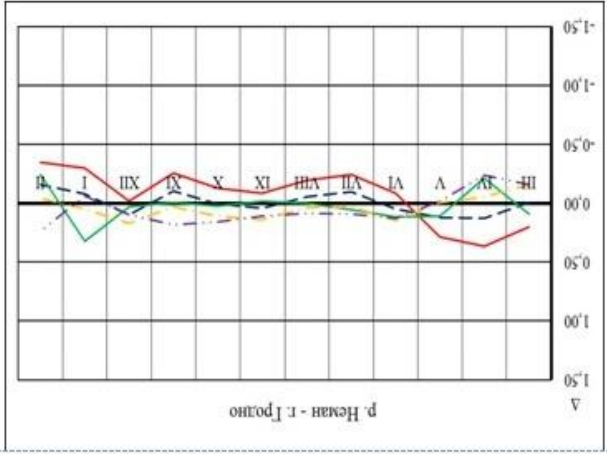
Произошедшая трансформация ВРС обусловлена не только колебаниями климатических характеристик, но и некоторыми особенностями речных водосборов. Так, уменьшение доли весеннего стока воды обосновано значительным испарением с водной поверхности вследствие повышения среднемесячных температур атмосферного воздуха. Уменьшение доли весеннего стока воды, в годовом, статически значимо, о чем свидетельствуют значения изменений, превышающие «порог» в 5 %. Увеличение доли летне-осеннего стока воды в большинстве речных створов не превышает 5 %. Исключением являются: р. Западная Двина – г. Витебск (5,3 %), р. Днепр – г. Орша (6,9 %), р. Днепр – г. Жлобин (5,3 %). Изменения летне-осеннего стока воды обусловлены только колебаниями климатических характеристик. Увеличение зимнего стока воды крупных рек Республики Беларусь вызвано ростом температур атмосферного воздуха, в большей степени в феврале месяце, и увеличением количества атмосферных осадков за зимний сезон. Среднее значение увеличения доли зимнего стока воды, в годовом, составляет 5,6 % (рисунок 1).

Литература

1. Логинов В.Ф. Климат Беларуси. – Минск: ИГН НАН РБ, 1996. – 235 с.
2. Справочник по климату Беларуси. Ч. 1. Температура воздуха и почвы. Ч. 2. Осадки. Ч. 3. Снежный покров / под ред. М.А. Гольберга. – Минск, 1998–2001.
3. Волчек А.А. Синхронности в колебаниях стока рек Беларуси и его оценка // Природные ресурсы. №2. – Брест, 2013. – С. 44 – 48.
4. Андреянов В.Г. Внутригодовое распределение речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 319 с.
5. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. ТКП 45 – 3.04 – 168 – 2009. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2009.

Рисунок 1 – Изменение ВРС воды крупных рек Беларуси по месяцам в 1989 – 2015 гг. по отношению к 1961 – 1988 гг.

— очень многоводный год; — очень маловодный год; — средний год; — маловодный год; — очень маловодный год



ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ УЗБЕКИСТАНА

Хайдаров А.Р. PhD докторант, ассистент преподаватель

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Ташкент, Узбекистан

Климат Земли меняется, и в ряде международных публикаций рассматриваются проблемы, вызываемые глобальным изменением климата. Изменение климата - это многогранная и междисциплинарная проблема, требующая комплексных ответных мер, основанных на принципах устойчивого развития и сосредоточении внимания на изменении моделей потребления и производства. Изменение климата все больше влияет на человеческую культуру и природные экосистемы. Хотя широко признается, что некоторые изменения климата неизбежны, растет признание того, что многих негативных последствий изменения климата можно избежать с помощью скоординированных усилий. Это потребует скоординированных усилий в таких важных секторах, как энергоэффективность, транспорт, защита водных ресурсов и биоразнообразия, а также возобновляемые источники энергии [1].

Растущая нехватка воды - одна из самых острых проблем Центральной Азии. Виноваты опустынивание и быстрое таяние ледников в высокогорье.

Таяние ледников может усугубить многие проблемы, а также поставить под угрозу продовольственную безопасность [4].

С каждым годом актуальность управления водными ресурсами и безопасности в Центральной Азии растет в результате широко распространенных, быстрых и усиливающихся изменений климата.

Водные ресурсы неразрывно связаны с безопасностью, энергией, продуктами питания и окружающей средой в Центральной Азии, что делает ее одним из немногих мест в мире, где они находятся.

В последние годы произошли колоссальные изменения погоды, и это может вызвать серьезные опасения в будущем.

С точки зрения изменения климата Узбекистан считается уязвимой страной. В Узбекистане повышение среднегодовых температур воздуха происходит на фоне значительной естественной изменчивости, что приводит к заметным годовым изменениям. На метеостанциях Фергана и Ташкент зафиксировано наибольшее повышение средней температуры воздуха (1,6 ° C и 1,8 ° C соответственно). В Узбекистане среднее повышение температуры за десять лет составляет 0,27 градуса по Цельсию.

Горные ледники водосборного бассейна Аральского моря имеют решающее значение для создания водных ресурсов в Республике Узбекистан. Скорость отступления ледников варьируется в зависимости от региона и исторического периода и составляет от 0,1 до 1,65% в год [7].

В связи с возможным сокращением стока растений и увеличением потребления воды во всех секторах экономики в результате роста населения и изменения климата, риски крайней нехватки воды и засухи, особенно в низовьях бассейна Амударьи, были выделены в национальном сообщении по изменению климата (Республика Каракалпакстан, Хорезмская и Бухарская области). Особенно уязвимы будут регионы, водоснабжение которых зависит от течения малых рек. Изучено влияние воздушной засухи на пашню, пастбища и луга. Согласно консервативному сценарию выбросов парниковых газов, пахотные земли с высоким риском засухи составляют 35 процентов, а пастбища и луга с высоким риском засухи могут достигать 28 процентов [3, 5, 6].

Климат стран Центральной Азии отличается высокой континентальностью, что определяется большой амплитудой колебаний температуры воздуха за год и низким показателем осадков. Степные ландшафты преобладают на северных равнинах Центральной Азии, в то время как пустынные и полупустынные ландшафты преобладают в южных и центральных регионах.

Климат этого региона делится на три категории:

1. Умеренный климат (примерно 41-42 градуса северной широты) на юге); 2. Горный климат Тянь-Шаня, Памиро-Алая, Памира, Копетдага с четко выраженной высотной зональностью: долинно-предгорная зона (0,2-1,2 км), среднегорная зона (1,2-2,2 км), альпийская зона (2,2-3,5 км), нивальная зона (2,2-3,5 км); 3. Климат засушливой субтропической зоны (южнее 41-42 ° (более 3,5 км). Основным источником изменения климата в Центральной Азии, согласно объективным исследованиям, является сильное повышение температуры приземного воздуха. Таким образом, средняя годовая температура в каждой стране повышалась на 0,29°C каждые десять лет в Узбекистане (1950-2005); на 0,260 С каждые десять лет в Казахстане (1936-2005); на 0,18°C каждые десять лет в Туркменистане (1961-1995); на 0,10°C каждые десять лет в Таджикистане (1940-2005) и 0,08°C каждые десять лет в Кыргызстане (1883-2005) [2].

В целом рост минимальных температур опережал рост максимальных. Например, с 1951 года средняя скорость потепления на территории Узбекистана составляла 0,22 °С, а минимальная - 0,36 °С. Отступающая зона Аральского моря является особой, с очень высокими темпами роста максимальных температур и практически без повышения минимальных температур из-за сокращения площади моря.

Будущий прогноз изменения климата для Узбекистана определяется заданными планами выбросов парниковых газов, состоянием климатической системы в целом и моделями, используемыми для получения результатов предполагаемой оценки стока. Влияние изменения климата на сток варьируется в зависимости от сценария из-за различий в прогнозируемом количестве осадков. Расчетный сток рассчитан в двух вариантах с учетом значительной естественной изменчивости осадков на станциях региона и отсутствия явных закономерностей в их изменении, а также некоторой неопределенности в сценарии.

- в случае выпадения осадков и изменения температуры по сценарию;
- при изменении температуры в сценарии и современных основных нормах осадков.

Математическая модель развития стока горных рек была использована в качестве методического подхода к оценке влияния климатических изменений на сток, который был практически реализован в виде автоматизированной информационной системы гидрологических прогнозов и расчетов [2].

Лето в Узбекистане стало короче и жарче (участились сезонные засухи) по мере того, как Аральское море сократилось, а осенне-зимний период стал длиннее и холоднее.

В контексте глобального изменения климата исчезновение Аральского моря привело к увеличению темпов потепления в районе бассейна Аральского моря более чем в 2 раза по сравнению с глобальным потеплением с 1980-х годов. Мы можем наблюдать двукратное увеличение количества дней с температурой выше 40 °С в регионе Аральского моря и полтора кратное увеличение в остальной части Узбекистана как явный индикатор изменения климата.

Структура переноса влаги по воздуху по всей Средней Азии также изменилась в результате такого изменения температурного режима. Потоки с севера, несущие влагу из Северного Ледовитого океана, и потоки с юга, несущие влагу в Индийский океан, в некоторой степени стали входить в первичный поток переноса влаги с запада на восток. В то же время осадки начали выпадать преимущественно в теплое время года, что привело к ежегодному сокращению объема горных ледников на Памире и Тянь-Шане на 0,2–1%. Кроме того, в бассейнах горных рек региона отмечено уменьшение запасов снега, что привело к ухудшению условий ведения сельского хозяйства в регионе.

В целом, регион уже переживает:

- более продолжительные периоды сухой жары
- Увеличение количества дней с сильными дождями и их высокая изменчивость
- Уменьшение запасов снега в горах и деградация ледников
- Увеличение частоты экстремальных явлений, засух и низкого уровня воды
- Повышенное испарение в низинных и предгорных районах.

Из-за изменения климата регион уже испытывает:

Количество осадков резко сократилось на бывших побережьях Аральского моря. Среднее количество осадков в настоящее время колеблется от 100 до 150 мм с большими сезонными ко-

лебаниями. При снижении влажности воздуха на 10% наблюдается высокая скорость испарения (всего около 1700 мм в год). Ожидается, что уровень воды в Токтогульском водохранилище в Джалал-Абадской области Кыргызстана упадет до уровня «мертвой границы» в результате недавнего падения осадков. Объем водохранилища на 22 июля 2010 года составлял 18,2 миллиарда кубометров, но к 30 марта 2021 года уровень воды упал до 8,7 миллиарда кубометров и продолжает падать. По мнению экспертов, дефицит воды может продлиться еще пять лет.

Зимой температура воздуха снизилась на 2-3 градуса по Цельсию, а летом повысилась на 2-3 градуса по Цельсию. Летом преобладают высокие температуры (до +49 ° C). В районе Аральского моря часты сильные ветры. Как все эти гидрометеорологические изменения, а также изменение климата в целом повлияют на водные ресурсы бассейна Аральского моря?

Даже один из климатических сценариев, изученных Узгидрометом, не предполагает увеличения имеющихся водных ресурсов, согласно многообещающей оценке водных ресурсов региона из-за потепления климата. По оценкам, объем речного стока в бассейне Амударьи может сократиться на 10-15% к 2045-2050 годам, а река Сырдарья - на 2-5%. Количество засушливых и засушливых лет увеличится с потерей стока до 25-40% в это время, что приведет к быстрому увеличению потребности в воде и ее дефициту в регионе Аральского моря.

Использование гидрологических моделей для оценки колебаний осадков и температуры воздуха в бассейнах горных рек, а также расчет запасов снега показывает, что исключительно низкий уровень воды возникает при нехватке осадков и высоких температурах воздуха в январе-марте. В этих условиях наблюдается недостаточное накопление снега, что может привести к дефициту стока в течение всего вегетационного периода.

При неудовлетворенном спросе на воду увеличение нормы орошения на 5% к 2030 году, на 7-10% к 2050 году и на 12-16% к 2080 году может привести к значительным потерям урожая, создавая серьезную угрозу для продовольственной безопасности и препятствуя устойчивому развитию.

В результате изменение климата увеличивает антропогенную нагрузку на водные ресурсы Узбекистана, увеличивая опасность экологических проблем, особенно с точки зрения истощения водных ресурсов, как в качественном, так и в количественном отношении.

Литература

1. ANPED (2008) *Action on Climate Change: From a Divided Europe to a Common Purpose*. Available at: <http://www.anped.org/media/actionclimatechange-2008.pdf>
2. Ибатуллин С. Р., Ясинский В. А. Мироненков А. П. Электронная почта: map@eabr.org Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии. Отраслевой обзор, Алматы, 2009 г.
3. Крейцберг-Мухина Е.А., Мирабдуллаев И.М., Тальских В.Н. Основные результаты экологического мониторинга ветланда Судочье // Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря: Материалы Центральноазиатской Международной научно-практической конференции. – Алматы-Ташкент, 2003. – с.355-363.
4. НИЦ МКУР стран Центральной Азии (2006) *Оценочные доклады по приоритетным экологическим проблемам в Центральной Азии. Ашхабад*.
5. Тальских В.Н., Беглов Е.О. Влияние климатических факторов на водные экосистемы и меры адаптации // Последствия изменения климата, меры адаптации. – Бюллетень № 7. – Ташкент: НИГМИ, 2008. – с. 53-61.
6. Третье национальное сообщение Республики Узбекистан по РКИК ООН. Ташкент, 2016. -220с.
7. Тучин А.И., Громыко К.В., Рузиев И.Б. Экологические проблемы Южного и Северного Приаралья и предложения по их реабилитации и стабилизации функционирования // Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря: Материалы Центральноазиатской Международной научно-практической конференции. – Алматы-Ташкент, 2003. – с. 341-351.

2 РЕСУРСЫ БАССЕЙНОВ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК И УГРОЗЫ ИХ СОХРАНЕНИЮ

УДК: 631.674 (574)

ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОЗВРАТНЫХ ВОД ЮЖНОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА

Мусаев А.И. доктор технических наук, профессор
Турекельдиева Р. кандидат биологических наук, доцент
Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати, г.Тараз

На территории южного Казахстана водный фактор приобретает ведущую роль в устойчивости окружающей природной среды, особенно в низовьях рек, где основная причина экологических проблем речных бассейнов является загрязненность и хронический дефицит воды. В связи с этим проблема обеспечения населения и различных отраслей народного хозяйства водой в необходимом количестве требуемого качества является одной из важнейших проблем нынешнего времени.

Современный уровень нагрузок на водные ресурсы определяется, с одной стороны, количественными показателями водопользования, а с другой – качественными показателями отходов жизнедеятельности, поступающих в водные источники и их совместимости с природной средой.

Несмотря на продолжающееся уменьшение сбросов сточных вод, качество воды практически во всех водных объектах остается неудовлетворительным.

Территория Южного региона в зависимости от административных границ и гидрографических условий поверхностных вод разделена на три водохозяйственных речных бассейна:

- Арало-Сырдарьинский водохозяйственный речной бассейн. В административных границах включает Южно-Казахстанскую и Кызылординскую области;
- Балхаш-Алакольский водохозяйственный речной бассейн. В административных границах включает Алматинскую область и г.Алматы;
- Шу-Таласский водохозяйственный речной бассейн. В административных границах включает Жамбылскую область и Созакский район Южно-Казахстанской области.

Водохозяйственные речные бассейны отличаются друг от друга не только географическими и природно-климатическими условиями, но и агроэкономическими, водохозяйственными и социально-экономическими условиями.

В Южном регионе проживает 48% населения республики (таблица 1). По сравнению с 2000 годом количество населения возросло на 10%. Здесь самая большая плотность на 1 км² – 6-9,8 человек, тогда как в среднем по республике – 5,7 человек. При этом доля численности сельского населения преобладает над городским и составляет 60-70% от общей численности.

Таблица 1 – Плотность проживания населения в водохозяйственных бассейнах на 20.08.2021 г.

Водохозяйственный бассейн	Площадь, тыс.км ²	Население, чел.	Население на 1км ² , чел
Арало-Сырдарьинский	302,3	4002008	13,24
Балхаш-Алакольский	386,5	4109970	10,63
Шу-Таласский	167,6	1146664	6,84
Всего по югу РК	856,4	9258642	10,81
Всего по РК	2714,7	19222830	7,08

В Южных областях республики и самый большой прирост населения. По сравнению с 2010 годом численность населения возросла на 20%, тогда как по республике население за этот период увеличилось всего на 15%.

Водопотребление народным хозяйством Казахстана на современном уровне колеблется от 30 до 35 км³. Водозабор из источников составляет от 33,0 до 38 км³. Колебания используемых объемов воды обусловлены водностью лет, и спадом производства.

Сфера использования водных ресурсов в глобальном масштабе включает три крупных блока: орошение – 73%, промышленное использование – 21% и коммунальное водоснабжение – 6%. В масштабах отдельных стран это соотношение меняется: в разных странах более 40% воды потребляется промышленностью, в развивающихся – основные объемы ее идут на орошение.

Основным потребителем водных ресурсов в республике является орошаемое земледелие – 43-61%, промышленность – 21-24%, коммунально-бытовое хозяйство – 3,7-4%.

После распада Советского Союза период, начиная с 1990 по 2000 г. охватывающий практически все сферы производственно-хозяйственной деятельности, характеризуется сокращением водопотребления в республике, в том числе и в сельском хозяйстве, а затем с началом развития экономики страны объемы использования воды во всех отраслях экономики тоже начали увеличиваться. Соответственно увеличиваются и объемы водоотведения.

Анализ состояния структуры водозабора и его использования в последние годы в рассматриваемых бассейнах показывает, что имеются некоторые различия. Так, например, в Шу-Таласском бассейне использование поверхностных вод составляет 97% от всего использования водных ресурсов, а в двух других бассейнах процент использования поверхностных вод несколько меньше – 85-95% (таблицы 2-4).

Таблица 2 – Основные показатели забора и использования водных ресурсов в Балхаш-Алакольском бассейне

Показатели	Ед.изм.	Год		
		2005	2010	2020
Население	млн.чел	2,8	3,2	4,1
Площадь используемых орошаемых земель	тыс.га	515,5	512,4	546,3
Суммарное использование вод, в т.ч. поверхностных подземных	млн.м ³ /год	2981,8	2787,9	2884,59
	млн.м ³ /год	2645,3	2350,7	2390,74
	млн.м ³ /год	290,91	330,6	377,79
Использовано воды на орошение	млн.м ³ /год	2217,4	1990,36	2073,87
Использовано на хозяйственно-питьевые нужды	млн.м ³ /год	394,67	411,22	436,5
Удельное использование на орошение	м ³ /га	4300	3900	3800
Удельное использование на душу населения хозяйственно-питьевых вод	л/сут на 1 чел	395	402	420

В структуре водопользования доля орошаемого земледелия в Шу-Таласском бассейне составляет 35-40%, почти в 1,52 раза меньше, чем в Балхаш-Алакольском и Арало-Сырдарьинском бассейнах, где этот показатель соответственно равен 70-75% и 60-65%.

Таблица 3 – Основные показатели забора и использования водных ресурсов в Арало-Сырдарьинском водохозяйственном бассейне

Показатели	Ед.изм.	Год		
		2005	2010	2020
Население,	млн.чел	2,85	3,2	4,0
в т.ч. Туркестанской области		2,23	2,5	3,2
Кызылординской области		0,62	0,68	0,8

Продолжение таблицы 3

Площадь используемых орошаемых земель, в т.ч. в Туркестанской области в Кызылординской области	тыс.га	610,17	607,55	599,94
		464,73	4581	454,0
		145,44	149,45	145,94
Суммарное использование воды, в т.ч. поверхностных подземных	млн.м ³ /год	8970,21	11304,63	8114,0
		8100,1	10875,41	7911,0
		162,68	179,75	179,19
Использовано воды на орошение, в т.ч. в Туркестанской области в Кызылординской области	млн.м ³ /год	5417,33	5245,2	5353,41
		2806,2	2467,22	2493,67
		2625,93	2785,24	2868,86
Использовано на хозяйственно-питьевые нужды, в т.ч. в Туркестанской области в Кызылординской области	млн.м ³ /год	52,15	76,07	65,43
		30,73	54,86	42,87
		21,42	21,21	22,56
Удельное использование на орошение в среднем в бассейне, в т.ч. в Туркестанской области в Кызылординской области	м ³ /га	9000	9000	9000
		6000	5400	5500
		18000	19000	20000
Удельное использование хозяйственно- питьевых вод в среднем в бассейне, в т.ч. в Туркестанской области в Кызылординской области	л/сут на 1 чел	52	74	63
		39	68	52
		96	95	100

Показатель удельного использования воды, на 1 га орошаемой площади больше всех в Кызылординской области – 20000-25000 м³/га (где возделываются в основном культуры рисового севооборота). В Шу-Таласском и Балхаш-Алакольском бассейне величина использования воды на 1 га орошаемых земель составляет 3500-5000 м³/га.

Орошаемое земледелие, располагаясь в бассейнах рек по объемам отведения загрязненных коллекторно-дренажных и сбросных вод с оросительных систем, является одним из основных источников загрязнения поверхностных вод.

Таблица 4 – Основные показатели забора и использования водных ресурсов в Шу-Таласском водохозяйственном бассейне

Показатели	Ед.изм.	Год		
		2005	2010	2020
Население	млн. чел.	1,0	1,03	1,15
Площадь используемых орошаемых земель	тыс.га	147,7	165,02	
Суммарное использование воды, в т.ч. поверхностных подземных	млн. м ³ /год	1963,6	1856,8	1448,7
		1902,4	1798,9	1399,4
		56,6	52,8	44,6
Использовано воды на орошение	млн. м ³ /год	745,8	575,1	500,7
Использовано на хозяйственно-питьевые нужды	млн. м ³ /год	30,14	29,94	27,8
Удельное использование на орошение	м ³ /га	5000	3500	
Удельное использование на душу населения хозяйственно-питьевых вод	л/сут на 1 чел	84	83	76

В Балхаш-Алакольском бассейне орошаемое земледелие в основном расположено в бассейнах рек Иле, Каратал, Чарын. По сравнению с 1990 годом объем отводимых коллекторно-дренажных вод (в основном в р. Иле) сократился почти в 5 раз, с 560,28 млн. м³/год до 110,115 млн. м³/год, тогда как объем отводимых сточных вод остался примерно на том же уровне (таблица 5).

Таблица 5 – Основные показатели водоотведения в Балхаш-Алакольском бассейне

Показатели	Год			
	1990	2000	2010	2020
Население, млн. чел	2,25	2,42	3,26	4,11
Площадь орошаемых земель, тыс.га	551,4	475,2	491,2	513,2
Количество водоотведения, млн. м ³ /год, в т.ч. сточных вод	838,2	602,82	428,6	376,76
коллекторно-дренажных вод	271,33	242,05	271,6	263,21
	560,28	360,78	154,22	110,15
Удельное отведение сточных вод на 1 жителя, л/сут	330,0	270	266	253
Удельное отведение коллекторно- дренажных вод, м ³ /га	1016	759,2	300,97	201,6

Коллекторно-дренажные воды в основном формируются в Балхашском и Каратальском водохозяйственных системах и в настоящее время ежегодно в объеме 150-200 млн.м³ отводятся с высоким содержанием органических, азотосодержащих и взвешенных веществ в р. Иле и Каратал.

В бассейне р.Сырдарьи в настоящее время имеется в наличии 732 тыс.га орошаемых земель, из которых используется 608 тыс.га. Объем возвратных вод с орошаемых массивов составляет 2842 млн. м³, из них сбрасываются в р. Сырдарью 1485 млн. м³, остальной объем – в озерные системы и притоки. Минерализация дренажно-сбросных вод изменяется в широких пределах – от 1,8 до 7,5 г/л

На Тасоткельском массиве (Шу-Таласский бассейн) с уменьшением посевов водоемких технических культур произошло уменьшение объемов водозабора и соответственно стока дренажных вод. В 1997 году при водозаборе 175 млн. м³ объем дренажного стока составлял около 30 млн. м³ или 17% от величины забора воды из источника. В настоящее время эта величина снизилась до 3% забора воды (116,4 млн. м³).

Дренажные воды в основном сульфатно-гидрокарбонатные, магниевые-кальциевые.

Минерализация вод изменяется от 0,6 до 2,7 г/л.

Во всех рассматриваемых водохозяйственных бассейнах коллекторно-дренажные воды, отводимые в больших объемах в поверхностные воды бассейна, не подвергаются никакой очистке. Единственным водоохраным мероприятием является использование части КДВ на повторное орошение, что естественно снижает в некоторой степени негативное воздействие мелиоративных систем на водные и другие объекты окружающей среды бассейна.

Несмотря на продолжающееся уменьшение сбросов коллекторно-дренажных и сточных вод, качество воды практически во всех водных объектах остается неудовлетворительным (таблица 6).

Таблица 6 – Динамика забора использования и водоотведения в РК, млн. м³

Показатели	Год			
	1990	2000	2010	2020
Забор воды всего	34 017,65	19 830,06	24 797,50	21 244,34
Использование воды, всего	27 477,36	14 058,77	21 422,28	18 441,97
Водоотведение всего	8 717,68	4 055,63	7 121,53	6 021,22
в т.ч. в поверхностные водные объекты	6 934,20	3 404,08	3 791,23	4 296,72
в подземные горизонты	0 009,13	0 001,56	-	-
в накопители и рельеф местности	1 774,35	0 649,99	3 330,30	1 724,49

Так за последние 15 лет объемы потребления водных ресурсов сократились:

- на питьевые нужды населения в 2-2,4 раза;

- в сельской местности более чем в 5 раз;
- на производственные нужды в 1,2-1,6 раза;
- на орошение земель в 2,1-2,4 раза.

При этом величина водоотведения всеми водопользователями изменялась в пределах 4,06-8,7 км³, что составляет 16-26% от величины водозабора, причем 54-84% отводимых вод сбрасывается в водные объекты, являясь основными источниками их загрязнения.

Сбросные воды возвращаются в гидрологическую систему через поверхностный сброс или грунтовое просачивание, очистка возвратных вод путем их использования в сельском хозяйстве повышает водообеспеченность орошаемых земель, особенно в маловодные годы. При этом одним из существенных факторов использования возвратных вод для орошения является его качественный состав. После водозабора на коммунально-бытовые нужды населения, доля возвращаемой воды еще больше.

Воздействие городов на природные условия экономику региона очень велико. Они производят около 80% продукции в стоимостном выражении. При этом рост концентрации промышленных предприятий, автомобилей, населения сопровождается значительными изменениями природных условий и ландшафтов в городах и пригородах, ухудшением экологического качества не только самой городской среды, но и пригорода, так как свыше 80% всех выбросов в атмосферу и сбросов загрязняющих веществ в гидросферу приходится на города. Причем степень сложности экологических проблем находится в прямой зависимости с их величиной. На территории городов дислоцированы различные промышленные, производственные и коммунальные предприятия, которые сбрасывают свои сточные воды в общегородскую канализацию (таблица 7).

Таблица 7 – Оценка современного уровня водопользования основных городов Южного Казахстана

Показатели оценки уровня водопользования	Город			
	Алматы	Тараз	Шымкент	Кызылорда
1. Количество предприятий, функционирующих на территории города, шт., в т.ч. промышленной категории, из них имеют локальные сооружения очистки	2586 240 141	91 60 13	68 57 12	69 13 7
2. Численность населения на 01.01.2020 г., тыс. чел.	2000,0	358,1	1,200	242,4
3. Объем водопотребления, млн.м ³ /год	378,02	134,53	148,85	37,2
4. Объем использованной воды, млн. м ³ /год, в т.ч. на производственные нужды	225,01 67,2	129,81 55,71	179,43 70,86	36,5 24,61
на хозяйственные нужды	155,18	39,02	75,77	11,71
на сельскохозяйственные и прочие нужды	2,63	35,08	32,3	0,18
5. Объем отводимых сточных вод, млн.м ³ /год	241,4	38,56	74,08	26,18

Низкая обеспеченность промышленных стоков на городской территории системами эффективной глубокой очистки не позволяет автономно утилизировать стоки и твердые отходы предприятий-водопользователей, в результате чего сложный многокомпонентный производственный сток подается в общегородской канализационный коллектор, смешивается с большими объемами хозяйственных стоков, транспортируется на общегородские сооружения механической и биологической очистки (если они есть), понижая их технологические возможности.

Обычно расход воды на коммунально-бытовые нужды городского населения с развитием цивилизации и ускорением прогресса непрерывно растет, соответственно растет и расход отводимых сточных вод. Между тем хорошо известно, что значительные объемы воды из централизованной системы водоснабжения расходуются на промышленных, коммунальных и транспортных предприятиях, на нужды городского благоустройства, пожаротушения, тех-

нологические операции по эксплуатации и на аварийно-восстановительные работы системы подачи и распределения воды и т.д. Совершенно очевидно, что разная степень благоустройства жилья, обеспеченности санитарно-техническим оборудованием обуславливает различные уровни водопотребления. Кроме того, возможное влияние оказывает и географическое расположение города. Так, например, водоснабжение в Ташкенте – 1020, Алматы – 720, Бишкеке – 661 л/сут.чел. Для сравнения, в Сингапуре – 458, Шанхае 577, Гонконге – 402, Санкт-Петербурге – 550, Москве и Нью-Йорке – 600 л/сут. чел. В разрезе стран: в России – 430, США – 190, Германии – 130 л/сут. чел. В городах Южного Казахстана в среднем расходуется 450 л/сут. чел. Здесь надо отметить, что к комплексу факторов, влияющих на удельное водопотребление, относится также ценовая политика и состояние системы контроля за водопотреблением. Так, например, стоимость 1 м³ питьевой воды в России 0,1 \$/м³, США – 2,10 \$/м³, Дании – 3,4 \$/м³, Германии – 1,96 \$/м³. В городах Южного Казахстана – в среднем 0,16 \$/м³ – 0,13-0,218.

Нами проведена сравнительная оценка зарубежной и отечественной ситуации в этой области.

Здесь очевиден факт уменьшения водопотребления с ростом стоимости воды, однако по характеру зависимости можно сделать также вывод, что сокращение потребления воды примерно в 3 раза сопровождается 20-кратным увеличением ее стоимости. Для укрупненной оценки снижения потребления в сутки можно принять 0,01 доллар США. Этот показатель может быть использован для планирования мероприятий по уменьшению не только удельного водопотребления, но и соответственно удельного водоотведения с учетом реальной социально-экономической ситуации.

Влияние ценовой политики на уровень удельного водопотребления иллюстрируется также сравнением относительных затрат населения на услуги системы водоснабжения, выражаемых в долях к душевому доходу. В Южном Казахстане эта доля составляет 0,21%, в большинстве развитых стран она колеблется от 0,5 до 1%.

Следовательно, сокращение объема потребления водных ресурсов в республике на коммунально-бытовые нужды населения в 2-2,5 раза связаны не только с экономическим спадом, но и ценовой политикой и внедрением средств водоучета.

Снижение отводимых сточных вод наблюдается по городам Жамбылской области (Тараз, Каратау, Жанатас, Шу) (таблица 8).

Таблица 8 – Динамика водоотведения по городам Жамбылской области, млн. м³/год

Показатели	Год			
	1995	2000	2010	2020
Всего по области	72,6	48,84	41,44	31,5
В том числе в водные объекты	18,7	12,81	1,34	0,57
В накопители, поля фильтрации и др.	53,9	36,03	40,1	30,98
Всего по городам области	69,45	47,57	28,73	25,3
В том числе: г. Тараз	55,32	42,78	24,5	21,98
г. Каратау	8,92	3,87	1,45	1,27
г. Жанатас	3,34	-	1,88	1,31
г. Шу	1,87	0,92	0,9	0,74

По химическому составу и своим качествам сточные воды городов относятся к хозяйственно-бытовым сточным водам, так как доля хозяйственных сточных вод в 2-3 раза преобладает над производственными. Соотношения хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод колеблются в пределах: 75-90% – хозяйственные и 10-25% – производственные (таблица 9).

Таблица 9 – Объем водопотребления и водоотведения городами Южного Казахстана (средние за 2010-2020 гг.)

Город	Водопотребление, Водоотведение, млн. м ³	Соотношение бытовых и производственных сточных вод, %
Алматы	300-350/150-235	60-85/15-40
Тараз	40-45/25-30	70-80/20-30
Шымкент	35-40/40-45	75-80/20-25
Кызылорда	7-12/3-15	90-95/5-10

Увеличение доли хозяйственно-бытовых сточных вод от ее общего количества объясняется сокращением промышленного производства и увеличением численности населения города.

Практика показывает, что промышленные предприятия и коммунальное хозяйство безвозвратно расходует только 5-10% забираемой воды из водоемов. Остальное количество сточной воды находится в загрязненном состоянии.

Приведенный анализ по водопользованию показывают, что водоотведение составляет 25-30% от количества водозабора, при этом основная ее часть (50-85%) отводится в поверхностные водные объекты.

Для обезвреживания сброшенных вод даже после основательной биологической очистки требуется 6-12-кратное разбавление свежей чистой водой. На обезвреживание сточных вод во всем мире ежегодно требуется 5500 км³ чистой воды, втрое больше, чем на все другие нужды населения. Эта величина составляет около 30% устойчивого стока всех рек Земного шара. Сброс 1 м³ неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в реки делает непригодным к использованию 10-50 м³ поверхностных вод. В Казахстане для обезвреживания отводимых вод путем разбавления свежей чистой водой требуется 40-70 км³ чистой воды, что превышает формируемый объем речной воды на территории республики. В связи с этим, выбирая оптимальное решение в области охраны водных ресурсов от загрязнения и его рационального использования, необходимо применять целый комплекс возможных мероприятий, применительно к каждому конкретному объекту. Для условий южного Казахстана эффективным и в то же время наиболее долговечным, простым в устройстве и эксплуатации является применение почвенно-биологического метода доочистки сточных вод, который обеспечивает охрану и рациональное использование водных ресурсов, и экономию материальных средств на сооружение доочистки использование экономии сточных вод при улучшении водообеспеченности поливного земледелия региона.

Литература

1. Новиков Ю.В. Воде быть чистой. – М.: Московский рабочий, 1977. – 128 с.
2. Руководство по коммунальной гигиене. /под ред. проф. С.Н. Черкинского. – М.: Медгиз, 1962. Том II. – 763 с.
3. Тойчиев Е.А. Использование городских сточных вод для орошения земель – важное природоохранное мероприятие//Водные ресурсы. – 1978. – №5. – С.172-176.
4. Кузнецов В.В., Козина А.С. Использование сточных вод в различных отраслях народного хозяйства: аналитический обзор. – М.:ВНТИцентр, 1983.– 128с.
5. Зубаиров О.З. Орошение сточными водами в Казахстане. – Алматы: КазСХИ, 1994. – 177с.
6. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. – М.: Колос, 1967. – С.312.
7. Иванов Н.Н. Зоны увлажнения земного шара //Изв. АН СССР. Сер.География и геофизика. – 1941. – №3. – С.15-32.
8. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата //Мировой агроклиматический справочник. – Л.: Гидрометеиздат, 1937. – С.5-27

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЧНОГО СТОКА НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

Балгабаев Н.Н. доктор сельскохозяйственных наук, **Байзакова А.Е.** кандидат технических наук, **Калашников П.А.** кандидат технических наук, **Джабаев К.Е.**, младший научный сотрудник, **Боровиков Э.А.**, конструктор, **Власов А.О.**, конструктор
ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»,
г. Тараз, Казахстан

В Послании Первого Президента РК Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Казахстан-2050» острый дефицит воды назван одним из десяти глобальных вызовов 21 века. «Вода - крайне ограниченный ресурс и борьба за обладание водоисточниками становится важнейшим фактором геополитики, являясь одной из причин напряженности и конфликтов на планете. 2050 год - реальный срок, на который сегодня ориентируется в своем развитии мировое сообщество» [1,2]. В связи с этим, изучение закономерности распределения возобновляемых водных ресурсов по территории Республики Казахстан, которые являются главным источником чистой воды, в данное время очень актуально.

Для решения поставленных задач в 2020 году был выполнен комплекс исследований, основанных на методах, распространенных в гидрологии, рассматриваемых пространственные закономерности изменения речного стока.

В настоящих исследованиях использовались следующие методические основы расчетов водных ресурсов и использование следующий метод картирования.

По мере накопления стационарных данных, стали применять метод оценки водных ресурсов на основе пространственной интерполяции характеристик речного стока, так называемый метод картирования. Для построения карты норм годового стока, которые обычно выражают в модуле стока или слое стока, предварительно по данным фактических наблюдений вычисляли нормы стока для отдельных речных бассейнов и их частей. Для построения карт стока использовали среднемноголетние величины стока репрезентативных гидрологических постов (ГП) за 1974-2015 период и полученные на основе их анализа региональные зависимости модуля стока от средневзвешенной высоты водосбора ($q=f(H)$) и площади водосбора ($q=f(F)$).

Несмотря на сложность процесса влияния характера земной поверхности на образование поверхностного стока, можно выделить основные факторы: ориентация горных склонов относительно господствующих в регионе влагонесущих атмосферных масс, а также высоту местности. Эти показатели дают достаточно приемлемое на практике представление о среднемноголетних характеристиках стока рек. Проведение изолиний основано на положении о том, что среднемноголетний сток при относительном постоянстве характера земной поверхности, является функцией преимущественно климатических факторов, имеющих зональное распределение.

Посредством специальных модулей программы ArcGis и цифровой модели рельефа SRTM на основе проведенного анализа данных о стоке рек была составлена карта распределения модуля стока. Полученная карта стока дает отчетливое представление об особенностях распределения стока на той или иной территории. Карта распределения среднего годового модуля стока рек может использоваться для подсчета стока слабоизученных в гидрологическом отношении районов. Однако обоснованность применения такого метода тесно связана с изученностью территории, т.е. метод и его точность напрямую зависят от натуральных материалов.

Модуль стока (удельный сток на квадратный км, т.е. сток, стекающий в единицу времени с единицы площади водосбора) в районах недостаточного увлажнения Центрального и Северного Казахстана уменьшается с увеличением площади водосбора, так как в

равнинных районах величина модуля стока зависит от площади водосбора (чем больше бассейн, тем меньше его значение), также существенное влияние оказывает уклон водосбора. При прочих равных условиях, чем больше значение коэффициента стока, тем меньше потери в пределах водосбора на испарение и фильтрацию. В равнинных районах грунтовые воды, залегающие глубоко, дренируются только наиболее значительными реками с глубоким эрозийным врезом русла. Здесь соотношение стока больших и малых рек определяется дополнительными потерями на испарение и инфильтрацию в различных бессточных понижениях на водосборах и в руслах рек и условиями аккумуляции осадков, в частности условиями снегонакопления, играющего большую роль в формировании стока рек в степных районах Казахстана. Большие и малые водосборы в этом отношении значительно отличаются друг от друга. Модули стока уменьшаются с увеличением площади водосбора.

Наибольшей водоносностью на территории Казахстана характеризуется высокогорная зона верховья р. Катынсу (более 50 л/сек*км²) (рисунок 1).

Благодаря значительной увлажненности западного Алтая годовой сток достигает 30-50 л/сек*км² на обширных территориях бассейнов рек Уба, Ульби, Тургысын, также высокой удельной водоносностью характеризуются юго-западные склоны хр. Тарбагатай, где сток достигает 25-30 л/с*км², западные склоны Жетысу Алатау более 30 л/с*км² и центральная часть северного склона Иле Алатау [3]. Указанные районы наряду со значительными абсолютными высотами имеют благоприятную ориентацию и свободный доступ для проникновения влажных воздушных масс.

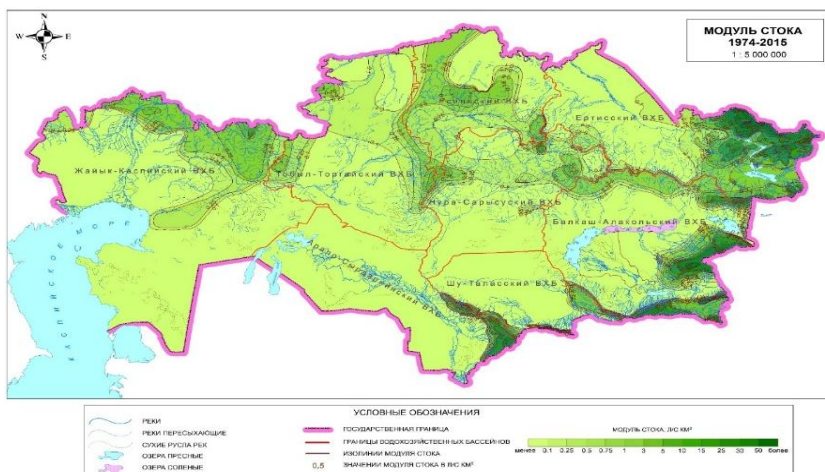


Рисунок 1 – Среднегодовое количество стока

Наиболее низкий сток наблюдается в Прикаспийской низменности в низовьях рек Сагиз, Ойыл и реки Северного Прибалкашья, где сток колеблется от 0 до 0,5 л/с*км². Районы полуострова Мангышлак и плато Устюрт, где выпадает наименьшее количество осадков можно рассматривать как бессточный район.

Территориальная согласованность годового стока является одним из наиболее сложных, вместе с тем практически актуальных проблем гидрологии и служит основой методов гидрологических расчетов и прогнозов. При определении территориальной согласованности колебания стока используется парный коэффициент корреляции r , изменяющийся от минус единицы (синхронность противоположная асинхронность) до плюс единицы (полная синхронность) [4,5].

Пространственная корреляционная функция свидетельствуют о преобладании тенденции к согласованности колебаний гидрометеорологических характеристик во всем Казахстане. Положительны почти все коэффициенты парной корреляции. Также отмечается что, соответствующее чередование с севера на юг природных зон и изменение в этом направлении гидрометеорологических характеристик, характеризует зональную асинхронность.

Вдоль меридиана коэффициенты парной корреляции стока и осадков ослабевают втрое быстрее, чем вдоль параллели.

В таблице 1 представлены коэффициенты парной корреляции местного стока по всем водохозяйственным бассейнам Казахстана.

Таблица 1 - Коэффициенты корреляции связей годового стока за 1974-2015 гг. по местным ресурсам водохозяйственных бассейнов РК

Водохозяйственный бассейн	Арал-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Ертисский	Есильский	Жайык-Каспийский	Нура-Сарыусуский	Тобыл-Торгайский	Шу-Таласский
Арал-Сырдаринский	1	0,60	0,37	0,42	0,44	0,28	0,39	0,77
Балкаш-Алакольский	0,60	1	0,53	0,25	0,34	0,43	0,33	0,69
Ертисский	0,37	0,53	1	0,28	0,01	0,48	0,06	0,40
Есильский	0,42	0,25	0,28	1	0,61	0,56	0,76	0,27
Жайык-Каспийский	0,44	0,34	0,01	0,61	1	0,29	0,70	0,20
Нура-Сарыусуский	0,28	0,43	0,48	0,56	0,29	1	0,48	0,29
Тобыл-Торгайский	0,39	0,33	0,06	0,76	0,70	0,48	1	0,22
Шу-Таласский	0,77	0,69	0,40	0,27	0,20	0,29	0,22	1

Как видно из таблицы 1 коэффициенты парной корреляции имеют положительные значения. На стоках рек юга и юго-восточной части Казахстана наблюдается территориальная согласованность стока. Между местным стоком Жайык-Каспийского и Ертисского ВХБ наблюдается асинхронность стока.

Территориальная согласованность сильно связано с орографией и климатическими условиями местности. Рельеф территории Казахстана характеризуется сложным сочетанием разнообразных форм рельефа. Из-за сложного характера рельефа на территории действуют как факторы, способствующие согласованности гидрометеорологической обстановки, так и возникновению различий. В следствие перечисленных причин даже внутри водохозяйственных бассейнов сток не во всех случаях согласуется по территории.

Для рек Казахстана свойственны большей частью либо слабое согласованность стока. Лишь для ряда соседних речных бассейнов наблюдается довольно значительная корреляция. Поэтому территориальную согласованность стока лучше рассматривать не по водохозяйственным бассейнам, а внутри однородных гидрологических или гидроклиматических районов.

Территориальная закономерность согласованности стока была рассмотрена внутри макрорегионов Казахстана – западный, северный, центральный, восточный, юго-восточный и южный регионы. Анализ территориальной согласованности колебаний стока макрогидроклиматических регионов были сделаны по однородным гидрологическим районом, внутри гидрологических районов сток хорошо согласуется. Как в случае анализа закономерности колебания стока, территориальная согласованность рассматривали по направлению с запада на восток.

Прогнозные оценки речного стока на основе климатических сценариев, свидетельствуют о том, что в целом, изменения относительно нормы современного цикла водности (1974-2015 гг.) незначительные, в пределах точности гидрологических измерений и расчетов. Повсеместное увеличение климатического стока следует ожидать в высокогорных районах юга-востока страны, когда как на равнинных регионах Центрального, Западного Казахстана, по всей вероятности, будет наблюдаться незначительный спад водности. Таким образом, естественный сток в ближайшей перспективе будет колебаться в пределах 5-10 % около многолетней нормы.

При водосберегающем сценарии для территории всего Казахстана полученные прогнозные характеристики стока с учётом возможных изменений климата и антропогенного

влияния на периоды с 2020-2035 гг., показывают разнообразные тенденции поведения речного стока в будущем по всем регионам. Местные водные ресурсы по стране увеличатся от нормы 1974-2015 в средние по водности годы до 13,4%, в маловодные периоды наблюдается уменьшение речного стока до 38 %. Для южных, юго-восточных и восточных регионов незначительное увеличение и уменьшение местного стока обусловлено естественным прогнозируемым увеличением речного стока. Для Северного и Центрального Казахстана в маловодные периоды наблюдается критическая нагрузка более 60%, воды катастрофически не будет хватать для водообеспечения экономики и населения.

1. Прогнозные оценки речного стока на основе климатических сценариев, свидетельствуют о том, что повсеместное увеличение климатического стока следует ожидать в высокогорных районах юга-востока страны, когда как на равнинных регионах Центрального, Западного Казахстана, по всей вероятности, будет наблюдаться незначительный спад водности. Таким образом, естественный сток в ближайшей перспективе будет колебаться в пределах 5-10 % около многолетней нормы.

2. Местные водные ресурсы по стране увеличатся от нормы 1974-2015 в средние по водности годы до 13,4%, в маловодные периоды наблюдается уменьшение речного стока до 38 %.

3. Для Северного и Центрального Казахстана в маловодные периоды наблюдается критическая нагрузка более 60%, воды катастрофически не будет хватать для водообеспечения экономики и населения.

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований по научно-технической программе «Научно-технологическое обоснование по рациональному использованию водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам республики Казахстан до 2021 года» (ИРН BR06249255, Шифр О.0864.) БП № 267 «Повышение доступности знаний».

Авторы выражают искреннюю благодарность Заместителю директора, АО «Институт географии и водной безопасности» С.К. Алимкулову, принявшему активное участие в проведении исследовательских работ.

Литература

1. Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства: Послание Президента Республики Казахстан - Лидера нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана. – Астана, 14 декабря 2012 г.

2. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы. – Астана, 2018. – 124 с.

3. ИРН BR06249255. Отчет о научно-исследовательской работе по нтп «научно-технологическое обоснование по рациональному использованию водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам республики Казахстан до 2021 года» (заключительный 2018-2020 гг., Шифр О.0864.) БП № 267 «Повышение доступности знаний»

4. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Ресурсы речного стока Казахстана. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / под. научн.ред. Р.И. Гальперина. – Алматы, 2012. – Том II. – Кн.2. – 684 с.

5. Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция). – Алматы, 2012. – Т. I. – 94 с.

ВЛИЯНИЕ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОУЗЛОВ ЮГА КАЗАХСТАНА

Сенников М.Н. доктор технических наук,
Омарова Г.Е., Ержанова Н.К., Джакияев Б.Д.

Таразский региональный университет им.М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан

Проблема местных размывов возникла с тех пор, как началось интенсивное освоение бассейнов рек, вне зависимости от зарегулированности их стока. Все сооружения, устраиваемые на реках, вносят изменения в местные русловые процессы с учетом регулирования водного стока. Влияние этих сооружений сводится к ограничению подвижности русла и дополнительно к стеснению потока.

В процессе появления местных размывов в бьефах гидроузлов юга Казахстана можно выделить следующие основные факторы, определяющие их русловые и конструктивные особенности: геологические, гидродинамические, гидрологические и техногенные.

Данные теоретических, экспериментальных и натурных исследований обоснованно показывают, что пропуск воды через стесненные сооружениями русло, приводит, особенно в паводковый период, к увеличению скоростей и изменению гидравлического режима потока на локальном участке реки, образуя винтообразные размывающие течения с усиленной турбулентностью, это в свою очередь приводит к размывам и подмывам различных элементов гидроузла. Основной проблемой оценки размывов может стать неадекватная и противоречивая информация о состоянии русла, подошвы элементов сооружения и их примыканий, наличии донных гряд, особенности при смещении оси течения и др. Многочисленные примеры разрушений наблюдаемые на подавляющем большинстве действующих гидротехнических сооружений (более 65%) юга Республики Казахстан, определяют актуальность проблемы прогнозирования местного размыва. В период эксплуатации невозможно обеспечить целостную картину фактического состояния работы сооружения так как изменения могут произойти в течении одного паводка, кроме того может измениться и режим использования воды. В настоящее время отсутствуют мониторинг и эффективные методики прогнозирования возможных появлений местных размывов у сооружений гидроузлов в руслах рек южного Казахстана и доступные дешевые технологии их устранения [1-9].

Один из вопросов, с которым приходится сталкиваться при проектировании русловых процессов - это прогноз местных размывов в бьефах сооружений. На основе данного прогноза и для надежной эксплуатации сооружения предусматривается регламент проведения ремонтно-восстановительных и закрепительных работ. Глубина местного размыва тесно связана с гидравлическими особенностями потока, как в конце крепления на подходе к воронке размыва, так и теми изменениями, которые претерпевает поток, проходя над размывом. Последние, в свою очередь, зависят от глубины и очертаний размыва. Водосбросные сооружения сжимают поток по ширине, поэтому основной особенностью потока на сходе с креплений являются увеличенные удельные расходы воды.

Кроме стеснения реки водосбросными сооружениями, к увеличению удельных расходов в нижних бьефах приводит также и явление сбоя. Сбой потока за водосбросными сооружениями образуется в пространственных условиях сопряжения бьефов. При этом удельные расходы воды могут значительно отличаться от удельного расхода на водосливе и чаще всего превышают его.

Отклонение режима потока от условий плоского течения возникает в нижнем бьефе при сбросе воды относительно узким водосливным фронтом в широкое русло реки, при частичной работе водосливного фронта, а также при неравномерном распределении удельных расходов по фронту водослива [7-12].

Пропуск воды частью водосливного фронта приводит к образованию в нижнем бьефе водоворотных зон, располагающихся по бокам транзитного потока. При определенных условиях эти водоворотные зоны как бы сжимают транзитную струю и заставляют ее сужаться. Сужения или расширения транзитного потока происходят только там, где истечение узким фронтом в широкий бьеф (внезапное расширение границ потока) сочетается с изменением скоростей течения в вертикальной плоскости. Местами таких изменений являются, во-первых, область прыжка, внутри которой по мере продвижения воды в сторону нижнего бьефа происходит перераспределение скоростей по глубине потока, и, во-вторых, зона резкого увеличения (или уменьшения) глубины русла. Причина рассматриваемого явления заключается в своеобразии условий равновесия потока при наличии застойных пазух (водоворотных зон).

Теоретические основы расчетов распределения скоростей течения и удельных расходов воды в нижнем бьефе сооружений были предложены К.И. Россинским и М.А. Михалевым [3,7,12]. Ниже с учетом этих рекомендаций рассматриваются конкретные приемы натурных обследований и методы прогнозирования местных размывов у сооружений гидроузлов юга Казахстана, на реках Талас (Таласский, Темирбекский, Жиембетский, Уюкский); Асса (Ассинский, Терс-Ащибулакский).

Опыт эксплуатации этих сооружений показывает, что значения неразмывающей средней скорости потока v_h увеличивается с глубиной, поэтому величину неразмывающей средней скорости потока относят к глубине, которой она соответствует. Известны, нормы на проектирование гидротехнических сооружений, которые дают нормируемые значения неразмывающей скорости для глубины в 1 м [12].

При осветленном потоке и нормальном режиме скоростей в конце крепления наибольшая глубина потока в воронке размыва удовлетворяет равенству

$$h = K_p \frac{q}{v_h}, \quad (1)$$

где: q - удельный расход воды; v_h - неразмывающая дно средняя скорость течения при глубине h ; K_p - коэффициент, учитывающий условия размыва и зависящий от устройства концевой части крепления.

Обычно значение неразмывающих скоростей возрастает пропорционально глубине, возведённой в степень 0,2. Соответственно переход от нормируемых значений к фактической неразмывающей скорости при заданной глубине h может быть найден из соотношения

$$v_h = v_n \left(\frac{h}{K_p} \right)^{0.2}, \quad (2)$$

где v_n - неразмывающая скорость при глубине 1 м.

Совместное решение равенств (1) и (2) дают расчётные формулы для определения глубины плоского потока в месте наибольшего размыва при затопленном режиме и нормальном распределении скоростей в конце рисбермы, а также планировать мероприятия по их устранению

$$h = K_p^{1.2} \sqrt[1.2]{\frac{q}{v_n}}. \quad (3)$$

При выборе коэффициента K_p необходимо учитывать, что в верхних бьефах, где на подходе к водосливному плотинам скорости течения нормально распределены по глубине по-

тока, размыв останавливается при неразмывающих скоростях. Соответственно, величина коэффициента равна $K_p = 1$.

По формуле (3) можно определить глубину размыва в зоне стеснения потока на подходе к сооружению (перед понуром), полагая, как уже отмечалось, $K_p = 1$. Эта же зависимость (3) применяется и в случаях сброса в нижний бьеф значительного количества руслоформирующих фракций наносов, это происходит, при заниженном верхнем бьефе в период строительства или при незначительных напорах на гидроузле при пропуске половодий. В этом случае вместо неразмывающей скорости в формулу вводится скорость течения в верхнем бьефе с поправкой на его глубину, т.е. принимается

$$v_n = \frac{v_B}{h_B^{0.2}}, \quad (4)$$

где v_B - скорость течения в верхнем бьефе до крепления перед плотиной; h_B - глубина воды в верхнем бьефе.

Для случая пропуска максимальных сбросных расходов через все полностью открытые пролеты плотины, когда последняя работает равномерно по всему фронту, удельный расход воды в месте размыва определяется из соотношения

$$q = K_n q_0, \quad (5)$$

где K_n - коэффициент, учитывающий неравномерности распределения удельных расходов под влиянием промежуточных бычков плотины; q_0 - удельный расход воды, осредненный по фронту плотины.

Величина коэффициента K_n принимается в зависимости от удельного расхода воды и размера бычков. При обычных размерах бычков и удельном расходе воды до $q_0 = 40 \text{ м}^2 / \text{сек}$ он равен 1,20-1,30. При больших расходах (или утолщенных бычках) он повышается.

Если одновременно с расчетами производится гидравлическое моделирование, то величина K_n берется на основе данных модельных испытаний [7-12]. При неравномерном сбросе по фронту плотины происходит сжатие потока на входе в зону местного размыва.

В этом случае удельный расход воды определяется по формуле К.И. Россинского [12]

$$\frac{q_0}{q} = \frac{1}{2} \frac{\alpha_0 h}{\alpha h_0} + \frac{1}{4} \frac{B_0}{B} \left(1 - \frac{\alpha_0 h}{\alpha h_0} \right) + \sqrt{\frac{1}{4} \frac{\alpha_0^2 h^2}{\alpha^2 h_0^2} + \frac{1}{2} \frac{B_0}{B} \left(1 - \frac{\alpha_0 h}{\alpha h_0} \right) \cdot \left[\frac{1}{8} \frac{B_0}{B} \left(1 - \frac{\alpha_0 h}{\alpha h_0} \right) + \frac{1}{2} \frac{\alpha_0 h}{\alpha h_0} + 1 \right]}, \quad (6)$$

где B_0 , h_0 - ширина и глубина транзитной струи на подходном участке (на горизонтальной рисберме); B - полная ширина нижнего бьефа; h - глубина в месте размыва; α_0 , α - корректирующие множители соответственно для подходного участка и участка размыва.

А для расчета местного размыва при необходимости определения только глубины размыва h без удельного расхода за рисбермой q возможно использовать номограмму представленную на рис. 1.

Порядок использования этой номограммы показан пунктирной линией. Номограмму можно применять для соотношений не больше 3, т.е. $\frac{\alpha_0 h}{\alpha h_0} \leq 3$. Экстраполяция значений выше этой цифры влечет к неточностям.

В случае работы сооружения всем фронтом, но при резко неравномерном по ширине сбросе, можно использовать формулу (6), но принимать

$$\frac{B_0}{B} = \frac{B_1 + B_2 \frac{q_2}{q_1}}{B_1 + B_2} \quad (7)$$

где B_1 - ширина потока в той части, где имеются большие удельные расходы q_1 ; B_2 - ширина потока в части фронта с малыми удельными расходами q_2 .

Неравномерность потока может возникнуть не только в результате неравномерного открытия водосбросных отверстий, но и является следствием конструктивных особенностей совмещенных гидроузлов. При таком сбросе явление протекает иначе, чем в рассмотренных выше случаях. Обычно сбоя струй на водобое не происходит, имеет место слияние отдельных струй и постепенное к концу рисбермы затухание неравномерности.

Существенное влияние на глубину размыва оказывает неоднородность грунта. Даже относительно небольшое содержание крупных частиц в мелком подвижном грунте может вследствие образования естественной отмостки дна ограничить размыв и воспрепятствовать его развитию до той глубины, которая была бы достигнута при отсутствии в грунте крупных включений. Поэтому при неоднородности грунта предлагаем вести расчет не на одно значение неразмывающей скорости течения, а на несколько.

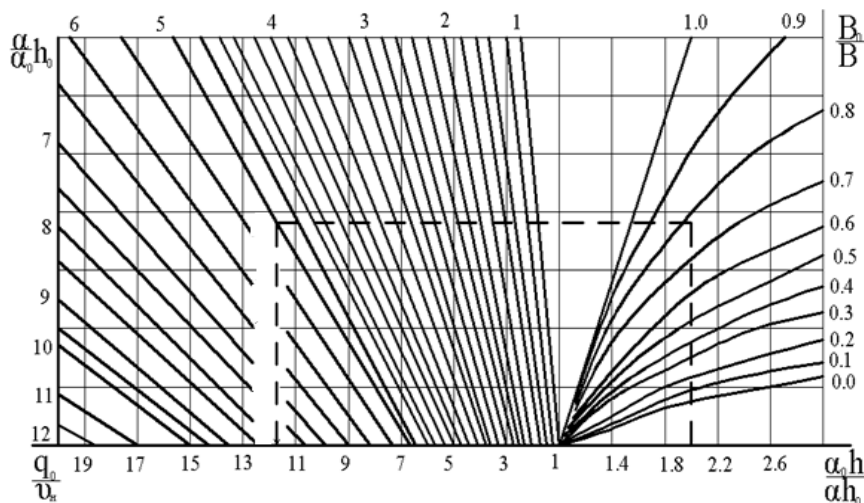


Рисунок 1. Номограмма для расчета местного размыва (q - удельный расход воды; q_0 - удельный расход воды, осредненный по фронту плотины; B_0 , h_0 - ширина и глубина транзитной струи на подходном участке (на горизонтальной рисберме); B - полная ширина нижнего бьефа; h - глубина в месте размыва; α_0 , α - корректирующие множители соответственно для подходного участка и участка размыва; v_n - неразмывающая скорость при глубине 1 м.

Расчет в таком случае выполняется по слоям, имеющие разные значения v_n . Сначала в расчете принимается величина v_n , отвечающая верхнему слою. Если результат расчета показывает, что верхний слой вымывается полностью, то расчет ведется по значению v_n для следующего слоя и далее до тех пор, пока не будет получено решение, т.е. полученная отметка размыва дна окажется в пределах слоя или не достигнет его поверхности (в последнем случае размыв должен остановиться на поверхности данного слоя).

В случае включения в относительно мелкий несвязанный грунт небольшого количества более крупного материала, способного образовать естественную отмостку дна при вымыве мелких фракций, расчет ведется с учетом естественной отмостки. Для этого используется формула (3), но с поправкой

$$h = K_p^{1.2} \sqrt{\frac{q}{v_n}} + \frac{\Delta}{n}, \quad (8)$$

где Δ – рекомендуемая толщина слоя сплошной отмостки, м; n - относительное содержание крупных включений по объему.

Наиболее опасными местами в компоновке всех рассматриваемых гидроузлов является разрушение нижнего бьефа, которое может привести к значительному местному размыву как сбросного фронта, так и береговых примыканий. Прогнозная эффективность надежности гидроузла будет достигнута за счет снижения последствий влияния избыточной энергии воды на элементы конструкции нижнего бьефа [7-10].

Однако при расчетах местных размывов необходимо учитывать, что образование отмостки имеет и свою специфику. Ниже размыва отмостка формируется под действием хотя и пульсирующих, но постоянно направленных в одну сторону скоростей, и приобретает плотное чешуйчатое строение. В результате этого общие размывы в отличие от местных прекращаются на относительно меньших глубинах. В пределах же зон местного размыва частицы гравия, находясь под действием только переменных по знаку пульсационных скоростей (так как осредненная скорость у дна за откосом близка к нулю), непрерывно расшатываются и не образуют на дне плотного слоя. Отдельные зерна совершают колебательные движения и время от времени выбрасываются пульсационными скоростями за пределы ямы размыва. Песок, обнажившийся на месте выброшенной частицы, легко размывается до тех пор, пока вновь не откроется следующее зерно гравия, лежавшее до этого времени в толще песка. Пополнившийся слой отмостки сохранится на поверхности песка до следующего скоростного толчка, способного удалить расштанную частицу гравия. Это подтверждается и исследованиями проведенными и на других гидроузлах, а также при моделировании местного размыва на моделях за водосбросами [7-9].

В таких условиях граница углубления дна определяется не столько сопротивлением гравийного слоя, сколько устойчивостью песчаной и гравийной толщи. Поэтому учет отмостки при определении глубины местного размыва возможен и тогда, когда в проекте крепления дна за водобоем предусматривается устройство ковша.

Обеспечение длительной устойчивости (не менее 7-10 лет) основания рисбермы, кроме того, будет достигнуто оптимальной организационно-технологической подготовкой и проведением ремонтно-восстановительных работ по всей ширине рисбермы в межливневый период.

Литература

1. Schodro A.E., 2007. River bed deformations near banks and hydraulic structures due to river flow. River Basin Management IV, Fourth International Conference on River Basin Management Including all Aspects of Hydrology, Ecology, Environmental Management, Flood Plains and Wetlands. WIT-Press. Southampton. Boston. Pp: 381-387.
2. Раткович Д.Я., 2003. Актуальные проблемы водообеспечения. Рос. акад. наук. Ин-т вод. проблем. Москва: Наука, С. 352 .
3. [Россинский](#) К.И. 1980. Речные наносы. Наука, С. 215.
4. Hamidifar H., MN. Omid and M. Nasrabadi, 2011. Scour downstream of a rough rigid apron. World Appl Sci Journal 14(8): 1169–1178.
5. Высоцкий И.С. 2004. Гидроактивный способ защиты оголовков речных водозаборов от местного размыва. ЭКВАТЕК-2004. ВОДА: экология и технология: Шестой Международ. конгресс. Москва., С. 243-244.
6. Vysotsky L.I., Vysotsky I.S., 2002. Hydroactive method of protection of bodies such as bridge pier from local scour. International symposium IAHR: general issues of water works hydraulics, safety and reliable functioning of hydraulic structures, dam failures and it's consequences. St.Peterburg, Pp. 243.

7. Михалев М.А., 2015. Физическое моделирование местного размыва русла за водосбросами с помощью мелкодисперсного сыпучего материала. Природообустройство. #4: 57-59.
8. Антонова Н.А., Домашенко Ю.Е., Васильев С.М. 2014. Оценка возможности возникновения кавитационной эрозии при осуществлении прогнозов местных размывов на сопрягающих сооружениях. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. #54: 84-87.
9. Патент РК #3612 на полезную модель, от 30.01.2019. “Водозаборный узел”. /Сенников М.Н., Джакияев Б.Д. и др.
10. Патент РК #3783 на полезную модель, от 14.03.2019. “Устройство для регулирования русловых процессов” /Сенников М.Н., Джакияев Б.Д. и др.
11. Сенников М.Н., and Н.К. Ержанова, 2017. Совершенствование управления трансграничными водными ресурсами по Шу–Таласскому бассейну Республики Казахстан. Проблемы управления речными бассейнами в условиях изменения климата. ВЕКЦА. Ташкент: 89-95.
12. Россинский, К.И. and К.М. Арбулиева, 1977. Обтекание тел в турбулентном потоке вблизи твердой поверхности. Водные ресурсы. #6.

УДК 504.054

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАЛЫХ РЕК ОКСКОГО БАСЕЙНА

Гусева Т.М., кандидат сельскохозяйственных наук,
Рязанский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова, г. Рязань, Россия
Мажайский Ю.А., доктор сельскохозяйственных наук,
Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации Российской
академии наук, г. Рязань, Россия

Вопрос рационального использования и экологической безопасности водных ресурсов остается одним из актуальных для многих стран. Для решения данной проблемы необходим мониторинг качества поверхностных вод для оценки состояния водных объектов. На гидросферу постоянно воздействует сложная система природных и антропогенных компонентов, непрерывно взаимодействующих между собой. Поверхностные воды – это индикаторы влияния человека на природу, так как они подвергаются воздействию как в пределах городских территорий, так и на сельскохозяйственных ландшафтах. Антропогенная нагрузка способна нарушить комплекс гидрологических и гидрохимических процессов в водных экосистемах. Особо подвержены негативному воздействию малые реки, получающие в черте города стоки от промышленных предприятий и коммунальной сферы, а в пределах сельскохозяйственного ландшафта – стоки, формирующиеся на мелиорированных территориях. Актуальна проблема экологического состояния малых рек и для Окского бассейна.

Исследования проводились в южной части Нечерноземной зоны России, на территории Рязанской области, основная площадь которой находится в пределах бассейна р. Оки. Цель - оценка гидрохимических показателей малых рек Окского бассейна, находящихся в условиях городского и сельскохозяйственного ландшафтов.

Ока - одна из крупнейших рек Европейской части России. Бассейн р. Оки имеет площадь 245 тыс. км². Наибольшие площади в пределах бассейна занимают: Владимирская (100%), Рязанская (99%), Калужская (85%), Тульская (80%), Московская (75%). Промышленный потенциал бассейна р. Оки - один из крупнейших в России, хорошо развито сельское хозяйство. Ока является основной водной артерией Рязанской области, протяженность ее в пределах области составляет 489 км, площадь водосбора - 38,3 тыс. км². На территории Ря-

занской области находится 879 рек, относящихся к категории «малые реки». Ширина поймы на малых реках не превышает 1 км, ширина русла 10-15 м, средние глубины на малых реках - 0,8-1,5 м.

Развитие промышленного и сельскохозяйственного производства, коммунального хозяйства и связанный с этим рост водопотребления и водоотведения, нерациональное использование ресурсов привело к ухудшению экологической обстановки в регионе Окского бассейна. Экологическая ситуация в отдельных областях и районах бассейна сформировалась в результате сложного взаимодействия и влияния производственных, природных, а также социальных факторов, которые определили неравномерность распределения антропогенных нагрузок по территории бассейна. Высокий уровень загрязнения воды р. Оки отмечается в Рязанской области. Здесь функционирует 269 предприятий, имеющих вредные выбросы, из них сосредоточено в Рязани - 65. Увеличению техногенной нагрузки на водные объекты бассейна способствуют стоки с сельскохозяйственных угодий, животноводческих комплексов и птицефабрик, нерациональное использование и смыв удобрений и ядохимикатов, дренажный сток с мелиорированных земель, свалки бытовых и промышленных отходов в необорудованных местах (их площадь в Рязанской области составляет 38,9 га), а также атмосферный перенос загрязнителей, поступающих от промышленности и транспорта, высокая степень износа очистного оборудования [1-4].

Эффективность проведения природоохранных мероприятий в бассейне р. Оки может быть обеспечена только при наличии достоверной и своевременной информации о гидрохимических показателях. Объектом исследования являлись малые реки, одна из которых целиком протекает в черте города – водный объект №1, другая - является коллектором, принимающим с сельскохозяйственного ландшафта поверхностный и внутрипочвенный стоки – водный объект №2. Характеристики объектов исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 Характеристики малых рек Окского бассейна

Водный объект	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Средняя ширина, м	Средняя глубина, м
№1	10,0	790,0	6,0	0,9
№2	6,4	30,0	1,0	0,4

В водный объект №1 поступают бытовые стоки и твердые бытовые отходы. Исследуемый водоем №2 на протяжении значительного промежутка времени испытывает антропогенную нагрузку в результате функционирования в его водосборе системы орошения, искусственного дренажа, наличия дачных участков, земель частного использования. Следовательно, можно предположить, что все это отразится на гидрохимической характеристике водоемов.

С целью оценки гидрохимических характеристик пробы речных вод извлекались в нижнем течении, где возможное загрязнение максимально. Отбор проб проводили по стандартной методике [5]. Водородный показатель (рН) определяли методом потенциометрии, аммиак – фотоэлектроколориметрическим методом с реактивом Несслера, нитриты – с реактивом Грисса, нитраты – с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редукторе, фосфаты – с молибдатом аммония в кислой среде, сульфаты – турбидиметрическим методом. Для определения концентрации кислорода использовали метод йодометрического титрования, хлоридов – аргентометрический метод. Микроэлементы и тяжелые металлы определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Результаты представлены в таблице 2.

При растворении в воде химических веществ природного или техногенного происхождения происходит изменение уровня рН, что может изменить степень коррозионной агрессивности воды и токсичность загрязняющих веществ. В исследованных водных объектах рН везде находится на уровне нормы, но в городском водоеме вода имеет слабощелочную реакцию, в водоеме сельскохозяйственного ландшафта – слабокислую. Важными гидрохимическими показателями оценки качества воды являются биогены (азот аммонийный, нитритный,

нитратный, фосфаты). Азотосодержащие вещества (аммиак, нитраты, нитриты) свидетельствуют о наличии в воде продуктов распада мочевины и белков. Аммиак (аммонийный азот) и повышенное содержание нитритов - показатели свежего фекального загрязнения. Высокая концентрация нитратов означает более давнее фекальное загрязнение воды. Содержание аммиака и нитритов превышает ПДК в обоих объектах, но в водоеме, принимающем стоки с сельскохозяйственного ландшафта, превышение более значительное. Присутствие высоких концентраций фосфатов – это последствие загрязнения как техногенными стоками, так и стоками с сельскохозяйственных полей. Присутствие значительного количества фосфатов стимулирует развитие сине-зелёных водорослей, при отмирании которых в воду поступают токсичные вещества. По данному показателю также зафиксировано превышение в воде изучаемых малых реках. Косвенным свидетельством органического загрязнения воды можно считать биохимическое потребление кислорода (БПК₅). Этот показатель везде превышает ПДК. Содержание железа, меди, цинка превышено в обоих водоемах. Концентрация свинца превышена только в малой реке сельскохозяйственного ландшафта.

Таблица 2 Гидрохимические показатели малых рек Окского бассейна

Показатели (мг/дм ³)	Водный объект		ПДКр/х*
	№1	№2	
Водородный показатель, (ед. рН)	7,95	6,5	6,0-9,0
Растворенный O ₂	6,7	6,9	6,0
БПК ₅	4,6	5,2	2,0
Азотаммонийный	0,51	3,0	0,4
Азотнитритов	0,11	1,5	0,02
Азотнитратов	1,4	1,4	9,0
Фосфаты(пофосфору)	0,64	0,3	0,2
Сульфаты	54	25	100
Хлориды	22,07	16,3	300
Железообщее	0,32	1,2	0,1
Медь	0,0019	0,004	0,001
Цинк	0,1290	0,026	0,001
Свинец	0,0029	0,01	0,006

*ПДКр/х – предельно допустимая концентрация вредных веществ в водных объектах рыбохозяйственного назначения [6].

Таким образом, оценка гидрохимических характеристик малых рек Окского бассейна, находящихся в условиях как городского, так и сельскохозяйственного ландшафтов, показала, что данные водотоки испытывают значительную антропогенную нагрузку, что представляет потенциальную опасность для Окского бассейна.

Литература

1. Мажайский Ю.А., Гусева Т.М. Влияние техногенного загрязнения на экологическое состояние малых рек окского бассейна / Сборник научных статей Международной научно-практической конференции «Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания» - Республика Беларусь, Брест, часть 3, 2014, С.178-183.
2. Мажайский Ю.А., Гусева Т.М. Мониторинг тяжёлых металлов в экосистеме малой реки Окского бассейна // «Теоретическая и прикладная экология», №2, 2017, с.57-62.

3. Гусева Т.М. Влияние тяжелых металлов на гидробиологические показатели и микробиом малых рек бассейна реки Оки // Актуальные вопросы современной науки, Томск, 2019. С. 21-24.

4. Подоль С.Р., Попова З.И. Гидрохимическое состояние поверхностных вод города Рязани // «Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова», №4, 2014, с.79-83.

5. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2019.

6. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016. №552. – М., 2016.

УДК 532.529

ЖОҒАРЫ ЖЫЛДАМДЫҚТЫ АҒЫНДЫ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕУ

Тулегенов Ш.А. т.ғ.д., профессор, **Құрманғазы Е.**, аға оқытушы
Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Нұр-Сұлтан қаласы

Су өткізгіштерді жобалау кезінде гидравликалық конструкциялар үшін «еркін бетті» және қақпаның астынан ашық су құбырына ағып жатқан жоғары жылдамдықты ағынның аэрация дәрежесін орнату қажет болады. Көрсетілген сипаттамалар қақпаның артындағы су өткізгіш құбырды жобалау үшін қажет. Бұл мәселені нашар білуге байланысты, қазіргі уақытта жоғары жылдамдықты ағынның гидравликалық сипаттамаларын анықтау үшін сенімді есептелген тәуелділіктер жоқ. Бұл жұмыста автор теориялық және ауқымды тәжірибелік зерттеулер негізінде [1, 2, 3] есептелген тәуелділіктерді және аэрацияланған ағындарды гидравликалық есептеу әдісін ұсынды.

Аэрация ағынының процестері мен қозғалыстарын математикалық модельдеу кезінде көп фазалы орталардың математикалық сипаттамасының негізгі түсініктері қолданылады [4]. Жұмыс моделінің негізі келесі схемалау болып табылады: аэрацияланған ағын екі қабаттан тұрады – төменгі, су-ауа, диффузиялық жуықтауда біртекті қоспа ретінде қарастырылады, ал жоғарғы, ауа-су, гетерогенді қоспа ретінде қарастырылады. Олардың арасындағы интерфейс ретінде ауа (су) фазасының 50% көлемдік концентрациясы бар бет (еркін бет) алынады. Бұдан әрі су-ауа қабаты су ағыны деп аталады және оның ауамен қанығуы деп біз көрсетілген қабаттағы ауаның көлемдік концентрациясын айтамыз.

Ұсынылған есептеу келесі реттілікпен жүзеге асырылады:

1. Аэрация ағынының параметрлеріне әсерін есепке алмай, дәстүрлі әдіспен еркін беттің қисық сызығын есептеу (бірінші жуықтау).

2. Белгілі тәуелділіктер бойынша «бастапқы қиманың» ұзындығын анықтау, мысалы, [5] формуласы бойынша:

$$L_n = 9.35 \delta_{\max} \ln \left(\frac{\delta_{\max}}{\Delta} + 2 \right), \quad (1)$$

δ_{\max} - шекаралық қабаттың максималды мүмкін қалыңдығы;

Δ - абсолютті эквиваленттік кедір-бұдырлық.

3. Аэрацияланған ағынның бос бетінің гидравликалық үйкеліс коэффициентін ескере отырып, бос беттің қисығын нақтылау (екінші жуықтау).

3.1 Қалыпты тереңдікті λ_n ескере отырып, мына формула бойынша анықтау:

$$Q = \Omega_w C_a \sqrt{Ri}, \quad (2)$$

мұндағы $Ca = \sqrt{8g/\lambda_a}$ - аэрацияланған ағынның Шези коэффициенті;

$\lambda_a = \lambda + \lambda_n \frac{B}{\chi}$ - аэрацияланған ағынның гидравликалық үйкеліс коэффициенті;

$$\lambda_n = 0,035 \exp(-0,25We); (3)$$

$We = \frac{\sigma_w}{\mu_w U_w}$ - Вебер критерийі; σ_w и μ_w - сәйкесінше судың беттік керілу және

динамикалық тұтқырлық коэффициенттері; U_w - ағын жылдамдығы.

Айта кету керек, берілген ағын жылдамдығында және құбыр түбінің көлбеулігінде, біркелкі ағын режимінде ағынның аэрацияланбайтындығы, яғни $\lambda_n = 0$ мәні болуы мүмкін.

3.2 λ_n мәндері өткізгіштің ұзындығы бойынша орнатылады.

L_n қимасындағы және одан әрі төмен қарай λ_n мәндері (3) тәуелділікпен анықталады. Бастапқы бөлімдегі λ_n мәндері тәуелділікпен анықталады:

$$\lambda_n = \lambda_{nn} \left[1 - \exp\left(-5 \frac{L}{L_n}\right) \right], (4)$$

мұндағы L – қақпаның артындағы сығылған учаскеден қарастырылып отырған учаскеге дейінгі қашықтық; λ_{nn} - туралаудағы гидравликалық үйкеліс коэффициенті $L = L_n$.

3.3 Еркін беттің қисығын λ_n ескере отырып есептеу (екінші жуықтау, әдетте, инженерлік есептеулер үшін жеткілікті; дәлірек есептеулер үшін үшінші жуықтауды тазартылған бос бет қисығы арқылы жүзеге асыруға болады). Есеп белгілі әдістер бойынша, бірақ аэрацияланған ағын үшін Шези коэффициентін Ca енгізу арқылы жүргізіледі.

4. Су өткізгіштің ұзындығы бойынша ауа құрамын есептеу.

4.1. $L = L_n$ кесіндісіндегі ағынның тереңдігі бойынша ауа құрамы мына тәуелділікпен анықталады:

$$S = \left\{ 1 + \exp\left(\frac{2S-1}{1-S}\right) \left[\frac{\alpha_D - \eta}{\sqrt{\eta(\alpha_D - 1)}} \right] \frac{\omega_o \cos \theta}{k U_*} \right\}^{-1}, (5)$$

Мұндағы S – судағы ауаның көлемдік концентрациясы;

$\omega_o = 0,24$ м/с – судағы ауа көпіршіктерінің гидравликалық бөлшектер мөлшерінің орташа коэффициенті;

θ - құбыр түбінің көкжиекке еңіс бұрышы;

$U_* = U_w \sqrt{\lambda_a/8}$ - динамикалық ағын жылдамдығы;

$k = 0,36 - 0,4$ – коэффициент Кармана;

$\eta = Y/H$ - нүктенің салыстырмалы ординатасы;

Y – құбыр түбінен қарастырылатын нүктеге дейінгі қашықтық;

H – ағынның тереңдігі;

α_D - ағындағы турбулентті диффузияны сипаттайтын және тәуелділікпен анықталатын

$$\text{шама: } \alpha_D = \left[\exp\left(\frac{1}{3} \frac{\sigma_w}{\mu_w U_w} + 2\right) + 1 \right]^{-1}.$$

Айта кету керек, белгісіз S шама тәуелділіктің (5) екі бөлігіне де кіретіндіктен, есептеу фитинг әдісімен жүргізіледі.

$$S_{cp} = \frac{1}{2D_o} \exp(-D_o) (6)$$

Мұндағы D_o мәні тәуелділіктен орнатылады:

$$S = 0.5 \exp[-D_o(1-\eta)], \quad (7)$$

ол дәлірек (5) жуықтайды.

4.3 Бастапқы қиманың учаскелеріндегі ауа құрамын есептеу D_o мәндері тәуелділікпен анықталатын (6) және (7) формулалар бойынша жүзеге асырылады:

$$D_o = 100 \frac{A}{L/L_n + A}, \text{ мәні қайда } A = \frac{D_{он}}{100 - D_{он}}; D_{он} \text{ - мәні } D_o \text{ теңестіруде } L=L_n.$$

4.4 $L > L_n$ бастапқы қимасынан тыс су өткізгіштің учаскелеріндегі ауа құрамын есептеу (5) және (6) тәуелділіктер бойынша жүргізіледі.

4.5 Ауа концентрациясы диаграммасының бос бетке қатысты симметрия шартынан ауа-су қабатындағы ауа құрамын анықтаймыз.

Суретте бос беттің қисығын және қақпаның астынан бойлық еңісі $i = 0,01$, ені $B = 4$ м, салыстырмалы абсолютті кедір-бұдырлылығы бар ашық тікбұрышты өткізгішке ағып жатқан жоғары жылдамдықты ағынның ауа құрамын есептеу нәтижелері көрсетілген. $0,00025$ м; шығыны $Q_w = 218$ м³/с, ысырманың артындағы сығылған секциядағы шығын $U_w = 27,3$ м/с.

1 Жоғары жылдамдықты ағынды дәстүрлі әдіспен гидравликалық есептеуге жол берілмейді, өйткені бос беттегі ағысу кернеулерінің әсерінен газдалған ағындарда ағыс тереңдігі артады.

2 Су өткізгіштің бойында ағынның аэрациясы монотонды түрде артып, максимумға жетеді, содан кейін төмендейді. Ағынның максималды аэрациясы шекаралық қабат жер бетіне жеткен аймақта байқалады.

3 Сығылған (бастапқы) учаскеден айтарлықтай қашықтықта су өткізетін жолдың төменгі бөлігінің кішкене еңісі кезінде ағынның аэрациясы болмауы мүмкін.

Әдебиеттер

1. Тулегенов Ш.А. Анализ интегро-дифференциального уравнения воздушной концентрации неравномерного плавно изменяющегося аэрированного потока и его решение // Вестник ЕАУ им. Л.Н. Гумилёва. - Астана, 2000.- С.181-190.

2. Тулегенов Ш.А. Средняя скорость и гидравлическое сопротивление равномерного аэрированного потока // Материалы международной научно-практической конференции «Валихановские чтения – 9». - Кокшетау, 2004. – Т. XI. - С. 125-128.

3. Тулегенов Ш.А. Воздухонасыщение высокоскоростного потока, вытекающего из-под затвора в открытый водовод // Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – Астана, 2006.- № 5 . С. – 125 - 132

4. Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений. Справочное пособие. – М.:

УДК 631.67

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОСТУПНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Ангольд Е.В., кандидат технических наук, **Жарков В.А.**, кандидат технических наук
ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»,
г. Тараз, Казахстан

На современном этапе развития экономики Казахстана водные ресурсы играют все более важную роль в аграрном секторе экономики. Это обусловлено многими обстоятельствами: необходимостью увеличения производительности сельского хозяйства, неблагоприятными агроклиматическими условиями во многих сельскохозяйственных районах, диспропорциями в

соотношении земельного потенциала и возможностей его обеспечения водными ресурсами и другими факторами.

Несмотря на достигнутый страной относительный прогресс в развитии орошаемого земледелия многие проблемы резко обострились. Одной из главных причин такого положения является дефицит водных ресурсов в районах интенсивного ведения сельского хозяйства, где капитальные вложения в мелиорацию дают наибольший эффект. В настоящее время площадь земель, требующих дополнительной влаги, исходя из планируемого их увеличения до 3 млн. га к 2030 году, примерно в два раза превышает размеры существующих орошаемых угодий.

В Посланиях от 1 сентября 2020 года и 2 сентября 2019 года [2, 3] Глава государства Касым-Жомарт Токаев указал, что «Серьезным барьером остаются технологически устаревшие системы орошения. Потери воды достигают 40%. Для вододефицитного Казахстана такие показатели недопустимы», а также «... направления развития орошаемого земледелия страны путем широкого внедрения водосберегающих технологий орошения с доведением орошаемой площади до 3 млн. га к 2030 году».

Следовательно, одной из важнейших проблем в орошаемом земледелии является интенсификация использования водных ресурсов, решение которой требует комплексного подхода. В нем можно выделить две взаимосвязанные задачи: во-первых, уменьшение потерь воды, которая доводится до полей, что при сохранении размеров водозабора дает возможность повысить общую эффективность и, во-вторых, сокращение расходов воды на производство единицы сельскохозяйственной продукции за счет упорядочения водопользования и повышения урожайности. Иначе говоря, не повышая водоемкости сельского хозяйства в целом, необходимо увеличить конечные результаты использования водных ресурсов, что достигается за счет совершенствования технического уровня мелиоративных систем, повышения уровня управления и организации водопользования, применения прогрессивных технологий.

Наиболее весомым мероприятием экономии воды в орошении является улучшение конструкции и эксплуатации оросительных систем. Целью такой реконструкции является повышение водообеспеченности орошаемых земель за счет снижения потерь воды во всех звеньях оросительной сети и исключить их засоление и заболачивание. Основными мероприятиями, направленными на повышение технического уровня оросительных систем, являются облицовки магистральных и распределительных каналов, строительство технически более совершенных закрытых систем, реконструкция действующих устаревших систем.

Применительно к способам и технологиям полива, применение которых на орошаемых землях не позволяет обеспечить рациональное 100% использование оросительной воды без потерь на фильтрацию, сброс, испарение с поверхности почвы и т.д., главным мероприятием является необходимость применения при всех способах полива водосберегающих технологий. Самыми прогрессивными технологиями в орошаемом земледелии является подпочвенное и капельное орошение, а также дождевание, особенно приземное, при которых на орошение используется до 95% от объема поданной воды. Подпочвенное орошение позволяет существенно снизить расходы воды на полив по сравнению с другими способами, обеспечить оптимальный водный режим почвы, рационально использовать водные и земельные ресурсы, автоматизировать процессы распределения и дозирования оросительной воды. При капельном орошении вода, чаще всего смешанная с удобрениями подается непосредственно к корням растений расположенными на поверхности земли полиэтиленовыми лентами или трубками. К растениям подается до 95% от объема поданной воды. Предупреждается ирригационная эрозия и заиливание грунта. Капельное орошение требует больше расходов по сравнению с традиционными оросительными системами. Однако этот вид орошения позволяет получить значительно больший эффект: резко повышается урожайность, сокращаются затраты труда, водных ресурсов, минеральных удобрений, многих материально-технических средств - металла, труб, бетона. При дождевании экономия воды достигается за счет возможностей варьирования режима полива в пределах, не допускающих сброс и сток воды, полного ее усвоения растениями. К растениям подается до 90% от объема поданной воды. Использование стационарных, полустационарных и передвижных средств орошения дает возможность оперативнее использовать во-

ду, осуществлять выборочный полив в местах недостаточного увлажнения. При этом применение систем и машин дождевания с пристеблевым орошением растений позволяет их использовать в регионах со скоростями ветра до 15 м/с.

Экономия оросительной воды при поверхностном орошении обеспечивается при применении технологий полива растений через борозду, дискретным поливом, с применением средств малой механизации (оголовки, щитки, сифоны, поливные трубки) и других.

Анализ текущей ситуации показывает, что водные ресурсы Казахстана весьма ограничены по сравнению со многими соседними странами. При этом наблюдается региональный дефицит в отдельных речных бассейнах, отчего происходят потери в рыбной отрасли и сельском хозяйстве, деградация озер, рек, водно-болотных угодий.

На основе анализа информации по основным направлениям повышения эффективности использования доступных водных ресурсов в странах мира [1-8] предложены пути повышения эффективности использования доступных водных ресурсов в Республике Казахстан, такие как:

- разработка стратегии по водной безопасности,
- разработка Государственной программы развития агропромышленного комплекса РК на перспективу,
- разработка и согласование вопросов по водodelению с сопредельными государствами,
- устранение дефицита квалифицированных кадров в отрасли водного хозяйства,
- разработка механизма тарифообразования в водном секторе и переход на экономически обоснованные тарифы для всех потребителей при эффективном перераспределении водных ресурсов и максимизации выгоды для экономики,
- внедрение технологий водосбережения при всех способах полива, обеспечивающих сокращение потребления для более рационального использования водных ресурсов,
- строительство новых и реконструкция существующих каналов, водохранилищ, орошение новых земель, мелиоративное улучшение земель,
- увеличение объема доступных водных ресурсов с обеспечением доступа к дополнительным объемам доступных водных ресурсов и доступа к подземным водам как источникам пресной воды для решения проблемы дефицита воды,
- пересмотр распределения водных ресурсов между потребителями с анализом экономической эффективности потребления водных ресурсов,
- обеспечение поддержания в исправном техническом состоянии мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений,
- обеспечение вовлечения в сельскохозяйственный оборот земель после реконструкции мелиоративных систем, восстановление водорегулирующих и переездных сооружений,
- совершенствование механизмов государственной поддержки местных производителей, а также покупателей водосберегающих технологий,
- увеличение доли каналов с бетонным покрытием в структуре каналов ирригационной системы при повышении КПД системы ирригации и оросительных сетей,
- уменьшение площади орошаемых площадей с низким уровнем водообеспечения,
- уменьшение площади засоленных земель,
- уменьшение орошаемых земельных площадей с критическим уровнем грунтовых вод (0 - 2 метра),
- повторное введение в оборот вышедших из сельскохозяйственного оборота,
- строительство и восстановление гидрологических постов на реках с оснащением автоматизированным оборудованием на основе цифровых технологий,
- перевод на автоматизированное управление водными ресурсами на основе цифровых технологий крупных объектов водного хозяйства,
- перевод межхозяйственных и внутрихозяйственных оросительных каналов и других хозяйственных объектов на баланс БВИ РК,
- строительство новых аккумулирующих сооружений,
- создание дополнительных наливных водохранилищ, прудов и накопителей на местном стоке для сбора паводковых, ливневых и предварительно очищенных сточных и сбросных вод,

- развитие системы наблюдений при мониторинге водохозяйственных систем,
- использование дренажных вод с помощью замкнутых контуров или с прямой откачкой их из дренажных каналов,
- сбор поверхностного стока с управляемой территории водосбора. Такая технология включает расположенные непосредственно на полях системы, отклоняющие воду в борозды с растениями или системы, направляющие сток в резервуары для ее хранения, а также в террасы и дамбы,
- применение сточных вод (при отсутствии загрязняющих веществ, представляющих опасность для окружающей среды и здоровья человека),
- внедрение альтернативных засухоустойчивых культур,
- изменение структуры посевных площадей с ориентацией на более ценные и менее водоемкие культуры,
- выбор оросительной техники с учетом агроклиматических, гидрогеологических особенностей региона и биологических особенностей возделываемых культур,
- применение новых компьютеризированных технологий точного орошения на основе GPS для самоходных дождевальных машин и систем капельного орошения, позволяющих фермерам более точно использовать воду и агрохимикаты в соответствии с условиями и потребностями почвы и растений,
- применение систем микроорошения с биоразлагаемой пластиковой мульчей для снижения испарения почвы и дальнейшего увеличения потенциальной экономии воды,
- оптимальное распределение водных ресурсов как по территории, так и между отраслями народного хозяйства и максимальное обеспечение каждой из них водой,
- разработка и внедрение научно обоснованной системы управления водными ресурсами и водохозяйственными комплексами в бассейнах больших и средних рек, и особенно их качеством, для учета глобальных и региональных закономерностей формирования водных экосистем,
- разработка и внедрение научно обоснованной системы водопользования и водопотребления для максимального обеспечения всех отраслей народного хозяйства водой и не допущению таких изменений в водных экосистемах, которые бы в будущем могли привести к их деградации и истощению,
- разработка и внедрение методов регулирования стока с поверхности водозаборных бассейнов, искусственного пополнения подземных вод и водного режима почв,
- создание водоохраных комплексов в местах чрезмерной концентрации загрязнителей водных объектов и внедрение автоматизированных систем управления водоохраными комплексами,
- разработка и внедрение технически совершенных мелиоративных систем с очень высоким коэффициентом полезного действия,
- разработка и внедрение оросительных и поливных норм для обеспечения новых сельскохозяйственных культур влагой и предотвращения чрезмерной фильтрации воды, подтопления, затопления, засоления земель,
- разработка и внедрение эколого-экономической оценки водных ресурсов, ее использование при планировании водопотребления, водопользования и осуществления водоохраных мероприятий,
- рациональное размещение производительных сил с учетом водного фактора, научно обоснованное размещение водосодержащих отраслей народного хозяйства, избежание чрезмерной концентрации промышленных предприятий, потребляющих большое количество воды, в маловодных и безводных районах,
- контроль работы очистных сооружений и сброса промышленных, дренажных, коммунально-бытовых и сельскохозяйственных сточных вод,
- организация эксплуатации межотраслевых водохозяйственных сооружений и систем,

- разработка проектов перспективных и годовых планов развития водного хозяйства и охраны воды, государственных водохозяйственных балансов и планов распределения воды между водопользователями в бассейнах рек,
- учет потребления и распределения воды,
- контроль выполнения правил эксплуатации водоемов и т.д.

Основные пути повышения эффективности использования доступных водных ресурсов направлены на оптимизацию использования имеющихся водных ресурсов для повышения эффективности орошаемого земледелия.

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем», финансируемой Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан (BR10764920).

Литература

1. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]. – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. - URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22100059> (дата обращения 06.09.2021).
2. Стратегия управления водными ресурсами и развития сектора ирригации в Республике Узбекистан на 2021 — 2023 годы [Электронный ресурс]. – Национальная база данных законодательства, 25.02.2021 г., № 07/21/5005/0154.- Приложение № 1 к постановлению Президента Республики Узбекистан от 24 февраля 2021 года № ПП-5005. - URL: <https://lex.uz/uz/docs/5307921> (дата обращения 06.09.2021).
3. Государственная программа развития ирригации Кыргызской Республики на 2017-2026 годы [Электронный ресурс]. – Постановление правительства Кыргызской Республики от 21 июля 2017 года № 440. - URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/preview/ru-ru/100162/10?mode=tekst> (дата обращения 07.09.2021).
4. Сейтумеров Э.Э. Актуальные проблемы водообеспечения Крыма // Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». - Выпуск № 2 (66). - Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ», 2017. -С.21-27. - ISSN 2313-2248.
5. Piedra-Muñoz L., Galdeano-Gómez E., Giagnocavo C. How to Improve Water Usage Efficiency? Characterization of Family Farms in A Semi-Arid Area // Water. -2017. - Vol. 9, iss. 10. -785 p.
6. Berbel J., Expósito A., Gutiérrez-Martín C., Mateos L. Effects of the Irrigation Modernization in Spain 2002–2015 // Water Resources Management. – 2019. - Vol. 33. – P. 1835-1849.
7. Rai R.K., Singh V.P., Upadhyay A. Planning and Evaluation of Irrigation Projects // Methods and Implementation. – Ch. 18 -Scheme Irrigation Efficiency. – 2017. – P. 525-538.
8. Martin F., Saavedra F. Irrigated Agriculture // Water Policy in Chile. – 2018. – P. 165-177.

АНАЛИЗ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО АРАЛО-СЫРДАРЬИНСКОМУ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОМУ БАСЕЙНУ

Таттибаев Х. А. кандидат технических наук, **Мамучев Р.А.**, младший научный сотрудник, **Усеров, К. М.**, конструктор, **Расманбетов Т.А.**, конструктор, **Батырбаев А.**, конструктор
ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»
г. Тараз, Казахстан

Арало-Сырдарьинский водохозяйственный бассейн включает две административные области - Туркестанскую и Кызылординскую. Река Сырдарья является основной рекой бассейна. Начало реки находится за пределами Казахстана в Ферганской долине в месте слияния рек Нарын и Карадарья. Общая длина реки от места слияния этих рек 2212 км, а от истока Нарына -3019 км. Протяженность реки в пределах Казахстана от Шардаринского водохранилища до Аральского моря составляет 1627 км, в том числе на территории Туркестанской области - 346 км, Кызылординской - 1281 км [1].

Крупными притоками реки Сырдарья на территории Казахстана являются реки Келес, Арысь, Бадам, Боролдай, Бугунь. Мелкие реки вытекают с юго-западных склонов хребта Каратау.

Площадь бассейна реки Сырдарья от истоков до железнодорожной станции Тюмень-Арык, где расположена водораздельная линия, составляет 21900 кв. км. В зоне формирования стока (горная часть бассейна) основным источником питания являются талые воды сезонного снежного покрова, меньший удельный вес составляют воды ледников и «вечных снегов», а также дождевые воды.

Водные ресурсы бассейна реки Сырдарья составляют в среднем 37.9 куб. км. Преобладающий объем стока, составляющий 70%, формируется в верхней части бассейна до выхода из Ферганской долины. Сток правобережных притоков выше Шардаринского водохранилища достигает 21-23% от общих водных ресурсов, поступающих в Казахстан. Доля стока реки Арысь и других рек, стекающих с хребта Каратау, в Казахстане составляет 9-7% [1].

В состав Арало-Сырдарьинского водохозяйственного бассейна (код 01) входит Сырдарьинский водохозяйственный район (код 01.00.01), включающий 6 водохозяйственных участков (коды с 01.00.01.01 по 01.00.01.06). Карта-схема расположение водохранилищ, метеорологических и гидрологических станции и постов в Арало – Сырдарьинском бассейне показана на рисунке 1 [2]. Размещение водохозяйственного района и водохозяйственных участков, административных областей и районов по природным и соответствующим им агроклиматическим зонам увлажненности в Арало-Сырдарьинском водохозяйственном бассейне показано в таблице 1.

В Арало-Сырдарьинском ВХБ водные ресурсы в средний по водности год оцениваются в 17,92 км³/год, в маловодные годы - 14,24 км³/год. При этом обязательные затраты стока оцениваются в 5,82 км³/год. Сток в объеме 2,8 км³/год расходуется на испарение с поверхности водохранилищ и русел рек, на фильтрацию в ложе и руслах рек. Располагаемые к использованию водные ресурсы составляют 12,02 км³ в годы средней водности и 9,3 км³ в маловодные годы повторяемостью один раз в 20 лет [2]. Водные ресурсы рек и временных водотоков Арало-Сырдарьинского ВХБ приведены в таблице 2.

Арало-Сырдарьинский бассейн характеризуется сложной водохозяйственной ситуацией, особенно в низовьях реки Сырдарья, что вызвано увеличением безвозвратного забора воды в среднем течении реки в связи с расширением площадей орошаемых земель. Сокращение естественного стока реки и увеличение загрязнения речной воды привели к резкому ухудшению качества природной среды и условий жизни населения Приаралья. Дельта реки утратила свою водорегулирующую способность, как для самого комплекса низовья, так и для Аральского моря в целом [2].

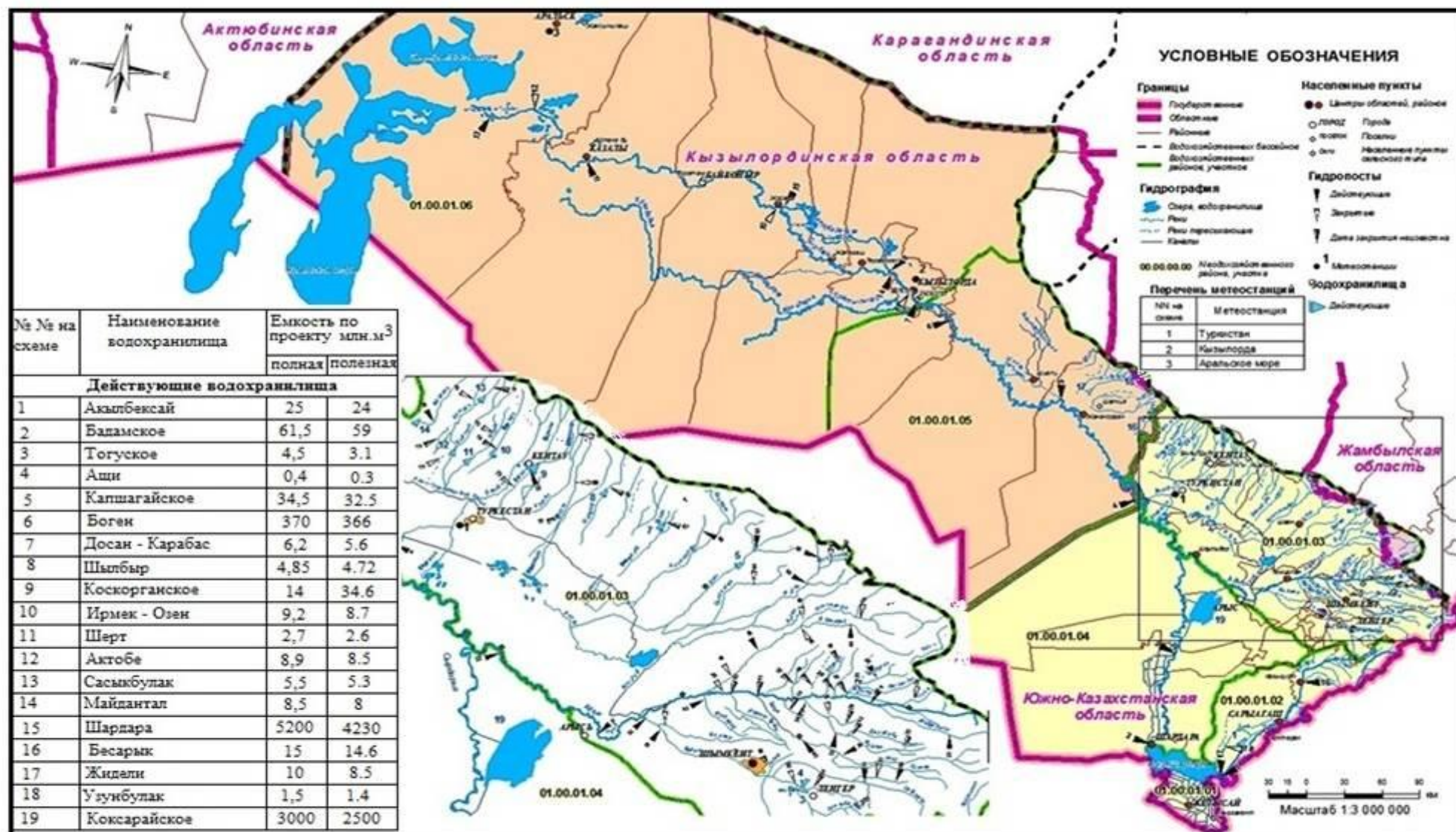


Рисунок 1– Карта схема расположение водохранилищ, метеорологических и гидрологических станции и постов в Арало – Сырдарьинском бассейне

Таблица 1- Размещение водохозяйственного района и водохозяйственных участков, административных областей и районов по природным и соответствующим им агроклиматическим зонам увлажненности в Арало-Сырдарьинском водохозяйственном бассейне [2]

Наименование водохозяйственного района, код	Код водохозяйственных участков	Природные зоны и коэффициент увлажненности (K_u)	Административные области и районы
01 Арало-Сырдарьинский водохозяйственный бассейн			
Сырдарьинский 01.00.01	01.00.01.01	Пустыня южная - Пю, $K_u \leq 0,10$	Туркестанская область: Мах-тааральский
	01.00.01.02 01.00.01.03	Пустыня южная - Пю, $K_u = 0,10-0,15$	Сарыагашский, Казыгуртский
		Предгорная степь – ПГС, $K_u = 0,25-0,30$	Жамбылская область: северо-западная часть Жуалынского района
		Предгорная полупустыня - ППП, $K_u = 0,20-0,25$	Туркестанская область: Тюлькубасский, Тoleбийский
	01.00.01.04	Пустыня южная - Пю, $K_u = 0,15-0,20$	Ордабасынский, Сайрамский, Байдыбекский
		Пустыня южная - Пю, $K_u \leq 0,10$	Туркестанский
	01.00.01.05	Пустыня южная - Пю, $K_u \leq 0,10$	Арысский, Отырарский, Шардаринский
	01.00.01.06	Пустыня южная - Пю, $K_u \leq 0,10$	Кызылординская область: Жанакорганский, Шиелийский
01.00.01.06	Пустыня южная - Пю, $K_u \leq 0,10$	Сырдарьинский, Жалагашский, Кармакшинский, Казалинский, Аральский	

Процесс опустынивания охватил территорию в 2 млн. га. Сброс в Сырдарью коллекторно-дренажных вод, сточных вод населенных пунктов, промышленности и сельского хозяйства ведет к химическому и бактериальному загрязнению воды и росту заболеваемости населения. Сложность решения водной проблемы в регионе заключается в том, что ресурсы поверхностных вод в целом по бассейну практически полностью вовлечены в хозяйственную деятельность.

Существующий дефицит водных ресурсов невозможно сократить одними только водосберегающими мероприятиями на уровне существующих хозяйствующих структур. Для этого требуются принципиальные преобразования в базовых отраслях экономики, главным образом, в орошаемом земледелии, и усиление межгосударственной кооперации, а также активизация участия общественности в решении водных проблем.

Анализ современного мелиоративного состояния орошаемых земель по водохозяйственному бассейну и административным районам проведен в разрезе Кызылординской и Туркестанской областей.

Кызылординская область общей площадью 226076 км² (за минусом территории города Байконур, находящегося в Кармакшинском районе) расположена к востоку от Аральского моря в нижнем течении реки Сырдарья, в основном в пределах Туранской низменности (высота 50-200 м). По левобережью Сырдарьи - обширные пространства бугристо-грядовых песков Кызылкумов, прорезаемых сухими руслами Жанадарьи и Куандарьи; по правобережью встречаются возвышенности (Егизкара, 288 м), участки песков (Арысум и др.), неглубокие котловины, занятые солончаками. На севере - массивы бугристых песков (Малые Барсуки и Приаральские Каракумы). На крайнем юго-востоке в пределы Кызылординской области заходят северо-западные отроги хребта Каратау (высота до 1419 м). Единственным источником орошения области является трансграничная река Сырдарья, берущая свое начало в

горах Кыргызстана и проходящая через долины Таджикистана, Узбекистана и две области Казахстана (Туркестанская и Кызылординская) [2].

Таблица 2 - Водные ресурсы рек и временных водотоков Арало-Сырдарьинского ВХБ [2]

Административная область	Бассейн озера, реки	Среднеголетний сток, млн. м ³ /год	Сток различной обеспеченности, млн. м ³ /год		
			50%	75%	95%
Туркестанская	Сырдарья	14610	14610	12310	12310
	Приток к Шардаринскому водохранилищу	12000	12000	10000	10000
	Подача воды в Голодную степь, ЧАКИР, сток рек Келес и Курук-келес	2610	2610	2310	2310
	Арысь	2347	2230	1890	1647
	Реки юго-западного склона хр. Каратау	850	729	459	237
	Итого по области	17807	17569	14659	14194
Кызылординская	Реки юго-западного склона хр. Каратау	109	97	71	48
Всего по ВХБ		17916	17666	14730	14242
В том числе по бассейнам	Сырдарья	16957	16840	14200	13957
	Реки юго-западного склона хр. Каратау	959	826	530	285

Значительная часть территории занята песками, почти лишенными растительности; на закрепленных песках полынно-типчаковая, солянковая растительность, а весной и эфемеровая на бурых и серозёмных супесчаных и солонцеватых почвах; в понижениях среди песков произрастают астрагалы, джугуны, виды пырея. Бугристые пески закреплены белым саксаулом, тамариском, терескеном, бюргуном, полынками. В пойме Сырдарьи - аллювиально-луговые, часто засоленные почвы, покрытые луговой растительностью с редкими тугайными лесами и кустарниками (ивы, туранга и лох), в дельте и вдоль берегов - обширные заросли тростника. Область очень засушливая, атмосферные осадки чрезмерно минимальные, а испарение с открытой водной поверхности достигает 1500 мм, что в 10 раз превышает количество осадков. Основное количество осадков выпадает в зимние и весенние периоды. Поэтому на территории региона возможно только поливное земледелие.

Результаты многолетних наблюдений за мелиоративным состоянием почвенного покрова орошаемых земель области показывают, что в процессе эксплуатации орошаемых земель происходит постоянное снижение плодородия почв, проявляющееся в уменьшении запасов гумуса и элементов питания, ухудшении водно-физических свойств почв, развитии процессов эрозии, засоления и осолонцевания почв.

Наиболее интенсивное развитие эти процессы получили за последние 7-8 лет вследствие реформирования сельского хозяйства. На ирригационных системах не проводится ремонт оросительных и коллекторно-дренажных систем, постоянно происходят нарушения режимов орошения, не соблюдается агротехника, система ротации и соблюдения севооборотов. В процессе этих нарушений ухудшается мелиоративное состояние орошаемых земель и активизируются процессы засоления и эрозии почв.

Процессы засоления почв имеют место практически по всей территории области. В зависимости от типа почв, водного режима, соблюдения агротехники, гидрогеологических и климатических условий и других причин засоление проявляется с различной интенсивностью. Под рисом происходит вторичное засоление в пониженных рельефах при недостаточном действии дренажа.

Туркестанская область (до 2018 г. Южно-Казахстанская область) общей площадью 116280 км² расположена на юге Казахстана, в пределах восточной части Туранской низменности и западных отрогов Тянь-Шаня. Большая часть территории равнинная, с бугристыми грядами песками Кызылкум, степью Шардара (на юго-западе, по левобережью Сырдарьи) и Мойынкум (на севере, по левобережью реки Чу) [2].

Северная часть занята пустыней Бетпак-Дала, на крайнем юге - Голодная степь (Мырзашоль). Среднюю часть области занимает хребет Каратау (гора Бессаз - 2176 м), на юго-востоке - западная окраина Таласского Алатау, хребты Каржантау (высота до 2824 м) и Угамский (высочайшая точка - Сайрамский пик - 4238 м).

Наиболее крупные реки - Сырдарья (с притоками Келес, Куруккелес, Арыс, Бугунь и др.) пересекает территорию области с юга на северо-запад, и река Чу (нижнее течение), протекающая на севере и теряющаяся в песках Мойынкум.

Орошаемая территория Туркестанской области характеризуется многообразием типов и подтипов почв, что связано с разнообразием рельефа, климатических условий, растительности, а также характером материнских пород. Следует отметить, что почвенный покров области формируется не только под воздействием широтной зональности, но и высотной поясности (таблица 3).

Таблица 3 – Зональные типы почв Туркестанской области [2]

Поясно-высотные зоны	Условия почвообразования	Зональные почвы и их площади, тыс. га	Административные районы распространения почв
«А» зона пустыни и переходная к сероземам	Коэффициент увлажнения <0,1; годовое количество атмосферных осадков <200мм. Продолжительность периода со средней t°>10С° составляет 120-200 дней. Почвообразующие породы элювиально-аллювиальные отложения	Серо-бурые, такыровидные, такырносероземные, остаточные аллювиально-луговые: 54,0	Сузакский, части Отырарского, Арысского и Шардаринского районов
«Б» зона эфемерных степей	Коэффициент увлажнения <0,1-0,2; годовое количество атмосферных осадков 200-300мм. Продолжительность периода со средней t°>10С° составляет 200-220 дней. Почвообразующими породами являются аллювиальные, пролювиальные, а также смешанные отложения	Светлые сероземы, сероземно-луговые, лугово-сероземные, луговые: 388,3	Мактааральский, Арысский, Туркестанский, Ордабасинский, Байдибекский районы
«В» и «Г» зона разнотравных степей	Коэффициент увлажнения <0,2-0,3; годовое количество атмосферных осадков >300мм. Продолжительность периода со средней t°>10С° такая же как и в зоне «Б» -200-220 дней. Почвообразующими породами являются пролювиальные, аллювиальные, делювиальные, а также смешанные отложения	Темные, типичные сероземы: 124,3	Сарыагашский, Казыгуртский, Толбейский, Сайрамский, Тюлькубасский районы

Общими характерными свойствами почв Туркестанской области являются: слабая гумусированность при заметной растянутости гумусового профиля; слабая дифференциация профиля на генетические горизонты; отсутствие ясно выраженной макроструктуры при хорошо выраженной микроструктурности; высокая пористость и рыхлое сложение; карбонатность всего профиля при заметной ее уменьшенности в верхней части; щелочная реакция почвенного раствора, обусловленная высоким содержанием карбонатов.

Грунтовые воды орошаемой территории формируются за счет ирригационных вод, атмосферных осадков и подземного притока. Динамика УГВ подвержена колебанию по сезонам года.

В настоящее время из-за неудовлетворительного технического состояния на системах орошения наблюдаются значительные потери воды. В силу несовершенства способов и техники полива 20-30% объема водозабора уходит на сброс, что вызывает эрозию и вторичное засоление почвы, вымывание внесенных удобрений и др. На всех оросительных системах области коллекторно-дренажная сеть развита слабо. Износ основных мелиоративных фондов области составляет 60-70%. Снижение технического уровня оросительных каналов и сооружений на них в значительной мере ухудшают условия хозяйственного освоения оросительных систем, что ведет к значительному снижению продуктивности орошаемой пашни [2].

Дальнейшее улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель области зависит от уровня технической эксплуатации оросительной, коллекторно-дренажной сети и скважин вертикального дренажа, сроков и качества проведения агромелиоративных мероприятий, своевременного и в полном объеме внесения органических и минеральных удобрений, научно-обоснованных норм внедрения современных водосберегающих технологий, проведения промывок засоленных земель с соблюдением рекомендованных технологий. Своевременное и качественное проведение вышеперечисленных мероприятий в конечном итоге позволит улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель и повысить продуктивность орошаемого земледелия Туркестанской области.

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем» (ИРН BR06249255).

Литература

1. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республика Казахстан за 2017 год. -Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, Комитет по управлению земельными ресурсами, Астана, 2018.

2. Отчет НИР по мероприятию 2:«Рациональное использование водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан до 2021 года»(промежуточный) / НЦП «Научно-технологическое обоснование по рациональному использованию водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан до 2021 года».№ гос. регистрации 0118РК01216,инв.№ 0218РК01357,Тараз,2018.

УДК 556.535

ОЦЕНКА МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЙ СТОКА РЕК БАССЕЙНА Р. ЕСИЛЬ

Махмудова Л.К., Канатұлы Ә., Жакен Қ., Абиев М.А., Амангельді Р.

Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан

Проблеме глобального изменения климата и его прогнозу сейчас уделяется огромное внимание в мире, эта проблема отражена, в частности, в следующих научных работах [1-4]. Согласно научным исследованиям, приведенных в [1] следует, что, по меньшей мере, с начала XX века происходит рост глобальной проблемы – по сглаженным значениям на 0,75 °С. После временного похолодания с середины 1940-х по середине 1960-х гг. прошлого века отмечался уже непрерывный рост температуры, но, это очень показательно, исключительно мощное потепление происходит с середины 1970-х гг. Это явление отмечено гораздо раньше

– так, О.А. Дроздов [5] указал на то, что новое потепление в мире началось в 1973 г. и на этой основе было высказано сомнение в возможности предсказания будущих водных ресурсов на основе длительных рядов наблюдений.

По исследованиям В.П. Мелешко [2, 3] вероятность потепления с середины XX века связана с концентрацией парниковых газов более 90 %, из этого следует, что потепление будет продолжаться. Мало того, что непрерывно увеличивается выброс газов в атмосферу, но даже при сокращении эмиссии уже накопленные там парниковые газы так или иначе будут вызывать увеличение температуры. Следовательно, возврат к той ситуации, которая была, к примеру, в середине прошлого века, до середины 70-х гг., мало вероятен, и временную гидроклиматическую обстановку надо оценивать по данным лишь последних десятилетий. В России потепление больше среднего глобального, за период 1972-2006 гг. температура приземного воздуха повысилась на $1,35 \pm 0,4$ °С [3], при этом за холодный период она в среднем повысилась даже на 2,5 °С [4]. В Казахстане уже к 1990 гг. повышение температуры составило 1-1,3 °С [6, 7], по сведениям [8] только за период 1954-2003 гг. годовая температура воздуха повысилась на 1,5 °С, как показывают данные длиннорядных метеорологических станций, а по некоторым метеостанциям (Павлодар, Семипалатинск) повышение на 2-2,5 °С. По данным РГП «Казгидромет», в среднем по территории Казахстана, за период с 1976-2019 гг. наблюдается повышение среднегодовой температуры воздуха, составляющее 0,31 °С каждые 10 лет. Тренды годового количества осадков на большей территории Казахстана были, в основном, положительны, но незначимы, статистически значимое уменьшение количества осадков (7-10 %/10 лет) отмечено на метеорологических станциях Центрального и Южного Казахстана [9]. В связи с этим на равнинных реках республики происходит уменьшение стока из-за увеличения испарения и уменьшения величины осадков.

Существенное изменение температуры естественно влечет за собой изменение других метеорологических характеристик, а также речного стока, и эти изменения особенно заметны с 1970-х гг., в частности, с середины 1970-х гг. систематически увеличивается повторяемость зональных форм макроциркуляции атмосферы. При рассмотрении вопроса о влиянии вековых колебаний солнечной активности на характер изменений основных типов атмосферных циркуляции (по Г.Я. Вангенгейму) В.В. Голубцовым [10] произведено сопоставление интегральных кривых аномалий годовых значений чисел Вольфа с интегральными кривыми ежемесячных аномалий чисел дней с формами циркуляции E , W , C за период 1891-1957 гг. и показано, что на фазе спада векового цикла солнечной активности в атмосфере развиваются процессы типа W , а на фазе подъема получают развитие типы циркуляции E и C . Это сравнение показывает, что однозначная зависимость широтного W и меридиональных E и C типов атмосферной циркуляции от солнечной активности проявляется только за довольно длительные периоды – фазы вековых циклов. Переломы в ходе кривой чисел Вольфа и кривых типов циркуляции W и $E+C$ происходит почти одновременно. Это дает основание считать, что атмосферные процессы сравнительно быстро реагируют на вековые изменения солнечной активности.

Для рек территории Казахстана В.В. Голубцов [10] показывает достаточно тесную зависимость водности рек от изменения солнечной активности и развития макроциркуляции. Он выделил в Казахстане районы с одинаковым характером колебаний водности рек по отношению к вековым изменениям солнечной активности. Агарков С.Г. [11] показал, что для каждого типа атмосферной циркуляции статистически значимыми являются две-четыре составляющие с продолжительностью циклов от 2-3 до 25-35 лет.

В Казахстане в большем числе случаев проявляются в стоке рек 5-7 летние циклы. Вторыми по достоверности, указывает Агарков С.Г., являются 2-3 летние, а третьими – 3-4 летние. Иногда выявляются 8-9, 17-22 и 13-15 летние циклы. В многолетних колебаниях атмосферной циркуляции, атмосферных осадков и годового стока рек четко выделяются 2-4 статистически значимые составляющие. Среди них чаще встречаются короткопериодические, а некоторые являются преобладающими. Следовательно, гипотеза о неслучайности циклов

разной продолжительности во всех рассматриваемых условиях должна быть признана более правдоподобной, чем гипотеза об их случайности.

При сопоставлении водных ресурсов на значительной части европейской территории России за период 1978-2005 гг. с предыдущим периодом 1946-1977 гг. наблюдается их увеличение [4]. В научных исследованиях [3] содержится следующее утверждение в распределении водных ресурсов в будущем: в районах избыточного увлажнения водные ресурсы будут увеличиваться, а в районах, где водообеспеченность сейчас недостаточна, предвидится дальнейшее её уменьшение. По-видимому, такая особенность динамики водных ресурсов характерна и для Казахстана. Действительно, во внутриконтинентальных районах средних широт повышение температуры вызывает увеличение испарения, сокращение периода снегонакопления [12], что отрицательно сказывается на речном стоке. Но, кроме того, при глобальном потеплении уменьшаются меридиональные контрасты температуры, ослабляется общая циркуляция атмосферы, и эти районы становятся менее доступны влагоносным воздушным массам, поставляемым океаном. Таким образом, климатические тенденции не обязательно должны иметь одинаковый знак даже на сравнительно ограниченной территории.

Река Есиль – левобережный приток Ертгиса, длина реки 2450 км, площадь водосбора – 177000 км², в том числе активная 141000 км². Основные притоки – рр. Калкутан, Жабай, Акканбурлык, Иманбурлык. Равнинность значительной части территории, количество бессточных понижений создают благоприятные условия для задержания вод поверхностного стока и образования озерных водоемов.

Сведения о стоке рек получены из данных наблюдений на сети Республиканского государственного предприятия «Казгидромет», опубликованных кадастровых материалов, приведённых в следующих источниках: «Гидрологический ежегодник», «Основные гидрологические характеристики», «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши». Все расчеты выполнены в соответствии с нормативным документом Свод правил СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» и Методическими рекомендациями по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии, недостаточности, отсутствии данных гидрометрических наблюдений и по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по однородным данным [13-14].

Выбор расчетного периода в условиях меняющегося климата для такой большой и сложной в орографическом отношении территории, как Казахстан, очень непрост. Во-первых, трудно ожидать полной согласованности колебаний гидроклиматических характеристик во всех бассейнах. Во-вторых, на сток рек влияет хозяйственная деятельность, но она неодинакова в различных частях территории и существенно меняется во времени. Далее, вполне очевидно, что общие гидроклиматические закономерности должны лучше проявляться в больших бассейнах. Практически на всех крупных и средних реках Казахстана климатический сток сильно искажен, в частности, водохранилищами, в том числе и в Есильском водохозяйственном бассейне. При анализе нужно иметь в виду особенности временных рядов стока на значительной части Казахстана: исключительное, не имеющее вследствие аналогов, маловодье в 1930-е гг., и очень высокий сток в 1940-е гг.

Разностные интегральные кривые широко используются для выявления фаз повышенной и пониженной водности рек, моменты смены этих фаз. Но, следует иметь в виду, что они иллюстрируют ход накопленной аномалии только относительно выборочного среднего. Анализ динамики стока рек рассматриваемого региона показывает, что колебания стока происходят циклично (таблица 1), что неоднократно отмечалось большинством исследователей [15, 16]. Анализ данных по всем гидрологическим рядам рассматриваемой территории выявляет одну общую черту многолетнего хода, – рост значений стока с середины 70-х гг. независимо от того, относится этот период к маловодной или многоводной фазе. Момент перехода к многоводной фазе соответствует данным по многолетнему ходу глобальных метеорологических характеристик [4, 10].

Многоводные фазы продолжительностью 10-23 лет сменяются маловодными фазами продолжительностью от 4 лет. За период гидрологических наблюдений выявлено два полных цикла (1940-1982 гг. и 1983-2013 гг.). Наиболее низкие среднегодовые расходы воды в г. Петропавловск наблюдались в 1968 г. (1,38 м³/с) и в 1977 г. (7,26 м³/с). Наиболее высокие среднегодовые расходы воды наблюдались в 1941 г. (175 м³/с), в 1948 г. (227 м³/с), в 1990 г. (127 м³/с) и в 2007 г. (139 м³/с).

Таблица 1 – Многоводные и маловодные периоды на реках Есильского бассейна

Маловодные периоды			Многоводные периоды			Продолжительность цикла	Средний расход за период, м ³ /с
Период, годы	Цикл, лет	Средний расход за период, м ³ /с	Период, годы	Цикл, лет	Средний расход за период, м ³ /с		
р. Есиль – г. Петропавловск							
1933-1939	7	13,9	1940-1949	10	111	17	70,7
1950-1953	4	18,7	1954-1964	11	66,8	15	54,0
1965-1969	5	22,8	1970-1974	5	67,2	10	45,0
1975-1982	8	26,5	1983-1997	15	81,9	23	62,7
1998-2001	4	15,5	2002-2007	6	69,6	10	48,0
2008-2013	6	19,5	2014-2016	3	105	9	48,1
р. Силеты – с. Изобильное							
1933-1939	7	4,25	1940-1948	9	11,8	16	8,51
1949-1951	3	5,20	1952-1964	13	7,70	16	7,24
1965-1969	5	3,12	1970-1973	4	10,3	9	6,33
1974-1982	9	1,46	1983-1988	6	9,21	15	4,56
1989-1994	6	3,94	1995-1997	3	8,95	9	5,61
1998-2001	4	2,96	2002-2008	7	6,80	11	5,40
2009-2016	8	2,35					
р. Жабай – г. Атбасар							
1933-1939	7	3,17	1940-1942	3	11,0	10	5,51
1943-1945	3	3,93	1946-1949	4	13,1	7	9,19
1950-1952	3	2,80	1953-1955	3	8,82	6	5,81
1956-1960	5	5,72	1961-1966	6	7,79	11	6,85
1967-1977	11	5,11	1978-1995	18	12,3	29	9,56
1996-2000	5	4,09	2001-2007	7	10,1	12	7,60
2008-2013	6	5,50	2014-2016	3	22,9	9	11,3

При сопоставлении динамики годового стока основных притоков р. Есиль обнаруживается асинхронность их колебаний (рисунок 1).

Сток р. Жабай (правый приток р. Есиль) после 1974 г. вырос в 2,5-2,8 раза по сравнению с периодом до 1973 г. (норма годового стока за период 1933-1973 гг. составляет 6,60 м³/с, а за период 1974-2016 гг. составляет 9,98 м³/с). Сток р. Калкутан (правый приток р. Есиль) после 1974 г. вырос в 1,5 раза по сравнению с периодом до 1973 г. (норма годового стока за период 1933-1973 гг. составляет 6,00 м³/с, а за период 1974-2016 гг. составляет 8,75 м³/с).

В стоке рек Ерчис – Есильского междуречья наблюдается снижение стока на р. Силеты (сток уменьшился в 1,5 раза, норма годового стока за период 1933-1973 гг. составляет 7,53 м³/с, а за период 1974-2016 гг. составляет 4,64 м³/с). На р. Шагалалы наблюдается незначительное увеличение стока - норма годового стока за период 1933-1973 гг. составляет 1,06 м³/с, а за период 1974-2016 гг. составляет 1,51 м³/с.

Решающее влияние на распределение циклических фаз элементов климата и гидрологического режима по территории оказывают процессы атмосферной циркуляции. Кроме того, в этом распределении также немалую роль играют условия подстилающей поверхности, особенно в отношении циклических фаз атмосферных осадков и речного стока. Выявленная цикличность стока может быть связана как с регулирующей способностью водосборов, так и с другими факторами (особенности циркуляции атмосферы и т.д.). Отражением климатической изменчивости может быть и изменение вариации стока во времени. Под циклами водности понимается ряд смежных лет стока, включающий по одной маловодной и многоводной

группе лет одного порядка продолжительности. Изменения водности в указанные периоды обусловлены преобладанием определенных типов атмосферных циркуляций.

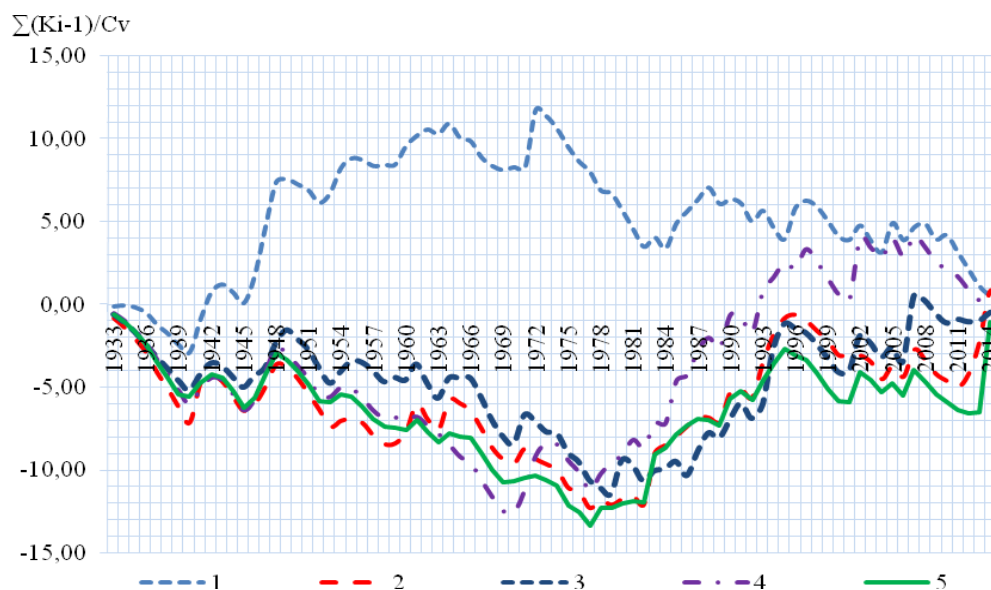


Рисунок 1 – Разностные интегральные кривые годового стока притоков р. Есиль
1 –р. Силеты–с. Изобильное, 2 –р. Шагалалы–с. Павловка, 3 –р. Акканбурлук–с. Ковыльное,
4 –р. Калкутан–с. Калкутан, 5 –р. Жабай–г. Атбасар

Таким образом, есть все основания считать, что определенная фаза климата и стока, характеризующая текущий период, началась в 60-70 гг. XX столетия, интенсификация хозяйственной деятельности в Казахстане также произошла в этот период. С 70-х гг. началась новая фаза в изменениях водных ресурсов огромных территорий, при этом некоторое замедление процесса или даже группировки лет противоположного знака аномалии с конца 90-х гг. не дают оснований считать, что эта фаза закончилась и сменилась новой, это просто случайные группировки на фоне установившейся тенденции. Современным периодом в многолетнем ходе водности рек рассматриваемой территории можно считать период с середины 70-х гг. прошлого столетия. Для рек бассейна Есильского водохозяйственного бассейна характерна цикличность стока с периодом 10-25 лет.

Литература

1. Современные глобальные изменения природной среды. Т.1 – М.: Научный мир, 2006. – 696 с.
2. Мелешко В.П. и др. Климат России в XXI веке. Часть 1 – Новые свидетельства антропогенного изменения климата и современные возможности его расчета // Метеорология и гидрология, 2008, № 6. – С. 5-19.
3. Мелешко В.П. Климат России в XXI веке. Часть 3 – Будущие изменения климата, рассчитанные с помощью ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана СМIP3 // Метеорология и гидрология, 2008, № 9. – С. 5-21.
4. Водные ресурсы России и их использование / Под. ред. Шикломанов И.А. – СПб., 2008. – 600 с.
5. Дроздов О.А. Надежность использования аналогов прошлого для прогнозов водного режима на будущее // Водные ресурсы, 1992, № 4. – С. 7-12.
6. Чичасов Г.А. Технология долгосрочных прогнозов погоды. Спб: Гидрометеиздат, 1991. – 304 с.

7. Долгих С.А. Мониторинг и сценарий изменения климата Республики Казахстан с учетом глобального потепления. Автореф. дисс. канд. геогр. наук. – Алматы, 1999. – 23 с.
8. О состоянии окружающей среды в РК в 2003 году Национальный доклад Министерства окружающей среды РК. – Астана, 2005. – 256 с.
9. Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана: 2019 год. – Министерство экологии, геологии и природных ресурсов (РГП «Казгидромет»). – Нур-Султан, 2020. – 62 с.
10. Голубцов В.В. О внутривековых колебаниях водности рек // Тр. КазНИГМИ. – 1967. – Вып. 26. – С. 33-53.
11. Агарков С.Г. Многолетние колебания речного стока в Западной Сибири: автореф... канд. геогр. наук. – М.: МГУ, 1973. – 16 с.
12. Молдахметов М.М., Махмудова Л.К. Солтүстік Қазақстан аумағының қаржамылғысы сипаттамаларының аймақтық климаттық өзгерістерінен беріндегі динамикасы // Гидрометеорология и экология, 2013, №4. – С. 32-44
13. Свод правил СП 33-101-2003 Определение основных расчётных гидрологических характеристик. Издание официальное. – М.: Госстрой России, 2004 – 73 с.
14. Стандарт организации. Государственный Гидрологический Институт 52.08.41-2017. Основные гидрологические характеристики при нестационарности временных рядов, обусловленной влиянием климатических факторов. Рекомендации по расчету. – Санкт-Петербург: ГГИ, 2017 – 48 с.
15. Гальперин Р.И. Нюансы статистической интерпретации гидрологических рядов // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». Алматы: КазНИИМОСК, –2001. –С. 103-105
16. Makhmudova, L., Moldakhmetov, M., Mussina, A., Kanatuly, A. Perennial fluctuation of the Yesil river runoff of the Yesil river basin (2021) Periodical of Engineering and Natural Sciences, 9 (4), pp. 149-165. doi:10.21533/pen.v9i4.2306

УДК 626.841/621.31

ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ ПРИБОРОВ ВОДОУЧЕТА И ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Карлыханов О.К., доктор технических наук, заведующий отделом «Управление водными ресурсами», **Ли М.А.**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, **Бакбергенов Н.Н.**, старший научный сотрудник, **Иманалиев Т.К.**, научный сотрудник, **Жакашов А.М.**, научный сотрудник, **Понкратьев Д.М.**, младший научный сотрудник
 ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»
 г. Тараз, Казахстан

В условиях низкой водообеспеченности в традиционно приоритетном в республике направлении экономики - в АПК, рациональное и экономное использование воды не может быть осуществлено без обоснованного планирования, учета, контроля и распределения водных ресурсов. Их можно составить при наличии соответствующего расчетного инструмента. Для того чтобы распределение воды по всем направлениям отраслей экономики происходило согласно принятого плана, необходимо установить жесткий контроль расхода воды на гидроузлах, водохранилищах, по коллекторно-дренажной системе и, самое главное, по каналам, доставляющим воду до потребителей и до конечной точки подачи воды - на поля орошения.

К сожалению, низкое водообеспечение АПК республики тесно связано с низкой эффективностью водопользования. Оно связано не только морально устаревшими методами и под-

ходами управления водными ресурсами, но и климатически обусловленным снижением общего объема водных ресурсов. В этих условиях устойчивое социально-экономическое развитие регионов возможно при рациональном и экономном использовании воды в каждом речном бассейне на основе совершенствования методов управления водными ресурсами современной технологией, основанной на цифровизации процессов.

На современном этапе ведутся работы в направлении внедрения информационных технологий на вновь создаваемых (проектируемых) и существующих (подлежащих реконструкции) оросительных системах. К главным задачам внедрения информационных технологий на мелиоративных системах относятся автоматизация водозабора, водораспределения, регулирование уровня вод и их учета. Исходя из того, что технологический процесс на оросительной системе рассматривается как единое целое, предусматривается автоматизация всех составных частей системы, постепенно выводя их к одному уровню.

Анализ ряда технологических и технических разработок прошлых лет показал, что на рынке средств измерений появилось большое количество средств и приборов, которые могут быть использованы при модернизации информационного обеспечения существующих оросительных систем и, прежде всего, систем водоучета. Обзор современных технологий и средств измерений общего назначения имел целью выработать определенные технические требования и практические рекомендации по их широкому применению на мелиоративных объектах.

Одним из прогрессивных направлений совершенствования методов управления водными ресурсами - это переход к автоматизированной системе водоучета, управления и мониторинга за фактическим расходом воды по длине оросительных каналов. В этом случае информационная технология по планированию, учету, контролю и распределению водных ресурсов представляет единый комплекс инструментарий управления водными ресурсами.

Суть информационной технологии заключается в разработке и внедрении программного обеспечения обмена информацией между комплексами управления нижнего и верхнего иерархического уровней коммуникационной сети, информационных баз данных, реализация которых обеспечивает значительное повышение технического уровня оросительных систем, экономии водных и энергетических ресурсов, нормальную экологическую обстановку в агроландшафтах.

Поэтому в статье поставлена цель - обобщение результатов научных исследований последних лет, проведенных по бюджетным программам (БП): 254 – «Научное обеспечение рационального использования водных ресурсов и разработка технологий мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» по теме «Разработка и внедрение инновационных технологий по автоматизации водохозяйственных объектов РК» в 2015-2017 годах [1], 267 – «Повышение доступности знаний и научных исследований» по теме «Создание информационных технологий по планированию, учету, контролю и распределению водных ресурсов в бассейнах рек для повышения эффективности водопользования» в 2015-2017 годах [2], 019 - «Услуги по распространению и внедрению инновационного опыта» по теме «Внедрение и распространение технологии автоматизированного управления водными ресурсами водохранилища Бугуньское» в 2019 году [3] по обеспечению водных объектов приборами водоучета и разработке технологии управлению водными ресурсами в речных бассейнах путем создания информационной системы.

В настоящее время к недостаткам управления водораспределением на оросительной системе можно отнести [4]:

- технологически необоснованное завышение заборов воды в оросительную сеть, что приводит к излишним затратам на ее транспортировку, образованию дефицита для потребителей и непроизводительным сбросам, а также возможности возникновения аварийных ситуаций, связанных с возможными переливами или опорожнениями каналов;

- низкую оперативность управления подачей воды водопользователям, приводящую к нарушению сроков и норм полива и, в конечном итоге, к снижению урожайности или гибели сельскохозяйственных культур.

Сведение потерь оросительной воды к минимуму, обеспечение соответствия объемов водозабора и водопотребления возможно при условии существенного повышения качества управления процессами водораспределения путем автоматизации узловых сооружений оросительной сети.

Объем информационных технологий на оросительной системе зависит от типа системы, особенностей ее конструкций и технологии работы и состоит из автоматизации учета и контроля протекания технологического процесса, состояния оборудования; автоматизации защиты от возможных аварий и повреждений; автоматизации работы объекта в целом, т. е. автоматизации совокупности различных операций, определяющих технологию работы объекта; комплексной автоматизации объектов и систем, включающей сочетание мероприятий, необходимых для осуществления всех технологических операций на системе.

Степень информационных технологий на оросительной системе зависит от степени развития производственных процессов и конструктивного исполнения мелиоративной системы в целом.

Для осуществления внедрения информационной технологии необходимо наличие разработанного и проверенного в производственных условиях алгоритма управления; создание необходимых средств автоматизации; применение компьютерных программ управления; накопление опыта эксплуатации средств автоматизации; наличие квалифицированного персонала по обслуживанию, профилактике и ремонту всех средств автоматики.

В связи с этим, представляет большой практический интерес опыт внедрения IT-технологий систем управления и мониторинга в Казахстане и зарубежных странах.

Обзор работ зарубежных авторов по автоматизации и IT-технологии показывает, что в этом направлении имеются перспективные разработки. Например, в бассейне р.Инд в Пакистане проходит одна из самых крупных ирригационных систем в мире протяженностью 90 000 км с орошением приблизительно 25 миллионов акров (10 117 500 га) земли. Такой большой системой нельзя управлять с высокой эффективностью, не используя информационные технологии управления и мониторинга, в качестве которой была предложена кибер физическая система (CPS) – «умная водная сетка». Автоматизированные измерения потока стали первым шагом к установке еще более высоких уровней автоматизации таких, как управление затворами. Все это позволило решить очевидные логистические проблемы в сборе данных, улучшить точность измерений водного потока в реальном времени, чтобы выполнить оценку ситуации, выработку и принятие соответствующих решений [5].

Обеспечение надежного контроля за уровнем воды в магистральном канале, состоящем из 24 гидropостов, расположенном в центральном Иране при значительных колебаниях притока в периоды засухи было успешно реализовано с использованием информационных технологий и средств автоматизации (контроллерами PI и LQR) [6].

В этих исследованиях использованы фундаментальные (теоретические исследования) и прикладные (натурные исследования) подходы изучения и исследования процессов и технологии автоматизированного управления водными ресурсами, тестирование датчика уровня воды на водном объекте.

Методика проектирования и внедрения автоматизированных систем мониторинга и управления включает обследование технико-эксплуатационного состояния и оценку существующих систем управления водными ресурсами в речном бассейне. На данном этапе проводятся все работы, связанные с исследованиями технологического процесса на водохозяйственном объекте, поиск путей и оценка возможности модернизации и автоматизации систем управления технологическим процессом. Источником для получения данных сведений могут служить устав и регламенты эксплуатирующей объект организации и другие нормативно-правовые акты. На базе полученных данных выявляются основные функциональные и пользовательские требования к предмету автоматизации.

Аппаратная реализация системы автоматизации и мониторинга будет опираться, в основном, на продукцию производителей стран СНГ. Это обусловит упрощение обслуживания и

уменьшение материальных затрат по обслуживанию аппаратуры при дальнейшей эксплуатации системы.

Исследования будут выполняться в соответствии с действующими нормативными документами и утвержденными методиками, нормами и правилами технологической и экологической безопасности, отраженным в законодательных актах РК и ИСО 9001 [7].

В последние годы на оросительных системах республики наблюдается сокращение количества пунктов водоучета с одновременным снижением уровня их технического состояния. Современное состояние эксплуатационной гидрометрии и ее метрологическое обеспечение находится в кризисном положении. Гидрометрическая сеть не соответствует нормативным и метрологическим требованиям (рис. 1).

Износ и полное отсутствие средств учета расхода и стока на внутрихозяйственной сети приводит к нарушению планового водопользования, увеличению непроизводительных сбросов.

Существовавший ранее измерительные приборы эксплуатационной гидрометрии практически не работают из-за их морального и физического износа, выхода из строя отдельных узлов, отсутствия технического обслуживания, ремонта и метрологической поверки [1,2,3].



Рисунок 1- Современное состояние эксплуатационной гидрометрии

Износ и полное отсутствие средств учета расхода и стока на внутрихозяйственной сети приводит к нарушению планового водопользования, увеличению непроизводительных сбросов.

Существовавший ранее приборное обеспечение эксплуатационной гидрометрии практически утерян из-за морального и физического износа измерительных приборов, выхода из строя отдельных узлов, отсутствия технического обслуживания, ремонта и метрологической поверки.

Для контроля за расходом воды в открытых каналах оросительных систем применяют мобильные и стационарные водомерные гидропосты - пункты учёта воды. Но главный недостаток в их работе - это отставание по модернизации системы получения и передачи информации в автоматизированном режиме.

Анализ ряда технологических и технических разработок прошлых лет показал, что на рынке средств измерений появилось большое количество средств и приборов, которые могут быть использованы при модернизации информационного обеспечения существующих оросительных систем и, прежде всего, систем водоучета. На практике количество средств и приборов очень много, для примера приведем наиболее часто упоминаемых в зарубежных и отечественных обзорах датчиков воды (табл.1).

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики датчиков уровня воды разных производителей, часто сравниваемых между собой при выборе того или иного вида датчиков уровня воды, а на рис. 2 - их внешний вид:

1. Датчик уровня воды ДУВ 2/0,005-5 (Казахстан, ТОО "КазНИИВХ");

2. Ультразвуковой измеритель уровня жидких сред INNOLevelECHOIL-EC-A (Россия);

3. Siemens Sitrans Probe LU, (Германия).

Датчик водоучета ДУВ 2/0,005-5 (рис. 2а) является продукцией ТОО "КазНИИВХ", запатентован и зарегистрирован в реестре новых приборов РК, имеет собственное программное обеспечение (ПО).

Прибор позволяет передавать гидрологическую информацию (уровень и расход воды в канале, объем поданной воды за любой промежуток времени) в диспетчерский пункт или на сайт www.duv2.kz.

Таблица 1 - Сравнительные технические характеристики датчиков уровня воды различных производителей

Диапазон измерений, м	Срок службы, лет	Автомат. передача данных в сеть	Вычисление расходов	Диагностика сети и ПО	Цена, тыс.тенге
1	2	3	4	5	6
Датчик уровня воды ДУВ 2/0,005-5 Казахстан, энергопотребление 220 V, 12 V, солнечная панель					
5-10 м	10-15	да	да	да	200
Ультра звуковой измеритель уровня жидких сред INNOLevelECHOIL-EC-A Россия, энергопотребление 220 V					
5-10 м	8-10	нет	нет	нет	287
Уровнемер Siemens sitrans Probe LU 7ML5221 Германия, энергопотребление 220 V					
5-15 м	10-12	нет	нет	нет	485

Характеристики датчика ДУВ 2/0,005-5 приведены в научных отчетах отдела УВР [1,2,8] и техническом паспорте [8].



а)



б)



в)

Рисунок 2 - Ультразвуковые уровнемеры: а) ДУВ 2/0,005-5 (Казахстан); б) ультразвуковой измеритель уровня жидких сред INNOLevelECHOIL-EC-A (Россия); в) «Siemens Sitrans Probe LU» (Германия)

Ультразвуковой измеритель уровня жидких сред INNOLevel ECHO IL EC относительно дорогой ультразвуковой уровнемер для жидкостей с аналоговым токовым выходом или Modbus (RS 485) и 2 релейными выходами (рисунок 2б).

Краткие технические характеристики INNOLevel ECHO: диапазон измерения уровня – 0...15 метров, значение «мертвой зоны» - 0,25...0,6 метра, точность измерений – 0,3% от основного диапазона, допустимое давление процесса – 1 бар, токовый сигнал – 4...20 мА, температура окружающей среды -20°...+80°С. Диапазон измерения INNOLevel ECHO 0,6-15 метров. Напряжение питания уровнемера INNOLevel ECHO 24VDC.

Более подробные характеристики и другую необходимую информацию о измерителе уровня жидких сред INNOLevelECHOIL-EC-A можно найти в [9].

Ультразвуковые датчики уровня Siemens Sitrans Probe LU широко используются для измерения и контроля объема жидких и сыпучих веществ в резервуаре и уровня заполнения емкости (рисунок 2в) [10].

Принцип работы ультразвуковых уровнемеров точно такой же как в ДУВ 2/0,005-5 и основан на том, что звуковые волны отражаются от препятствия, которыми являются объекты измерения.

Уровнемер SitransProbe LU подходит для измерений уровня воды, сточных вод и химикатов. Диапазон измерения ультразвукового уровнемера SiemensProbe LU составляет от 6 м до 12 м в зависимости от конфигурации.

В процессе исследований, в КазНИИВХ разработано 3 опытных образцов датчика уровня воды (рис. 3), из которых прибор ДУВ 2/0,005-5 впоследствии рекомендовано для использования в водном хозяйстве как измерительное средство расхода воды и объема стока.

Преимуществом ДУВ 2/0,005-5 (рис. 3в) в отличие от других образцов (рис. 3а и 3б) точность, безотказность и более мобильное измерение уровня воды на гидропостях и оперативность последующей обработки полученных данных.



Рисунок 3- Опытные образцы датчиков уровня воды, разработанные в ТОО "КазНИИВХ" в последние годы

На ДУВ 2/0,005-5 получен сертификат №15168 от 11.07.2018 г. об утверждении типа средств измерений, № KZ58VTN00002590, который дает право к серийному выпуску и эксплуатации в Республике Казахстан.

Механизм работы ДУВ 2/ 0,005-5. Прибор оснащен платформой Arduino Uno R3, модулем Icomsat sim900 v1.1 и ультразвуковым датчиком HC RS-04. (рис. 4). Датчик HC RS-04 отправляет ультразвуковые волны в направлении воды, от воды волна отражаясь обратно направляется к датчику. Датчик HC RS-04 с помощью ультразвукового импульса передает контроллеру Arduino Uno R3 полученные данные.

Схема подключения IComsat v1.1 в Arduino Uno показано на рис. 4а. Схема подключения Arduino Uno с ультразвуковым дальномером HC-SR04 и аккумуляторной батареей 1800 мАч (рисунок 4б).

Arduino Uno контроллер построен на ATmega 328. Платформа имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки.

Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC.

Характеристики ультразвукового дальномера HC-SR04: измеряемый диапазон 2 - 500 см; точность - 0,3 см; угол обзора $< 15^{\circ}$; напряжение питания 5V.

Технические данные: Модуль ввода-вывода V - положительный контакт питания; Trig - цифровой вход. Для запуска измерения необходимо подать на этот вход логическую единицу на 10 мкс. Следующее измерение рекомендуется выполнять не ранее чем через 50 мс; Echo - цифровой выход. После завершения измерения, на этот выход будет подана логиче-

ская единица на время, пропорциональное расстоянию до объекта; GND - отрицательный контакт питания.

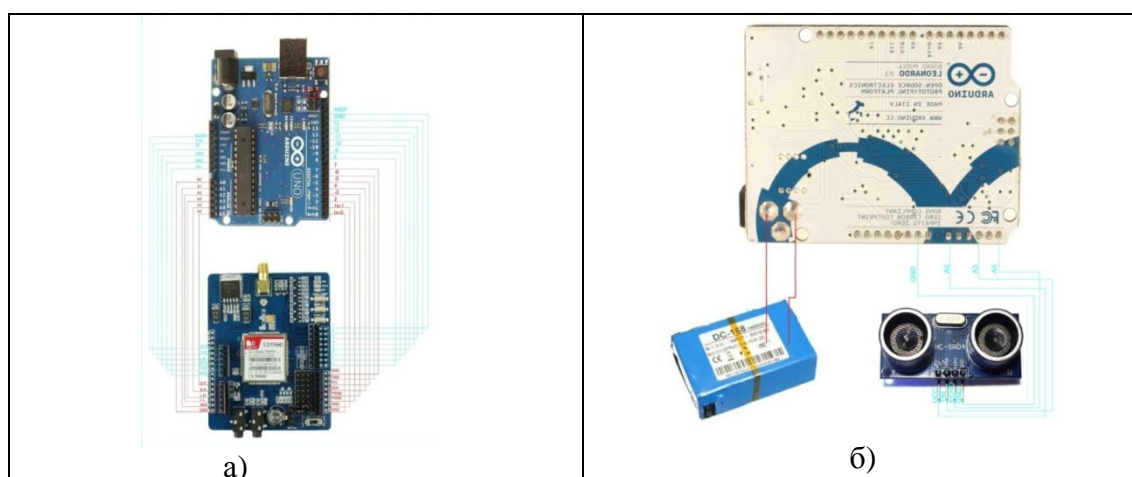


Рисунок 4 – Схема подключения: а) IComsat v1.1 в Arduino Uno и б) Arduino Uno с HC-SR04 и аккумуляторной батареей 1800 мАч

Ультразвуковой дальномер генерирует звуковые импульсы на частоте 40 кГц и слушает эхо. По времени распространения звуковой волны туда и обратно можно однозначно определить расстояние до объекта. В отличие от инфракрасных дальномеров, на показания ультразвукового дальномера не влияют засветки от солнца или цвет объекта. Но могут возникнуть трудности с определением расстояния до пушистых или очень тонких предметов. В отличие от ультразвукового дальномера URM37, этот дальномер не обладает таким большим выбором интерфейсов и режимов работы. Но этот «недостаток» компенсируется простотой работы с ним.

Разработанный опытный образец датчика ДУВ 2/0,005-5 позволяет дистанционно получать информацию об уровне воды. Измерения проводятся без контакта с водой с помощью ультразвукового измерителя расстояния (ультразвуковой дальномер HC-SR04). Питание автономное, информационная связь осуществляется посредством встроенной SIM - карты и позволяет получать все сведения в реальном масштабе времени на береговой центр наблюдения и в интернет. Периодичность получения информации задается программным путем по выбору оператора и составляет от нескольких минут до суток.

Данная модель является компактной с размерами 130x91x33 мм, имеет пластмассовый корпус, поэтому не подвергается коррозии. Корпус модели герметичный, защищен от проникновений воды и влаги.

Улучшение эксплуатационных качеств датчика уровня воды обеспечивается его калибровкой посредством инфракрасного излучателя с использованием преобразователя, разработанного в ТОО «КазНИИВХ».

В последующем на основе опытных образцов датчиков уровня воды получены патенты на изобретение, отличающиеся друг от друга применением для передачи и приема наиболее эффективных способов современной электроники [11-18].

Таким образом, в течении 2015-2020 годов по БП 254, БП 267 и БП 019 отделом УВР ТОО «КазНИИВХ» был решен комплекс научно-методических задач [1,2,3]:

1. Изучено и систематизировано лучшие в мировой практике системы автоматизированного управления и использования водных ресурсов с целью их адаптации в условиях Казахстана;
2. Проведены сбор, систематизация и анализ исходных данных об объектах автоматизации; общий анализ водохозяйственных систем, информационных технологий и особенностей применения их в водном хозяйстве Казахстана;

3. Обследовано технико-эксплуатационное состояние с оценкой систем управления водными ресурсами на водных объектах КЗО, ТО и ЖО;
4. Создана база данных по регулированию водообеспечения озер, ветландов, проток и др. в речных бассейнах юга Казахстана на примере дельты р. Сырдарья (озерные системы, ветланды, протоки и пр.);
5. Разработана научно-техническая основа модернизации водохозяйственных объектов по автоматизации и диспетчеризации для улучшения качества управления и рационального использованию водных ресурсов;
6. Создан первый образец датчика уровня воды, обеспечивающий непрерывный учет уровня воды на гидропостах;
7. Разработаны тестовые программы и инструкция для архивации полученных и обработанных гидрометрических данных в автоматическом режиме (расход и объем стека);
8. Созданы учебные программы для краткосрочных тренинговых центров по подготовке и переподготовке инженерных кадров по обслуживанию систем автоматизации в водном хозяйстве.
9. Проведено обследование технико-эксплуатационного состояния систем автоматизированного водоучета на гидроузлах ЖО и ТО;
10. Разработано программное обеспечение по обработке экспериментальных данных уровня воды на гидроузлах;
11. Разработаны элементы технологии автоматизированного контроля водных ресурсов с расширением функциональных действий датчика водоучета в условиях Таласского гидроузла в ЖО;
12. Проведен мониторинг системы управления водными ресурсами на гидроузлах в южном регионе Казахстана;
13. Разработана технология по автоматическому водоучету, контролю уровня воды и управлению водными ресурсами на Ассинском, Тасоткельском и Терс-Ащибулакском гидроузлах ЖО;
14. Проведены исследования, связанные с цифровизацией управления технологическими процессами водоучета на водохозяйственных объектах;
15. Создана модернизированная модель автоматизации управления водными ресурсами в лабораторных условиях;
16. Разработано программное обеспечение обмена информацией между комплексами управления нижнего и верхнего иерархических уровней коммуникационной сети.
17. Проведены подбор оборудования для системы управления затворами и системы оповещения с определением состава реализуемых функций, технических средств с последующим согласованием расстановки и выбора необходимой мощности;
18. Проведена доработка программного обеспечения систем управления затворами и оповещения для связи с радиомодемом и драйверами шагового двигателя и программного обеспечения системы сбора данных с последующей отладкой программного обеспечения датчика и программного обеспечения сбора данных;
19. Разработана рекомендация по совершенствованию системы автоматического учета и контроля уровня и управления водными ресурсами для южного региона Казахстана;
20. Разработаны алгоритмы водораспределения и SCADA-системы для диспетчерского пункта;
21. Разработан технологический регламент по созданию информационной системы по водообеспечению водохозяйственных объектов в речных бассейнах юга Казахстана на примере дельты р. Сырдарья.
22. Разработана технология управления водными ресурсами в оросительных системах в автоматизированном режиме.

В 2019 году по БП 019 в Туркестанской области внедрены результаты научных исследований с решением следующих задач:

1. Исследование фактического состояния системы водоучета на оросительных системах, подвешенных к Бугуньскому водохранилищу, Арысь-Туркестанскому и Туркестанскому магистральному каналам;
2. Проектирование системы водоучета с реализацией проектных решений: создание, отладка, калибровка и тестирование ИС, средств автоматизации и мониторинга (САМ);
3. Адаптация установленных САМ (тестирование, калибровка и пр.) к водным объектам;
4. Передача информационных и автоматизированных систем и технических средств мониторинга в опытную эксплуатацию;
5. Анализ результатов опытной эксплуатации систем информационной технологии.

При решении этих мероприятий ежегодно решались задачи по разработке и получению инновационных патентов, публикации статей, отражающих результаты НИР в научных изданиях с не нулевым ИФ, проведении дни поля и обучающих семинаров по внедрению автоматизации водных объектов в речных бассейнах Казахстана, семинаров-тренингов для специалистов по планам водопользования, диспетчеров и технического персонала.

Система автоматизации контроля уровня, учета и управления водными ресурсами была внедрена в 2016 г. на канале Базарбай Таласского гидроузла Жамбылской области, в 2017 г. на Терс-Ащыбулакском гидроузле Жамбылской области и в 2019 г. на Бугунском водохранилище с гидроузлом и Туркестанском магистральным каналом, Караспанском гидроузле с Арысь-Туркестанском и Караспанским каналами в Туркестанской области.

1. Развернутый анализ, сделанный в течение 2015-2020 годов показал неудовлетворительное состояние технико-технологической оснащенности гидроузлов и гидропостов водоучета, о низкой степени автоматизации процесса водоучета и управления водными ресурсами средствами автоматики в большинстве водохозяйственных объектов.

На водных объектах южного региона Республики, где установлена автоматика по управлению водными ресурсами, т.е. водораспределением и водоучету (Шардаринское водохранилище, Сайрамсуский гидроузел, Бугунское водохранилище и Коксарайский контррегулятор в Туркестанской области, Казалинский и Аклакский гидроузлы, вододелитель Байкадам и водоподпорное сооружение Айтек в Кызылординской области, гидроузел Жиёмбет, Терс-Ащыбулакское водохранилище, Тасоткельский Ассинский, Таласский гидроузлы в Жамбылской области и многочисленные гидропосты на оросительных каналах), существует проблема, связанная в выходом из строя информационно-управляющих программ, а специалисты-программисты по их наладке и перепрограммированию, имеющиеся в составе эксплуатирующих организаций владеют недостаточным навыком и знанием.

В нижнем течении рек (Сырдария, Шу, Талас, Келес, Аса и др.), представленном в большом количестве озерными системами, протоками, старицами и пр., являющимися буферной зоной между урбанизированными территориями и агропромышленным комплексом и показателем устойчивости экосистемы, автоматизация по регулированию водных ресурсов и процессов вододеления практически отсутствует.

2. За этот период были подготовлены соответствующие рекомендации, инструкции и технический регламент по созданию информационной системы по водообеспечению водохозяйственных объектов и автоматизации водоучета и вододеления.

Разработанная технология АСУ водными ресурсами на гидроузлах ТОО "Казахским НИИ водного хозяйства" за последние годы позволяет осуществить процессы контроля, распределения и учета воды в оперативном режиме. Разработанные алгоритмы и программное обеспечение управления водными ресурсами на водных объектах, позволяют управлять водными ресурсами на основе принципа равномерности водоподачи, минимизацию непродуктивных затрат воды, ведение объективной статистики по широкому ряду показателей качества управления за счет использования информационных технологий в процессах вододеления и водопользования.

Важно отметить, что трансферт технологии по этому направлению из России, Киргизии и Узбекистана и из дальнего зарубежья, несмотря их большой стоимости, повысит эффективность управления водными ресурсами.

3. Основными индикаторами при внедрении данной технологии являются:

-повышение точности измерения уровней, расходов, а также открытия затворов гидротехнических сооружений, за счет применения современных технических средств измерения и учета водных ресурсов (снижение погрешности измерения уровня не более 0,25%, точность измерения 0,005 м);

-повышение информационного обеспечения, за счет непрерывного сбора, хранения и обработки измеренных значений уровней и расходов воды на компьютере;

-повышение оперативности и точности управления водными ресурсами за счет увеличения скорости получения и обработки информации о технологическом процессе и принятие решения;

-повышение оперативности обнаружения и устранения неисправностей оборудования системы управления и гидротехнических сооружений.

4. В дальнейшем ТОО "Казахский НИИ водного хозяйства" намерен продолжить НИР по усовершенствованию автоматизированных систем управления водными ресурсами и по цифровизации их результатов, так как в настоящее время создана научно-техническая и проектная база по внедрению технологии управления водными ресурсами в оросительных системах в автоматизированном режиме [19-27].

Основное внимание при этом должно быть уделено подготовке специалистов в ВУЗах по автоматизации и цифровизации водного хозяйства и внедрению систем автоматизации и технологии управления водными ресурсами в рабочие проекты строительства и реконструкции водохозяйственных объектов с обязательным включением в состав рабочих проектов раздел "Модернизация объектов по автоматизации управления водными ресурсами и водочета".

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем» (ИРН BR06249255).

Литература

1. Отчеты ТОО "КазНИИВХ" о НИР "Разработка и внедрение инновационных технологий по автоматизации водохозяйственных объектов РК за 2015-2017 гг. 1 год: Инв. № 0215РК03122. Тараз: ТОО "КазНИИВХ". 2015. -228 с., 2 год: Инв. № 0216РК02127. Тараз: ТОО "КазНИИВХ". 2016. -171 с., 3 год: Инв. № 0217РК00242. Тараз: ТОО "КазНИИВХ". 2017. -168 с.

2. Отчеты ТОО "КазНИИВХ" о НИР " за 2018-2020 гг. 1 год: Инв. № 0218РК01237. Тараз: ТОО "КазНИИВХ". 2018. -137 с., 2 год: Инв. № 0219РК00192. Тараз: ТОО "КазНИИВХ". 2019. -99 с., 3 год: Инв. № 0220РК00020. Тараз: ТОО "КазНИИВХ". 2020. -95 с.

3. Отчет ТОО "КазНИИВХ" о НИР "Внедрение и распространение технологии автоматизированного управления водными ресурсами водохранилища Бугуньское". Тараз: ТОО "КазНИИВХ". 2019. -89 с.

4. Чураев А. А., Юченко Л. В. и др. Управление процессами водораспределения на оросительных системах / Научный обзор./- Новочеркасск, 2014.- 52 с.

5. Zahoor Ahmad, Ehsan U. Asad, Abubakr Muhammad, Waqas Ahmad, Arif Anwar Development of a Low-Power Smart Water Meter for Discharges in Indus Basin Irrigation Networks / First International Conference [Wireless Sensor Networks for Developing Countries](#), Jamshoro, Pakistan, April 24-26, 2013.- P. 1-13.

6. S. M. Hashemy Shahdany, A. R. Firoozfar Providing a Reliable Water Level Control in Main Canals under Significant Inflow Fluctuations at Drought Periods within Canal Automation / Water Resources Management, September 2017.- Volume 31, [Issue 11](#), P. 3343–3354.
7. ГОСТ 34.320-96 Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Концепции и терминология для концептуальной схемы и информационной базы.- Минск: Изд-во стандартов, 2001.- 46 с.
8. Технический паспорт опытного образца технического средства контроля уровня воды "ДУВ 2/0,005-10".- Тараз: КазНИИВХ.- 2017.- 9 с.
9. Информационно - диагностическая система БИНГ - 3 для контроля состояния гидротехнических и промышленных сооружений [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.niies.rushydro.ru/works_services/monitoring_security/bing3/. - Дата обращения 10.06.2015 г.
10. Arduino [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.arduino.cc/>.- Дата обращения 16.01.2016 г.
11. Пат. 1817 Республика Казахстан. Датчик уровня воды. / Иманалиев Т.К., Карлыханов О.К. и др. Заявл. 02.11.15; опубл. 15.11.16, Бюл. № 15.- 3 с.
12. Пат. 2452 Республика Казахстан. Датчик уровня воды с радиомодулем. /Иманалиев Т.К., Карлыханов О.К. и др. Заявл. 25.10.2016; опубл. 30.10.2017, Бюл. № 20.- 3 с.
13. Пат. 2947 Республика Казахстан. Датчик уровня воды с лазерным дальномером. /Иманалиев Т.К., Карлыханов О.К. и др. Заявл. 26.10.2017; опубл. 07.06.2018, Бюл. № 24.- 3 с.
14. Пат. 2526 Республика Казахстан. Датчик уровня воды сенсорным управлением. /Иманалиев Т.К., Карлыханов О.К. и др. Заявл. 12.12.2016; опубл. 27.11.2017, Бюл. № 25.- 3 с.
15. Пат. 3355 Республика Казахстан. Ультразвуковой датчик уровня воды сенсорным управлением и 3Д сенсорным сканер. /Иманалиев Т.К., Карлыханов О.К. и др. Заявл. 03.01.2018; опубл. 08.11.2018, Бюл. № 2018/0002.2 - 3 с.
16. Пат. 5015 Республика Казахстан. Датчик уровня воды с автоматическим управлением затвора. /Иманалиев Т.К., Карлыханов О.К. и др. Заявл. 19.09.2019; опубл. 05.06.2020, Бюл. № 2019/0813.2.- 3 с.
17. Заявка на полезную модель. Автоматический датчик уровня воды на водосливах. Иманалиев Т.К., Карлыханов О.К. и др. Заявл. 24.08.2020. Рег. № 2020/0727.2.
18. Заявка на полезную модель. Автоматический датчик уровня воды на водосливах с радиомодемом. Иманалиев Т.К., Карлыханов О.К. и др. Заявл. 24.08.2020;. Рег. № 2020/0781.2.
19. Карлыханов О.К., Баджанов Б.М., Бакбергенов Н.Н. Концепция по автоматизации и диспетчеризации по управлению и использованию водных ресурсов с разработкой механизмов комплексной модернизации гидроузлов. Тараз: ТОО «КазНИИВХ». Утв. протокол № 8 от 23.10.2015 г. 2015, 34 С.
20. Ли М.А., Карлыханов О.К. Рекомендации по обеспечению инструментального анализа технического состояния гидротехнических сооружений, Тараз: ТОО «КазНИИВХ». Утв. протокол № 8 от 23.10.2015 г., 2015, 48 С.
21. Карлыханов О.К., Ли М.А., Бакбергенов Н.Н., Иманалиев Т.К., Жакашов А.М. Рекомендации по применению датчика уровня воды (УВВ 2-/0,005) на гидростях с различными сечениями каналов. Тараз: ТОО «КазНИИВХ». Утв. протокол № 2 от 1.11.2016 г. 2016, 28 С.
22. Карлыханов О.К., Иманалиев Т.К., Ли М.А., Стульнев В.И. Малогабаритный переносной ультразвуковой датчик уровня воды .Тараз: ИП "Буралкиев Б.С.", 2016, 162 С.
23. Карлыханов О.К., Стульнев В.И., Ли М.А., Бакбергенов Н.Н. Опыт автоматизации процессов водоучета и вододеления на примере Кызылординского гидроузла. Тараз: ИП "Буралкиев Б.С.", 2016, 175 С.
24. Li M., Karlykhanov O., Ponkratyevev D., Imanaliyev T., Tazhiyeva T. Automatic Water Meter for Gauging Stations of Irrigation Canals. Anais da Academia Brasileira de Ciencias (2018) 90 (1 Suppl. 2): 1083-1094. www.scielo.br/aabc.

25. Karlykhanov O., Mirdadaev M., Imanaliyev T., Ponkratyev D., Turekeldieva R., Duisenbayeva S., Abzhanova A. Water Metering Automation and Improvement of Environmental Sustainability of Water Bodies // International Journal of Advanced Science and Technology – 2020.- Vol. 29, No. 11s. - P. 100-107.

26. Karlykhanov O., Imanaliyev T., Li M., Bakbergenov N., Tazhieva T., Zhumadilova A., Zhigitova S. The Provision of Digitalization, Safety and Environmental Sustainability of Water Facilities // International Journal of Advanced Science and Technology - 2020. -Vol. 29, No. 11s. - P. 108-121.

27. Карлыханов О.К., Ли М.А., Иманалиев Т.К., Понкратьев Д.М. Бакбергенов Н.Н., Жакашов А.М. Технология управления водными ресурсами в оросительных системах в автоматизированном режиме – Тараз: ТОО "Формат-Принт", 2020. - 194 с.
УДК 627.8.

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНАЩЕННОСТЬ ВОДОАККУМУЛИРУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ БАСЕЙНА РЕКИ ТОБЫЛ

Ли М.А. кандидат технических наук, **Бакбергенов Н. Н.** магистр,
Иманалиев Т. К. докторант
ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»
г. Тараз, Казахстан

Дефицит воды стал одним из серьезных проблем настоящего времени и уже привел к ухудшению экологической ситуации в регионах.

Казахстан имеет ограниченные запасы возобновляемых водных ресурсов по показателям водообеспеченности территории, что является серьезным лимитирующим фактором устойчивого экономического развития страны.

Сложность проблем водообеспечения страны определяется тем, что почти половина возобновляемых водных ресурсов Казахстана формируется за его пределами. Подземные воды также имеют крайне неравномерное распределение по территории, их качество и запасы различны по регионам страны.

Территория бассейна реки Тобыл входит в бассейн Карского моря, водохозяйственный район 14-02. Границы бассейна реки Тобыл на территории РК установлены в соответствии с зоной деятельности Тобыл-Торгайской бассейно-водной инспекции и согласно гидрографическому делению территории республики на основные речные водохозяйственные бассейны.

В бассейне насчитывается около 142 водотоков длиной более 10 км, причем более половины из них представляют временные водотоки протяженностью до 20 км. Рек длиной свыше 100 км – пять, а свыше 500 км - всего одна. Речная сеть принадлежит бассейнам р. Тобыл и бессточному междуречью Тобыл-Торгай. Густота речной и овражно-балочной сети в среднем составляет 6-7 км на 100 км² [1].

Главной водной артерией рассматриваемой территории, имеющей большое водохозяйственное значение, является р. Тобыл. Река Тобыл протекает по территории 2-х государств – Республики Казахстан Костанайской области и нескольким областям Российской Федерации.

В результате хозяйственной деятельности многие притоки и сама река зарегулированы многочисленными прудами и водохранилищами. Для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд городов, крестьянских хозяйств, садовых обществ и использования в промышленных целях в Костанайской области построено и эксплуатируется более 7 водохранилищ.

Наиболее крупными по объему водоаккумулирующими объектами в бассейне реки Тобыл в пределах Костанайской области являются: Желкуарское, Верхнее-Тобольское, Кзыл-Жарское, Каратомарское, Сергеевское, Амангельдинское (рисунок 1).

Каскад водохранилищ обеспечивает водой население, промышленность и сельхозпроизводителей Костанайской области. По состоянию на 01.01.2021 года общий фактический объем воды в водохранилищах составил 766,48 млн. м³.

В ходе выполнения НИР по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем» были проведены анализ и оценка технического состояния и оснащённости водоаккумулирующих объектов [2].

Верхне-Тобольское водохранилище является наиболее крупным регулятором стока р. Тобыл по объему и служит для подпитки ниже расположенного Каратомарского водохранилища. Основной потребитель - г. Лисаковск.

В состав основных сооружений входят:

- плотина русловая, каменно-набросная с гравийно-песчаным заполнителем, длиной 390 м.;
- паводковый водосброс, расположенный в русловой части плотины;
- насосная станция 1-го подъема с 3 насосами марки 14 НДС. Производительность – 0,24 м³/с для подачи воды на очистные сооружения г. Лисаковска.

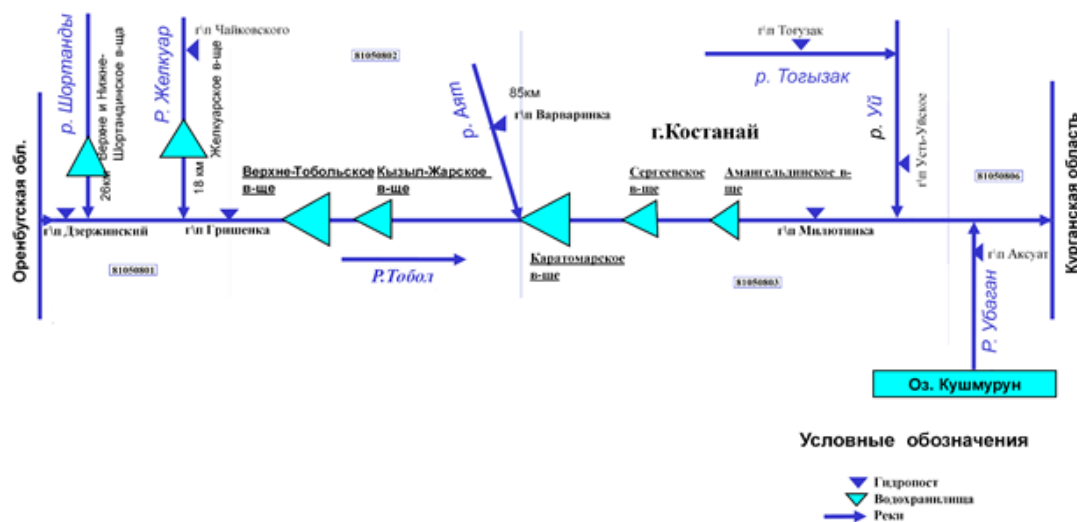


Рисунок 1 - Линейная схема водохозяйственных участков по бассейну реки Тобыл

Техническое состояние Верхне-Тобольского водохранилища исправное. Выполнены ремонт линии э/л освещения правобережной земляной дамбы, ремонт линии э/л освещения водопропускной части, ремонт дренажных колодцев левобережного и правобережного дренажа.

В нижнем бьефе сооружено Кызыл-Жарское водохранилище. Кызыл-Жарское водохранилище предназначено для годового (сезонного) регулирования стока р. Тобыл с получением полезной отдачи 0,24 м³/с. Створ плотины, создающий водохранилище, находится в 3 км севернее г. Лисаковск.

Основные параметры Кызыл-Жарского водохранилища определены в каскаде с Верхне-Тобольским, Каратомарским и Желкуарским водохранилищами. Водохранилище предназначено для производственного водоснабжения ГОКа, предприятий стройиндустрии и покрытия потребностей поливочной системы озеленения города.

В состав основных сооружений входят:

- плотина, расположенная в 3 км севернее п. Кызыл-Жар с правого берега р. Тобыл;
- плотина, расположенная с левого берега;
- водосбросные сооружения – паводковый водосброс, донные водовыпуски;
- насосная станция имеет водозаборную камеру с донным самотечным коллектором.

Камера оборудована рыбозащитной сеткой на водоприемных окнах – сороудерживающие решетки. Насосная станция оборудована 4 насосами марки 20 Д-6 и 2-марки 10 Д-6. Общая производительность насосной станции 1-ой очереди 76,8 тыс.м³/сутки, 2-ой очереди-124,8 тыс.м³/сутки.

Техническое состояние сооружений в составе объекта – исправное.

Амангельдинское водохранилище и используется для водоснабжения г. Костанай и полива садово-огородных участков, получает воду из Верхне-Тобольского водохранилища. Основные водопотребители: города Рудный, Костанай. Значительная часть воды летом расходуется на нужды орошаемого земледелия и полив зеленых насаждений. Амангельдинское водохранилище работает в режиме постоянной подпитки из вышерасположенного Каратомарского водохранилища.

Общий объем водохранилищ составляет 1502 млн. м³. Кроме того, на притоках крупных рек построена целая сеть прудов, с помощью которых локально решаются проблемы обеспечения отдельных потребителей.

Водохранилище состоит из плотины, расположенной в 8 км юго-западнее г. Костанай, состоящей из 3 частей: намывной, до сопряжения с правым берегом, насыпной, до сопряжения с левым берегом и центральной, водосливной, паводкового водосброса и насосной станции, оборудованной двумя насосами марки 18 НДС и двумя марки 300 Д –90. Один из насосов резервный. Общая производительность станции 2,1 м³/с. Насосная станция отделяется от водоприемной части водозабора железобетонной стенкой.

Каратомарское водохранилище регулирует сток р. Тобыл и ее притоком - р. Аят. Каратомарское водохранилище было создано в 1966 году для удовлетворения потребности в воде Соколово - Сарбайского горно-обогатительного комбината, населения г. Рудный и орошения земель, прилегающих хозяйств [1]. Каратомарское водохранилище расположено ниже Верхне-Тобольского водохранилища по течению р. Тобыл.

При работе водохранилища в каскаде с Верхне-Тобольским и Желкуарским водохранилищами полезная отдача составляет 2,7 м³/с.

Каратомарское водохранилище представляет собой плотину, находящуюся в 10 км юго-западнее г. Рудный. Плотина состоит из 3-х частей: намывной, до сопряжения с левым берегом и центральной водосливной. Кроме того, в состав водохранилища входят паводковый водосброс и донный водовыпуск. Насосная станция оборудована 5 насосами марки 14 Д-6 (3 рабочих, 2 резервных), расходом 350 л/с каждый и 2 насосами марки 12 Д-143А (1 рабочий и 1 резервный) с расходом 200 л/с каждый.

Сергеевское водохранилище предназначено для годового (сезонного) регулирования стока р.Тобыл с получением полезной водоотдачи 0,3 м³/с (рисунок 1).

Основное назначение водохранилища - водоснабжение ОАО «ССГПО» и хозяйственное водоснабжение г. Рудного.

При работе водохранилища в каскаде с Верхне-Тобольским и Каратомарским водохранилищами полезная отдача составляет - 0,30 м³/с.

В процессе эксплуатации с водохранилища производился минимальный сброс величиной 1,3 м/с, а максимальный величиной 1700 м³/с производился во время паводка 1994 г.

При пропуске паводковых вод расходом более 1000 м³/с, превышающий пропускную способность гидроузла расход воды проходит по водообходу, находящемуся на левом берегу водохранилища.

Насосная станция оборудована насосами 18 НДС и 300 Д-90. Общая производительность – 0,56 м³/с.

По результатам обследования водоаккумулирующих объектов в бассейне реки Тобыл отмечается, в целом, их удовлетворительное техническое состояние. Однако, по некоторым объектам имеются следующие замечания.

Бетонные сооружения, откосы НБ и ВБ плотин требуют капитального ремонта. Облицовка имеет повреждения в виде трещин; частичное зарастание растительностью на откосах, что снижает пропускную способность магистральных каналов (рисунок 2).

Рельсы для козловых кранов устаревшие, электрическая цепь проводов для поднятия затворов также устарела. Необходимо произвести их замену (рисунок 2). Автоматический учет и мониторинг верхнего и нижнего бьефа, центральный автоматизированный диспетчерский пункт отсутствуют. Требуется замена гидрометрических реек, установка камер наблюдения и постоянный контроль за уровнем воды дистанционно. Учет воды на водохранилищах ведется по тарифовочным таблицам зависимости объемов в водохранилищах от уровня воды в них, а также по тарифовочным таблицам зависимости сбросных расходов от степени открытия щита (затвора).



Рисунок 2 – Недостатки технического состояния сооружений и конструкций водохранилищ

Водомерные устройства на водохранилищах представляют собой гидрометрическую рейку, установленную в тело плотины, либо размеченную на быке гидроузла, по которой визуально определяется уровень воды в водохранилище (рисунок 3). Специалистами Филиала «Суметрология» РГП «Казводхоз» в июле месяце 2014 года на пяти водохранилищах (Верхне-Тобольское, Кзыл -Жарское, Каратомарское, Сергеевское и Амангельдинское) установлено 7 новых гидрометрических реек РГО (на Сергеевском и Амангельдинском гидроузлах по 2 шт.). В сентябре 2017 года установлена гидрометрическая рейка (длиною 7 погонных метров) на Желкуарском водохранилище.

Исследованные объекты не имеют действующих рыбозащитных устройств и отстойников. Ежегодно в системы поступает значительное количество наносов, которые вызывают деформацию русел каналов и заиливание оросительной сети, приводящие к большим затратам на очистку и ремонт.

Водохранилища, обслуживаемые филиалом и имеющие особо важное стратегическое значение: Верхне-Тобольское, Кзыл-Жарское, Каратомарское, Сергеевское и Амангельдинское, Желкуарское, находятся в постоянном технически исправном состоянии, кроме того, ежегодно разрабатываются мероприятия по работе каскада водохранилищ в осенне-зимний период и по приему весенних паводковых вод. До и после прохождения паводка производится

обследование водохранилищ с целью определения технического состояния сооружений. Также в рамках мероприятий по подготовке к осенне-зимнему периоду проводится обследование водохранилищ и оформляются паспорта готовности водохозяйственных объектов к работе в осенне - зимний период.



Рисунок 3 – Разметка на быке Амангельдинского водохранилища для определения уровня воды

Бассейн реки Тобыл испытывает последствия от нерациональной практики водопользования: высокий уровень изношенности производственных и технологических систем водных коммуникаций; высокий уровень непроизводительных потерь при использовании и транспортировке; отсутствие достоверной системы мониторинга, системы управления, контроля водных ресурсов.

Обследование технико – эксплуатационного состояния и оснащенности водоаккумулирующих объектов по бассейну р. Тобыл показало низкий уровень оснащенности автоматизированными системами измерения параметров водного потока. Существующие водомерные средства морально и технически устарели и нуждаются во внедрении в них средств автоматики.

Проблема рациональной эксплуатации сооружения является одной из важнейших проблем эксплуатирующих организаций. От технического состояния и оснащенности гидротехнических сооружений зависит непосредственно развитие региона: сельского хозяйства, животноводства и др. Поддержание сооружений в исправном состоянии, пригодном для использования их по назначению является основной задачей при обеспечении безопасности, надежности и условий выполнения сооружениями оптимальных технологических функций.

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем» (ИРН BR06249255).

Литература

1. Проект естественно - научного обоснования природоохранного попуска по реке Тобол для Костанайского филиала РГП «Казводхоз» / ТОО «BALAZHAL GRUPP».- Костанай, 2019.- 139 с.

2. Разработка принципов и методов сбалансированного управления водораспределением на оросительных системах на основе гидрологической информации с учетом формирования водных ресурсов в бассейнах рек: отчет о НИР (промежуточный) / ТОО «Казахский НИИ водного хозяйства»: рук. Ли М.А.; ответ. исполн.: Бакбергенов Н.Н. и др.- Тараз, 2021.- 87 с.- № ГР 0121РК00747.- Инв. № 0221РК00299.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ ӨЗЕНДЕРІНІҢ СУ РЕСУРСТАРЫН ПАЙДАЛАНУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Джурумбаева Р., техника ғылымдарының кандидаты,
Кожамкулова Г.Е., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
М.Х.Дуллати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

Қазақстан үшін трансшекаралық өзендердің су ресурстарын пайдалану ерекше және айтарлықтай маңызды тақырып. Республикада экономиканың дамуы үнемі су ресурстарының тапшылығы проблемасымен бетпе-бет келеді. Қазіргі уақытта суды тұтыну ресурстар мен өнімдердің барлық түрлерін жалпы тұтынадан асып түседі.

Елді сумен қамтамасыз ету жағдайының өткірлігі су ресурстарының шектеулігімен, олардың аумақ бойынша біркелкі емес таралуымен, оның жер үсті суларының жартысына жуығымен, ал бұл 46 км^3 астам шектес мемлекеттердің аумағынан келіп түседі. Оған қоса соңғы бірнеше онжылдықта Қазақстанның өзінің жер үсті суларының табиғи ресурстарының азаюының айқын үрдісі байқалады. Бұл ретте жылдық ағынның азаюының жалпы көлемінің шамамен 90%-ы көрші мемлекеттерден келетін ағынның қысқаруын құрайды, өйткені республика аумағында орналасқан сегіз су бассейнінің бесеуі Қазақстаннан тыс жерлерде қалыптасады.

Қазақстанда Тобыл, Есіл, Ертіс, Іле, Талас, Сырдария өзендері ең проблемалы болып саналады. Осы өзендердің айналасында белгіленген проблемалардың ерекшелігі олардың трансшекаралылығы.

Қазақстан Республикасы Орталық Азия өңірінің сумен аз қамтамасыз етілген мемлекеттеріне жататынын атап өткен жөн. Болашақта республикаға трансшекаралық өзен ағындарының ресурстары қысқарады деп күтілуде, өйткені бұл Қытай, Ресей, Өзбекстан, Қырғызстанда өсіп келе жатқан экономикалық қызметке байланысты болады. Қазақстанның жер үсті суларының ерекшелігі өзен ағынының шектелген ресурстарының жартысына жуығын ішкі су бөгендерінің (Балқаш, Арал, Каспий) деңгейі мен тұздылығын сақтауға, сондай-ақ өзен жайылмалары мен атырауларының табиғи жүйелерін суландыруға жұмсау қажеттілігі болып табылады [1,2].

Бүгінгі таңда су тапшылығы Арал, Балқаш, Орал бассейндеріне, Шу, Талас, Аса, Сарысу, Торғай, Нұра ағынсыз өзен бассейндеріне тән. Қазақстанда ең үлкен проблемалар Іле және Ертіс өзендерінде байқалады, олардың ағыны Қытайда 70% қалыптасады.

Трансшекаралық өзендердің су ресурстарын басқару Қазақстан үшін өте маңызды, өйткені су ресурстарының жалпы көлемінің жартысына жуығы көрші елдерден шекара арқылы түседі, сондықтан алға қойылған мақсатқа қол жеткізу ұлттық заңнаманы су ресурстарын басқару саласындағы халықаралық құқықтық нормалармен дәйекті жақындастыруға байланысты болады.

Бұл жағдайларда трансшекаралық өзендердің су ресурстарын пайдаланудағы шекара аралық жанжалдарды шешу, табиғи сулардың сарқылуы мен ластануынан туындаған экологиялық тұрақсыздық ошақтарының алдын алу, экономиканың суды көп қажет ететін салаларын су ресурстарының антропогендік және климаттық өзгеруіне бейімдеу сияқты проблемалар ерекше өзектілікке ие болады.

Өткен ғасырдың 70-ші жылдарынан бастап Қазақстанның өзен ағынының азаю үрдісі байқалады. Сонымен, егер 1960-1970 жылдары жылдық ағынның орташа көлемі $121,1 \text{ км}^3$ болса, қазір ол $100,5 \text{ км}^3$ деп бағаланады.

Қазіргі уақытта бүкіл республика бойынша жер үсті суларының ресурстары азаюда: 2020 жылы $81,6 \text{ км}^3/\text{жыл}$ дейін, оның ішінде трансшекаралық – $33,2 \text{ км}^3/\text{жыл}$ дейін, жергілікті $48,3 \text{ км}^3/\text{жыл}$ дейін, ал 2030 жылға дейін - тиісінше $72,4$, $22,2$ және $50,2 \text{ км}^3/\text{жыл}$ азаюы күтіледі.

Бұл жағдайда су ресурстарын өндірістік пайдалануды шектеу ретінде Қазақстан бойынша 64,2 км³/жыл көлемінде суға экологиялық сұраныс (міндетті трасшекаралық су жіберу мен судың өнімсіз ысырабын ескере отырып) белгіленген. Жер асты суларының барланған орындарын пайдалану кезінде (15,4 км³/жыл) жер үсті ағынының 5,0 км³/жыл дейін қысқаруы күтілуде.

Әлемдік тәжірибені ескере отырып, жерасты суларының ғасырлық қорларын ауыз сумен жабдықтау үшін таза суды стратегиялық резерві ретінде қарау керектігі ұсынылады.

Қазақстан Республикасында су тұтынудың негізгі топтарына жатады: ауыл шаруашылығы, өнеркәсіп және камуналдық-тұрмыстық шаруашылық. Ауылшаруашылық су тұтынуда ең үлкен үлес негізінен жер үсті ағынына негізделген тұрақты суаруға келеді. Кейбір бағалаулар бойынша климаттық өзгерістер, сондай-ақ жоғарыда жатқан елдердің ең алдымен Іле-Балқаш, Ертіс және Сырдария бассейндері бойынша трансшекаралық өзендердің қосымша ағынын алып қоюы келешекте орташа жылдық көлемді 85км³/жыл дейін төмендетуі мүмкін, сонда Қазақстанда суармалы егіншілік қамтамасыз етуге жылына 15 км³-тен аспайтын мөлшерде пайдалануы мүмкін.

Қазіргі уақытта Арал теңізінің қазақстандық бөлігінде Солтүстік Арал теңізі (Кіші Арал) деп аталатын теңіздің тиесілі бөлігін сақтау міндеті тұр. Атырау мен Кіші Аралды сақтау үшін Сырдария өзені бассейнінде 5-7 км³ су беруді қамтамасыз ету Арал өңіріндегі халықтың тозу және өмір сүру деңгейінің төмендеуінің теріс процесін тоқтатуға мүмкіндік береді [1].

Балқаш-Алакөл бассейнінің су ресурстарын кешенді пайдалану және қорғау сұлбасын ғылыми негіздеу үшін 2000 жылдың деңгейіне және одан да алыс болашаққа кеңес уақытында бассейн мен Балқаш көлінің су және су шаруашылығы баланстарына кең зерттеулер жүзеге асырылды.

Жүргізілген зерттеулер мен жобалық әзірлемелер көзделіп отырған су шаруашылығы құрылысына байланысты Балқаш деңгейінің төмендеуінің салдарын болдырмау жөніндегі бірқатар іс-шараларды көзделген, бірақ ұсынылып отырған әртүрлі нұсқаларды жүзеге асырудың орындылығы туралы түпкілікті шешім қабылдау үшін жеткіліксіз болып шықты. Өзірленген зерттеу бағдарламасы толығымен іске асырылмады, оның себебтерінің бірі КСРО-ның құлауы болды.

Шу-Талас гидрографиялық бассейні республиканың барлық су қорларын қамтитын су ресурстарын қалыптастырумен есепке алумен, пайдаланумен, тазартумен, сақтаумен, транзитпен және экологиялық су жіберумен байланысты мәселелерде мұқият қарауды талап ететін сегіз өзен бассейнінің бірі болып табылады [2]. Жамбыл облысының аумағы Талас, Асса, Шу трансшекаралық өзендерінің ықпал ету аймағында орналасқан және Қырғыстан аумағынан жер үсті су ресурстарының 76,5%-ға жуығын алатын аймақ іс жүзінде шектелген су пайдалануын жағдайларында орналасқан. Гидрологиялық бекеттерді орналастыру тұстамалары бойынша су ресурстарының өзгеруін талдауы Жамбыл облысының аумағына су ағынының мөлшері экономика салалары дамуының әрбір кезеңімен үздіксіз азаюын көрсетеді.

Көптеген сарапшылардың пікірінше, Ертіс оның қазақстандық бөлігінде, жақын арада ең алдымен Қытай тарапынан жаппай су алу, дамбалар мен бөгеттер салу салдарынан таяздау қаупі бар. Бүгінгі таңда Қара Ертістің тоғыз текше километр суынан қытайлар үш текше километрге жуық суды алады, бұл өзен ағынының 30% құрайды. Сонымен қатар, Шыңжаңда халық пен егіс алқаптарын кеңейту жоспарына байланысты бұл көлемді төрт-бес текше километрге дейін жеткізу жоспарлануда [6].

Қытайда жыл сайын ирригациялық нысандардың құрылысына 62 млрд доллар бөлінеді. Нәтижесінде жоғарғы Ертіс ағынының жасанды өзгеруі экологиялық апатқа әкеледі. Егер Қытай Ертістен үлкен су алуды жалғастырытын болса, онда 2030 жылға қарай оның сулары 8 км³ текше км-ге, 2040 жылға қарай 10 текше км-ге, 2050 жылға қарай 11,4 текше км-ге азаяды. Бұл көптеген проблемаларға алып келеді - Ертістегі СЭС каскадында электр энергиясын өндірудің айтарлықтай төмендеуінен Зайсан көлінің кебуіне дейін және жер үсті және жер асты сулары сапасының нашарлауына.

Бүгінгі таңда Қазақстандағы Жайық өзені де таяз. Атырау ауданындағы Жайық өзенінің орташа көпжылдық деңгейі 9,5 млрд текше километрді құрады. 2018 жылы ол 5,2 млрд текше километрге дейін қысқарды, ал 2019 жылғы қаңтар-шілдеде небәрі 3 млрд текше километр су болды. Орал Қазақстан мен Ресейдің шекаралас екі өңірі үшін тұщы судың негізгі көзі болып табылады. Қазақстандық сарапшылардың пайымдауынша Оралдың таяз болуы өзеннің жоғарғы ағысында шамадан тыс реттелгендіктен пайда болады, оған қоса жақында Башқұртстанда қосымша су қоймалары пайда болды. Орал таяздануының нәтижесінде Атырау облысының жайылма тоғайларының 22%-ы кеуіп қалды. Қалай болғанда да, Оралдың таяз болуының нақты себептері әлі белгісіз, сол себептен осы жағдайға байланысты, жан-жақты ғылыми зерттеу жүргізу қажет.

Трансшекаралық су көздерін пайдалану кезінде туындайтын келіспеушіліктер республиканың ұлттық қауіпсіздігінің жай-күйіне теріс әсер етуі мүмкін. Су ресурстарының тапшылығы Қазақстанның орнықты дамуына кедергі келтіретін негізгі экологиялық проблема болып табылады және оны шешу үшін қоғам тыныс-тіршілігінің барлық салаларын қамтитын жаңа тәсілдерді қолдану қажет.

Өзендер мен басқа да су объектілерінің жай-күйі тек суды пайдалануға ғана емес, сонымен қатар іргелес жерлердегі шаруашылық қызметке де байланысты екені белгілі, сондықтан мұндай жерлерде табиғатты пайдалануды реттеу су объектілеріне әсерін ескере отырып жүргізілуі керек. Осыған байланысты Қазақстанның су ресурстарын ұтымды пайдалану жөніндегі кең ауқымды жұмыстарды жүзеге асыру қажеттігі туындайды.

Аталған жағдайларда трансшекаралық су ресурстарын пайдалануды мемлекетаралық реттеу және су ресурстарын басқарудағы жаңа тәсілді маңызды проблемаға айналып отыр. Мысалы, Балқаш-Алакөл бассейнінің су ресурстарын басқаруда жаңа тәсілді әзірлеу үшін оның тұрақты дамуының негізгі индикаторларын анықтау қажет. Бұл ретте Балқаш көлінің гидрологиялық режимін сақтау негізгі құрамдас бөлік болып табылады. Бассейннің орнықты дамуы ең алдымен, Қытайдағы су тұтынуға және экожүйелерінің теңгерімділігі кезеңінің сулылығына байланысты Балқаш көлінің тұрақты оңтайлы су режиміне, көлге ағындардың жыл сайынғы тұрақты су теңгеріміне негізделуі тиіс.

Сырдария өзені бассейнінің су ресурстарын пайдалануға, оның су ресурстарын басқаруға байланысты проблемаларды шешу үшін ұлттық және өңірлік мүдделерді ескере отырып, яғни барлық мүдделі тараптарды тарта отырып, барлық су тораптарының жұмыс режимін оңтайландыруға мүмкіндік беретін кешенді тәсіл қажет [3].

Шу, Талас өзендерінің бассейндерінде суару кезінде су үнемдеу технологияларын нашар пайдаланылады, каналдардың тозуы байқалады, суды заманауи автоматтандырылған есепке алу, су шаруашылығын қаржыландырудың ұтымды тетігі жоқ және ауыл шаруашылығы кооперациясы жеткілікті дамымаған. Осы трендтер сақталса, Қазақстанда жақын арада сумен қамтамасыз етуде күрделі проблемалар туындайды [6].

Қазақстандағы су ресурстарын басқарудың бассейндік қағидаты өзінің тиімділігін дәлелдеді және оларды құру арқылы су шаруашылығы мәселелері оңтайлы шешімін табуда. Алайда Қазақстанда су пайдаланудың тиімділігі төмен деңгейде қалып отыр, бұл ең алдымен су ресурстарын тиімсіз пайдалануға байланысты.

Осыдан қорытынды жасауға болады, өзен бассейндерінің су ресурстарын тиімді пайдалану бойынша әдістерді және белгілі бір аумақтың әлеуметтік-экологиялық-экономикалық жағдайын бағалау, олардың су ресурстарын сарқылу мен ластанудан қорғау жөніндегі критерийлерді әзірлеу қажет, сондай-ақ келешекте елді сумен қамтамасыз ету проблемаларын шешуге кешенді тәсілді әзірлеу талап етіледі [4,5].

БҰҰДБ сарапшылары (Біріккен Ұлттар Ұйымының Даму Бағдарламасы) мен қазақстандық су мамандары мұқият зерттеуден кейін Қазақстандағы трансшекаралық өзендер проблемасының шешілмейтіні туралы қорытындыға келді. Кеңес заманында Орталық Азияның су-энергетикалық проблемасы өңірдің барлық елдерінің бірлескен күш-жігерімен кооперация мен өзара түсім негізінде шешілді. Бұл проблемалық мәселені шешудің тағы бір тиімді жолы әлі жоқ.

Сырдария Шу, Талас, Іле, Ертіс, Тобыл және Орал өзендер бойынша трансшекаралық өзендердің су ресурстарын пайдалану жөніндегі бүгінгі күнгі келісімдер мен хатамалар, өкінішке орай, барлық проблемаларды шеше алмайды.

Су ресурстарын басқарудың қазіргі жүйесі одан әрі жетілдіруді, халықаралық тәжірибені енгізуді талап етеді.

Көптеген дамыған елдердің трансшекаралық өзендер проблемаларын шешудегі көп жылдық тәжірибесі нормативтік-құқықтық қағидаттардың бірлігіне, экономикалық және саяси мүдделерді өзара сақтау мен құрметтеуге ғана негізделе отырып, өңірлік тұрақтылықты камтамасыз етуге және трансшекаралық өзендердің су ресурстарын бірлесіп пайдалану мен ластанудан қорғау проблемаларын шешуге болатынын көрсетеді.

Суды сандық және сапалық бөлуді қозғайтын халықаралық-құқықтық нормаларды пайдалана отырып, осы бағытта мемлекетаралық байланыстарды қалыптастыру су пайдаланушы елдердің трансшекаралық су ресурстарын басқару мен қорғаудағы ұзақ мерзімді саясатының түйінді элементі болуға тиіс.

Осыған байланысты өңірдің барлық елдерінің суды пайдалану және энергетика саласындағы белсенді өңірлік өзара іс-қимылы қажет. Өзара тиімді келісімдерге қол жеткізу үшін келіссөздер арқылы даулы мәселелерді шешу бұл тұрғыда жалғыз мүмкін тәсіл болып табылады.

Әдебиеттер

1. Карлыханов О.К., Кеншимов А.К., Рябцев А.Д. К гидроэкологической ситуации в низовьях Сырдарьи. /Водное хозяйство Казахстана. – Астана: 2008, №3(19). – с.24-29.

2. Джурумбаева Р.А., Сейткасымова С.А. Анализ состояния водных ресурсов Казахстана на современном этапе. Материалы научно-практической конференции «Европейская наука 21 века» Польша, 07-15.05.2014г.

3. Сарсембеков Т.Т. и др. Использование и охрана трансграничных рек в странах Центральной Азии / Т.Т.Сарсембеков, А.Н.Нурушев, А.Е.Кожакоев, М.О.Оспанов. – Алматы: Изд-во «Атамұра», 2004. – С.272.

4. Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление/Материалы Центрально-Азиатской международной научно-практической конференции «Водному сотрудничеству стран Центральной Азии – 20 лет: опыт прошлого и задачи будущего». – Алматы, 20-21 сентября 2012г. Ташкент-Алматы, 2012. – С.90-91.

5. Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водная безопасность Республики Казахстан - проблемы и пути решения. 2012 [Электронный ресурс]. URL:<http://www.centrasia.ru/newsA.phpst-1334048700>.

6.Проблемы трансграничных рек Казахстана - Platon.Asia <https://platon.asia> > Аналитика.

ӘОЖ 626.81:

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУМАҒЫНДАҒЫ АРАЛ-СЫРДАРИЯ БАССЕЙІНІҢ СУ РЕСУРСТАРЫН ЫҚПАЛДАСТЫҚПЕН БАСҚАРУ

Бердібекова Ш.С., 1 курс магистранты, **Шомантаев А.Ә.**, а/ш. ғ. д., профессор
Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Су ресурстарын ықпалдастықпен басқару, су ресурстарын басқарудың жақсы тәжірибесі болып табылады. Бұны енгізу - басқарудың барлық деңгейлерінде шешім қабылдау жүйесін жетілдірудің ұзақ мерзімді үрдісі.

Өмір үшін маңызды болып табылатын экологиялық жүйелер тұрақтылығына шығын келтірмей, әділ түрде әлеуметтік және экономикалық дамудың жоғарғы көрсеткіштеріне қол жеткізу үшін су, жер және олармен байланысты ресурстарды үйлестіріп басқаруға шоғырланады. Мақалада қарастырылып отырған бассейн аумағы Қазақстан Республикасы аумағындағы Арал теңізі енетін Сырдария өзені және оның салаларын қамтиды. Өзен бойынан келетін Сырдария суынан өзге Қазақстанның Сусаған өлке бөлігін суғару үшін Өзбекстан аумағынан Достық арнасынан да, Чакар арналар жүйесі бойынша Шыршық өзені суағарының бір бөлігі, Арал-Түркістан (Артур) арналар жүйесінен шағын өзендер суағарлары бойынша су беріледі. Арал-Сырдария бассейні климаты құрғақшылығымен және шұғыл континентальдығымен ерекшеленеді. Бассейн шекараларындағы жер қорының жалпы ауданы 29756,43 мың гектарды құрайды, оның суғарылатын жер қоры 830 мың гектар, бұл Арал-Сырдария бассейнінің барлық ауыл шаруашылық саласының 2,45 %-ын құрайды. Бұл аймақта мал жаю нәтижесінде аумақтық басым бөлігінің жазықтық, экологиялық жүйесі нашарлап ауыл шаруашылық жерлеріне айналған [1].

Қазіргі уақытта гидрологиялық тәртіптің өзгеруі және тым көп шөп шабылуы нәтижесінде қауымдастықтардың сапалық өзгерісі орын алды, жайылым алқаптары жойылу алдында 8,5%-ы нашарлаған. Арал-Сырдария бассейні Түркістан және Қызылорда облыстарын қамтиды. Түркістан облысының аумағы 117,3 мың км², ол Қазақстан аумағының – 4,3%-ын құрайды. Қызылорда облысының аумағы 226,0 мың км² бұл Қазақстан Республикасының 8,2%.

Аумақтың 17172,88 мың гектары ауыл шаруашылығы құрайды, соның ішінде: 3,44% егіс; 0,83% шөп шабу; 52,7% жайылым, 0,74% өзге өсімдіктер. Суармалы жердің көлемі 730 мың гектар, бұл ауыл шаруашылық жайылымдарының 4,2% құрайды.

Жер асты сулары әсіресе: шаруашылық ауыз су, өндірістік техникалық сумен қамтамасыз ету; жайылымдарды суару және қамтамасыз ету үшін пайдаланылады.

Бассейн аумағындағы орман қорының жері 960,3 млн гектар, соның ішінде орманды жер- 541,1 млн гектар: Туркестан облысында – 5,55 %: Қызылорда – 22,5%. Қызылорда облысында негізінен сексеуіл болса, Түркістан аумағында тау ормандары. Орман қоры жерінің 86% сексеуіл құрайды [2].

1990 жылдан бастап су жинақтау қоры 1,5 есеге азайды, бұл негізі жер үсті суларының пайдалану есебінен туындайды. Бүгінде бассейнде жер үсті ағын сулар – 32,6 млн м³ құрайды. Өнеркәсіп қажеттіліктеріне 2010 жылы – 46,90 млн м³ болса, 2015 жыл – 80,41 млн м³, ал 2020 жылы – 100,0 млн м³ болған.

Түркістан және Қызылорда облыстарында төтенше жағдайларды болдырмас үшін Сырдария өзенін қауіпсіз реттеу, сонымен Шардара су қоймасының апатсыз жұмыс істеуін қамтитын, сыйымдылығы 3,0 млрд м³, яғни 3,0 км³ болатын Көксарай контр реттеуіне салынған болатын, сонымен Мақтарал ауданын суармалы жерлеріне су беру қамтамасыз етілді.

Арал-Сырдария бассейнінің негізгі су тұтынушылары; Суармалы жердегі агроөнеркәсіптік кешен, жайылым шаруашылықтары, шабындықтар және ауыл-елдімекендерін сумен жабдықтау, бұлар -82% ды құрайды; Өнеркәсіп және су энергетикасы-23%; қалалар мен қала типтегі кенттерді шаруашылық және ауыз сумен қамту -1,6%; Балық шаруашылығы және табиғи кешендер жайылымдар, өзен сағасы теңіз -14% құрайды. Бұлар негізінен жер үсті сулары есебінен жүзеге асырылады -93,6%; Жер асты суларын пайдалану-3,9% , ағын сулар -2,5%.

Қызылорда облысы бойынша ауыз суды ластаушы заттектер-түстілік; мөлдірлік, қаттылық, сульфаттар, құрғақ қалдық, магний, темір, мыс, хлоридтер. Сырдария өзенінің химиялық құрамы Өзбекстан Республикасының аумағында қалыптасады. Жер үсті суларының сапасы келесідей: Суы «Таза» - бұл Үлкен Бұғұн өзені; Суы «Орташа Ластанған»- Сырдария Келес, Бадам Бұғұн өзендерімен Шардара су қоймасы. [3].

Арал-Сырдария су шаруашылығы бассейні, су ресурстарын интеграциялық басқаруды енгізу арқылы тиімді пайдалану және қорғау осы аймақта су ресурстарын ықпалдастықпен басқару және су жинақтау бассейндік жоспары негізінде жүзеге асырылады, яғни:

1. Тұрақты даму жөніндегі Әлемдік Саммит шешімдерін орындау жоспарының 26-тармағы (2002 жыл Иоханнесбург қаласы);

2. 2030 Қазақстан Республикасының Стратегиясы;

3. Қазақстан Республикасының Су кодексі: -43 бап;

4. Қазақстан Республикасының 2007-2024 жылдары тұрақты дамуға көшу тұжырымдылығы;

5. Су ресурстары ықпалдастықпен басқару және 2009-2025 жылдары Қазақстан Республикасының су пайдалану тиімділігін арттыру мемлекеттік жоспарының жобасы.;

6. “Сырдария өзені және салалары бассейні су ресурстарын кешенді пайдалану және қорғау” сызбасы(Казгипрводхоз,2008ж);

7. 2011-2020 жылдарға арналған «Ақ бұлақ» сумен қамтамасыз етуді дамытудың салалық бағдарламасы[4];

Бұл жоспардың негізгі мақсаты мен міндеті, ол: Арал-Сырдария су шаруашылық бассейнінің экологиялық жүйесінің тұрақты дамуын қамтамасыз ету; климаттың өзгеруінің мүмкін болатын салаларын ескере отырып су ресурстарын интеграциялық басқаруды енгізу арқылы Арал-Сырдария су ресурстарын тиімді пайдалану және қорғау; Арал-Сырдария бассейнінің табиғи кешендердің экологиялық жағдайын жақсарту; Су ресурстарын басқару жүйесінің барлық деңгейлерін жетілдіру; Су пайдалану тиімділігін арттыру- ауыл шаруашылық, коммуналдық шаруашылық және өндіріс тәрізді экономика салаларында өнім бірлігіне су тұтынуды азайту; Өмір сүрудің әлеуметтік жағдайларын жақсарту және халықтың қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Егерде жоғарыда айтылған мәселелер ойдағыдай жүзеге асырылса, онда төмендегі нәтижелерді күтуге болады:1. Сырдария өзен сағасына және Солтүстік Арал теңізіне жіберілетін су көлемі, кемінде 5,0 км³ ге жетер еді;

2. Су қорғау аймақтары мен осы аймақтағы шаруашылық қызмет тәртібі бекітіліп, 100% сақталар еді;

3 Су нысандарына ағын және коллекторлы- дренаж суларын қайта пайдалану, тазарту арқылы жіберу көлемі, шамамен 70-80%-ға төмендер еді;

4. Барлық су нысандарына су сапасы мен көлеміне тұрақты бақылау жүргізу жүзеге асырылады;

5. Қызмет етіп тұрған су бекеттерді автоматтандыру және сертификаттау жүзеге асырылады;

6. Арал-Сырдария бассейндік инспекция базасында химиялық-сараптамалық зертханалар орналастырып қызмет көрсететін болар еді;

7. Су ресурстарын тіркеу және бөлу қысқа мерзім ішінде 50-80% автоматтандыру;

8. Су ресурстарын пайдалану үшін төлем жанасудың тиімді жүйесі құрылады;

9. Арал-Сырдария бассейні халқын сапалы ауыз сумен 100% қамтуға болар еді;

10. Бассейн аймағындағы елді-мекендерді қажетінше жабдықтылып, аяқ- су ағатын арықтар мен су жүйелері қалпына келтіріліп, елді-мекендер 100% көгалдандырылады;

11. Су ресурстарын қорғау және тиімді пайдалану саласында қоғамдық білім беру орталықтары құрылып қызмет көрсетер еді;

12. Гидротехникалық имараттар қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша шаралар дайындалып жүзеге асырылады;

Қазақстан Республикасы Үкіметі халықты ауыз сумен қамтамасыз ету жөнінде 2011-2020 жылдарға «Ақ-Бұлақ» бағдарламасы бекітілген болатын. Бұл жерде ауыз су сапасының талабы күшейтіліп, оның тұтыну нормалары көбейтілген және «Салауатты өмір салты» кодексі қабылданған болатын [5].

Арал сырдария бассейні ерекшеліктерін және ауыр экологиялық жағдайын ескере отырып, ұзақ мерзімді бағдарлама ұсынылған болатын, оның ішінде; Су қорғалатын зоналар

мен аймақтар шекараларын бекіту және су ресурстар сапасын қамтамасыз ету; Жерасты суларының таусылып немесе ластануының алдын алу; Ерекше қорғалатын табиғат аумақтары желілерінің даму бағдарламалары мен жобаларын жүзеге асыру; Тастанды, дренаж (кәріз) және ағынды суларды тазалау және су ресурстарын басқару жүйесін жетілдіру қарастырылған. Бұны жүзеге асыратын экономикалық механизм Республикалық және жергілікті бюджет, инвесторларды тарту.

УДК 631.67

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО УРОВНЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОТЕРИ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ

Кененбаев Т.С., кандидат сельскохозяйственных наук
ГУП ПУИД-2 Комитета по водным ресурсам МЭГПР РК
г. Нур-Султан, Казахстан

Одним из признаков снижения эксплуатационной надежности оросительных систем является возрастание сверхнормативных потерь воды.

На сегодня сверхнормативные потери поливной воды в процессе технологического цикла «транспортировка и подача воды на поливные участки хозяйств-водопользователей» по Алматинской, Жамбылской, Туркестанской и Кызылординской областям достигает 3 млрд. м³. В итоге фермеры даже при средних уровнях агротехники и технологии полива, недополучают продукцию орошаемого земледелия (овощи, корма и др.) общей стоимостью порядка 400 млрд. тенге, а эксплуатирующая организация несет неоправданные эксплуатационные затраты порядка 2-2,5 млрд. тенге в год. Из указанного объема сверхнормативной потери воды до 30% теряется в МК и их МХК, а 70% приходится на долю оросительных систем. Для выработки мер по сокращению и предупреждению сверхнормативных потерь воды в процессе транспортировки по оросительным каналам до земельных участков хозяйств-водопользователей необходимо выделить структуры этих потерь.

Потери воды из каналов происходят не только из-за фильтрации и испарения, но из-за:

- а) утечек по причине неисправностей водовыпускных сооружений, через стыки лотков, промоины, трещины на бетонных поверхностях;
- б) сбросов воды из-за перелива через борта лотков и дамбы каналов (подача излишнего объема, просадка опор, заиливание и засорение дюкеров и др.);
- в) концевых холостых сбросов воды из каналов;
- г) ненормированная подача воды (сверх нормы, без установки нормативной продолжительности водоподачи) из распределителей МК в оросительные системы и из оросительных систем в фермерские участки из-за плохой организации водораспределения (отсутствия плана и графика полива, плохая организация работы линейных эксплуатационных служб и др.).

Практика показывает, что проектировщики при установлении проектного КПД оросительной системы учитывают только потери на фильтрацию и на испарение, а эксплуатационные потери принимаются равными нулю, т.к. за основу принимается нормальная организация эксплуатационных работ, основанная на строгом соблюдении принципов и требований планового водопользования.

На практике, на отдельных оросительных системах, в зависимости от их технического состояния и качественного уровня эксплуатационных мероприятий доля потерь на утечки и холостые сбросы достигают от 25% до 50% всего потерь или 5-20% от объема- брутто

Таблица 1 - Уровни оценки качества организации и проведения мероприятий по эксплуатации и технической поддержке (ЭИТ) операторских систем

Уровни качества эксплуатации, % от штата, % от нормативной численности	на постоянной основе (по 12 месяцев)	в т.ч.		Технический институт (техучеба)	Работы в операционный период	Ежегодное составление и корректировка ПБП/ТБП	Водоподача на основе оперативных графиков по линиям на каждые 5-15 минут	Ежегодное ТО, % от пропускной способности каналов и кол-во соединений на них	Обследование и текущий ремонт в районах за 10 лет	Хорошее (нормальное)	Удовлетворительное	Слабое	Очень слабое	Неудовлетворительное
		до 5%	до 15%											
не менее 90%	95-100% штата	до 5%	2 раза в год	2-смены	да	да	да	не менее 90%	8-10	Хорошее (нормальное)	не менее 75%	не менее 50%	не менее 25%	не менее 25%
		до 15%	2 раза в год	2-смены	да		не менее 75% штата	не менее 75%	6-8	Удовлетворительное	не менее 50%	не менее 25%	не менее 25%	
		до 25%	1 раз в год	1 смена		Ла (без копек-и)	не менее 50% штата	не менее 50%	6-8	Слабое	не менее 25%	не менее 25%	не менее 25%	
		более 25%	не проводится	1 смена	Ла (штатных прошлых лет)		нет	не менее 25%	4-6	Очень слабое	не менее 25%	не менее 25%	не менее 25%	
		0-15%	не проводится	1 смена	нет		нет	нет	менее 4 раз	Неудовлетворительное	не менее 25%	не менее 25%	не менее 25%	не менее 25%

расхода канала. Их называют техническими или эксплуатационными потерями. В отличие от потерь воды на фильтрацию, сокращение и предупреждение технических потерь не является капиталоемким, т.е. не нуждается в больших инвестиционных затратах для капитального ремонта и реконструкции. До 90% эксплуатационных потерь можно сократить путем повышения уровня эксплуатации и технического содержания (ЭиТС). В таблице 1 приведена классификация уровней (оценки) качества эксплуатационных мероприятий, т.е. ЭиТС.

На основе приведенных данных в таблице 2 можно отметить, что даже на изношенных оросительных системах при хорошей организации работы линейной эксплуатационной службы можно поддерживать КПД оросительной системы на уровне 0,70, а при слабом и неудовлетворительном уровнях организации их работы, данный показатель снижается до 0,50 и ниже.

Таблица 2 - Влияние качественного уровня эксплуатации и технического содержания (ЭиТС) на КПД оросительной системы

Качественная оценка ЭиТС	КПД оросительной системы	
	изношенная	после реконструкции
Хорошее	0,68-0,73	0,83-0,88
Удовлетворительное	0,64-0,69	0,80-0,85
Слабое	0,58-0,64	0,75-0,80
Очень слабое	0,50-0,57	0,68-0,73
Неудовлетворительное	0,50 и ниже	0,66 и ниже

Данные таблицы 3 можно отметить, что на оросительных системах после реконструкции проектный КПД и проектная водообеспеченность может быть достигнута только при нормальной (хорошей) организации ЭиТС. В случае пренебрежения эксплуатирующей организацией (ЭО) необходимости заблаговременной подготовки к проведению ЭиТС реконструированной оросительной системы на должном уровне, как следствие проектный КПД достигнутый в результате реконструкции и модернизации до 0,83-0,88, вполне может остаться фактический не достигнутым.

Анализ показывает в таких случаях, заметную роль играет вопрос о том, насколько правильно соблюдает и выполняет ЭО принципы и требования планового водопользования, путем правильного составления и соблюдения календарного плана водопользования, его корректировки и ежедекадных оперативных графиков круглосуточных поливов. Следовательно, проектный КПД реконструированных и модернизированных оросительных систем могут остаться не достигнутым пока ЭО не добьется и не обеспечит правильного выполнения и соблюдения принципов и требований планового водопользования, обеспечивающего распределения воды между хозяйствами строго по графику, в круглосуточном режиме, не допуская излишней водоподдачи и холостых сбросов.

Таблица 3 - Влияние качественного уровня эксплуатации и технического содержания оросительных систем (на примере 5000га орошаемых земель)

Качественная оценка ЭиТС	КПДос		Водопотребление- брутто в голове оросительной системы, тыс.м ³	Водоподача в фермерские земельные участки, тыс.м ³		Водообеспеченность земель КХ и собираемость стоимости услуг по водоподаче,%
	проект	фактич		план	фактич	
Изношенная						
Хорошее	0,80	0,70	36663	29331	25664	88
Удовлетворительное	0,80	0,65	36663	29331	23831	81

Продолжение таблицы 3

Слабое	0,80	0,57	36663	29331	20898	71
Очень слабое	0,80	0,52	36663	29331	19065	65
Неудовлетворительное	0,80	0,46	36663	29331	16865	58
После реконструкции						
Хорошее	0,85	0,85	34507	29331	29331	100
Удовлетворительное	0,85	0,83	34507	29331	28468	97
Слабое	0,85	0,77	34507	29331	26570	91
Очень слабое	0,85	0,71	34507	29331	24500	84
Неудовлетворительное	0,85	0,64	34507	29331	22084	75

На практике ЭО не обеспечивающие нормального выполнения ЭиТС могут принять ошибочное решение по компенсации потери воды путем планирования завышенного объема водопользования, используя для этой цели заниженные или фактические КПД и высокие поливные нормы (таблица 4).

Таблица 4 - Анализ влияние использования заниженных КПД (технологии полива, оросительной системы, магистральный с распределителями) на расчетную водопотребность и фактическую водообеспеченность

Варианты	Мбр в голове, м ³ /га			Снижение оросительной способности источника орошения, %
	земельного участка ФХ	оросительной системы	в голове МК	
Норма (проектные нормы)	5580	6565	7460	0
Варианты планирования и их реализация				
Вариант-1. Планирование с использованием проектных КПД _{тп} =0,82; КПД=0,85; КПД _{мхк} =0,88	5580	6565	7460	0
Реализация варианта 1 (при слабом уровне ЭиТС)	3055	4700	7460	0
Вариант-2. Планирование с использованием фактического КПД (КПД _{тп} =0,65; КПД=0,60; КПД _{мхк} =0,78)	7039	11732	15041	50
Реализация варианта 2 (при слабом уровне ЭиТС)	3109	5455	9325	20

По данным приведенных в таблице 4 можно убедиться, что использования заниженных и фактических КПД (вместо проектных КПД) приводит к увеличению оросительной нормы-брутто в голове оросительной системы с 6565 м³/га до 11732 м³/га (в 1,79 раза), а в голове магистрального канала (МК) с 7460 м³/га до 15041 м³/га (в 2,02 раза). В итоге уже на стадии планирования водопользования проектная оросительная способность источника орошения снижается на 50%. Безусловно, такого объема воды по каналам не рисовых систем за оросительный период доставить хозяйствам, т.к. их пропускная способность и конструктивные параметры установлены для условий соблюдения проектных показателей (проектная пропускная), а по изношенным и заиленным каналам невозможно доставить даже проектного объема, не говоря о завышенном объеме. Тем не менее, опять же с нарушением, за оросительный период даже если удастся подать в МК повышенный расход воды (из расчета 9325 м³/га) или даже на 25% больше чем проектный объем, в любом случае, до фермерского участка может быть доставлено в лучшем случае объем воды на 1,8% больше чем 3055 м³/га (таблица 4),

т.к. проектные конструкции (сечение) на рассчитан на пропуск выше проектного расхода, тем более до 40% протяженности оросительных каналов из-за плохой ЭиТС бывают заросшими и заиленными.

На основе данных таблицы 4 можно отметить, что нельзя и недопустимо использовать заниженные КПД или фактические низкие КПД для планирования значительно большего объема поливной воды, чем по проекту полагается. Такое случается на основе ошибочного намерения по компенсации потери воды из-за плохого выполнения ЭиТС путем планирования завышенного объема. Такого допускать нельзя. Следовательно, планирование лишнего водозабора никак не может компенсировать или устранять чрезмерно высокой потери воды, из-за плохого выполнения ЭиТС, потери воды нужно сокращать или недопускать, прежде всего путем улучшения организации и выполнения ЭиТС.

Важно также правильное планирование и организация ремонтных работ, а также умения и мастерство машинистов техники по очистке каналов и коллекторов. На практике, часто механическая очистка отмеченных водоводов бывают не качественной, т.е. допускаются чрезмерное углубление и недоуглубление, а также отклонения от проектного уклона дна канала (бывает, что на 30% протяженности канала или коллектора создается обратный уклон). В таких случаях, из-за падения скорости воды и переполнения канала, усливаются не только фильтрационные потери, но и потери воды из-за перелива через борта каналов, а также усиление утечки через водовыпуски.

На основании анализа литературных источников [1-6] и вышеприведенного анализа, можно отметить, что высокая изношенность оросительных систем или их реконструкция и модернизация не должны быть причинами или поводами для снижения качества ЭиТС. В любом случае эксплуатирующая организация должна первоочередное внимание уделять вопросам улучшений ЭиТС оросительных систем, соблюдая правила использования каналов и систем по их техническому паспорту, при планировании водопользования. Становится актуальным применение экологически обоснованных поливных и оросительных норм, районированных на основе адаптивно-ландшафтных подходов.

Таким образом, из существующих мер по предупреждению потерь воды в целом, и особенно потерь воды по эксплуатационным причинам в оросительных системах можно выделить следующие:

1) Формирование штата линейно-эксплуатационной службы (ЛЭС) оросительной системы по нормативу, в составе: объездчиков, гидрометров, регулировщиков затворов и ремонтных работников, из расчета 21-25 единиц персонала для выполнения работ по ЭиТС оросительных каналов (на 5000 га орошаемых земель), для 2-х сменной работы по 10-12 единиц персонала. Их следует принимать на работу на период по 12 месяцев, с обязательным разъяснением функциональных задач (инструктаж, техучеба). Все это является важным условием: снижения текучести кадров; роста квалификации и практических навыков по ЭиТС оросительных систем.

2) Перевод водопользования на оросительных системах на плановую основу, а именно:
- регулярное (ежегодное) составление календарного плана водопользования на уровне оросительных систем на основе заявок хозяйств или их кооперативов и с учетом лимита водопользования, установленных на основе экологических требований;

- корректировка плана водопользования на основе проектных КПД (технологии полива, оросительной системы и МК с МХК), фактической структуры посевов и уточненного лимита водопользования; в) регулярное составление и выполнение оперативных графиков водоподдачи (поливов), с указанием очередности (даты, часы, минуты) начало и завершения круглосуточных поливов земельных участков, подвешенных к точкам водовыдела на участках распределителях.

3) Улучшение планирования и проведения системного водораспределения на уровне водохозяйственных каналов (магистральные каналы, их ветки 1 порядка - бывшие межхозяйственные каналы), распределяющих воду между оросительными системами, на основе календарных планов водопользования составленных для оросительных систем (см. п.2).

4) Среди мер по техническому содержанию оросительных систем особое внимание нужно уделять на правильное осуществление мер ежедневного технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР). На практике, к сожалению, на ТО меньше уделяется внимание, а это увеличивает нагрузку на ТР, что приводит к увеличению затрат на ремонтные работы (аварийные, текущие). В этой связи, важно пунктуальное проведение ТО, а ТО - это ежедневно выполняемые, в оросительный период - без остановки водоподачи, меры в виде мелкого ремонта по устранению обнаруженных проблем, не допуская их обострения, по поддержанию исправности и работоспособности сооружений, их оборудований и механизмов (регулировка, смазка, крепление болтовых соединений, очистка русла, водовыпусков, труб мостов, от мусора и от ила, др).

5) Крайне важно не только правильное планирование и организация текущего ремонта, но и повышение квалификации и мастерства машинистов эксплуатационной (мелиоративной) техники, правильный подбор техники и подготовка их к работе, с учетом конструктивных параметров водоводов (каналов и коллекторов), а также правильная организация их работы – это важнейшие условия получения качественного результата, при механической очистке каналов и коллекторов, не допуская чрезмерного углубления и недоуглубления, а также отклонении от проектного уклона дна канала.

б) Осуществление работ по обеспечению заинтересованного участия фермеров в мероприятиях по улучшению водопользования, поддержания и улучшения технико-эксплуатационного состояния оросительных и дренажных систем. Для этого необходимо развивать деятельность кооперативов хозяйств и передача им в доверительное управление функций производственной эксплуатации, т.е. использование систем по назначению (организация и проведение водопользования по плану и оперативным графикам), составлением эксплуатирующей организации функций технического содержания (техобслуживание, ремонты) и модернизации. При этом, важно пропаганда передового опыта и периодическое обучение как фермеров так и работников эксплуатирующей организации.

В заключение можно отметить, что на функционирующих оросительных системах независимо от того, что проведена ли реконструкция и модернизация или нет, необходимо повседневно держать на контроле и обеспечивать экологические и технологические безопасные режимы функционирования каналов не допуская эксплуатационные потери и другие сверхнормативные потери воды, путем улучшения их эксплуатации и технического содержания, с учетом вышеприведенных рекомендаций, должна быть главной задачей эксплуатирующей организации.

Литература

1. Шаров И.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем.-М.:Колос,1968. – 420 с.
2. Натальчук М.Ф., Ахмедов Х.А., Ольгаренко В.И. Эксплуатация гидромелиоративных систем. -М.: Колос, 1983, - 279 с.
3. Мустафаев Ж.С. Методологические и экологические принципы мелиорации с-х земель. Тараз, 2004. – 306 с.
4. Отраслевые нормативы удельных затрат воды при регулярном орошении (С. Ибагуллин, Р. Кван, Н.Балгабаев, А. Калашников, А. Парамонов, Ф. Вышпольский, Ю. Кван, С. Калдарова, С. Передереева). -Тараз, 2008. -75 с.
5. Н. Балгабаев, Р. Бекбаев, Ф. Вышпольский. Техническое состояние ирригационных систем и их влияние на размеры оросительных норм. Сборник научных трудов КазНИИВХ. Тараз,2012, с.103-107.
6. Кененбаев Т.С. Надлежащая и специализированная эксплуатация – основа эффективности инвестиционных проектов. Журнал Водное хозяйство Казахстана, №1 (78). 2018, с. 6-15.

3 ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВОДЫ

УДК 626.81

НАРАСТАНИЕ ВОДНОГО ДЕФИЦИТА КАК УГРОЗА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

С.Р. Ибатуллин, д.т.н, профессор

Цель стратегии выживания любой страны, так же как и региона - обеспечить развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности. Применительно к нашему региону и с учетом реального экономического состояния наших стран стратегия выживания сводится к главной задаче - обеспечение долгосрочной продовольственной безопасности населения. При этом важным условием является достижение водной безопасности как устойчивого необратимого процесса в экономическом развитии страны.

Водная ситуация в Казахстане. Дефицит водных ресурсов в последние годы характерен для многих стран мира, но истощение их наиболее быстрыми темпами наблюдается в Центральной Азии, в том числе, в Казахстане. Водные ресурсы нашей страны в настоящее время не являются в полном смысле возобновляемым природным ресурсом, поскольку в значительной степени зависят от режима водозаборов в соседних странах (КНР, РФ, РУ, КР). Сокращение стока уже характерно для всех основных водных бассейнов Казахстана.

Систематическое истощение и загрязнение как поверхностных, так и подземных водных ресурсов Республики Казахстан наблюдается в течение последних 25 лет. Если в средний по водности год естественный речной сток всех основных бассейнов Казахстана составлял $100,5 \text{ км}^3$ [1,2], то в последние годы он достигает не более $93,4 \text{ км}^3$ в год, при этом поступление по трансграничным бассейнам упало с 44 до $37,2 \text{ м}^3$ в год [3].

Тем не менее, Казахстан обладает достаточным водным потенциалом с точки зрения удельной обеспеченности поверхностной водой на душу населения: $5104,0 \text{ м}^3$ воды в год, при худшем сценарии – 4700 м^3 в год. Для сравнения: в Центральной Азии в среднем приходится 1720 , а в Узбекистане 1625 м^3 в год. на человека [4].

Оценка возможного использования стока основных речных бассейнов Казахстана показывает, что общие потери стока, включая требуемый объем поверхностных вод для обеспечения устойчивости экосистем составляет $69,9 \text{ км}^3$, включая транзитный сток по р. Ертис в Россию, водоснабжение г. Караганды ($0,9 \text{ км}^3$), естественные потери из рек и водоемов, а также ожидаемое изъятие стока Китаем (таблица 1).

Реально возможные колебания годового использования составят от $22,0$ до $30,0 \text{ км}^3$ в зависимости от водности года. При общем располагаемом стоке $24,4 \text{ км}^3$ с учетом непроизводительных потерь, будет использоваться $21,5 \text{ км}^3$ воды в год [3].

По некоторым оценкам климатические изменения, а также изъятие дополнительного стока трансграничных рек вышележащими странами в связи с экономическим развитием, прежде всего по Балкаш-Алакольскому, Ертисскому и Арало-Сырдарьинскому бассейнам, могут снизить в перспективе среднегодовой объем стока до $86 \text{ км}^3/\text{год}$. Тогда на обеспечение орошаемого земледелия будет возможно использоваться не более 15 км^3 воды в год.

В таблице 1 приведены фактические и прогнозные показатели поверхностного стока всех речных бассейнов Казахстана. Расчеты показывают, что прогнозные возможные к использованию для сельского хозяйства и промышленности водные ресурсы к 2040 году составят не более $24,4 \text{ км}^3$ в год. При этом с учетом непроизводительных потерь можно будет использовать до $21,5 \text{ км}^3$ в год (таблица 1). Реально возможные колебания годового использования стока могут составить от 22 до 30 км^3 в зависимости от водности года [3,7].

В перспективе среднегодовой объем стока в Казахстане может снизиться до 86 км.³ в год. При этом на ирригацию можно будет использовать не более 15 км.³.

Таблица 1. Прогноз распределения поверхностного стока Республики Казахстан до 2040 года с учетом дополнительного изъятия части стока трансграничных рек, км³/год.

Бассейны рек, морей, озер	Фактический сток		Потери стока (-)						Увеличение стока за счет переброски из др. бассейнов (+)	Располагаемый для использования сток
	Всего	в т. ч. поступает извне	необходимые экологические попуски	гарантированные попуски в Россию	потери на испарение, фильтрацию и др.	нерегулируемый сток	переброска в другой бассейн	Итого		
Арало-Сырдарьинский	17,9	14,6	7,2	-	2,8	-	2,0*	12,0	-	5,9
Балкаш-Алакольский	24,2	7,9	14,6	-	1,1	1,8	3,5**	21,0	-	3,2
Ертисский	30,0	6,5	5,5	8,8	4,9	0,8	3,5,0** 0,9***	24,4	-	5,6
Есильский	2,6	-	0,3	-	0,5	0,7	-	1,5	-	1,1
Нура-Сарысуский	1,3	-	0,8	-	0,4	0,1	-	1,3	0,9*****	0,9
Тобол-Торгайский	2,0	-	0,3	-	0,1	1,0	-	1,4	-	0,6
Шу-Таласский	4,2	3,1	1,4	-	0,2	0,1	-	1,7	-	2,5
Урало-Каспийский	11,2	5,1	4,0	-	2,2	0,4	-	6,6	-	4,6
Всего по Казахстану	93,4	37,2	34,1	8,8	12,2	4,9	9,9	69,9	0,9	24,4

Примечание: * сброс в Арнасай; **дополн. водозабор КНР; *** сброс в канал им. К. Сатпаева.

Тем не менее, это позволит орошать от 2,7 до 3,0 млн. га земель, при условии увеличения КПД оросительных систем до 0,85 за счет их реконструкции на площади 1,6 млн.га и ввода новых земель с применением водосберегающих технологий и снижением средней оросительной нормы до 5,5 тыс. м³/га.

Учитывая, что в Казахстане в 1990 году на площади орошения 2,3 млн. га производилось 35 % продукции растениеводства, реализация новых планов позволит поднять этот показатель до 46%, тем самым обеспечив повышение гарантированного производства продукции.

Орошаемые земли в 2019 году, составляя 7,22% от площади пашни, дали 37,9% всей валовой выручки РК, а в 2030 году орошаемые земли при увеличении до 13,5% от общей площади пашни будут производить 70,3% всего валового дохода от растениеводства РК. Валовой доход с орошаемых земель увеличится с 1393,3 млрд.тн. (2019 г), до 5032,1млрд.тн в 2030 году [7]. Эти данные наглядно показывают связь достижения значительного увеличения продуктовой корзины с оптимальным управлением водными ресурсами в условиях их дефицита. Политика повышения продуктивности воды может быть реализована через технологические решения в проектировании, строительстве и эксплуатации оросительных систем. Например, в Синьцзяне, КНР на площадях более 4,0 млн.га, благодаря внедрению водосберегающих технологий, КПД отдельных систем достиг 92%!

Вывод: лицам, принимающим решения, специалистам всех категорий нужно найти пути ускоренного развития ирригации в Казахстане, как важного фактора продовольственной безопасности страны.

Проблемы воды и продовольствия в регионе бассейна Аральского моря. Сегодня усилия правительств стран Центральной Азии направлены на разработку национальных стратегий и программ развития водного хозяйства, ирригации, гидроэнергетики, охраны вод. Но в конечном итоге, они направлены на обеспечение продовольственной безопасности собственных государств, зачастую без учета интересов водной безопасности других стран. Несмотря на то, что эти программы предусматривают внедрение водосберегающих технологий. В целом, они направлены на увеличение площадей орошения и чаще всего, слабо учитывают региональные подходы и интересы соседних стран. Например, программа Кыргызстана предусматривает ввод новых 700, тыс.га орошаемых земель. Это потребует, как минимум 3,3 – 4,0 млрд. м³ дополнительного изъятия стока ежегодно, что приведет к нарушению ранее утвержденных схем КИОВР бассейнов рек Шу, Талас и Сырдария, что создаст значительное напряжение в водообеспечении Казахстана. Строительство Сардобы в бассейне Сырдарьи – еще один пример одностороннего несогласованного решения в совместном использовании водных ресурсов. За последние 35 лет водообеспеченность на душу населения в Аральском бассейне снизилась с 4500 м³ в год до 1932м³ в год на человека (таблица 2), т.е. в два с лишним раза (для сравнения – в Европе только на 24%) [4]. Если прибавить к этому неутешительные прогнозы снижения водности наших главных водотоков – Амударьи и Сырдарьи на 12-15% за счет таяния ледников, а также ожидаемое подключение Афганистана в процесс изъятия стока в объеме 7-8 млрд. кубометров, то, проблема обеспечения жизнестойкости региона выходит на первый план (таблица 3).

Таблица 2 - Динамика основных показателей стран Бассейна Аральского моря (для Казахстана и Кыргызстана – только бассейн Сырдарьи)*. По данным НИЦ МКВ, 2019(3).

Индикатор	Страна	Год								
		1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016
Население, тыс. человек	Казахстан*	2069	2220	2311	2403	2603	2805	3200	3540	3605
	Кыргызстан*	1813	2062	2364	2505	2726	2655	2834	3131	3176
	Таджикистан	4005	4641	5359	5876	6250	6736	7498	8389	8577
	Туркменистан	2576	2923	3346	4192	4909	4127	4434	4850	4935
	Узбекистан	15098	17485	20606	22904	24908	26408	29123	31575	32121,1
	Всего в БАМ	25561	29331	33986	37880	40158	42731	47090	51485	52414,1
Орошаемая площадь, тыс. га	Казахстан	696,0	705,9	752,0	758,4	769,7	691,8	672,7	730,5	781,5
	Кыргызстан	451,9	453,8	448,8	459,3	461,5	441,9	437,5	429,3	428,8
	Таджикистан	670,6	710,2	750,5	746,8	749,9	763,1	802,4	806,2	820,7
	Туркменистан	928,0	1158,0	1294,9	1671,9	1738,8	1817,8	1869,0	1582,0	1801,3
	Узбекистан	3688,1	4085,4	4324,7	4466,0	4439,2	4403,9	4385,6	4209,3	4205,8
	Всего в БАМ	6434,6	7113,3	7570,9	8102,4	8159,1	8118,4	8167,2	7757,4	8038,1
Общий водозабор, млн. м ³	Казахстан	12490,9	11500,4	11038,1	9604,8	6890,1	7424,1	6802,4	7654,4	7149,6
	Кыргызстан	3827,0	3609,5	3884,2	3822,7	3368,3	3307,3	3232,5	3320,0	3338,2
	Таджикистан	12556,8	12733,1	12847,3	12443,6	12744,7	13238,5	13446,0	13191,2	12025,9
	Туркменистан	23764,4	26150,2	25858,9	2790,04	24125,2	26854,5	2558,1	27882,7	24203,8
	Узбекистан	76719,4	68128,5	65494,0	53525,0	48069,5	57602,8	56024,7	55138,0	54555,0
	Всего в БАМ	129358,6	122121,8	119122,5	107300,1	95197,9	108427,1	105088,7	107192,3	101272,5

Продолжение таблицы 2

Индикатор	Страна	Год						
		1980	1985	1990	1995	2010	2015	2016
Включая для орошения, млн. м ³	Казахстан	12205,8	11110,3	10599,2	9293,6	6662,4	7427,1	6941,3
	Кыргызстан	3059,2	3059,2	3059,2	3059,2	3059,2	2938,1	2954,2
	Таджикистан	9839,0	9844,0	9905,0	9646,0	9189,0	9699,4	8842,6
	Туркменистан	20823,0	22891,0	22113,0	24036,0	22451,3	23514,9	20407,9
	Узбекистан	69814,7	61996,9	59599,5	48707,8	50982,5	49970,0	49429,0
	Всего в БАМ	115741,6	108901,5	105275,6	94743,6	92344,4	93549,5	88575,0
Удельное водопотребление, м ³ /га	Казахстан	17537,1	15739,2	14094,6	12254,2	9903,5	10166,6	9620,7
	Кыргызстан	6770,0	6741,2	6816,8	6660,6	6993,0	6843,4	6889,4
	Таджикистан	14671,6	13861,0	13198,1	12916,4	11451,9	12031,0	10774,5
	Туркменистан	22438,7	19767,7	14376,4	11507,0	12495,9	14864,0	11329,6
	Узбекистан	18929,7	15175,2	13781,2	10906,3	11624,3	11871,0	11752,6
	Всего в БАМ	16069,4	14256,9	13781,2	10906,3	10009,8	11083,4	11019,4
Водопотребление на душу населения, м ³ /чел	Казахстан	6037,2	5180,4	4776,3	3997,0	2125,8	2162,3	1983,2
	Кыргызстан	2110,8	1750,5	1643,1	1526,0	1140,5	1060,5	1050,9
	Таджикистан	3135,3	2743,6	2397,3	2166,6	1793,2	1572,5	1402,1
	Туркменистан	8591,6	8790,0	7941,9	7968,0	5769,8	5750,2	4904,5
	Узбекистан	5081,1	3896,4	3178,2	2325,1	1923,7	1746,2	1698,4

Таблица 3. Показатели потребления и производства основных видов продовольствия

№ п/п	Наименование продуктов	Нормы* продовольственной корзины, кг/чел/год	Потребление и производство в странах ЦА, кг/чел/год									
			Казахстан**		Кыргызстан		Таджикистан		Туркмения		Узбекистан	
			Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся	Потребл.	Произв-ся
1	Хлебобулочные, мука	127,0	130,7	177,0* *	128,0	70,0	155,0	102,0	147,0	60,0** *	177,0	110,0
2	Мясо	59,0	54,5	41,3	34,4	44,1	15,0	12,4	30,0	15,3** *	40,7	44,1
3	Картофель	100,0	48,6	199,2	46,8	227,6	33,0	48,0	30,0	-	56,4	92,5
4	Овощи	114,0	89,3	213,2	76,8	175,3	76,0	95,4	120,0	40,0** *	277,2	352,4
5	Сахар	24,0	20,7	25,7	13,2	11,1	14,0	14,0	11,0	19,0	10,0	11,0
6	Молоко	290,0	235,5	300,1	82,8	249,9	59,0	103,0	178,0	292,0	279,6	303,2
7	Яйца	210,0	164,7	267,3	58,8	770	71,0	40,0	62,0	150,0	213,6	192,3
8	Фрукты	60,0	61,4	35,0	24,2	39,2	33,0	21,3	23,0	-	148,8	95,1
9	Растительное масло	12,0	18,4	17,6	12,0	1,9	16,0	1,2	12,0	-	24,0	6,9

* Федеральный закон РФ №227 Ф-3, ** Туркестанская и Кызылординская области, *** Экспертные оценки

В 1992 году конференция ООН по окружающей среде и развитию констатировала невозможность движения развивающихся стран по тому пути, которым пришли своему благосостоянию развитые страны. Речь шла об интенсивном потреблении природных ресурсов в сугубо национальных интересах. Эта модель признана ведущей к катастрофе. Стратегия выживания региона должна основываться на принципах справедливого и разумного использования ресурсов и прежде всего, трансграничных водных ресурсов [10].

Рассматривая условия стратегии жизнестойкости любой страны или региона, необходимо, прежде всего, ответить на вопрос: приняты ли странами долгосрочные программы ус-

тойчивого развития и насколько они коррелируют с Целями устойчивого развития, которые вступили в силу с 1-го января 2016 года.

Основная продукция сельского хозяйства в Центральной Азии производится на орошаемых землях (определенное исключение составляет Казахстан). При этом показатели наших республик еще далеки от экономических критериев продовольственной безопасности процветающих стран, что ставит наши государства в положение догоняющих в достижении высоких показателей [5].

В таблице 3 и рис.1 (на примере муки и хлебобулочных изделий) приведены данные о производстве и потреблении в странах ЦА основных продуктов питания, входящих в потребительскую корзину. Использовались данные отчетов ФАО, Минсельхоза, Минэкономики и других источников стран региона за 2015-2018г.г.

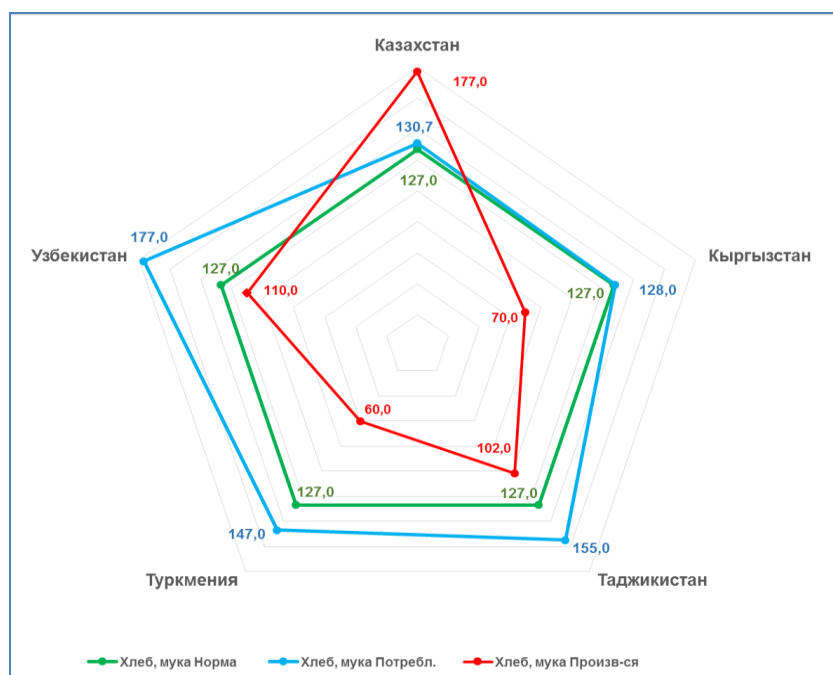


Рисунок 1 - Диаграмма потребления и производства муки и хлебобулочных изделий в сравнении с нормой продовольственной корзины

За эталонный ориентир взяты нормы продовольственной корзины, принятые в РФ на 2018 год, поскольку они соответствуют международным стандартам развитых стран [5].

Анализ данных диаграммы на рисунке 1 показывает, что страны ЦА обеспечивают себя каждая: по хлебу на 40-60% (за исключением Казахстана), а таблицы 3: по мясу на 45-75%; по молоку на 70-90%, по овощам на 40-120%. Если в наших странах сохранятся тенденции экстенсивного использования орошаемого земледелия, с целью увеличения производства и потребления продуктов до объемов продовольственной корзины, (таблица 3), то прогноз необходимого ежегодного объема изъятия воды в бассейне Аральского моря выглядит следующим образом:

Чтобы обеспечить свою продовольственную безопасность, по основным видам продовольственной корзины, идя по пути экстенсивного развития АПК, республики Центральной Азии теоретически должны забирать в 1,3-1,4 раза больше воды нынешних объемов. Тогда общая потребность в воде при сохранении существующих тенденций приоритета национальных интересов стран, составит 120-125 млрд.м³ в год при суммарном среднегодовом стоке в БАМ 103,8 млрд. м³. Если подойти к этой проблеме с учетом роста населения, то при сохранении нынешнего удельного водопотребления к 2030 году понадобится 133 млрд. м³ воды. То есть, на 30 млрд.м³ больше возможного стока всего бассейна Аральского моря! Эти прогнозные данные еще раз демонстрируют необходимость поиска резервов водной, а значит и продовольственной безопасности, как отдельных стран, так и всего региона.

Если мы уменьшим удельное водопотребление сельхозкультур на 35% на первом этапе действий в рамках Стратегии, то общая потребность в оросительной воде не превысит 63 млрд. м³, что гораздо ниже нынешних затрат воды в объеме 88,6 млрд.м³, (таблицы 2, 4).

В то же время необходимо решать проблему кардинального повышения продуктивности поливной воды за счет комплекса агротехнических мероприятий (мелиорация почв, реконструкция дренажных систем, оптимизация состава сельхоз культур, внедрение систем SKADA и т.д.). Кроме того есть интересные работы (Г.Б.Стулина), которые могут служить эффективной адаптационной мерой и одним из путей выживания с точки зрения продуктовой безопасности [8].

Вывод: нужна региональная Программа интегрированной продовольственной безопасности, основанная на Межгосударственной Водной Стратегии управления водными ресурсами Центральной Азии.

Таблица 4. Прогноз потребности в оросительной воде в БАМ при внедрении водосберегающих технологий

Страны	Площади орошаемых земель в 2016 г. тыс.га	Удельное водопотребление, м ³ /га		Использовано воды, млрд.м ³	
		2016 г.	необходимо в 2025-2030 гг.	факт. 2016 г.	необходимо в 2030 гг.
Казахстан	781,5	9620,7	8000	6941,3	5844,0
Кыргызстан	428,8	6889,4	6000	2 954,2	2578,2
Таджикистан	820,7	10774,5	8000	8842,6	6450,0
Туркмения	1801,3	11329,6	8000	20407,9	12656,0
Узбекистан	4205,8	11752,6	8000	49429,0	35200,0
Всего(средн.)	8038,1	11019,4	7600	88575,0	62728,2

Проблемы энергетической безопасности Центральной Азии также входят в число важнейших с позиций устойчивого развития и тесно связаны с развитием ирригации, а значит повышением производства сельхозаграрной продукции. По данным Программы ООН для экономик Центральной Азии (СПЕКА), возобновляемый гидропотенциал в Центральной Азии в настоящее время используется только на 6%. Так, выработка электроэнергии на душу населения составляет: в Казахстане 4730 квт-час, в Кыргызстане 1375 квт-час, в Таджикистане 2064 квт.час, в Туркменистане 2403 квт-час, в Узбекистане 1650 квт-час. Для сравнения: в Японии с населением 69 миллионов человек этот показатель равен 8400 квт-час на человека, в Канаде (36,7 млн.) – 15140 квт-час на душу населения.

В государствах ЦА в совокупности имеется достаточно топливно-энергетических ресурсов для обеспечения потребностей на сравнительно отдаленную перспективу. Основная проблема состоит не столько в их физическом дефиците, сколько в необходимости создания совместными усилиями условий для эффективного использования имеющегося потенциала с учетом его территориального распределения.

Строительство ряда гидроэлектростанций в постсоветские годы было отложено или заморожено. Серьезнейшая проблема – увязка интересов гидроэнергетики и водопользования. Развитие гидроэнергетики требует всестороннего учета интересов всех стран бассейнов Амударьи и Сырдарьи. Ведь речь идет не только об электроэнергии, но и воде, на которой зиждется все сельское хозяйство стран Центрально-Азиатского региона [9].

Новые инициативы Президентов Узбекистана и Казахстана по совместному строительству гидроэнергетических объектов и предложение о возврате к идее создания водно-энергетического консорциума ЦА дают мощный стимул к конкретным шагам к полнокровному водному сотрудничеству [12].

В 2018 году по инициативе НИЦ МКВК создана международная Экспертно-аналитическая платформа стран ВЕКЦА (ЭАП) для выработки независимых рекомендаций

для правительств. Важным этапом будущей работы ЭАП представляется разработка Дорожной карты действий с перечислением задач, мероприятий, результатов и стоимости их реализации.

В Дорожной карте ЭАП предлагается предусмотреть следующие разделы.

1. Стратегические основы и перспективное планирование в части использования и управления водными ресурсами БАМ на перспективу до 2030 (2050) г.

1.1. Разработка региональной водной стратегии стран ЦА с учетом изменения климата, демографического роста, потребностей экономик и экологии в увязке с ЦУР

2. Институты и процедуры регионального взаимодействия.

2.1. Налаживание диалога в виде Водной Дипломатии.

2.2. Укрепление региональных институтов МФСА и совершенствование нормативно-правовой базы в БАМ.

3. Формирование единого информационного пространства с базой данных.

4. Образование, кадры, укрепление потенциала.

5. Проработка экономических вопросов создаваемого Водно-энергетического Консорциума.

6. Внедрение ИУВР как инструмента зеленого развития

7. Управление качеством вод и охрана экосистем, в том числе лесов, водно-болотных угодий водоносных слоев, рек и озер.

8. Развитие малой гидроэнергетики и ВИЭ.

9. Разработка мер по адаптации к изменению климата.

Решение этих задач должно быть найдено в поиске интегрального равновесия экономик стран ЦА и межсекторальных векторов развития [10].

При этом важно выделить две задачи в стратегии поведения лиц, принимающих решения: готовность идти на действия за поиск ресурсов (работа на опережение угроз и вызовов) или снижать потребность общества для снижения рисков. Будем надеется, что «верхи» выберут правильный путь.

Литература

1. Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов РК. Постановление Правительства РК № 235 от 16. 04.2016г. город Астана.

2. Ибатуллин С.Р. и др. Влияние изменения климата на водные ресурсы Центральной Азии, Евразийский Банк Развития, отчет № 6 , 116стр,Алматы,Казахстан, (2010).

3. Диагностический доклад о рациональном использовании водных ресурсов в Центральной Азии (Обновленная версия на 19.01.2020).Выполнено по заказу ОЭСР НИЦ МКВК, Ташкент, 160 стр.

4.Saghit Ibatullin and Dinara R. Ziganshina, The Future of Water Resources, foliant “The Aral Sea Basin” ,ch.12,p.p.176-196; Routledge, Taylor and Francis Group, London and New York,2020

5. С.Ибатуллин , Стратегия выживания в условиях водного дефицита в Центральной Азии, Бюллетень НИЦ МКВК, № 68, декабрь 2018.

6. Ibatullin S. et al. Managing Water Resources in Aral Sea basin: Current Situation: Vision and Road Map, (accessed 10 June 2019), World Bank Expert Group.<http://documents.Worldbank.org/cureted/en272511487775228782/pdf/112964-WP-Public-ADD-SERIES>.

7.Карлиханов Т. Ибатуллин С. в книге « Арал: прошлое, настоящее, будущее», Астана, Казахстан стр. 59-68, 2016.

8.Концепция развития орошаемого земледелия Республики Казахстан на 2020-2030г.г. Калашников А.А и др.,КазНИИВХ, МЭГПР, Тараз- Астана, 2020, стр. 7,28.

9.Stulina G. , Solodkiy G., The effect of climate change on land and water use; Agricultural Sciences, vol.6, p.p. 834-8847, 2015.

10. Ясинский В., Мироненков А., Стеклов Ю., Сарсембеков Т. Международная практика сотрудничества и проблемы развития гидроэнергетики в бассейнах трансграничных рек. Алматы, RUAN, 2011, стр. 46-56.

11. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. Европейская Экономическая Комиссия Организации Объединенных Наций, Нью-Йорк-Женева, 2013 год.

12. М.Ф. Уркумбаев, Интегральное равновесие рынка и общества, Тараз, Сенім, 2009г. (стр.244-260).

13. МФСА: материалы встречи президентов стран Центральной Азии, Ашхабад, 2018 г.

УДК 621.311.21:628

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ГИДРОЦИКЛОННОГО ТИПА ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Касымбеков Ж.К., доктор технических наук, профессор, **Касымбеков Г.Ж.** инженер-гидроэнергетик

Казахский национальный исследовательский технический университет
(SatbayevUniversity), г. Алматы, Казахстан

Ввиду того, что в мировом масштабе приобретает ускоренная тенденция развития нетрадиционных источников энергии в различных отраслях экономики, данный вопрос не обошел стороной и систему водоснабжения и канализации [1-4]. Разработки и технологии, основанные на принципах малой гидроэнергетики начали конкурировать с используемыми способами выработки электрической энергии как в технологическом, так и в экономическом плане [5,6]. Установлено, что применение мини или малых ГЭС для систем подачи воды и канализации сточных вод может существенно уменьшить зависимость обслуживающих предприятий от подачи электроэнергии. Так, малая ГЭС, смонтированная на канализационно-очистном сооружении г. Уляновск позволяет использовать энергию сбрасываемой очищенной воды в реку Волга, после доочистки [7]. Общий объем годовой выработки электрической энергии составляет до 5,3 млн кВт·ч.

Американские инженеры из LucidEnergy предложили установить в системе городского водопровода мини-турбины, которые вращаются за счёт течения воды по трубам, поставляемой водопотребителям [8]. Преимуществом такой технологии является отсутствие негативного воздействия на окружающую среду, а также невысокая себестоимость полученной электроэнергии. Разумеется, незначительная величина вырабатываемой мощности одной установки (от 2 до 10 кВт) ограничивает ее область применения, но совокупность миниагрегатов служит дополнительным источником для освещения площадок, обслуживания систем управления и т.д.

Процесс применения мини-ГЭС в системах питьевой воды преимущественно краткосрочен и поэтому не приводит к длительному перерыву в водоснабжении [9]. Окупаемость капитальных вложений наступает в течении от двух до пяти лет.

Задачей предлагаемой нами разработки является упрощение конструкции минигидроэлектростанции циркуляционного действия и обеспечение очистки воды, поступающей к рабочей гидротурбине от механических примесей путем использования вращательного эффекта в гидроциклонах.

Описание разработанной конструкции. Поставленная цель достигается тем, что водоприемник станции выполнен в виде цилиндро-конической гидроциклонной капсулы, внутри которой к цилиндрической части его соосно расположена лопастная гидротурбина с меньшим диаметром, причем ось гидротурбины к капсуле прикреплена с помощью не-

сплошной перегородки из изогнутых пластин по направлению закрутки воды, тангенциально подаваемой в водоприемник (патент КЗ № 33345,2018)

На рисунке 1 показаны схема и общий вид разработанной мини гидроэлектростанции гидроциклонного типа [10].

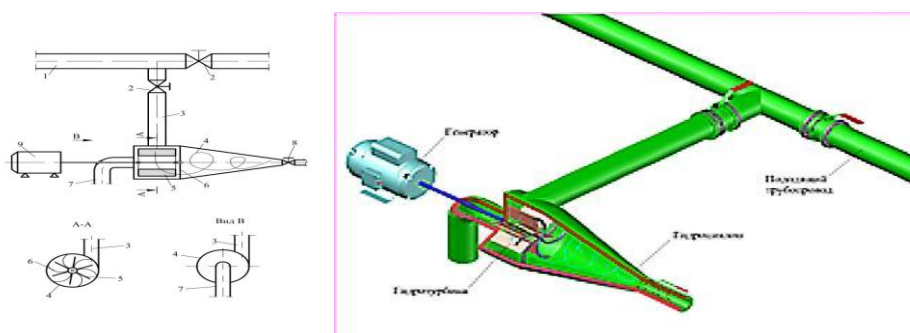


Рисунок 1 - Конструктивная схема и общий вид разработанной мини гидроэлектростанции гидроциклонного типа

Она включает узел водовода 1, задвижку 2, подводящую трубу 3, гидроциклон - водоприемник 4, гидротурбину 5, перегородку 6, сливной патрубком 7, песковое отверстие 8; генератор 9, ременную передачу 10 и натяжное устройство 11.

При работе, за счет тангенциального входа воды в гидроциклоне образуется сильное вращательное движение, т.е циркуляция потока, которая воздействует на верхние поверхности лопаток и вращают турбину, закрепленную внутри капсулы с помощью несплошной перегородки 6 из изогнутых пластин по направлению закрутки воды.

При разделении и уносе твердых частиц в сторону пескового отверстия 8 гидроциклона внутренний закрученный поток очищенной воды поднимаясь на верх к сливному патрубку 7 усиливает вращение вала турбины с внутренней стороны. Взаимодействие двух поверхностных закрученных потоков значительно повышает работоспособность гидроагрегата и повышает мощность на 15-20%.

Вращение турбины через ременную передачу передается генератору 9. В генераторе вырабатывается электрический ток.

Улавливаемые в гидроциклоне механические примеси, преимущественно в виде мелкого песка, накапливаются у пескового отверстия и эжектируются за счет остаточного напора в отвал по трубе.

В технологической схеме мини ГЭС при необходимости, т.е когда уровень месторасположения колеблется в меньшую или большую сторону, может быть использовано натяжное устройство 11, снабженное дополнительным колесом с пружиной.

В общем виде компоновочная схема модели мини ГЭС гидроциклонного типа, предназначенная для проведения лабораторных исследований показана на рисунке 2.

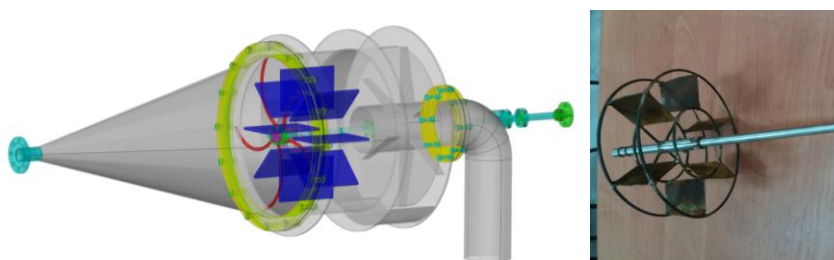


Рисунок 2 - Модель мини ГЭС гидроциклонного типа для лабораторных испытаний

Для того чтобы облегчить выбор необходимой формы гидротурбины и рационального расположения ее в гидроциклонном корпусе предварительно было произведено компьютерное моделирование процессов при трех вариантах компоновки и выполнения гидротурбины.

При этом использовалась программа SolidWorks (flowsimulation), а для проверки полученных данных - дополнительное программное обеспечение "AutodeskSimulation CFD [11]. Несмотря на некоторые погрешности в допустимых пределах, расчетные материалы оказались идентичными (таблица 1). В конечном счете, из всех трех рассмотренных вариантов по вращательной способности и напорно-расходным характеристикам более приемлемым оказался вариант №2, где частота вращения составляет 596,0 об/мин (таблица 1). Здесь гидротурбина была выполнена с одинарным ободком и лопастью, расположенная под 90°.

Таблица 1 Значения частоты вращения при различных вариантах компоновки

Наименование	Вариант №1	Вариант №2	Вариант №3
Частота вращения гидротурбины n, об/мин	715	596	536

На основе вышеизложенного были установлены течения в проточной части гидроциклона и турбины с конкретизацией направления вектора потока воды с мехпримесью в принятом варианте компоновки (рисунок 3а). Здесь расход воды с примесями через песковое отверстие составил $Q=76,0$ l/min, а расход очищенной воды через сливной патрубок гидроциклона - $Q=124,0$ l/min. Широкий набор настроек турбулентности и возможность добавления пользовательских настроек обеспечивает корректное моделирование требуемого процесса (рисунки 3б и 3в).

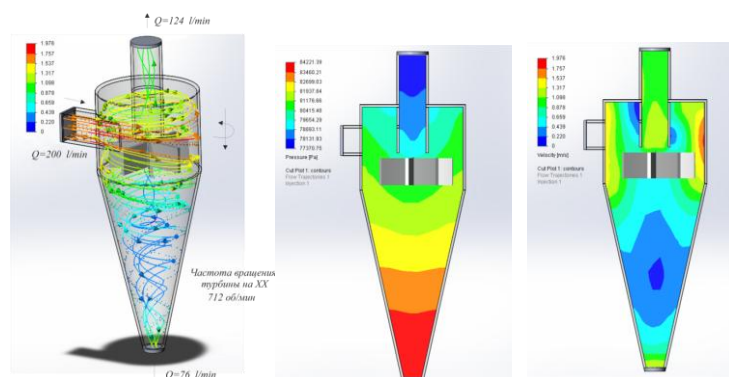


Рисунок 3 - Направление вектора потока воды с мехпримесью (а), изолинии распределения скоростей (б) и давления (в) потока

Как и предполагалось, максимальное значение давления имеет место у входного и сливного патрубков, что способствует повышению частоты вращения турбины.

Численные значения давления и скоростей на входном патрубке приведены в таблица 2

Таблица 2 - Данные давления и скоростей на входном патрубке

Parameter	Minimum	Maximum	Average	Bulk Average	Surface Area [m ²]
Pressure [Pa]	80843,8701	81295,5122	81077,7582	81077,7582	0,001986936
Velocity [m/s]	1,67594732	1,67594732	1,67594732	1,67594732	0,001986936

Таблица 3 - Данные давления и скоростей на сливном патрубке

Parameter	Minimum	Maximum	Average	BulkAverage	SurfaceArea [m ²]
Pressure [Pa]	83630,5439	83630,5439	83630,539	83630,5439	0,000916314
Velocity [m/s]	1,42888358	1,52609812	1,49464753	1,49438927	0,000916314

Таблица 4 - Данные давления и скоростей на песковом отверстии

Parameter	Minimum	Maximum	Average	Bulk Average	Surface Area [m ²]
Pressure [Pa]	77395,9838	77395,9838	77395,9838	77395,9838	0,002173858
Velocity [m/s]	0,943462386	1,12727611	1,0392458	1,03939269	0,002173858

Чтобы проверить достоверность результатов компьютерного моделирования был произведен расчет энергетического показателя модели мини ГЭС гидроциклонного типа. При этом, мощность потока, в ваттах

$$N = gQH, \text{Вт} \quad (1)$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, ускорение свободного падения, $Q=200,0 \text{ л/мин} = 3,33 \text{ л/с}$.

Следует учесть, что фактическое значение мощности, которую сможет выдать модель установки, может быть несколько низким, чем расчетная величина, т.к. на линии «гидротурбина–генератор» происходят определенные потери.

Тогда, при напоре $H=0.1444 \text{ м}$

$$N=9.81*3.33*0.144=4.7 \text{ Вт} \quad (2)$$

При этом, частота вращения турбины будет зависеть от скорости струи и диаметра рабочего колеса турбины.

$$n = \frac{n_s \sqrt{H}}{D_t} = \frac{350 * \sqrt{0,1444}}{0,18} = 739 \text{ об/мин} \quad (3)$$

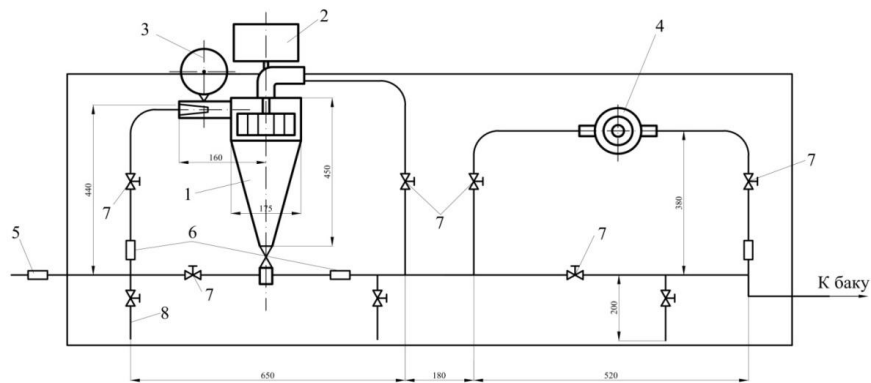
где: $D_t=0.18 \text{ м}$ - средний диаметр рабочего колеса в метрах, H - напор в метрах, $n_s=350$ коэффициент быстроходности.

Основной целью доработки являлась переделка существующего лабораторного стенда для испытания нового мини ГЭС гидроциклонного типа. Эта связана с тем, что существующая компоновка ранее соответствовала проведению опытов, когда гидроциклон и гидротурбина были расположены отдельно от друг друга, т.е. очистка воды производилась в вертикально установленном (до гидротурбины с генератором) гидроциклоне. При совмещении их в одном корпусе, как видно из рисунка 4 пришлось выполнить значительную доработку согласно приведенной схеме.

В гидроциклоне 1 с диаметром цилиндрической части 175мм и общей длиной 450 мм устанавливалась лопаточная гидротурбина. К ней через вал был соединен генератор 2, который вырабатывает электрический ток. На входе устанавливался дозатор 3 для подачи песка гидроциклону при наносном режиме работы.

Измерение требуемых параметров осуществляются с помощью электронного расходомера 5 и электронных датчиков давления 6.

Вторая (существующая) гидротурбина с генератором 4 была оставлена для дополнительной выработки электроэнергии при рассмотрении различных режимов работы мини ГЭС. Регулирование объема подачи воды производился с использованием задвижек 7 и водосливов 8.



1-гидроциклон с гидротурбиной; 2-генератор; 3-дозатор для подачи песка; 4-гидротурбина с генератором-2; 5-электронный расходомер; 6- электронные датчики давления; 7- задвижки; 8- водослив; 9- насадок

Рисунок 4 - Схема доработки лабораторного стенда для испытания Новой конструкции мини ГЭС

Использованная вода по трубам поступает в специальный бак и оттуда откачивается с помощью консольного насоса. Таким образом обеспечивается оборотное водоснабжение стенда при проведении опытов.

Общий вид лабораторного стенда после доработки показан на рисунке 5.

Чтобы выбрать более рациональную конструкцию лопаток гидротурбины первоначально они были выполнены с двойным и одинарным ободками на валу. При этом углы расположения лопаток равнялись 90° и 45° .

Проверка в работе этих гидротурбин не дали осязаемых результатов по энерговыработке, вал крутился с перебоями и было сложно установить устойчивый режим работы генератора. Монтаж и установка гидротурбины с одинарным ободком несколько улучшила частоту вращения вала, но не было достигнуто расчетное значение параметра, полученное при компьютерном моделировании процесса.

После обсуждения результатов проверки было решено увеличить площади поверхности лопаток до 2 раза по длине (от 40×40 мм до 80×40 мм) и выполнить их из оргстекла, т.к. лопатки из тонкого металла оказались быстро ржавеют.



Рисунок 5 - Общий вид лабораторного стенда после доработки

При сравнительном испытании турбин с узкими и уширенными лопатками с исполнением под 90° достигнуты хорошие результаты, напряжение выросло от 17 вт до 32 вт, т.е. до предельной возможности рассматриваемой модели гидротурбины. Поэтому, они были оставлены для дальнейших исследований.

На основе указанных технологических параметров турбины был подобран соответствующий генератор. Предусмотрено два варианта соединения генератора с турбиной - напрямую и через ременную передачу. Объем стакана дозатора выбирался исходя из необходимости песка при испытании мини ГЭС на наносном режиме. При высоте, равной 120 мм, диаметр его равняется 63 мм. Чтобы улучшить подачу песка при работе внутри входного патрубка гидроциклона предусмотрен конусный насадок. Наличие насадка одновременно

позволяет засыпать песок также при действии агрегата, т.е. играет роль обратного клапана. Вынос сгущенной массы по песковому отверстию регулируется с помощью задвижки.

Управления параметрами действия, регистрация и обработка полученных данных производятся с помощью коммуникационного шкафа с элементами управления и проведения измерений, а также модуль сопряжения измерительных датчиков с персональным компьютером.

Исходными данными для расчета гидроциклонного корпуса для обеспечения очищенной водой гидротурбины мини ГЭС были приняты:

- Расход воды, проходящей через гидроциклон - Q_n , м³/ч;
- Перепад давления жидкости при входе в гидроциклон и выходе из него - δH , м;
- Плотность воды с мехпримесями - ρ_s , кг/м³;
- Содержание взвешенных частиц до очистки - γ , мг/л

Диаметр цилиндрической части гидроциклона определяется по формуле:

$$D_u = \sqrt{\frac{Q_n}{0,13 \times k_1 \times \sqrt{\delta H}}} \quad (4)$$

где Q_n – расход воды, проходящей через гидроциклон м³/с

k - опытный коэффициент размерности, $k = 0,45.. 0,65$;

δH - перепад давления жидкости при входе в гидроциклон и выходе из него, м. вод.ст.

Обычно для гидроциклонов среднего и большего диаметров в зависимости от давления на входе δH составляет $(15.. 25)H_{вх}$.

Предварительные опыты показывают, что величина вырабатываемой мощности (энергии) напрямую зависит от давления на линии и от частоты вращения вала генератора. Увеличение давления на рабочее колесо гидротурбины приводит к увеличению частоты вращения и тем самым повышению технологической возможности агрегата по максимальному использованию энергии водных ресурсов.

Положительной особенностью усовершенствованного стенда является то, что его конструкция обеспечивает возможные режимы работ при различной компоновке, например: насос-гидроциклон, насос-гидроциклон-гидротурбина и насос-бак. Используя принятой технологической замкнутой линии можно проводить опыты в непрерывном режиме и изучить параметры основных элементов в отдельности и в совокупности.

Приемочные испытания модели мини ГЭС, проведенные в лабораторных условиях показали работоспособность рассматриваемой конструкции и компоновки, что может служить базой для проектирование опытного образца и испытания его в производственных условиях. Наблюдается улучшение мощностной характеристики гидроагрегата до 10-15%. Степень очистки воды в гидроциклонах при работе в напорном режиме достигает 95-97%. Простота конструкции гидроэлектростанции и технологической схемы компоновки может снижать затраты на изготовления до 20%.

Литература

1. European Renewable Energy Council (2012). "REN21 Renewables. Global Status Report". European Focus, Paris, France.
2. IEA (2010). Energy Technology Perspectives, OECD/IEA, Paris.
3. Касымбеков Ж.К., Касымбеков Г.Ж. Описание патента KZN№33345 «Минигидроэлектростанция гидроциклонного типа», дата приоритета 15.03.2018.
4. European Small Hydropower Association ESHA (2004). "Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant" Brussels, Belgium.
5. Экономическая эффективность МГЭС (2016). [online]. Доступно по ссылке: <https://helpiks.org/7-45437.html>. [дата обращения 15.03.2016].

6. Янина Ю.В., Ходанков Н.А. Описание патента KZ №29169 «Циркуляционная мини-гидроэлектростанция», дата публикации: 17.11.2014.

7. Свиридов Ю.Н., Царев А.А. О реализации пилотного проекта «Малая ГЭС на сбросном коллекторе городских очистных сооружений канализации» // Журнал «Энергосвет» №1(16). – М., 2013, с.15-17.

8. Водопровод Портленда превратят в миниГЭС (2015). [online]. Доступно по ссылке: <https://habr.com/ru/post/366263>. [дата обращения 19.02.2015].

9. МиниГЭС для систем подачи воды и канализации стоков (2019). [online]. Доступно по ссылке: <http://www.alterenergy.info/hydropower/28-notes/343-mini-hydro-water-supply-sewerage-drains>.

10. Kasymbekov Zh.K., Atamanova O.V., Kasymbekov G.Zh. Hydro-electrostation of hydro-cyclone type of small power // The bulletin of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan, Volume 5, Number 375. Almaty, 2018, p. 48- 54.

11. Евтюшкин Е. В. Математическое моделирование движения дисперсной фазы и сепарации в гидроциклоне. Томск., 2007. -45 с.

(патент KZ № 33345, 2018)

УДК 631.51.01

СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА

¹Токтамысов Э.М. доктор сельскохозяйственных наук, ¹Шермагамбетов К., Баимбетова Г.З. магистр сельскохозяйственных наук, ²Елеуова Э.Ш., кандидат сельскохозяйственных наук.

¹Казахский НИИ рисоводства им. И. Жахаева, г. Кызылорда, Казахстан

²Кызылординский университет им. Коркыт ата, г. Кызылорда, Казахстан

Повышение показателей растениеводства в Кызылординской области определено на базе новых агротехнологии возделывания риса путем освоения ресурсосберегающих систем обработки почвы в основных рисосеющих агроландшафтах. Как известно, функции почвообработки включают оптимизацию плотности почвы и ее структурного состояния, регулирование водного режима, предотвращение эрозии, регулирование режима органического вещества, и биогенных элементов, размещение удобрений и мелиорантов, регулирование фитосанитарных условий, создание оптимальных условий для посева.

Предлагаемые водо-, ресурсосберегающие технологии возделывания риса в корне отличаются от существующих, т.е. подготовка почвы к посеву риса проводится малозатратной, не разрушающей выровненность поверхности чека техникой, и потребность риса в воде удовлетворяется за счет снижения уровня воды до 10 см. В результате этого затраты на подготовку почвы к посеву снижаются более, чем на 25%, оросительной воды на возделывание риса – минимум на 25-30%, а суммарное водопотребление предельно приближается к биологическому водопотреблению растениями риса.

При нынешней экологической обстановке в регионе фермерами преимущественно будут восприниматься технологии и новшества, не требующие высоких затрат. Большие возможности в этом плане, как для посева риса, так и для посева других культур, представляет минимальная обработка, уже широко применяемая на Севере Казахстана благодаря проекту FAO, но не адаптированная к орошаемому земледелию.

Минимальная обработка почвы под рис позволяет улучшить плодородие почвы в регионе, эти технологии значительно уменьшают количество операций по обработке почвы и, тем самым, хорошо вписываются в низкзатратную систему земледения. Они выгодны фермерам региона.

Поэтому исследования будут направлены на водо-, ресурсосбережения в производстве риса с использованием новых технологий. Почва опытного участка – лугово-болотная, тяжело-суглинистая с содержанием гумуса 0,8-1,0%.

Изучаются четыре системы обработки почвы: зяблевая отвальная вспашка плуга ПН-5-35, глубина 22-25 см+планировка+перепашка зяби на глубину 16-18 см+дискование БДТ-7,0+боронование в два следа; зяблевая вспашка ПН-35-5 на глубину 22-25 см+планировка+обработка культиватором КПН-4,0 на глубину 15 см+боронование в два следа; предпосевная отвальная вспашка ПН-5-35 на глубину 22-25 см+планировка+БДТ+боронование в два следа; предпосевная обработка культиватором КПН-4,0 на глубину 15 см+БДТ+боронование в два следа.

В севооборотах вносятся N_{90-120} P_{60-90} кг/га пашни, которые дифференцируются под отдельные культуры в зависимости от технологии их возделывания и размещения в севообороте. Повторность – четырехкратная, учетная площадь делянок – $100m^2$, размещение вариантов рендомизированное.

Климат зоны проведения опытов характеризуется континентальностью. Сумма активных температур равна $3800^{\circ}C$. За вегетационный период (апрель-сентябрь месяцы) выпадает 80-120 мм, ГТК составляет – 1,1. В исследованиях использовались общепринятые методики по определению агрофизических свойств и агрохимических показателей почвы, засоренности посевов и учета урожайности культур.

В результате минимализации обработки почвы снижается интенсивность минерализации органического вещества почвы, при этом образуется дефицит нитратного азота, который приводит к снижению урожайности культур. Переход обработки почвы от вспашки к минимальной уменьшил показатели содержания нитратного азота и микробиологической активности почвы.

Учет густоты стояния растений риса, проведенной по всходам и перед уборкой показал, что на первом и третьем вариантах по сравнению со вторым и четвертым вариантами количество растений по всходам (197,9; 201,8) и перед уборкой (163,3; 172,2) было несколько меньше. А на втором и четвертом вариантах, где была проведена минимальная обработка почвы (КПН-4,0), количество растений по всходам и перед уборкой было заметно больше 211,4; 228,3 и 186,2; 202,5 шт/ m^2 , соответственно. Это означает, что показатели всхожести семян и выживаемости растений риса на вариантах, где обработка проведена культиватором КПН-4,0, тоже были выше по сравнению с вариантами отвальной вспашки.

В частности, если всхожесть семян на первом и третьем вариантах составила 26,4 и 26,9%, а выживших растений к уборке было 82,5 и 85,3%, то на вариантах с применением культиватора КПН-4,0, соответственно, были – 28,1; 30,4% и 86,7; 88,7%.

Таблица 1 – Учет густоты стояния и засоренность посева риса в рисовом севообороте в зависимости от систем обработки почвы, т/га

Система обработки почвы	Количество растений по всходам, шт/ m^2			Всхожесть, %	Количество растений перед уборкой			Выживаемость, %
	рис	Сорняки			рис	Сорняки		
		просянка	клубнекамыш			просянка	клубнекамыш	
1.Отвальная вспашка+планировка+перепашка зяби+дискование+боронование	197,9	9,5	7,7	26,4	163,3	15,4	14,6	82,5
2.Отвальная вспашка+площадке+ обработка культиватором КПН-4,0+ боронование	211,4	7,7	4,3	28,1	186,2	11,6	8,4	86,7
3.Весенняя отвальная вспашка+планировка+дискование+боронование	201,8	5,6	5,0	26,9	172,2	8,3	7,3	85,3
4.Предпосевная обработка КПН-4,0+дискование+боронование	228,3	3,2	4,2	30,4	202,5	5,4	5,2	88,7

В течение вегетации проведены фенологические наблюдения за ростом и развитием риса (табл.2).

Таблица 2 – Фенологические наблюдения за ростом и развитием риса

Варианты опыта	посев	заполнение	всходы	кушение	трубкавание	выметывание	спелость		
							молочная	восковая	полная
1.Отвальная вспашка+планировка+перепашка зяби+дискование+боронование	10.5	12.05	29.05	07.07	25.07	06.08	21.08	05.09	13.09
2.Отвальная вспашка+площадке+обработка культиватором КПН-4,0+ боронование	10.5	12.5	28.05	05.07	23.07	04.08	19.08	03.09	11.09
3.Весенняя отвальная вспашка+планировка+дискование+боронование	10.5	12.5	29.05	06.07	24.07	05.07	20.08	04.09	12.09
4. Предпосевная обработка КПН-4,0+ дискование+боронование	10.5	12.5	27.05	04.07	21.07	02.08	17.08	01.09	09.09

Начиная с момента полных всходов на вариантах, где проводилась обработка культиватором КПН-4,0, фаза роста и развития наступала на 2-4 дней раньше по сравнению с отвальной вспашкой. Это объясняется тем, что на вариантах, где проводилась обработка почвы культиватором КПН-4,0, выравненность поверхности чека не нарушается, наряду с этим соблюдается оптимальный водный режим риса. А на вариантах, где применена общепринятая технология, поверхность чека была не ровная $\pm 8-10$ см, в результате на этом участке было трудно соблюдать нужный для риса водный режим.

Все вышеуказанные факторы повлияли на урожайность риса, которая составила на варианте, где обработка проводилась культиватором КПН-4,0 на фоне зяблевой вспашки – 51,0 ц/га, а на варианте, где обработка проводилась весной только культиватором КПН-4,0, урожайность зерна составила – 55,8 ц/га, а на варианте с зяблевой отвальной вспашкой+весенней перепашкой зяби урожайность составила – 48,4 ц/га, а на варианте с весенней отвальной вспашкой урожайность составила – 53,2 ц/га.

Таблица 3– Результаты биометрического анализа урожайности риса

Варианты опыта	Высота растений, см	Продуктивность кустистость, шт	Длина метелки, см		Плавная метелка			С растения			Масса 1000 зерен, г	Урожай, ц/га
			главной	средней	к-во зрелых зерен, шт	к-во пустых зерен, шт	масса зерна, г	к-во зрелых зерен, шт	к-во пустых зерен, шт	масса зерна, г		
1.Отвальная вспашка+планировка+ перепашка зяби + дискование+боронование	87,0	1,7	16,2	14,1	93,4	21,7	2,8	60,0	18,1	1,8	30,0	48,4
2.Отвальная вспашка+площадке+обработка культиватором КПН-4,0+ боронование	91,1	1,8	16,9	14,7	100,5	18,1	3,0	69,1	18,3	2,0	30,3	51,0
3.Весенняя отвальная вспашка +планировка+дискование+боронование	93,0	1,9	16,9	14,3	101,1	17,9	3,1	66,8	18,0	2,0	30,5	53,2
4. Предпосевная обработка КПН-4,0+ дискование+ боронование	95,1	2,0	17,0	15,0	109,6	16,7	3,3	71,0	19,0	2,2	31,0	55,8

Все показатели биометрического анализа, где была проведена обработка культиватором КПН-4,0+боронование в два следа, значительно превышают показатели контрольного варианта по показателям продуктивной кустистости, длины метелки, количеству зерен на главной метелке, количеству зерен с растений и массы 1000 зерен. Эти факторы положительно повлияли на экономическую эффективность при минимальной обработке почвы.

Литература

1. Б.А.Доспехов. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Москва «Колос», 1979 г.
2. Система сельскохозяйственного производства Кызылординской области: Рекомендации. –Алматы, ТОО «Издательство «Бастау», 2002, –512 с.
3. Ресурсосберегающие технологии и техника полива а аграрном комплексе. Международная научно-практическая конференция «Аридное землепользование – способы и технологии интенсификации». – Москва (Россия), 2009. С. 75-78.4.
4. Мелиорация и водное хозяйство. 6. Орошение: Справочник/Под ред. Б.Б. Шумакова. –Агропромиздат, 1990. –415 с.

УДК 631.621

РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД И РАДИУС ДЕЙСТВИЯ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

Джумабеков А.А. доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Абдешев К.Б. PhD доктор, доцент

Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати, г.Тараз, Казакстан

Одной из важнейших и сложных задач, поставленных перед мелиоративной службой, является улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель. Для своевременного предупреждения подъема уровня грунтовых вод и засоления почв в республике ведутся работы по строительству, переустройству и реконструкции оросительных систем. Большинство из них все еще недостаточно оснащены коллекторно-дренажной и сбросной сетью [1].

По данным РГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» на Мактааральском массиве орошения в 1970-2018 годы построены и введены в эксплуатацию 300 скважин вертикального дренажа. В 2018 году из них работали - 237шт., 2019 году – 250 и 2020 году - 253шт. [2]. Остальные не работали, основными причинами выхода из строя скважин вертикального дренажа (СВД) являются: поломка насосно-силового оборудования, обрыв меньше электропередач, выход из строя фильтров, трансформаторов и т.д.

Анализ почвенно-экологического состояния ирригационных систем Мактааральского массива показывает, что в настоящее время около 45-50% орошаемых земель засолены, что приводит к снижению урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур в 1,5-2 раза [3]. Поэтому необходимы исследования по установлению оптимальных глубин залегания грунтовых вод и дренированности орошаемых земель с учетом их минерализации и степени засоления корнеобитаемого слоя почв.

В связи с этим по заданию Министерства сельского хозяйства РК в 2018-2020 годы нами были проведены научно-исследовательские работы по теме: «Разработка режима работы горизонтального и вертикального дренажа и технология мелиоративного режима орошаемых земель». Опытный участок (ОУ-2) построен на территории с/о «Калыбеков» Мактааральского района площадью 76 га.

В наших исследованиях режиму и динамике уровня грунтовых вод уделялось большое внимание, так как орошение при слабой дренированности территории существенно изменяют гидрогеологические условия не только в пределах самой оросительной системы, но и оказывают влияние на прилегающие земли.

Эксплуатация существующих оросительных систем Мактааральского массива показывает, что орошение в условиях недостаточной дренированности территории приводит к подъему уровня грунтовых вод, т.е. к засолению и заболачиванию земель.

При промывке засоленных и сильнозасоленных земель большой интерес представляют грунтовые напорные воды, залегающие на первом от поверхности региональном водоупоре. Грунтовые воды через зону аэрации контактируют с почвами, которые являются объектом сельскохозяйственной мелиорации. Поэтому важно знать условия формирования, особенно режима уровня и минерализации грунтовых вод. Наиболее активным источником питания грунтовых вод при промывке и орошении являются оросительные воды, наполняющие грунтовые за счет фильтрации из каналов и непосредственно промываемых участков. Таким образом, между грунтовыми и поверхностными водами на данном участке устанавливается тесная взаимосвязь. Фильтрационные воды, пополняя грунтовые, особенно при их слабой от точности, значительно поднимают уровень грунтовых вод, уменьшая тем самым фильтрацию с поверхности промываемого участка, и следовательно, дренированность территории [4-10].

На втором опытном участке (ОУ-2) перед промывкой грунтовые воды залегают на глубине 1,6-1,8 м. В период первоначального затопления промываемых участков наблюдается резко выраженная и быстро заканчивающаяся фаза промачивания всей толщи зоны аэрации. Впереди фильтрующихся вниз оросительных вод движется капиллярная кайма, которая смыкаясь с грунтовой водой, обращается в обычную и способна передавать гидростатическое давление. Смыкание грунтовых вод, находящихся на глубине 1,6-1,8 м от поверхности земли, с ирригационными в период первоначального затопления промываемых участков происходит на 5-6 сутки. Скорость подъема уровня грунтовых вод изменяется во времени. Максимальная скорость подъема отмечается на 4 сутки затопления - 0,75-0,90 м/сут. В начале и конце периода затопления скорость подъема ниже - 0,10-0,30 м/сут.

После смыкания поверхностных оросительных вод с грунтовыми, под затопленным участком создается сплошное водное тело, верхняя поверхность которого - уровень воды в чеке, нижняя - водоупорное ложе грунтовых вод. При этом наблюдается непосредственная связь пьезометрического давления в грунтовых водах с горизонтом воды в чеке и вертикальной фильтрацией, которая сохраняется до конца периода промывки. Некоторые снижения уровня грунтовых вод происходят между тактами промывки, когда в чеки не подается вода. При поддержании постоянного слоя воды на промываемых участках уровень грунтовых вод приобретает стабильное положение, максимально (на 0-20см) приближаясь к поверхности земли.

Понижение уровня грунтовых вод наблюдается также в зоне радиуса действия работающего вертикального дренажа. Такое положение уровня грунтовых вод объясняется влиянием СВД, которая отводит сток дренажной воды больше, чем поступает сверху с затопленного участка, за счет нисходящих фильтрационных токов.

На динамику уровня грунтовых вод, на посевах хлопчатника оказывают влияние работа скважин вертикального дренажа и проводимые поливы. Скорость спада уровня грунтовых вод при работающих скважинах вертикального дренажа находится в прямой зависимости от расстояния до вертикальной дрены. Чем ближе наблюдательная скважина - пьезометр расположен к работающей дрене, тем больше скорость снижения уровня грунтовых вод и наоборот. При этом скорость снижения изменяется в зависимости от градиента напора, который снижается с увеличением дебита скважины. В начальный период работы скорость снижения всегда больше, со временем она постепенно уменьшается, и уровень стабилизируется (рисунок 1).

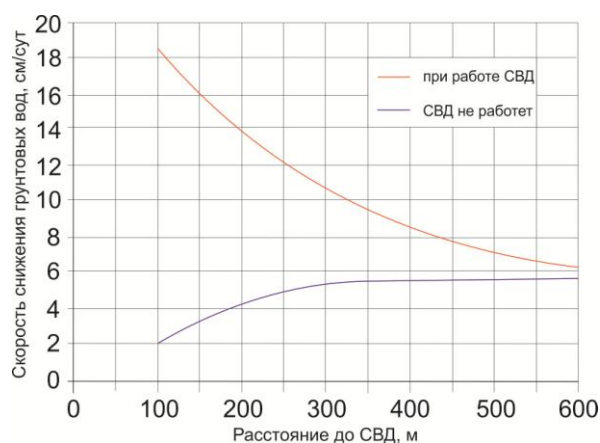


Рисунок 1. Скорость снижения УГВ после промывки орошаемых земель на ОУ-2

Осенний предуборочный период является наиболее важным в работе вертикального дренажа. В это время необходимо в возможно сжатые сроки подготовить орошаемые участки к механизированной уборке хлопчатника. Фактическую скорость снижения уровня грунтовых вод на участках в предуборочный период изучали по створам скважин, расположенных на удалении от вертикальной дрены на различном расстоянии. Наблюдения проводили ежедневно с момента прекращения подачи воды на орошаемые участки до достижения необходимых норм осушения. Снижение уровня грунтовых вод - сложный процесс, происходящий как за счет оттока грунтовых вод в работающую вертикальную дренажную систему, так и за счет испарения с поверхности грунтовых вод и почвы. Глубина залегания уровня грунтовых вод вне вегетационный (после поливной) период зависит от многих факторов, главным из которых является дренированность территорий.

Промывка засоленных земель позволяет не только рассолить почвенную толщу, но и снизить минерализацию грунтовых вод. Действие дренажа и наличие слоя воды во время промывки, в течение длительного периода создают промывной режим, который способствует изменению, как солевого состава почв, так и минерализации грунтовых вод.

На почвах опытного участка ОУ-2, имеющих большое исходное содержание солей, в период промывки произошло увеличение минерализации грунтовых вод за счет вымыва солей фильтрационными водами из почвогрунтов зоны аэрации.

В период возделывания хлопчатника наблюдается опреснение верхнего слоя грунтовых вод. Так как процесс рассоления грунтовых вод протекает значительно медленнее чем рассоление почвогрунтов, то опреснение, при котором реставрация засоления не опасна, может быть достигнута лишь при хорошо работающей дренажной сети. Исходная минерализация грунтовых вод на опытном участке до начала промывки изменялась в пределах 5,446-6,659 г/л.

В период промывки минерализация грунтовых вод на расстоянии 0-500 м от скважины вертикального дренажа увеличивается. Увеличение концентрации солей в грунтовых водах происходит за счет инфильтрационных вод, вследствие выноса солей из зоны аэрации почвогрунтов. После двух лет возделывания хлопчатника, минерализация грунтовых вод, в зависимости от расстояния скважины вертикального дренажа уменьшилась на 2,010-4,978 г/л и составила: на участках вертикального дренажа на расстоянии 100 м - 4,978 г/л, 200 м - 4,719 г/л, 300 м - 2,399 г/л, 400 м - 3,804 г/л и 500 м - ч/ 1,989 г/л (таблица 1).

Одной из задач вертикального дренажа является понижение зеркала грунтовых вод до заданного уровня и поддержание его в необходимое время на требуемой глубине. При работе скважин вертикального дренажа вокруг нее образуется воронка депрессии. Расстояние, на которое распространяется воронка депрессии, есть радиус влияния скважин вертикального дренажа. Наряду с другими параметрами радиус влияния является важной характеристикой, от которой зависит площадь ее обслуживания.

Таблица 1. Изменение минерализации грунтовых вод на участках вертикального дренажа, г/л.

Время взятия пробы	Расст. от СВД, м	Анионы			
		CO_3^-	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}
Исходное	100	0,028	0,361	0,784	3,260
Период промывки		0,048	0,903	6,589	12,979
После промывки		0,024	0,415	0,639	4,416
В первый год возделывания хлопчатника, оросительный период		0,018	0,366	0,930	1,774
После вегетационного периода		-	0,166	0,176	1,394
Второй год возделывания хлопчатника, оросительный период		-	0,080	0,180	0,530

Под действием работающей скважины вертикального дренажа избыточный пьезометрический напор на большинстве орошаемых участков снижается, создаются условия для образования нисходящих фильтрационных токов воды.

Вокруг вертикальной дрены образуется депрессионная воронка, формирование которой при работе скважины заканчивается за 8-10 суток (рисунок 2).

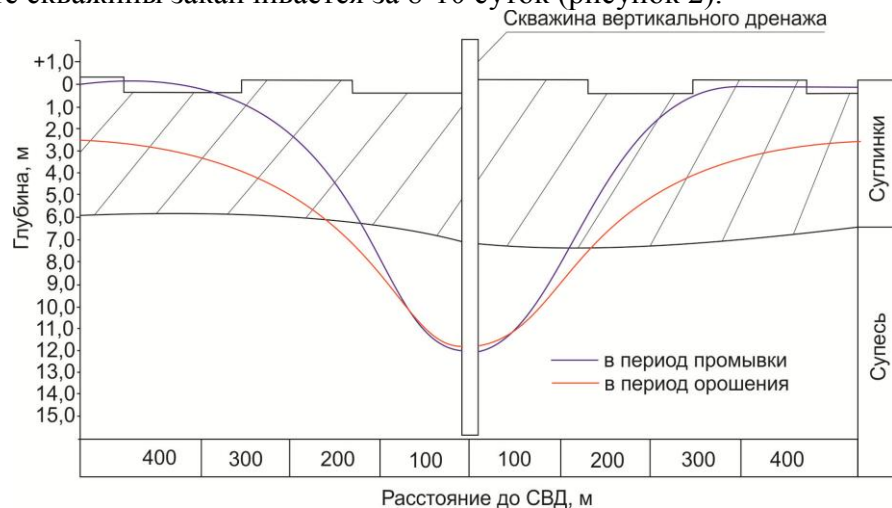


Рисунок 2. Схема динамика уровня залегания грунтовых вод в зоне действия вертикального дренажа

Глубина залегания уровня грунтовых вод от поверхности земли в зоне действия скважин вертикального дренажа, амплитуда колебания, скорость подъема и спада УГВ представлена в таблице 2.

Таблица 2. Параметры режима грунтовых вод на ОУ-2

Параметры режима УГВ	Расстояние от СВД, м				
	100	200	300	400	500
В период промывки: средний, м	0,59	0,35	0,2	од	-
Амплитуда колебания, м	0,60	0,40	0,25	0,15	0,05
Скорость подъема, м	0,10	0,16	0,24	0,35	0,50
Скорость спада, см/сут.	0,90	0,72	0,54	0,40	0,20
В поливной период: средний, м	1,10	0,68	0,60	0,51	0,36
Амплитуда колебания, м	1,30	0,86	0,75	0,64	0,56
Скорость подъема, см/сут.	11,8	10,3	14,4	16,0	19,0
Скорость спада, см/сут.	7,6	6,5	5,3	3,6	2,7
Вневегетационный период: средний, м	1,92	1,66	1,50	1,86	1,69
Амплитуда колебания, м	0,48	0,35	0,44	0,28	0,34

Вертикальный дренаж изменяет режим подземных вод в глубоких горизонтах гораздо дольше, т.е. явно выраженной воронки депрессии не наблюдается. В вегетационный период,

при возделывании хлопчатника, в зависимости от расстояния до работающей скважины вертикального дренажа, водно-физических свойств почвы и террасности участков, встречаются два вида режима грунтовых вод.

Первый - активная зона влияния СВД, расстояние от скважины до 400 м. Здесь уровень грунтовых вод находится в прямой зависимости от величины поливной нормы культур хлопкового севооборота (хлопчатник, люцерна, кукуруза) и продолжительности работа вертикальной дрены и колеблется в зависимости от расстояния до скважины от 0,8 до 0,3 м от поверхности земли. При работе вертикального дренажа, в этой зоне, путем откачки воды из глубоких горизонтов создаются условия для образования нисходящих токов воды, этим самым снижается избыточный пьезометрический напор и повышается общая дренированность территории.

Второй - пассивная зона влияния вертикального дренажа, расстояния от скважины более 500 м. В период полива и до конца оросительного периода, уровень грунтовых вод в этой зоне остается без существенных изменений. Колебания уровня грунтовых вод находятся в пределах 3-7 см.

Включением скважины вертикального дренажа в период промывки в радиусе действия до 500 м снимается напорность грунтовых вод. В период прекращения водоподдачи, действие скважины возрастает и доходит до 700-800 м, с понижением уровня грунтовых вод на 1,5-1,8 м в радиусе 350-400м. В конце вегетационного периода при отсутствии водоподдачи, наблюдается повсеместное снижение уровня грунтовых вод до глубины 1,7-2,2 м в зависимости от террасности участков и удаления их от работающей скважины, что позволяет в короткие сроки провести механизированную уборку хлопчатника. Характер притока грунтовых вод к скважине вертикального дренажа и движения грунтового потока изучались по разноглубинным кустам - пьезометров.

Когда скважина вертикального дренажа не работает, в период осушения промываемых участков, грунтовые воды двигаются в горизонтальном направлении. Направление движения – от затопленных участков в сторону полей, где еще не проводилась промывка. Работа вертикального дренажа изменяет картину движения грунтовых вод. После начала промывки засоленных участков наблюдается вертикальное движение грунтовых вод, то есть часть грунтовых вод перехватывается вертикальным дренажем, а другая часть грунтовой воды движется в сторону, где еще не осуществлялась промывка.

В осенний период происходит повсеместное снижение уровня грунтовых вод, напоры по всей глубине грунтового потока снижаются и выравниваются, наблюдается только незначительное горизонтальное движение грунтовых вод. Анализ динамики уровня грунтовых вод показывает, что грунтовые воды имеют четко выраженную ритмичность, амплитуда их колебания изменяется в пределах 1,5-2,2 м. Самый высокий уровень соответствует периоду промывки, а низкий относится к межполивному периоду.

Литература

1. Круглов Л.В. Режим работы скважин вертикального дренажа на рисовых системах - Пенза, 2014. - 126с.
2. Отчеты о мелиоративном состоянии орошаемых земель Южно-Казахстанской области за 2018-2020 годы. // РГУ "ЮКГГМЭ" - Шымкент, 2018 - 2020гг.
3. Умбеталиев Д.Б. Мелиоративная эффективность дренажа в Южно-Казахстанской области. // Вестник сельскохозяйственных наук Казахстана, 1995.-№4.-С.30-35.
4. Рачинский А.А. Дренаж засоленных земель // Ташкент, Узбекистан,1988. - 159с.
5. Белоусова А.П., Гавич И.К., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Экологическая гидрогеология. – М.: ИКЦ "Академкнига", 2006.- 397 с.
6. Немиро В.А. Вертикальный дренаж при создании мелиоративных систем с расположенными по площади водоемами и скважинами // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук, 2008.-С.40-43.

7. Решеткина, Н. М. Вертикальный дренаж орошаемых земель / Н. М. Решеткина, В. А. Барон, Х. Якубов. – М.: Колос, 1966 – 232 с.
8. Щедрин В. Н. и др. Техническая эксплуатация дренажа на мелиоративных системах. Научный обзор. Новочеркасск, 2012.-60с.
9. Насонов В.Г., Абиров А.А. Современные подходы к обоснованию параметров дренажа на землях древнего засоления // Мелиорация: этапы и перспективы развития. Материалы международной научно-производственной конференции. – М., 2006 - С.111-123.
10. Базавлук, В.А. Мелиоративное обустройство территорий: учебное пособие – Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2014. – 184 с.

УДК 631.674

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛИВА РАС- САДО-ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР, ВЫРАЩИВАЕМЫХ КАССЕТНЫМ СПОСОБОМ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Мищенко Н.А. кандидат технических наук, зав. отделом,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский
научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга"
(ФГБНУ ВНИИ "Радуга"), г. Коломна, Россия.

Кассетный способ выращивания рассады имеет ряд преимуществ по сравнению с выращиванием рассады в грунте пленочных теплиц: не требуется тратить энергию на прогревание почвы, нужно только подогреть торф, которым набивают ячейки; на равной площади можно вырастить больше рассады. При традиционных методах выращивания с 1 м² теплицы получают 200-250 растений. Плотность кассетной рассады 900 шт./м². Это позволяет увеличить выход рассады с единицы площади в 3-4 раза и во столько же раз сократить количество укрываемых площадей. Кассеты более удобны в работе, особенно, при транспортировке рассады. При высадке из кассеты корневая система не повреждается; рассада вырастает закаленной, крепкой, способной противостоять ветреной и холодной весенней погоде; в поле растения из кассет развиваются равномерно, так например кочаны капусты бывают стандартными, примерно равного размера и массы, что удобно при уборке. При кассетном способе выращивания рассады многие операции можно механизировать, что значительно сокращает затраты ручного труда и повышает культуру производства, растения более устойчивы к болезням [1].

Кассетная технология выращивания рассады овощных культур включает в себя подготовку почвенной смеси, набивку ею кассет, заправку их минеральными удобрениями, высева семян, поддержание необходимого температурного режима почвы и воздуха, в том числе закаливание рассады, ее полив, подкормка, реализация. При разработке технологии полива водно-физические свойства применяемых почвенных смесей во многом определяют агротехнические требования к режиму орошения и качественным параметрам дождя.

На практике применяются различные модификации почвенных смесей. Хорошими свойствами обладают почвогрунты имеющие показатель плотности 0,2 - 0,7 г/см³, содержание воздуха 20 - 30 %, предельную влагоемкость 50-60 % и общую влагоемкость 70 - 90% от объема. Показатель плотности до 0,5 г/см³ имеют рыхлые почвогрунты, 0,5 - 0,7 г/см³ – средние, 0,7 - 1,0 г/см³ – уплотненные и свыше 1,0 г/см³ плотные [2].

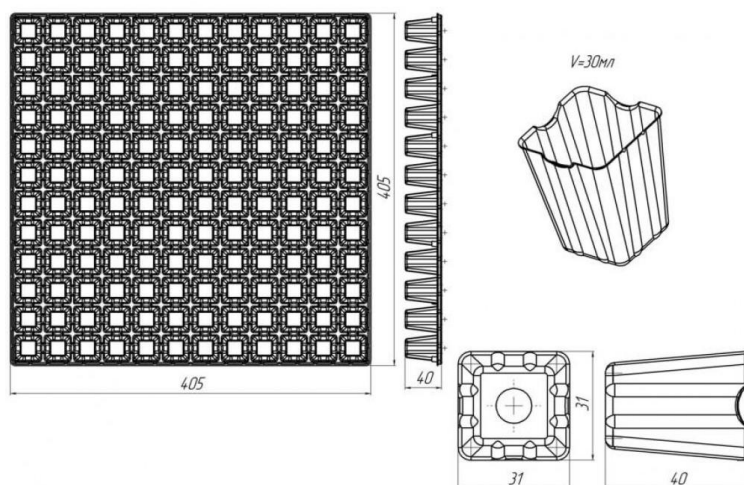


Рисунок 1 - Кассета для выращивания рассады капусты ячейками

Режимы орошения в защищенном грунте должен обеспечивать растения водой в количествах, соответствующих физической потребности в разных фазы вегетации; наиболее точно осуществлять требуемое регулирование водного и, связанного с ним питательного, солевого и теплового режимов почв. Показатели качества искусственного дождя и эффективности полива должны создавать комфортные гидротермические условия произрастания [1].

Для рассады ранней белокочанной и цветной капусты оптимальная предполивная влажность почвогрунтов от посева до появления всходов равна 70-75% от наименьшей влагоемкости (НВ), от появления всходов до фазы наливания 60 - 65% от НВ, в фазе 2-3 листьев 40 - 50% от НВ, в фазе 4-6 листьев 60 - 80% от НВ [2].

Отмеченное определяет для кассетного способа выращивания рассады овощных культур ряд особенностей технологии полива. При выращивании рассады в ячейках кассет объем почвы, в котором развивается корневая система, меньше чем при грунтовом способе. От этого объема прямо пропорционально зависит величина поливной нормы, т.е. она меньше при использовании кассет [3-6]. С одной стороны, это выгодно, т.к. уменьшается расход воды на полив и энергоемкость технологии полива. Вместе с тем к дождевальным системам предъявляются более высокие требования по точности выдачи поливной нормы. Наличие твердых сторон ячейки исключает процесс горизонтального перераспределения поливной воды по площади и в корневом слое почвы и предъявляет особые требования к равномерности распределения дождя. Показатель плотности почвенной смеси в пределах 0,2 - 0,7 г/см², нежные растения рассады определяют нормативные значения диаметра капель и интенсивности искусственного дождя. Дождевальная система не должна допускать сосредоточенного стекания воды с элементов оросительного трубопровода и каркаса теплицы.

По агротехническим требованиям показатели качества дождя должны соответствовать следующим значениям: коэффициент эффективного полива – не менее 0,7; диаметр капель дождя – в пределах 0,4-0,6 мм/мин; образование стока воды с конструктивных элементов дождевальной системы и теплицы исключается.

Отмеченные качественные характеристики полива определяют технологические и технические параметры для вновь проектируемого и модернизируемого дождевального оборудования теплиц.

К дождевальным установкам, прошедшим в последнее время экспериментальное внедрение, работающим в движении и позиционно, для полива рассады в кассетах следует отнести [7] ДШ – 1, «Росинка» и ПДУ – Т «Кооператор». Дождеватели ДШ – 1 (Рис.2) и комплект «Росинка» (рис.3) апробировались в СЗАО «Сергиевское» Коломенского района, ПДУ – Т «Кооператор» (рис.4 и рис.5) в ПНО «Пойма» Луховицкого района и АОЗТ «Озеры» Озерского района Московской области.

Шланговый дождеватель ДШ – 1 может проводить орошение позиционно и в движении. Питание дождевателя осуществляется от гидранта оросительной сети или бытового насоса при заборе воды из емкости или поливных водоемов ДШ – 1 работает при давлении на гидранте $P = 0,2 - 0,35$ МПа, расход воды при рабочем давлении $Q = 0,4 - 0,8$ л /с, ширина захвата площади полива $b = 15-20$ м, длина захвата $I = 40$ м, масса дождевального шланга 19 кг.



Рисунок 2 - Шланговый дождеватель ДШ – 1,0 Рисунок 3 - Комплект оборудования «Росинка»

Комплект «Росинка» состоит из быстросборного оборудования. Рабочими органами могут служить низконапорные дождевальные аппараты и насадки кругового и секторного действия.

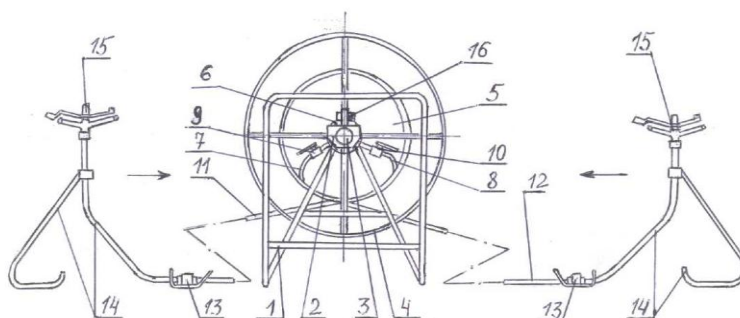


Рисунок 4 - Передвижная малоинтенсивная дождевальная установка ПДУ –33
 1 – рама; 2 – опора рамы; 3 – полый вал; 4 – катушка; 5 – барабан;
 6 – внутренняя труба; 7,8 – отвод; 9,10 – кран; 11,12 – полиэтиленовая труба $\varnothing 32$, $l = 50$ м; 13 – муфта; 14 – опора; 15- дождевальный аппарат; 16 – стопор

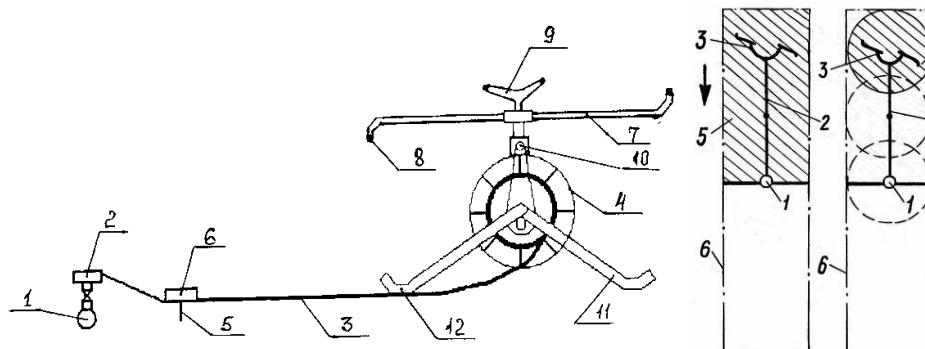


Рисунок 5 - Технологическая схема полива дождевальной установкой «ДШ-1» для орошения в теплицах рассады, выращиваемой в кассетах

1 - магистраль; 2 - замок с уплотнительным кольцом и редуктор; 3 - шланг подачи воды; 4 - катушка; 5 - якорь; 6 - отключить устройство; 7 - сегнерово колесо; 8 – дождевальная насадка; 9 - неподвижная насадка; 10 - привод барабана; 11 – опорная лыжа; 12 – направляющая лыжа;

Дождевальная установка «ПДУ – Т» «Кооператор» работает при рабочем давлении воды $P = 0,1 \text{ МПа}$; расход воды при рабочем давлении общий $Q = 0,14 \text{ л/сек}$. В качестве дождеобразующих устройств применяются короткоструйные дефлекторные насадки кругового и секторного действия. Радиус полива установкой по кругу $4,5 \text{ м}$, площадь орошения на одной позиции без перекрытия $63,5 \text{ м}^2$. Время стоянки на позиции определяется величиной поливной нормы (m), может меняться от 15 мин при поливной норме $m = 2 \text{ л/м}^2$. Перемещение установки с позиции на позицию осуществляется посредством подтягивания ее за трос вручную. Масса установки (сухая) $20,4 \text{ кг}$. Из-за наличия ручного труда, определяющего повышенную трудоемкость полива, установка «Кооператор» [8] не нашла массового применения для полива в теплицах.

Как показали исследования, дождеватели необходимо усовершенствовать по повышению качества и производительности. Учитывая изложенное, можно отметить, что применение передвижных средств орошения рассады овощных культур в весенних пленочных теплицах находится в стадии освоения и в ближайшие годы могут найти широкое применение в тепличных хозяйствах. Это определено тем, что в последние годы вышли из строя многие предусмотренные проектом и построенные ранее дождевальные системы в весенних пленочных теплицах. Полив осуществляется в таких теплицах ручным способом с применением шланга.

Литература

1. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справ. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 264 с.
2. Рязанцев А.И., Каштанов В.В. Рекомендации по оптимальному применению модификации переставного шлангового дождевателя ДШ – 0,6 для орошения малых площадей. Сборник научных докладов на второй международной научно-практической конференции ВСТИСиП «Научно-технический прогресс в садоводстве», М., 2003г.
3. Егорова Н.Н. «Технология и механизация орошения выращиваемой кассетным способом в защищенном грунте рассады овощных культур»: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук. Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, 2013.
4. Зверьков М.С. Совершенствование способов мониторинга капельно-дождевой эрозии почв в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации. Автореферат диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М.: 2015. 24 с.
5. Ольгаренко Г.В., Алдошкин А.А., Мищенко Н.А. Стационарно-сезонные поливные системы с двухбарабанными шланговыми дождевателями. – М.: Техника и оборудование для села, №2, 2019.
6. Турапин С.С. ГОСТ Р 58376-2019 «Мелиоративные системы и гидротехнические сооружения. Эксплуатация. Общие требования.
7. Булгаков В.И. ГОСТ Р 58331.2-2019 «Системы и сооружения мелиоративные. Машины самоходные дождевальные. Общие требования».
8. Ольгаренко Г.В., Алдошкин А.А., Турапин С.С., Мищенко Н.А. Стационарно-сезонные оросительные комплексы и их применение в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации: научн. издание. - Коломна: ИП Воробьев О.М., 2019. - 178с.

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛУКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОРОШЕНИЯ

А.А. Калашников, кандидат технических наук
ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»
г. Тараз,

В Послании Президента Республики «Казахстан в новой реальности: Время действий» от 1 сентября 2020 года [1], указано, что «...Потери воды приближаются к 40% из-за того, что существующие системы орошения устарели. Для Казахстана, с нарастающим дефицитом водных ресурсов, такое положение не приемлемо». В Послании Главы государства Касым-Жомарта Токаева от 2 сентября 2019 года [2], где Президент озвучил направление развития орошаемого земледелия путем широкого внедрения водосберегающих технологий орошения с доведением орошаемой площади до 3 млн. га к 2030 году.

Вместе с тем, учитывая современное состояние существующего орошаемого земледелия, низкий уровень производительности труда в отрасли, несовершенство используемых технологий, а также недостаточный уровень внедрения современных инновационных водосберегающих технологий не позволяют вести сельхозпроизводство на интенсивной основе.

Интенсивное выращивание лука возможно с применением перспективных систем орошения, в частности системы капельного орошения, которая характеризуется высокой экономической и технологической эффективностью.

При капельном орошении улучшаются условия агротехники всех полевых работ: создается возможность одновременного полива и механизированной обработки, уменьшаются затраты рабочей силы при поливе, обеспечивается значительная экономия воды до 50%, появляется возможность экономного внесения удобрений вместе с поливной водой, обеспечивается однородность распределения воды по всей длине ряда, снижается засорённость сорняками, уменьшается уплотненность грунта, повышается урожайность и улучшается качество урожая.

Настоящая технология возделывания лука репчатого при капельном орошения для условий южных регионов Казахстана представляет комплекс взаимосвязанных агротехнических, технологических и организационно-хозяйственных мероприятий, разработанных на основе обобщения результатов современных научных исследований и передового опыта.

Решением данной задачи являются: рачительное использование водных ресурсов, уменьшение потерь воды при транспортировке, снижение обострения дефицита поливной воды за счет изменения системы управления водными ресурсами с учетом вовлеченности водохозяйственных комплексов страны в сфере сельского хозяйства.

Применение водосберегающих способов орошения приведет к рациональному использованию воды, предотвращению указанных негативных явлений и сохранению плодородия почв. При этом одним из важнейших условий является снижение расхода воды на единицу произведенной продукции и создание экологически безопасной технологии полива.

Наиболее перспективным при возделывании овощных культур является капельное орошение. Внедрение инновационных технологий (*капельное орошение*) в современном сельском хозяйстве стало практически обязательным условием для эффективного ведения агробизнеса, рентабельного производства и получения гарантированных стабильных урожаев.

В числе перспективных культур в Казахстане в соответствии с Государственной программой развития АПК (агропромышленного комплекса) 2017-2021 является также овощная культура лук [3].

Применение перспективных систем орошения, таких как капельное орошение, характеризующихся высокой экономической и технологической эффективностью, позволит интенсивно выращивать лук в больших масштабах.

Для условий южных регионов Казахстана технология возделывания лука при капельном орошении включает в себя набор взаимосвязанных агротехнических, технологических и организационно-хозяйственных мероприятий, разработанных на основе передового опыта и научных исследований [4-11].

Отработка правильного применения водосберегающих технологий орошения лука, невозможна без практического обучения и демонстраций этих технологий непосредственно на участках фермерских хозяйств.

Демонстрационный участок (ДУ) был организован в 2021 году на землях КХ «Айша» в Кордайском районе Жамбылской области.

КХ «Айша» располагает всем необходимым набором сельскохозяйственной техники для качественного и своевременного проведения агротехнических мероприятий, а также необходимым набором применяемых водосберегающих технологий орошения (капельное орошение).

Основная подготовка почвы и посев. Очень большое значение при выращивании лука имеет подготовка почвы. Нет другой овощной культуры более требовательной к обработке почвы, чем лук. Это объясняется слабо развитой и поверхностно расположенной корневой системой и очень медленным ростом растений в первый период после посева.

Многое зависит от выбранной схема посева. Необходима хорошо подготовленная почва, обработанная на заданную глубину с достаточным количеством влаги и рабочей капиллярной системой.

Желательно не проводить существенной обработки почвы весной. Лучшие результаты получаются при осенней вспашке поля, когда оно остаётся отструктурированным и однородным.

Осенью после уборки предшественника проводится лушение почвы на глубину 5 – 8 см луцильниками или дисковыми бородами, это предохраняет почву от иссушения, провоцирует прорастание семян сорняков. При засорении поля многолетними сорняками (осот полевой, пырей ползучий и др.) лушение проводят лемешными луцильниками. После прорастания сорняков проводят второе лушение.

Внесение минеральных удобрений и фосфогипса. Через 12-14 дней проводят зяблевую вспашку на глубину 27-30 см. Для вспашки рекомендуется применять оборотные плуги, которые не образуют свально-развальные борозды, поле получается более выровненное. Вспашка на зябь (как с оборотным, так и с обычным плугом) всегда должна проводиться в агрегате с кольчато-шпоровыми катками.

Выравнивание поверхности поля. Планировка проводится поперек направления пахоты, по диагонали и диагонально-перекрестным способом. Ежегодное выравнивание осуществляется легкими планировщиками типа МВ-6, ВП-8, КЗУ-0,3. Проводят чизелевание на глубину 16-18 см или глубокую культивацию, что способствует большему и более равномерному накоплению влаги в зимний период.

Весной необходимо дождаться пока поле достаточно высохнет, чтобы приступить к работе. Боронование с целью борьбы с прорастающими сорняками, выравнивания микро-рельефа почвы и сохранения почвенной влаги.

Предпосевная культивация. Традиционная «весенняя культивация» делает больше плохого, чем хорошего. Образуется много комков, особенно если сопутствует теплая погода. Позже, при удалении комков – образуется всего лишь слой пыли. Оптимальным условием является создание культивируемого слоя в 3-5 см, для этого используются лёгкие почвообрабатывающие орудия. Такую работу превосходно могут сделать 2-3 рядные культиваторы, на которых можно регулировать глубину обработки почвы с передней и задней стороны. Большой плюс этих орудий – высокая скорость обработки и большая ширина захвата. Рабочие органы должны быть абсолютно прямыми, чтобы семена сорных растений

не попадали на поверхность. Использование вертикальных или горизонтальных культиваторов, часто в комбинации с прикатывающим катком и работающих на минимальной глубине с высокой скоростью, позволяют достичь отличного результата.

Выбор посевного материала. Использование качественных гибридных семян для выращивания лука при капельном орошении – залог и фундамент будущего урожая. Данные научных учреждений и опыт овощеводческих хозяйств свидетельствуют, что потенциальная урожайность гибридов минимум на 25% выше, нежели у сортов. Сегодня в Казахстане представлено более 40 сортов и гибридов репчатого лука. Широкий сортимент качественных семян предлагают также ведущие семеноводческие компании («Nunhems», «Rijk Zwaan», «Bejo zaden», «Наско», ООО «Сингента», «Ваграм толум», «Мау» и др.). Отечественным опытом подтверждена высокая потенциальная урожайность семян таких гибридов и сортов как Универсо F1, Манас F1, Дайтона F1, Тиога F1, Тамара, Банко, Буран, Валенсиана, Дора, Байрам 1 и др.

Посев. Применение современных гетерозисных гибридов и сортов экономически оправдано только при наличии сеялок точного высева, соблюдения оптимального водно-питательного режима и обеспечения комплексной защиты растений.

Прорастающие семена выдерживают температуру до - 2 С.

Семена прорастают при любой положительной температуре, но при + 1+2 град. появление всходов затягивается на месяц и более. При +14+15 град, всходы появляются через две недели. При + 20 + 22 град. - через 6-8 дней.

Всходы лука выдерживают снижение температуры воздуха до - 5 град., при температуре ниже - 5 град, всходы погибают.

После образования настоящих листьев растения выдерживают кратковременное похолодание до - 6-8 град.

Сеялки точного высева (Gaspardo, Stanhay, Agricola Italiana, Accord и др.) обеспечивают оптимальную густоту посева (0,9-1,2 млн. растений/га, в зависимости от размера семян примерно 5-6 кг) и глубину заделки семян (2-2,5 см). Наилучший срок посева в зависимости от погодно-климатических условий региона выращивания – вторая декада марта – первая декада апреля. Запоздывание с посевом на одну декаду снижает урожай на 15-20%.

По нашим данным, а также по опыту передовых крестьянских хозяйств, наиболее технологичными на капельном орошении является 4 рядная сдвоенная схема посева лука (рисунок 1).

Плюсы этой схемы: более легкая междурядная обработка, однорядный сошник может работать в более влажных условиях. Главное преимущество – регулировка сеялки: больше рабочего пространства между высевающими аппаратами, что позволяет положить семена и капельные линии более равномерно и увеличить площадь питания.

Однако для такой схемы необходимы гибриды лука – хорошо раздвигающиеся в рядке.

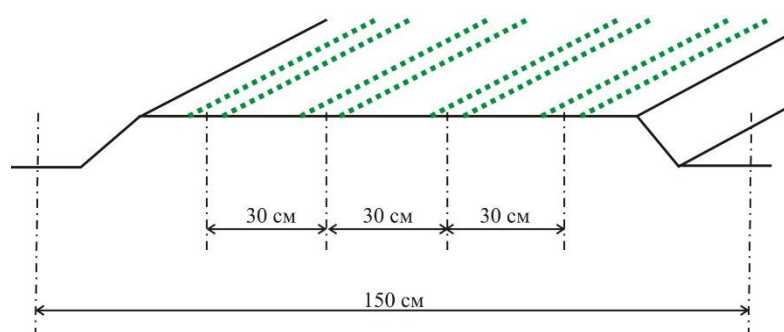


Рисунок 1 - 4-х рядная сдвоенная схема посадки лука

Для наиболее полного использования преимуществ капельного орошения, монтаж системы и укладку поливных трубопроводов необходимо проводить одновременно с посевом. Наиболее целесообразным является укладка поливных трубопроводов на глубину

2-3 см. При вышеуказанных схемах посева один поливной трубопровод с расстоянием между капельными водовыпусками 15-20 см равномерно увлажняет две посевные строчки.

Для лука применяется широкополосная схема посева. На капельном орошении на одной полосе укладываются две трубки с расстоянием между ними 60 см. (рисунок 2).

После посева и монтажа системы орошения рекомендуется провести прикатывание почвы и полив нормой 100-120 м³/га.

Система капельного орошения и её основные элементы. Интенсивное выращивание лука связано с широкомасштабным применением системы капельного орошения, которое характеризуется высокой экономической и технологической эффективностью. Капельное орошение — это экономное использование водных ресурсов (экономия воды до 50 %) в сравнении с традиционным орошением.



Рисунок 2 — Посев лука при капельном орошении

К положительным агротехническим свойствам капельного орошения можно отнести возможность регулирования глубины увлажнения, снижение риска поражения растений болезнями, отсутствие корки, а следовательно, и затрат на её разрушение, снижение количества сорняков, высокий урожай за счёт применения фертигации с оптимальными дозами и соотношением элементов питания по периодам выращивания, с одновременной экономией до 50% удобрений в пересчете на единицу продукции, предотвращение загрязнения грунтовых вод и повторного засоления почвы.

Капельное орошение характеризуется следующими преимуществами перед другими способами полива.

Аэрация почвы. Не происходит переувлажнения почвы, это обеспечивает интенсивное дыхание корней на протяжении всего цикла роста, не прерывающееся во время или непосредственно после орошения. Почвенный кислород позволяет активно функционировать корневой системе.

Корневая система развивается лучше, чем при любом другом способе орошения. Основная масса корней сосредотачивается в зоне капельниц, корневая система становится более мочковатой, с обилием активных корневых волосков. Увеличивается интенсивность потребления воды и питательных веществ.

Питание. Растворенные удобрения вносятся непосредственно в корневую зону вместе с поливом. Происходит быстрое и интенсивное поглощение питательных веществ. Это самый эффективный способ внесения удобрений в засушливых климатических условиях. Кроме того внесение удобрений с фертигацией возможно даже в условиях сильных осадков. Коэффициент использования удобрений при фертигации значительно выше, чем при обычном внесении.

Защита растений. Листья растений не увлажняются, как при дождевании, снижается вероятность распространения болезней, инсектициды и фунгициды не смываются с листьев.

Агротехнология. Капельный полив позволяет осуществлять обработку почвы, опрыскивание и сбор урожая в любое время, независимо от проведения орошения, так как участки почвы между рядами на протяжении всего сезона остаются сухими. Не образуется почвенная корка, сохраняется структура почвы при поливе.

Предотвращение эрозии. Капельное орошение дает возможность применять полив на склонах или участках со сложной топографией, без сооружения специальных уступов или переноса почвы.

Значительная экономия воды. При капельном орошении вода экономится в 2-3 раза в сравнении с дождеванием и поверхностным поливом. Коэффициент потери влаги при капельном орошении на испарение и инфильтрацию, не более 5%, при традиционном орошении и дождевальными машинами – до 40-50%;

- создаются оптимальные условия влажности почвы;
- увлажняется только прикорневая зона растений, от 40 до 60% объема общей площади;
- отсутствуют потери от периферийного стока воды.

Раннее созревание. При капельном орошении температура почвы выше, чем при дождевании, поэтому можно получить более ранний урожай.

Энергетические и трудовые затраты: уменьшаются трудовые затраты на проведение поливов; медленная подача воды обеспечивает экономию энергии и трубопроводов; система слабо чувствительна к падению давления в трубопроводе.

Возможность выращивать растения на умеренно-засоленных почвах, применение для полива слабосоленой воды.

При капельном орошении происходит интенсивное выщелачивание солей вблизи капельниц. Накопление солей по краям не оказывает слишком сильного воздействия на развитие растений. Вода и питательные вещества поглощаются частью корневой системы из выщелоченных зон почвы.

С использованием системы капельного орошения и фертигации достигается: высокая урожайность; быстрая окупаемость затрат; в 1,5-2,0 раза сокращаются производственные затраты.

При капельном орошении осуществляется точное дозирование поступления всех находящихся в растворе удобрений, в том числе с помощью систем автоматического регулирования количества подаваемых удобрений, контроль показателя заданного pH рабочего раствора, контроль количества раствора на единицу площади орошения.

Основные преимущества фертигации при капельном орошении перед традиционными методами внесения удобрений следующие: позволяет поддерживать в почвенном растворе необходимый уровень концентрации элементов питания в почвах с низкой поглотительной способностью и низким содержанием элементов питания; экономит затраты труда и энергии на внесение удобрений; эффективно используются удобрения; предотвращает загрязнение грунтовых вод, что не создаёт условий для вторичного засоления почвы.

В данное время базовая комплектация системы капельного орошения состоит из: — источника водоснабжения (насосная станция); фильтростанции; узла подготовки и внесения удобрений; магистрального трубопровода; регуляторов давления; разводного трубопровода; клапана высвобождения воздуха; соединительной и запорной арматуры; капельных линий; контрольно-измерительных приборов.

Насосные станции бывают разных типов, но наиболее распространены мотопомпы (дизельные или бензиновые) и электрические насосы. К числу основных требований к насосу можно отнести: производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$), исходное давление (атм.) и экономичность в потреблении как топлива (л/ч), так и электроэнергии (кВт/ч) (рисунок 3).

Методика расчета и эксплуатация систем капельного орошения. На основе состава почвы и воды, площади выращивания лука и фирмы-производителя оборудования системы капельного орошения проводится непосредственно расчет самой системы, используя следующий порядок проектирования: предварительный расчет водопотребления; расчет ко-

личества оросительной трубки на участок, согласно схеме посадки; деление участка на поливные блоки (учитывается длина рядов, мощность насоса, дебет скважины); подбор фильтростанции (учитывается расход воды по блокам, желаемое время полива участка); подбор материалов магистральных и разводящих трубопроводов.

Для начала определяют максимальную ежедневную потребность в воде с целью проверки возможностей водоисточника, выбора насосной станции, фильтростанции и остальной фурнитуры.



Рисунок 3 — Насосные станции для системы капельного орошения

На юге Казахстана за максимальную ежедневную оросительную норму при капельном орошении принимают 100-120 м³/га. Исходя из этого, и производят предварительный расчет пропускной возможности фильтростанции по формуле:

$$Q = \frac{120 \text{ м}^3/\text{га} \times S}{T}, \quad (1)$$

где: Q - пропускная способность фильтростанции, м³/ч;
 S - планируемая площадь орошения, га;
 T - планируемое время работы системы в сутки, 16-20 ч.

Исходя из полученных результатов также подбирается насосная станция. Производительность избираемого насоса (м³/ч) должна отвечать максимальной потребности участка в воде. Рекомендуются выбирать насос с запасом производительности (около 10%).

Следует обращать особое внимание на техническую характеристику насоса относительно исходного давления — оно может быть указано без учета подъема воды (при подъеме воды на 10 м теряется 1 атм.), а на входе в фильтростанцию давление должно быть не менее 2-3 атм.

Если источник водоснабжения позволяет обеспечить расчетный расход воды, переходят к следующему этапу расчета проекта. Расчет количества оросительной трубки ведется, с учетом возделываемой культуры, в нашем случае лука.

Для лука, с учетом возделываемой площади и схемы посадки, рассчитывается потребность в оросительной трубке:

$$L_t = \frac{S_k \cdot 10000}{L} \quad (2)$$

где: Lt - потребность в оросительной трубке, м;
 Sk - площадь возделываемого лука;
 L - расстояние между оросительными трубками (схема посадки).

Разбивка участка на поливочные блоки или зоны. При разбивке участка на поливочные блоки необходимо знать, что максимальная пропускная способность магистрального рукава LAY FLAT 4" составляет 80 м³/ч, а пропускная способность - LAY FLAT 3" – 40 м³/ч. В особых случаях возможно повышение пропускной способности на 10-15 %. Следовательно, водопотребление одного поливочного блока, не должно превышать пропускной возможности трубопровода.

Зависимость для расчета размеров поливочного блока, га:

$$S = \frac{Qt \cdot L \cdot x}{10 \cdot q} \quad (3)$$

где: Qt - пропускная способность разводного трубопровода, м³/ч;
 L - расстояние между оросительными трубками (схема посадки), м;
 x - расстояние между эмиттерами оросительной трубки, м;
 q - норма вылива одного эмиттера л/ч.

Далее определяется предварительное количество поливочных блоков. Для этого общую площадь возделываемой культуры делят на расчетную площадь блока и округляют в сторону увеличения. При невозможности размещения или экономической нецелесообразности расчетного количества поливочных блоков идут на увеличение их количества. Для определения расхода воды на гектар пользуются следующей зависимостью, м³/ч:

$$W = \frac{10 \cdot q}{L \cdot x} \quad (4)$$

Следующий этап — определение геометрических размеров поливочных блоков. Магистральный трубопровод, может проходить через поливочный блок по середине (или со смещением), или по границе поливочного блока. Более выгодно, в большинстве случаев, разводной трубопровод располагать по середине орошаемого блока с двусторонней разводкой оросительных трубок, из-за высокой стоимости трубопровода. Однако, нельзя забывать, что у капельной ленты есть ограничение максимальной длины. В отдельных случаях экономически более целесообразно одностороннее расположение оросительных трубок относительно разводного трубопровода при неудобной конфигурации поля и высоких затратах на магистральные трубопроводы.

Второй фактор, влияющий на геометрические размеры поливочных блоков - это техническая характеристика оросительной трубки. Можно задавать 5-15 % неравномерностью полива. Для самой массовой, оросительной трубки (диаметром 16 мм, норме вылива эмиттера 1,2 л/ч и расстоянием между эмиттерами 0,3 м) при неравномерности 10 % максимальная длина поливочных линий составляет около 150 м. Таким образом, необходимо изучить технические характеристики предлагаемой оросительной трубки. Разбивая поле на поливочные блоки, экономически целесообразно использовать поливочные линии длиной 70-90 % от максимальной. Определив длину поливочных блоков, рассчитываются длины магистральных трубопроводов.

Уточнение потребности в воде и составление схемы полива. После определения количества и размеров поливочных блоков уточняют расход воды на каждый поливочный блок, м³/ч:

$$w_i = W \cdot S_{\text{б}} \quad (5)$$

где: w_i - расход воды конкретного поливочного блока;

W - расход воды на гектар используемой схемы посадки;

S_b - площадь конкретного поливочного блока.

Следующий этап - составление схемы полива. Для этого максимальная поливная норма (100-120 м³/га) делится на гектарный расход воды (м³/га в час), используемой схемы посадки и определяется максимальное время полива конкретного блока. Например, если для рассматриваемого примера (лук) гектарный расход воды (за один час работы системы) будет составлять 26 м³, тогда максимальное время полива (при максимальной дневной норме 120 м³/га) будет около 5 часов.

Порядок и основные требования к монтажу. На участке, предназначенном для размещения системы капельного орошения, предварительно проводится предпосевная обработка почвы и, при необходимости, внесение почвенных гербицидов.

Монтаж производится в следующей последовательности:

- монтируются фильтростанции и магистральные трубопроводы, согласно проекту;
- производится посев и укладка оросительной трубки при сеяной культуре, (производится вручную или с помощью укладчиков расположенных на раме сеялки или культиватора);
- укладывается распределительный трубопровод и подсоединяется к магистральному трубопроводу;
- оросительные трубки, через фитинги, подсоединяются к распределительному трубопроводу. Для этого в трубопроводе, с помощью перфоратора, делаются отверстия под фитинг;
- промывают систему водой в течение 10-15 минут. Для этого в начале промывают фильтростанцию до появления чистой воды, а затем промывают оросительные трубки;
- по окончании промывки закрывают концы оросительных трубок;
- производят регулировку давления согласно паспортным данным.

Эксплуатация системы. Стоимость систем капельного орошения довольно высокая, поэтому очень важно правильно спланировать все работы по эксплуатации системы. Если планирование будет осуществлено неверно, что повлечет за собой неправильную эксплуатацию системы, затраты не окупятся, так как прибыль будет низкой.

Выращивание лука на капельном орошении (рисунок 4) предполагает применение самых передовых технологий, поэтому получение высоких урожаев возможно только при обязательном выполнении всех агротехнических мероприятий по защите растений, внесению удобрений, уходу за растениями. Система капельного орошения не защищена от неправильной обработки почвы и ухода за растениями, поэтому все работы необходимо выполнять своевременно и качественно.



Рисунок 4 — Капельное орошение лука репчатого

Режимы питания и орошения при капельном поливе. Лук репчатый – одна из наиболее требовательных овощных культур к питательному и водному режиму. Репчатый лук требователен к плодородию почвы, хорошо отзывается на внесение удобрений. Наиболее эффективным в интенсивных технологиях выращивания лука является сочетание мине-

ральных удобрений с органическими. Использование органики способствует не только повышению урожайности, но и благоприятно влияет на структуру почвы. Навоз и другие органические удобрения, как правило, вносят под предшествующую луку культуру, по 30 – 40 т/га. Плохо разложившийся навоз, внесенный непосредственно под лук, затягивает его вегетацию, и он не успевает вызреть. К тому же такой лук сохраняется значительно хуже и сильнее поражается шейковой гнилью, поэтому под лук можно использовать только перегнивший навоз.

Наибольший урожай товарного лука получают при своевременном внесении органических и минеральных удобрений. Для острых сортов лука рекомендуется вносить больше азотных удобрений, а для сладких – калийных.

Количество минеральных удобрений рассчитывают балансовым методом на основании агрохимического анализа почвенных образцов. На капельном орошении рекомендуется взятие одного смешанного образца с площади в 2-3 га. Установлено, что для формирования 10 т урожая лук использует из почвы около 44 кг – N, 12 кг – P₂O₅, 21 кг – K₂O, 7 кг – CaO и 4 кг – MgO.

Расчетное количество минеральных удобрений следует вносить в несколько этапов. Под вспашку необходимо внести до 70% фосфорных и 60% калийных удобрений. Одновременно с посевом эффективным является внесение минеральных удобрений в дозе N20P30K20. Оставшуюся часть расчетного количества удобрений необходимо вносить на протяжении вегетационного периода с поливной водой следующим образом: 80% азотных удобрений начиная с фазы 1-2 настоящих листьев и до формирования луковиц, а 10% – во время формирования луковиц. Фосфорные и калийные удобрения вносят на протяжении всего периода вегетации. Нормы их внесения увеличиваются с фазы интенсивного нарастания листьев – до начала формирования луковиц.

Для точного определения количества минеральных удобрений необходимо проводить агрохимический анализ почвы.

Также следует отметить, что растения дополнительно должны получать 100-120 кг водорастворимой серы, так как лук относится к группе культур, которые положительно реагируют на внесение серосодержащих удобрений.

Подкормки начинают проводить с начала вегетации. Лук не переносит высокой концентрации почвенного раствора, поэтому удобрения рекомендуется вносить не одновременно, а в несколько приемов. В конце вегетации подкормки не проводят, так как это может удлинить период созревания и лук плохо вызреет.

На капельном орошении система удобрений отличается от поверхностного полива. Однако по периодам вегетации лука систему удобрений необходимо выдерживать согласно рекомендаций. Степень обеспеченности почвы удобрениями: I – низкая, II – средняя, III – высокая.

Режим орошения. Лук обладает высокой отзывчивостью на влажность почвы. Его листья содержат примерно в 2 раза больше воды, чем листья капусты и томатов, а корневая система развита слабо, не может проникать на достаточную глубину и обеспечивать постоянное водоснабжение растения, к тому же и её сосущая сила невелика. Малая поверхность листьев лука очень слабо защищает почву от испарения. В зависимости от возраста растения требования лука к влаге меняются и резко снижается урожай при недостатке влаги в отдельные периоды вегетации.

Основной биологической особенностью репчатого лука является то, что при сравнительно сильном развитии листовой массы он имеет слаборазвитую корневую систему, основная масса которой находится в верхнем 0-30 см слое почвы. Как известно, именно верхние слои почвы наиболее подвержены резким колебаниям влагозапасов и частому пересыханию. В этой связи, растения лука требуют четкого соблюдения поливного режима на протяжении всего периода вегетации. Фаза от всходов до начала образования листовой поверхности является наиболее требовательной по отношению к влажности почвы – даже незначительный недостаток влаги в этот период приводит к значительным потерям уро-

жая.

Лук является одной из наиболее требовательных культур к обеспечению водой, особенно в первые 3-4 недели после всходов, когда у растений появляется первый настоящий лист. Недостаточное количество влаги чревато сильной изреженностью посевов. Поэтому, сразу после посева и монтажа системы капельного орошения, включается полив до полного промокания контура увлажнения в зоне залегания семян. Влажность почвы в зоне размещения основной массы корней должна поддерживаться до начала образования луковиц не ниже 70-80% НВ. Поддержание влажности почвы в зоне залегания корневой системы в оптимальном, для данной фазы развития растений уровне является основным принципом капельного орошения. Поливные нормы, а следовательно, и режим полива определяется количеством испаряемой и потребляемой растениями влаги и контролируется при помощи контрольно-измерительных приборов (тензиометров) и влагомеров, разрабатываются и корректируются для каждого участка индивидуально.

Максимальное суточное суммарное водопотребление лука зафиксировано в период от начала интенсивного роста луковиц до начала полегания пера.

Срок прекращения вегетационных поливов влияет на качество хранения урожая, поэтому оптимальным является прекращение поливов за 15-20 дней до уборки лука.

Борьба с сорняками, вредителями и болезнями. Контроль сорных растений на посевах лука – один из наиболее трудоёмких процессов. Здесь практически отсутствуют селективные гербициды, и многие из них могут повредить культуру.

В Казахстане в большей степени развита схема использования комбинации: Стомп и Гоал. В местах, где очень тяжелая обстановка с сорными растениями – этого не всегда бывает достаточно.

Контроль за сорными растениями на луке начинается сезоном ранее. На многих культурах существуют отлично зарекомендовавшие себя селективные гербициды. Поле, где планируют выращивать лук, выбирают за год или два заранее и уделяют дополнительное внимание борьбе с сорными растениями.

В нормальных условиях, поле под лук готовится с осени и весной проводится подготовка почвы только на минимальную глубину. Осенью после подготовки поля, оно дополнительно обрабатывается гербицидом сплошного действия, например, Ураганом, что позволяет очистить поверхность поля. Весной также не надо сильно перемешивать почву, т.к. семена других сорных растений появляются на поверхности. Поэтому, как и отмечалось, рабочие органы культиватора должны быть прямыми и не заглубляться сильно в почву.

Перед использованием тех или иных химических препаратов необходимо убедиться в том, что они зарегистрированы на луке, внимательно читать инструкцию по применению. При возникновении вопросов обращаться непосредственно к поставщику пестицидов. Если есть сомнения – лучше опробовать смесь на небольшом участке, посмотреть действие и только после переходить к обработке основных участков.

Механический способ контролирования сорных растений. Междурядная обработка почвы – является хорошим дополнением. Важно начать обработку во время, когда сорные растения находятся только в стадии развития. Использование защитных щитков или дисков серьёзно сохраняет посеы. Для более точной работы – желательно использовать культиватор, навешивающийся на переднюю навеску трактора. Работы необходимо проводить на минимальную глубину.

Борьба с вредителями. Луковая муха. Наиболее опасным вредителем лука является луковая муха. При ранней и теплой весне мухи появляются уже в середине мая в период цветения вишни. Яйца откладывают на всходы лука, листья, луковицы и на почву вблизи растения. Личинки выходят на 3-8 день и I немедленно вбуравливаются в сочную ткань луковицы, чаще со стороны донца. Заселенные личинками луковицы гнивают, листья вянут и желтеют, легко выдергиваются. Личинки 1-го поколения вредят луку в июне, с июля начинается вылет мух второго поколения. Наибольший вред от личинок наблюдается

в конце июля. При обычных условиях муха дает в лето два поколения и только при особо благоприятных условиях развивается в трех.

Необходима обработка инсектицидом в начале лета мухи и повторная обработка через 10 дней.

Обработка от луковой мухи проводится не только фосфорорганическими инсектицидами: Карате Зеон 050 CS - 0,1 л/га, Волатон -1 л/га, Золон -1 л/га, Фозалон -1 л/га.

Очень хорошие результаты получаются при посевном внесении в почву гранулированных препаратов - 1,6%-ный фосфамид - по 40-75 кг/га.

Во избежание накопления личинок луковой мухи в почве необходимо строго соблюдать севооборот и возвращать лук на прежнее место не ранее, чем через 3-5 лет.

Трипсы. В южных районах появляются в мае. Вредят на протяжении всей вегетации. На листьях появляются беловатые пятна, которые при сильном повреждении сливаются, вследствие чего листья усыхают. При этом растения заметно снижают свою продуктивность. При появлении трипсов необходимо проводить химические обработки системными инсектицидами: Золон -1 л/га, Карате Зеон 050 CS - 0,1 л/га, Фозалон -1 л/га.

Также для борьбы с трипсами на посевах лука можно применять инсектицид Конфидор 200 SL. В норме 1 кг/га препарат вводят через систему капельного орошения.

Болезни лука. Пероноспороз лука. Наиболее сильно проявляется с первых чисел июля во влажную погоду. Пораженные растения отстают в росте, листья желтеют засыхают, во влажную погоду покрываются серовато-фиолетовым налетом. На пораженных тканях задерживаются пыль и частички почвы, в результате чего растения приобретают темно-серую окраску. Во избежание заболевания лука необходимо систематически, раз в 8-10 дней, а во влажную погоду интервал должен составлять 5-7 дней, проводить профилактические обработки контактными фунгицидами: Хлорокись меди - 2,4 л/га, Оксихом - 1,9 - 2,3 кг/га, Фитал В.Р.К. - 2 л/га, Арцерид - 2,5 кг/га, Ширлан 250 SC - 0,3 - 0,4 л/га - рекомендовано фирмой "Сингента".

При возникновении благоприятных условий для развития болезни или при появлении первых признаков заболевания необходимо провести обработку системными фунгицидами: Акробат МЦ - 2 кг/га, Ридомил Голд МЦ - 2,5 кг/га.

В дальнейшем контактные и системные фунгициды обязательно чередовать, а также чередовать препараты с различным действующим веществом.

При угрозе поражения растений лука фузариозом ранней весной вносят через систему капельного орошения фунгицид Фундазол, с.п. (0,75 кг/га).

Для профилактики заболеваний используют медьсодержащий препарат Купроксат, к.с. (до 3 обработок нормой 3,0 л/га).

Лист лука покрыт сильным восковым налетом и раствор пестицидов, попадая на него, частично стекает. Для предотвращения этого явления и соответственно повышения эффективности обработки рекомендуется в раствор добавлять прилипатели: Тренд - 0,3 - 0,5 л/га, Амиго -1 л/га.

Уборка. Около 50 % общих затрат труда на производство лука составляют наиболее трудоемкие процессы - уборка и послеуборочная обработка.

Основные задачи механизации уборки лука, как и других сельскохозяйственных культур, заключающиеся в повышении полноты сбора и сокращении сроков уборки, снижении повреждений, требуют применения более совершенных технологических способов уборки, создания высокопроизводительных и надежных уборочных машин.

Механизированная уборка и послеуборочная обработка лука, как и других овощей, должны соответствовать определенным качественным и количественным параметрам. Применяемые машины должны, по возможности, гарантировать наименьшие повреждения продукта и удовлетворительную лёжкость при последующем хранении.

Уборка лука осуществляется однофазным или двухфазным способами. Однофазный способ уборки предусматривает выполнение следующих операций: извлечение лука из почвы с отделением листьев, сепарацию вороха и погрузку в транспортное средство с

последующей искусственной или естественной сушкой. Двухфазный - состоит в том, что луковицы после извлечения из почвы укладывают на поверхность поля в валки для дозревания. Затем их подбирают в ворох, после сепарации грузят в транспорт и доставляют на пункты послеуборочной обработки. Послеуборочная обработка лука осуществляется различными комплексами машин в зависимости от способа уборки и назначения комплекса: доработки вороха лука, товарной обработки или промышленной переработки, а также подготовки продукта к хранению.

Наиболее высок уровень механизации уборки и послеуборочной обработки лука в Венгрии, Англии, Нидерландах, Германии, США, Японии и Австралии. Эти страны выпускают комплексы лукоуборочных машин и технологическое оборудование линий послеуборочной обработки лука.

Лук начинают убирать при полегании 70% пера. При механизированной уборке корневую систему лука подрезают скобой на 5-6 см ниже донца луковицы за 10-12 дней до уборки (10 % полегания ботвы), что способствует лучшему вызреванию луковиц. Не рекомендуется применять скашивание и "приминание" ботвы для ускорения созревания лука, особенно если продукция идет на хранение. Для нормального вызревания луковицы необходимо, чтобы прошел отток органических веществ из листьев в луковицы, что способствует лучшему хранению продукции. После просушки в валках через 7-12 дней лук вручную затаривается в мешки, реализуется или вывозится в хранилище.

Производство лука репчатого в промышленных объемах является перспективным направлением для получения витаминной продукции овощеводства. Более эффективным и прибыльным становится выращивание лука репчатого на позднее хранение.

Применение систем капельного орошения при выращивании репчатого лука экономически целесообразно уже на площади 1 га, но максимальная экономическая эффективность достигается на площади не менее 10 га, что позволяет несколько оптимизировать расходы на систему орошения.

Выращивание высокопродуктивных гибридов лука репчатого прямым высевом в поле на базе технологий капельного орошения позволяет обеспечить высокую урожайность на уровне 80-100 т/га при нормативном качестве продукции, а само производство сформировать в стабильно прибыльный бизнес.

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем» (ИРН BR06249255).

Авторы выражают искреннюю благодарность Главе крестьянского хозяйства «Айша» Трубникову Евгению, принявшему активное участие в проведении исследовательских работ

Литература

1. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева «Казахстан в новой реальности: Время действий» от 1 сентября 2020 года;
2. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева 2 сентября 2019 года «Конструктивный общественный диалог – основа стабильности и процветания Казахстана»;
3. Государственная Программа развития АПК на 2017-2021 гг.
4. Angold, Y.V., Zharkov, V.A., Kalashnikov, A.A. Water-saving technologies and irrigation facilities/Water Practice and Technology, 2015, 10(3), P. 556–563.
5. Kang, J., Hao, X., Zhou, H., Ding, R. An integrated strategy for improving water use efficiency by understanding physiological mechanisms of crops responding to water deficit: Present and prospect/ Agricultural Water Management (ISSN 03783774 Scopus) Vol. 2551 September 2021 Article Number 107008
6. Angold Ye.V., Zharkov V.A., Kalashnikov A.A., Balgabayev N.N. Features of impulse sprinkling technology (Особенности технологии импульсного дождевания) // Water Science &

Technology: Water Supply. – London, 2016. – Vol. 16; № 5, doi: 10.2166/ws.2016.037.- Pp. 1178-1184.

7. Balgabaev N.N., Kalashnikov A.A., Baizakova A.E. The Technology of Cultivating Lump Crops with Mist Sprinkling in the Conditions of the Zhambyl Region/ OnLine Journal of Biological Sciences (ISSN 1608-4217 Scopus). 2017, 17 (2): 110.120. DOI:10.3844/ojbsci.2017.110.120.

8. Gong, F., Jiang, X. Wireless sensor-based soil composition detection and high-efficiency water-saving irrigation in agricultural water conservancy applications/ Arabian Journal of Geosciences (ISSN 18667511 Scopus) Vol. 14, Issue 16 August 2021 Article Number 1585.

9. Kalashnikov A., Baizakova A., Kalashnikov P. Resource-saving technology and an efficient drip irrigation system based on renewable energy sources /Ecology, Environment and Conservation Journal Papers (ISSN: 0971-765X Scopus). Issue: Vol 23, Issue 2, 2017 Page No.(766-779).

10. Yelnazarkyzy, R., Kenenbayev, S.B., Ospanbayev, Z.O., Kalashnikov, P.A. Soybean yield and vegetative water consumption in various irrigation methods/Journal of Ecological Engineering, 2020, 21(3), P. 87–93.

11. Zhai, Y., Zhang T., Ma X., Shen X., Ji C., Bai Y., Hong J. Life cycle water footprint analysis of crop production in China/ Agricultural Water Management (ISSN 03783774 Scopus) Vol. 2561 October 2021 Article Number 107079.

УДК 631 (11:45:112:45:587) 633/635

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРОЗЕМОВ

Тагаев А. кандидат сельскохозяйственных наук,
Сельскохозяйственная опытная станция хлопководства и бахчеводства,
Атакент, Казахстан

Почва является основным средством производства в земледелии. Только ей присуще такое свойство, как плодородие, то есть способность удовлетворять потребность растений в питательных элементах, влаге, воздухе и обеспечивать растения необходимыми условиями жизни. Поэтому сохранение почвенного плодородия, а также его воспроизводство являются главным условием получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур.

Глубокое рыхление - представляется эффективным приемом в современной обработке почвы, который позволяет подготовить самые лучшие условия для развития корней и получения более высоких урожаев хлопчатника. Это интенсивный способ обработки почвы особенно эффективен в условиях дефицита водных ресурсов.

Плотность сложения является одним из важнейших факторов плодородия почвы. Она определяет физические свойства и эффективность всех агрономических приемов. Зная требования сельскохозяйственных культур к нормальной или оптимальной плотности сложения, можно более правильно установить виды, число и глубину обработки почвы, создать физические условия, наилучшие для жизни растений.

В окультуривании пахотного слоя в большей степени нуждаются сероземы. Значительное уплотнение этих почв сопровождается ухудшением аэрации, снижением активности микробиологических процессов, что ограничивает доступность растениям воды и питательных веществ, особенно фосфора. Ресурсосберегающие технологии выращивания сельскохозяйственных культур улучшают агрофизические условия корневой зоны растения. Важный показатель физического состояния пахотного слоя почвы - объемная масса, которая в значительной степени регулируется обработкой.

Уплотнение почвы приводит к ухудшению ее физико-механических свойств, обуславливает некачественную заделку семян и снижение полевой всхожести. На уплотненных почвах

сокращается численность полезных микроорганизмов, замедляются микробиологические и окислительно-восстановительные процессы, что уменьшает доступность растениям азота, фосфора и калия. Эффективность удобрений при этом снижается на 25-30 %.

Наиболее ощутимые потери от уплотнения происходят в аридных зонах. Поэтому здесь главная задача - предотвратить чрезмерное переуплотнение. Основой этой системы являются предупредительные мероприятия, минимализация обработки почвы и разуплотнение почвы приемами ее обработки.

В условиях орошаемого земледелия из-за ежегодной вспашки на одну и ту же глубину, длительного орошения, оседания под собственной тяжестью, подпахотные слои орошаемых почв сильно уплотнены и объемная масса достигает 1,45-1,50 г/см³. Эти плотные подпахотные слои сильно препятствуют свободному и мощному развитию корневой системы растений, резко ограничивают возможность усвоения питательных элементов и почвенной влаги, имеющихся в нижних слоях.

В послании Президента Республики Казахстан К. Токаева от 1 сентября 2020 года «Казахстан в новой реальности. Время действий» отмечено, что конкурентоспособную экономику невозможно создать без развитого сельского хозяйства. Серьезным барьером остаются технологически устаревшие системы орошения. Потери воды достигают 40%. Для воддефицитного Казахстана такие показатели недопустимы. Нужно обеспечить нормативно-правовое регулирование данной сферы, а также разработать экономические стимулы для внедрения современных технологий и инноваций [1].

В решении указанных проблем, ученые Сельскохозяйственной опытной станции хлопководства и бахчеводства проводили исследования по предотвращению прогрессирующей плотности почвы, на основе технологии основной обработки почвы - глубокое рыхление на глубину 50-55 см с целью разрушения плужной подошвы и улучшения агрофизических свойств почвы.

Полевые опыты проводили на научно-экспериментальном участке Сельскохозяйственной опытной станции хлопководства и бахчеводства по методике полевых и вегетационных опытов с хлопчатником [2]. Данная работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан (BR10764908).

Практическая ценность исследований состоит в том, что она будет способствовать эффективному использованию орошаемых почв и увеличению урожайности ответственного сорта хлопчатника Мактаарал 4017, при применении глубокого рыхления почвы с внесением минеральных удобрений.

Результаты исследований, проведенных на экспериментальном участке, показали, что под влиянием глубокой обработки почвы существенно изменяются агрофизические свойства светлых сероземов. В нашем опыте определялся объемный вес почвы на посевах хлопчатника. Обработывая почву, мы изменяем её плотность, чтобы сформировать показатели сложения, оптимальные для технических культур, что, в свою очередь, влияют на водный, воздушный, тепловой режимы и, в конечном итоге, на биологическую активность пахотного слоя.

Оптимальными сроками проведения глубокого рыхления для сероземной почвы является октябрь и ноябрь месяцы. В это время почва имеет низкую влажность и хорошо крошится. Для получения эффективного разрыхления влажность почвы должна быть меньше нижнего предела пластичности. При высокой влажности во время рыхления образуются глыбы или остаются только щели в местах прохода стоек рыхлителя.

Агромелиоративное мероприятие - эффективный прием в системе обработки почвы, позволяющий создать оптимальные условия для развития корневой системы растений и получить весомую прибавку урожайности. Это прием основной обработки почвы, при котором почва рыхлится, крошится, частично перемешивается, но не оборачивается, т. е. производится безотвальная обработка почвы без оборачивания ее слоев. При этом на поверхности почвы остаются растительные остатки, закрепляющая почву и предупреждающая сдувание ее ветром.

Анализы показывают, что по профилю вниз объемный вес почвы выше на 15-20% по сравнению с верхними слоями почвы.

Объемный вес почвы пахотного горизонта в контрольном варианте, где проведена основная обработка почвы на глубину 32 см, показал оптимальную плотность сложения, в горизонте 0-10 см объемный вес почвы составил весной - 1,30 г/см³, в горизонте 10-20см - 1,33 г/см³ и в горизонте 20-30см - 1,36 г/см³. В конце вегетации наибольшая объемная масса сформировалась выше оптимального уровня в этот период и отмечена в слое 0-10см - 1,36 г/см³, 10-20см - 1,38 и 20-30 см – 1,41 г/см³ (таблица).

Таблица - Показатели объемного веса почвы по слоям, г/см³

№	Варианты опыта	Слой, см	Объемная масса почвы, г/см ³	
			весна	осень
1	(Контроль) Основная обработка почвы на глубину 32 см	0-10	1,30	1,36
		10-20	1,33	1,38
		20-30	1,36	1,41
2	Основная обработка почвы на глубину 40 см	0-10	1,30	1,34
		10-20	1,32	1,35
		20-30	1,34	1,39
3	Глубокое рыхление почвы на глубину 45-50 см + Основная обработка почвы на глубину 32 см	0-10	1,27	1,30
		10-20	1,28	1,34
		20-30	1,30	1,36
4	Глубокое рыхление почвы на глубину 50-55 см + Основная обработка почвы на глубину 40 см	0-10	1,26	1,29
		10-20	1,28	1,31
		20-30	1,29	1,33

На опытном участке, где проводили основную обработку на глубину 32 см, в сочетании с глубокой обработкой почвы на глубину 45-50 см, плотность пахотного слоя (перед севом) формировалась в пределах оптимального уровня для возделывания хлопчатника и составила в слое 0-10см - 1,27 г/см³, 10-20см - 1,28 и 20-30 см – 1,30 г/см³.

В агроэкосистемах, где комплексно проводили основную обработку на глубину 40 см, в сочетании с глубокой обработкой почвы на глубину 50-55 см, объемная масса почвы формировалась в пределах значительно ниже оптимального уровня и составила в слое 0-10 1,26 г/см³, 10-20см - 1,28 и 20-30 см – 1,29 г/см³. Наиболее рыхлой она оказалась в агроэкосистемах с ярусной вспашкой на глубину 40 см в сочетании с рыхлением почвы на глубину 50-55см.

После посева во всех вариантах опыта от весны к осени происходило дальнейшее уплотнение объемной почвы.

Таким образом, мы установили значительные сезонные изменения плотности сложения почвы. В сероземной почве проведение глубокого рыхления почвы на глубину 50-55 см, в сочетании с основной обработкой почвы на глубину 40 см, обуславливало снижение объемной массы в слое 0 - 30 см до 1,27г/см³ и осенью 1,31г/см³ (рисунок).

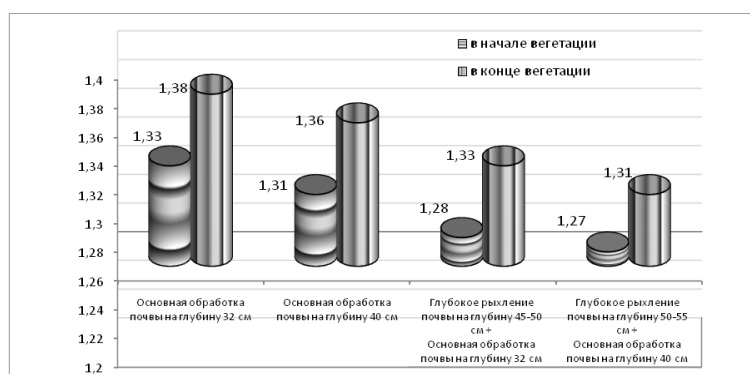


Рисунок – Влияние приемов различной обработки на объемную массу почвы в слое 0-30 см, г/см³

Использование приёмов основной обработки в сочетании с глубоким рыхлением почвы способствуют формированию оптимального уровня плотности пахотного слоя.

Глубокое рыхление почвы - это обработка почвы без вращения ломти с сохранением на поверхности поля определенного количества корневой системы и пожнивных остатков предшественника. Довольно часто такой вид обработки практикуют в зонах, подвергающихся вторичному засолению почвы, а также один раз в 3 - 4 года на одном и том же поле для улучшения водного и воздушного режимов почвы.

Данная технология уменьшает последствия вмешательства в среду почвы, увеличивает содержание органических веществ в нем, улучшает структуру, регулирует грунтовую температуру и позволяет почве удерживать больше влаги.

Углубление и окультуривание пахотного слоя - одна из актуальных задач земледелия. Оптимальный пахотный слой позволяет накапливать большее количество влаги, органического вещества, увеличивать зону активной деятельности почвенных микроорганизмов, доступность питательных веществ и улучшает агрофизические условия орошаемых сероземных почв.

Литература

1. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. «Казахстан в новой реальности: время действий», 01.09.2020 г. г. Нур-Султан. https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-1-sentyabrya-2020-g
2. Имамалиев А. Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником в условиях орошения. - Ташкент. СоюзНИХИ. – 1981. – С. 18-27.

УДК 631.452:631.53

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ КАЗАХСТАНА

Парамонов А.И., к.с.-х.н., **Басманов А.В.**, магистр с.-х. н., **Мирдадаев М.С.**, к.т.н.,
Цхай М.Б., **Калдарова С.М.**, к.т.н., **Басманов И.В.**

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»
г. Тараз, Республика Казахстан

Для сохранения и воспроизводства плодородия почв Казахстана, повышения эффективности сельскохозяйственного производства и улучшения качества продукции, необходимо на наш взгляд, применения зональных систем земледелия. Данный комплекс взаимосвя-

занных агротехнических, мелиоративных и организационно-управленческих мероприятий, направленный на эффективное использование земли и других ресурсов, сохранение и повышения плодородия почв, получение стабильных и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Современные научно-обоснованные системы земледелия связаны прежде всего с ее биологизацией, включающей оптимальную структуру посевных площадей (севообороты на принципах плодосмена), минимизацию обработки почвы, подбор адаптивных к конкретной зоне сельскохозяйственных культур, включая нетрадиционные (диверсификация растениеводства), применение инновационных агротехнологий – влаго-, энерго- и ресурсосберегающих.

Они обеспечат защиту почвы от водной и ветровой эрозии, экологическую безопасность и охрану окружающей среды («устойчивое земледелие») и создадут необходимые условия для труда и жизнедеятельности человека.

Многолетние исследования Казахского НИИ водного хозяйства, проведенные на орошаемых землях с различными типами почв (черноземными, каштановыми и сероземными) и применением комплекса мелиораций – водных, химических, биологических, физических, показали их эффективность по регулированию процессов: рассоления, рассолонцевания и расщелачивания деградированных почв, улучшению их гумусового состояния, водно-физических и химических свойств.

Водные мелиорации улучшают водно-воздушный и пищевой режимы почв, повышают продуктивность земель при поливах малыми нормами ($350 \text{ м}^3/\text{га}$) в черноземной и каштановой зонах, на сероземах нормы поливов повышаются до $800\text{-}1000 \text{ м}^3/\text{га}$.

При химической мелиорации, применение фосфогипса с нормой внесения 20 т/га обеспечивает увеличение содержания фосфора в почве до $300\text{-}500 \text{ кг/га}$, при норме 10 т/га - $250\text{-}300 \text{ кг/га}$ и при норме 5 т/га - $125\text{-}150 \text{ кг/га}$.

Внесение в почву в качестве биомелиоранта навоза нормой 10 т/га обеспечивает поступление с ним 100 кг/га азота, 118 кг/га калия, 80 кг/га кальция, 46 кг/га фосфора и 4200 кг органического вещества.

Физическая мелиорация (глубокое рыхление на глубину $40\text{-}60 \text{ см}$) обеспечивает снижение плотности почвы с $1,72$ до $1,59 \text{ т/м}^3$ и соответственно повышение ее пористости – с $36,0$ до $40,70\%$ (на 13% относительно исходного состояния черноземных среднесуглинистых почв).

В результате применения комплекса мелиораций, улучшается гумусное состояние почв – содержание гумуса в $0\text{-}60 \text{ см}$ слое черноземов увеличивается на $13,9\text{-}22,6\%$, каштановых почв - на $20,8\text{-}27,20\%$, сероземов - на $12,5\text{-}20\%$. Происходит рост урожайности хлопчатника с $21,1$ до $38,4 \text{ ц/га}$, зерна кукурузы - с $51,4$ до $75,4 \text{ ц/га}$ - на сероземных почвах.

Результаты исследований по применению биогумуса на сероземных почвах [1] показали позитивное его влияние на продуктивность возделывания культур в овоще-кормовом севообороте.

Биогумус - искусственно произведенный гумус с помощью естественной биотехнологии на основе продуктов жизнедеятельности красного калифорнийского червя путем переработки им органических отходов. Он гораздо эффективнее органических удобрений, является универсальным средством регенерации почв, отличается высокой влагоемкостью (способен удерживать до 70% влаги), содержит гуминовые и фульвокислоты, азот, фосфор, калий, микроэлементы и органические вещества, свободен от семян сорных растений. При его использовании решаются вопросы охраны окружающей среды путем утилизации органических отходов [1,2].

Под все исследуемые культуры вносился биогумус в различных дозах. Под кормовые - кукурузу, люцерну с ячменем по $3, 5$ и 10 т/га , под овощные (томаты и огурцы) по $100, 200$ и 300 г в каждую лунку. Способ внесения - под предпосевную культивацию на кормовых и вручную с перемешиванием биогумуса с почвой - на овощных.

Ресурсосберегающая технология орошения заключалась в применении следующих элементов техники полива по бороздам: поливная струя - постоянная и переменная, поливы при подаче воды в каждую борозду и через борозду [4,5].

Сложившиеся режимы орошения и различные дозы внесения биогумуса повлияли на урожайность возделываемых культур (таблица 1).

Наиболее отзывчивыми являются томаты, урожайность которых в год внесения биогумуса повышается на 26,5% при дозе 300 грамм на каждую лунку. Урожайность кукурузы (зеленой массы) возрастает на 21,1% при норме внесения биогумуса 10 т/га.

Результаты расчета баланса гумуса и потребности в органических удобрениях показали, что в 6-польном севообороте с долей участия овощных 20,7%, кукурузы на силос 26,4%, люцерны прошлых лет – 33,5%, смеси люцерны с ячменем – 16,2%, подсолнечника – 2,1% и сахарной свеклы – 1,1%, по всем культурам баланс гумуса оказался отрицательным (от -20,3 до -328,1 ц/га) за исключением полей с многолетней люцерной (+58,0 ц/га). В среднем по севообороту баланс гумуса также отрицательный (-9,3 ц/га). Норма органических удобрений для бездефицитного баланса гумуса с применением подстилочного навоза составила 18,6 т/га, биогумуса – 4,7 т/га, т.е. эффективность применения биогумуса почти в 4 раза превышает использование навоза.

Изучение литературных источников [6,7,8] показывают, что сильное воздействие на почву оказывают многолетние бобовые травы (люцерна, клевер, эспарцет, донник). По количеству накапливаемой в почве корневой массы (7-10 т/га воздушно сухого вещества) они в 2-4 раза превосходят однолетние травы, что положительно сказывается не только на балансе гумуса, но и обогащении почвы биологическим азотом – до 180-200 кг/га в первый год пользования и 250-400 кг/га за два года возделывания.

Таблица 1 – Урожайность сельскохозяйственных культур на поливе и внесении в почву различных доз биогумуса, ц/га [1]

Сельскохозяйственная культура	Кол-во поливов	Оросительная норма, м ³ /га	Доза внесения в каждую лунку овощных культур, г				Доза внесения под кормовые культуры на 1 га, т				
			Без внесения	100	200	300	500	Без внесения	3	5	10
Томаты, рассадный способ	10	4250	373	386	-	408	447	-	-	-	-
Томаты, безрассадный способ	8	2250	212	235	-	224	286	-	-	-	-
Огурцы	6	2700	194	228	185	207	-	-	-	-	-
Кукуруза на силос	4	3250	-	-	-	-	-	448	432	474	562
Ячмень	-	-	-	-	-	-	-	8,2	7,9	8,6	8,9

В условиях недостаточного применения органических удобрений применяются сидераты с выбором такой культуры, которая имеет низкий коэффициент транспирации (экономия почвенной влаги), низкую норму высева (снижение затрат на семена) и высокий урожай биомассы. Предлагается культура горчицы, с заделкой сидерата в период массового цветения. За короткий период вегетации она показывает урожай зеленой массы 200-250 ц/га и 90% корневой массы – 7,5 т/га в переводе на сухое вещество. При этом в почву поступает: азота 116 кг, фосфора 40 кг, калия 171 кг, что эквивалентно внесению в пар 30 т/га подстилочного навоза.

В качестве бобовых сидеральных культур первостепенное значение имеет донник (белый и желтый) с хорошо развитой корневой системой и поступлением в почву питательных веществ равноценных внесению в почву 40 т/га подстилочного навоза, или 150 кг азота, 40 кг фосфора, 109 кг калия и органическое вещество способное создать 1,25 т/га гумуса.

Большое внимание в биологической системе земледелия должно уделяться использованию побочной продукции: стерни и соломы и другим растительным остаткам поля.

С органической массой соломы и многолетних трав поступает в почву на гектар 100-110 кг азота, 34 – фосфора, 115 – калия, 52 – кальция и значительное количество микроэлементов [9,10].

Применение травосмесей из многолетних бобовых и злаковых трав имеет преимущество перед посевом каждой из этих трав в отдельности и большое значение в повышении плодородия почв: многолетние злаковые травы развивают корневую систему в верхнем пахотном горизонте, что способствует при хорошем доступе воздуха развитию аэробных бактерий. Многолетние бобовые травы уходят корнями глубоко в почву, извлекают из почвенных слоев и переносят в верхние горизонты питательные вещества – фосфор, кальций и др. Ежегодное отмирание корней многолетних трав составляет 25-50% от всей их массы в почве, содержащих значительное количество белков, углеводов и других органических веществ. Корни дренируют почву, накапливают углекислый газ, который образует угольную кислоту H_2CO_3 , растворяющую минералы – в раствор переходят фосфор, калий, кальций и другие элементы.

Среди других культур выделяется применение козлятника восточного (*Galéga orientális* Lam.), обладающего хорошо развитой корневой системой, усваивающие трудно-растворимые соединения. Содержание гумуса после его сидерации повышается на 0,5-0,7 т/га, пахотный горизонт обогащается азотом (180 кг/га), фосфором – 24 кг/га, калием – 90 кг/га. Рекомендуется также применение эспарцета песчаного как важного направления экологизации и биологизации земледелия, резервом решения проблемы производства высококачественных кормов и повышения плодородия почв.

Таким образом, совершенно очевидно, что внедрение научно-обоснованных зональных биологизированных систем земледелия будет способствовать сохранению и улучшению плодородия почв, повышению продуктивности мелиорируемых земель и обеспечению продовольственной безопасности страны.

Используемые технологические схемы внесения фосфогипса на солонцовых почвах способствуют их рассолонцеванию и расщелачиванию, а использование на деградированных почвах и рисовых системах ведет к повышению запасов подвижных форм фосфора.

Применение сидератов позволяет сократить, а иногда даже полностью отказаться от внесения в почву минеральных и органических удобрений. Сидераты восполняют запасы гумуса, повышают плодородие пахотного слоя и понижают кислотность почвы.

Результаты опытно-производственных испытаний ресурсосберегающей технологии орошения сельскохозяйственных культур с использованием биогумуса дали положительный эффект. Данные технологии обеспечивают по сравнению с традиционной технологией уменьшение затрат воды на 16-20%, прибавку урожая 12-55%, снижение себестоимости продукции на 10-15%.

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем» (ИРН BR06249255).

Литература

1. Балакай Г.Т., Селицкий С.А., Егорова О.В. Энергосберегающие технологии получения высокоэнергетических, высокопитательных, сбалансированных кормов на орошаемых

землях юга России / Научный обзор. – ФГБНУ «РосНИИПМ», МСХ РФ. – Новочеркасск, 2013. – 61 с.

2. Биогумус (эффективный природный заменитель удобрений) / Составитель В. Петров. - Тараз, 1997. - 26 с.

3. Рыжаков О. Биогумус и красный червь // Техника – молодежи. - 2000. №9. - С. 9.

4. Кван Р.А. Технология орошения сельскохозяйственных культур в условиях дефицита водных ресурсов и ухудшения экологической обстановки. // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1998. - №6. - С. 62-71.

5. Юсупов Т.Ю. Технологические основы дискретного поверхностного способа полива и технические средства его реализации в аридной зоне / Автореферат докторской диссертации по специальности 06.01.02. – Ташкент, 1991. – 95 с.

6. Люцерна как сидерат.- Режим доступа: <https://stroy-podskazka.ru/sideraty/lyucerna/> (дата обращения 20.11.2021 г.).

7. Репьев С. И., Курлович Б. С. Теоретические основы селекции. Т. 3: Генофонд и селекция зерновых бобовых культур. - СПб.: ВИР, 1995. - 438 с.

8. Александров Ю.А. Основы производства безопасной и экологически чистой животноводческой продукции: Учебное пособие. - Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т. 2008. – 277 с.

9. Широких П.С., Петровская О.В. Биологическое земледелие: Методические указания. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2016. – 8 с.

10. Биологизация земледелия — основа для повышения эффективности агробизнеса.- Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/biologizaciya-zemledeliya-osnova-dlya-povysheniya-effektivnosti-agrobiznesa/> (дата обращения 20.11.2021 г.).

УДК 631.4:631.62 (631.96)

ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ МАКТААРАЛЬСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ

Джайсамбекова Р.А., кандидат технических наук,

Басманов А.В., магистр сельскохозяйственных наук, **Салимбаев Р.Р.**

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»,

г. Тараз, Республика Казахстан

Орошаемые земли Мактааральского массива орошения расположены в Туркестанской области на левобережье р. Сырдарьи в Казахстанской части Голодностепского массива. Голодностепский орошаемый массив расположен в среднем течении р. Сырдарьи, а в состав Туркестанской области РК входит северо-западная часть массива, которая ограничивается на севере - Шардаринским водохранилищем, на востоке - территорией Узбекистана, на юге - Центральным Голодностепским коллектором (ЦГК) и на западе Арнасайским понижением.

Источником орошения земель в Мактааральском массиве является МК «Достык» с водозабором из р.Сырдарьи на территории Республики Узбекистан. Общая протяженность канала 113 км, в том числе по территории Республики Казахстан 49 км. Расход воды в голове канала 230 м³/сек, на участке пересечения границы Казахстана, т.е. на 73 км канала 120 м³/сек. Полив орошаемых земель производится внутривоздушными оросителями первого порядка: К-20, К-21, К-22, К-24 и К-26 (рисунок 1). КПД оросителей составляет в пределах 0,85-0,87. По мониторингу РГУ «ЮКГТМЭ» за 2019-2020 гг., максимальный уровень подачи оросительной воды наблюдается в январе и феврале во время зимних промывок и в период с июня по август месяцы в вегетационный период. Минерализация оросительной воды в среднем за вегетацию не превышала 1,0 г/л. По химическому составу оросительная вода сульфатно-гидрокарбонатного состава, пригодна для орошения сельхозкультур [1].

В настоящее время на Мактааральском районе из 63821 га орошаемых земель 27762 га средне и сильно засолены, 90% площади орошаемых земель с близким залеганием грунтовых вод (до 1-2 м) (таблица 1) [1].

Сравнивая табличные данные по УГВ и их минерализации можно сделать вывод, что площади с УГВ до 2 м, и прошлом и в текущем году составляют 77% от от общей площади орошения, что показывают о близком залегании грунтовых вод.

Площади с минерализацией грунтовых вод до 3 г/л составляют 54-59%, 34255 га в 2019 году и 37472 га в 2020 году. Площади с минерализацией грунтовых вод более 3 г/л составляют 41-46% [1].

По уровню оснащенности гидротехническими сооружениями, водомерными устройствами, гидростатами, регулирующими и подпорными сооружениями данная оросительная система относится к полунинженерному типу. Характерные особенности: внутрхозяйственная сеть имеет большую протяженность и извилиста в плане; оросительная система имеет много точек водозабора непосредственно из межхозяйственных каналов.

В процессе движения воды по открытым оросительным каналам неизбежны потери на фильтрацию и испарение. Размеры этих потерь зависят от водопроницаемости грунтов, качества противотрационных одежд облицованных каналов, режима их работы и других факторов. Большие потери из оросительной сети вызывают необходимость увеличения размеров каналов при их проектировании и строительстве.

Из-за этих потерь уменьшается оросительная способность водоисточников, то есть сокращаются площади орошения. Нежелательно и в эколого-мелиоративном плане, так как большая часть потерянной воды идет на фильтрацию, вызывая подъем уровня грунтовых вод, а вместе с ним засоление и заболачивание земель, то есть вторичному засолению орошаемых территорий.

Вопросами изучения и обоснования систематического дренажа на орошаемых землях в Казахстана занимались, А.Г. Рау [2], Ф.Ф. Вышпольский, [3], А.А. Джумабеков [4], С.Д. Магай, [5] и другие. В этих работах отмечено, что одной из важнейших вопросов при проектировании и строительстве открытого горизонтального дренажа является определение оптимальной глубины его заложения, с которой связаны уровень грунтовых вод, междренное расстояние, удельная и общая протяженность дренажной сети.

Данные Туркестанского филиала РГП «Казводхоз» показывают, что коэффициент полезного действия (КПД) МК «Достык» в вегетационный период составляет 0,90-0,94, внутрхозяйственных каналов – 0,65-0,7, участковых оросителей – 0,78-0,82. Общая протяженность оросительных каналов на Мактааральском массиве в 2019 году составили – 829,1 км, в том числе в земляном русле - 612,2 км, с бетонным покрытием - 216,9 км.

Исследование технического состояния оросительной сети Мактааральского массива позволили установить основные факторы, влияющие на величину КПД:

- разбросанность орошаемых полей в пределах массива, т.е. большая длина каналов;
- оросительные каналы в большинстве случаев построены в насыпи и на средних по механическому составу почвах;
- большой водозабор на орошение при низком техническом состоянии сети;
- отсутствие оптимального межбригадного водозабора, небольшое количество одновременно работающих участковых каналов.

Минерализация оросительной воды из года в год увеличивается. Так, если в 2000 году она составляла 0,79-0,85 г/л, то к 2019 году она выросла до 1,2-1,45 г/л (таблица 2).

Таблица 1 - Сравнительные показатели засоленности и уровня подземных вод Мактааральского района в период орошения на 2019-2020 гг.

Наименование сельских округов	Годы	Площадь, га	Уровень грунтовых вод, м												Минерализация грунтовых вод, г/л											
			0-1		1-2		2-3		3-5		0-1		1-3		3-5		>5									
			га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%								
Бирлик	2019	4549	30	-	4449	98	70	2	-	-	-	-	-	-	1236	27	2276	50	1037	23						
	2020	4549	374	8	3372	74	803	18	-	-	-	-	-	-	2724	60	1425	31	400	9						
Енбекши	2019	6346	338	5	6008	95	-	-	-	-	-	-	-	-	5123	81	650	10	573	9						
	2020	6346	500	8	5716	90	106	2	24	-	12	-	6239	98	95	2	-	-	-	-						
Жамбыл	2019	4873	-	-	4498	92	375	8	-	-	-	-	-	-	3398	70	1075	22	400	8						
	2020	4873	38	1	4010	82	825	17	-	-	88	2	4292	88	403	8	90	2	-	-						
Жана-жол	2019	7141	3553	50	3553	47	235	3	-	-	-	-	-	-	4085	54	2856	40	200	3						
	2020	7141	3071	43	4070	57	-	-	-	-	-	-	-	-	5228	73	1800	25	113	2						
Иржар	2019	7409	452	6	4132	56	2825	38	-	-	-	-	-	-	2976	40	1963	27	2470	33						
	2020	7409	1422	19	5732	77	250	4	-	-	22	-	2300	31	4513	61	574	8	-	-						
Мактаарал	2019	11390	600	5	9715	85	1075	10	-	-	-	-	-	-	5315	47	3775	33	2300	20						
	2020	11390	400	4	9290	82	1700	15	-	-	26	-	2696	50	4448	39	4448	39	1220	11						
Нурлыбаев	2019	6621	1800	27	4821	73	-	-	-	-	-	-	-	-	2332	35	1930	29	2359	36						
	2020	6621	1224	19	5374	81	23	-	-	-	-	-	-	-	2030	31	2134	32	2457	37						
Достык	2019	11283	43	-	9086	81	2124	19	30	-	73	1	7710	68	3450	31	50	-	-	-						
	2020	11283	1300	12	8833	78	1150	10	-	-	-	-	7284	65	3761	33	238	2	-	-						
Калыбеков	2019	4209	-	-	3309	79	900	21	-	-	-	-	-	-	2080	49	1679	40	450	11						
	2020	4209	-	-	8786	66	1423	34	-	-	-	-	-	-	1679	40	2080	49	450	11						
Всего	2019	63821	6816	11	49371	77	7604	12	30	-	73	-	34255	54	19654	31	9839	15	-	-						
	2020	63821	8329	13	49188	77	6280	10	24	-	148	-	37472	59	20659	32	5542	9	-	-						

Таблица 2 - Минерализация и химический состав воды МК «Достык», г/л

Дата отбора	Анионы			Катионы			pH	Сумма солей
25.06.2005 г.	0,185	0,077	0,328	0,076	0,068	0,061	7,7	0,795
20.07.2005 г.	0,191	0,081	0,342	0,090	0,054	0,072	7,8	0,844
30.08.2009 г.	0,171	0,077	0,376	0,112	0,044	0,083	7,9	0,863
15.06.2019 г.	0,202	0,139	0,484	0,120	0,085	0,106	7,8	1,156
19.07.2019 г.	0,224	0,167	0,541	0,090	0,152	0,069	7,8	1,243
05.08.2019 г.	0,229	0,098	0,688	0,190	0,091	0,155	8,0	1,450

Примечание: Отчет РГУ «ЮКГГМЭ» за 2018-2019 гг.

По химическому составу оросительная вода – сульфатно-гидрокарбонатного состава.

Строительство открытого горизонтального дренажа на орошаемых землях Мактааральского массива было начато с 1946 года. К 01.04.2019 году общая протяженность коллекторно-дренажной сети составляет 1220,8 км, в том числе межхозяйственных коллекторов – 421,0 км, внутрихозяйственной дренажно-сбросной сети 799,8 км.

Южно-Казахстанским филиалом РГП «Казводхоз» ежегодно проводится механическая очистка участковых дрен, внутрихозяйственных и межхозяйственных коллекторов. Например, в 2015-2017 гг. в Мактааральском районе общая протяженность ремонтно-восстановительных работ коллекторно-дренажной сети составила 107,71 км (таблица 3).

Таблица 3 - Механическая очистка КДС за 2015-2017 гг.

№ п/п	Наименование сельских округов	Количество механически очищенных коллекторов, шт.	Протяженность очищенных коллекторов, км.	Площадь улучшенных земель, га
1	Каракай	4	5,72	290,0
2	Атамекен	5	4,95	557,3
3	Дильдабеков	5	16,8	1830,0
4	Кызылкум	11	21,37	2295,0
5	Нурлыбаев	26	58,87	6700,0
6	Другие	43	70,0	8600,0
Итого:		94	107,71	20273,0

Примечание: Отчет РГУ «ЮКГГМЭ» за 2018-2019 гг.

В 2018 году по государственной программе 101 по проведению мониторинга «Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель» были выделены специальные средства для улучшения технического состояния КДС.

Из этих средств была произведена механическая очистка коллекторов «Западный», Тугайный, Коллектор – 1 и др. (таблица 4).

Таблица 4 - Механическая очистка коллекторов в 2018 году

№ п/п	Наименование коллекторов	Длина коллекторов, км	Средняя глубина, м
1	Западный	30,7	3,0-3,4
2	Тугайный	8,9	2,8-3,2
3	Коллектор-1	7,2	2,5-2,7
4	К – 13 - 3	5,4	2,4-2,8
5	К - 25	6,9	1,8-2,3
6	К – 21 - 6	12,9	1,7-2,0
7	К - 19 - 7	7,1	1,8-2,2

Продолжение таблицы 4

8	К – 19 – 17	4,1	1,8-2,2
9	К – 19 - 19	4,0	1,9-2,5
10	К – 21 - 1	2,7	1,9-2,4
11	К – 21 - 9	2,9	2,0-2,3
12	К – 21 - 8	2,6	2,0-2,5
13	К – 21 - 5	4,3	2,0-2,5
14	К – 1 - 3	2,1	2,0-2,4
15	К – 1 - 4	3,2	2,0-2,3
Итого:		105,6	

Примечание: Отчет РГУ «ЮКГТМЭ» за 2018-2019 гг.

Обследования показали, что неудовлетворительное эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель в Мактааральском районе обусловлено низким техническим состоянием коллекторно-дренажной сети и несоответствием фактических глубин и заложения откосов КДС проектным данным (таблица 5).

Таблица 5 - Проектная и фактическая глубина коллекторно-дренажной сети

№ п/п	Наименование КДС	Глубина, м		Откосы		
		Проектная	Фактический	Проектный	Левый	Правый
1	Участковые дрены	1,5-2,0	0,7-1,1	1:1,5	1:1,2	1:2,3
2	Внутрихозяйственные коллектора	2,0-2,5	1,2-1,7	1:1,5	1:1,5	1:2,4
3	Межхозяйственные коллектора	2,6-3,5	1,7-2,4	1:1,5	1:3,0	1:3,1

Примечание: Отчет РГУ «ЮКГТМЭ» за 2018-2019 гг.

При существующем техническом состоянии действующей коллекторно-дренажной сети фактические модули дренажного стока составляют 0,06-0,15 л/с га, что значительно ниже проектных величин 0,24-0,35 л/с га, т.е. - фактическое заложения откосов (m) не соответствует проектным значениям и зависит от механического состава почвогрунтов и литологического строения. Согласно СниП-ам для условий Мактааральского массива рекомендуется следующие соотношения откосов: для песчаных грунтов 1:2, суглинистых - 1:1,5 и глинистых - 1:1. Фактические величины откосов коллекторно-дренажной сети сильно расходятся с проектными значениями.

Заиление и зарастание русел коллекторов и участковых дрен приводит к резкому уменьшению скорости течения воды в них. В проектах минимальная допустимая скорость воды для первичных дрен принята равной 0,20-0,25 м/с, коллекторов 0,3-0,5 м/с, а не размывающая скорость воды соответственно 0,6-0,7 м/с. Выборочные определения этих величин в существующей сети показали, что в участковых дренах скорость течения изменяется в пределах 0,08-0,16 м/с, в внутрихозяйственных коллекторах 0,12-0,25 м/с, а в межхозяйственных коллекторах 0,3-0,5 м/с.

Эффективность действия открытой коллекторно-дренажной сети также резко снижается, вследствие заиления и зарастания ее сорной растительностью (камыш, тростник и др.), свалкой бытового мусора и т.д. (рисунок 2).



Рисунок 2 – Техническое состояние коллекторно-дренажной сети

Одним из основных факторов заиления КДС - процессе обрушения откосов. Наиболее интенсивно он происходит в первые годы эксплуатации, когда откосы дрен не закреплены растительностью. На участках коллекторов и участковых дрен, трасса которых проходят на грунтах легкого и среднего механического состава наблюдается постоянное оползание откосов. Существенными причинами заиления КДС является подпорный режим ее работы и частые ее сбросы, а также несоответствие фактических уклонов коллекторно-дренажной сети различного порядка с проектными данными. При проектной величине уклона 0,0003-0,0005, фактическое значения участковых дрен составляет 0,0001-0,0002, а уклоны внутрихозяйственных и межхозяйственных коллекторов 0,00005-0,0001.

Таким образом, неудовлетворительное техническое состояние существующей открытой коллекторно-дренажной сети и несоответствия ее параметров (междреннее расстояние и глубина ее заложения) не обеспечивают оптимальную дренированность территории, которые создают неблагоприятное состояние орошаемых земель и приводит к вторичному засолению почвогрунтов.

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем» (ИРН BR06249255).

Литература

1. Отчеты о мелиоративном состоянии орошаемых земель Южно-Казахстанской области за 2018-2020 гг. // РГУ «ЮКГГМЭ». – Шымкент, 2018-2020.
2. Рау А.Г. Водораспределение на рисовых системах. - М.: Агропромиздат, 1988. - 86с.
3. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технология водосбережения и управления почвенно-мелиоративными процессами при орошении. - Тараз, 2005. – 162 с.
4. Джумабеков А.А. Оптимизация орошения на рисовых системах Приаралья. - Алматы: Бастау, 1996. - 192 с.
5. Магай С.Д. Параметры дренирования орошаемых земель и определяющие их факторы на юге Казахстана // Тр. КазНИИВХ. - Тараз, 2000. - С. 161-177.

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ КАЗАХСТАНА

Басманов А.В., магистр с.-х. н., **Мирдадаев М.С.** к.т.н., **Койбакова Е.С.**, кандидат с.-х. наук, доцент, **Джайсамбекова Р.А.**, к.т.н., **Басманов А.В.**, **Кабыл Т.М.**
ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»
г. Тараз, Республика Казахстан

Одним из главных приоритетов АПК Республики Казахстан является рациональное использование и охрана почвенных ресурсов и земель сельскохозяйственного назначения, в частности, сохранение и воспроизводство плодородия почв и повышение продуктивности орошаемых земель, которые тесно связаны с эффективным управлением природными ресурсами. Принятые соответствующие Указы Президента и Постановления Правительства Республики Казахстан [1,2] об энергосбережении и повышении энергоэффективности в отраслях экономики страны подчеркивают актуальность и важность в решении данного вопроса. Разработка энергоэффективных мелиоративных технологий позволит минимизировать производственные расходы и снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции. Сельскохозяйственное производство основано на применении различных систем земледелия, эффективность которых оценивается такими показателями как производительность труда, нормой прибыли, уровнем рентабельности, фондоотдачей и рядом других. Энергетическая эффективность, как правило, не устанавливается. Между тем все жизненно важные процессы, особенно в сельском хозяйстве, происходят с использованием и преобразованием энергии - солнечной и антропогенной.

Республика Казахстан входит в число крупнейших стран мира по занимаемой площади земельных ресурсов и разнообразию природно-ресурсного потенциала и занимает девятое место в мире, а по уровню землеобеспеченности на душу населения. Это третье место в мире, после Австралии и Канады, которая на одного жителя страны составляет около 17 гектаров, в том числе обеспеченность пашней — 1,51 гектара на человека. Эти показатели в других странах составляют: в России — 11,6 и 0,89; США — 3,8 и 0,75; Китай — 0,8 и 0,08; Япония — 0,31 и 0,03 гектара на человека [3,4].

Затраты энергии в сельскохозяйственном производстве Казахстана превышают нормативы и в несколько раз выше по сравнению с развитыми зарубежными странами. В связи с этим установление энергетической эффективности применяемых мелиоративных мероприятий позволит выявить энергозатратные приемы и оптимизировать применительно к конкретным агроклиматическим зонам, орошаемым территориям, вплоть до отдельных хозяйств и полей. Большой интерес к проблеме энергосбережения и повышения энергоэффективности мелиоративных работ в сельском хозяйстве подчеркивают актуальность и важность в решении данного вопроса.

Необходимо отметить малоэффективное использование материальных и энергетических ресурсов, используемые на орошаемых полях при проведении мелиоративных работ и получение сельскохозяйственной продукции. Основными проблемами в проведении мелиоративных работ на орошаемых агроландшафтах Республики Казахстан остаются:

- низкая эффективность и энергозатратные мелиоративные мероприятия по управлению почвенным потенциалом при возделывании сельскохозяйственных культур;
- необходимость повышения рентабельности сельскохозяйственной продукции при снижении энергетических затрат на проведение мелиоративных мероприятий на орошаемых землях;
- отсутствие малозатратных научно-обоснованных мероприятий по проведению мелиоративных работ к конкретным почвенно-климатическим условиям орошаемого земледелия.

Сформировавшиеся типы почв в Республики Казахстан носят широтно - зональный характер, отражающий в свою очередь такие климатические показатели как, индекс сухости климата, гидротермический коэффициент (ГТК), коэффициент увлажненности и др. Они характеризуют оптимальное соотношение тепла и влаги на орошаемых землях с учетом направленности почвообразовательного процесса в различных агроклиматических зонах.

Современное состояние почвенного плодородия в Республике Казахстане характеризуется значительным его падением. Воспроизводство почвенного плодородия требует определенного количества энергоресурсов, зависящих от типа почв. Черноземные и каштановые почвы в связи с наиболее сложной их структурной организацией требуют повышенных ресурсов для обеспечения эффективного плодородия.

Управление продуктивностью водоземельных ресурсов на орошаемых агроландшафтах невозможно осуществлять без участия биоэнергетического потенциала почв в процессах, происходящих при проведении водных, химических, биологических, физических, агротехнических и гидротехнических, или других комплексных мелиораций.

Методология оценки энергетического потенциала почвогрунтов основана на учете поступающей на поверхность Земли солнечной энергии и ее расходной части: для водопотребления (испарения и транспирации) возделываемых сельскохозяйственных культур, фотосинтетической деятельности растений, физико-химических процессов в почве, в том числе при гумусообразовании [5-7]. Ее действие направлено на повышение эффективности потенциала почвогрунтов, достижение экологически обоснованной продуктивности орошаемых земель в различных почвенно-климатических зонах Республики Казахстан.

Важнейшими параметрами соотношений в этой системе являются суммарная радиация, радиационный баланс, альbedo, эффективное излучение, продолжительность солнечного сияния, облачность и другие показатели. К настоящему времени установлены региональные и общие формулы таких связей. При этом высокие коэффициенты корреляции получены между величиной R и широтой (μ) и высотой местности (H), а также с суммами температуры воздуха ($\sum t^{\circ}\text{C}$).

В таблицах 1 и 2 приводятся значения составляющих энергетического баланса с различными типами почв. На большинстве метеорологических станций РК измерения актинометрических показателей не ведутся, поэтому в практике используются расчетные методы на основе эмпирических и полуэмпирических связей радиационного баланса R с его факторами.

Таблица 1 – Альbedo почв и различной растительной поверхности [5]

Почвы и поверхность	Альbedo	Почвы и поверхность	Альbedo
Темные почвы	0,05-0,15	Поля пшеницы	0,10-0,25
Серые почвы влажные	0,10-0,20	Картофельные поля	0,15-0,25
Сухие глинистые или серые	0,20-0,35	Хлопковые поля	0,20-0,25
Чернозем влажный	0,08	Луга	0,15-0,25
Чернозем сухой	0,14	Сухая степь	0,20-0,30
Трава сухая	0,19	Почвы светлые	0,22-0,32
Трава зеленая	0,26	Почвы светлые песчаные	0,34-0,45
Снег свежий сухой	0,80-0,95	Снег лежалый	0,40-0,50

В наших проработках применялись показатели как инструментально замеренные на метеостанциях, так и установленные расчетами по эмпирическим зависимостям ведущих ученых [5-8].

Таблица 2 – Энергетические параметры, характеризующие зональные типы почв Казахстана

Типы почв	Параметры энергетического баланса, кДж/см ²			
	радиационный баланс R	энергия почвообразования Q _п	биоэнергетический потенциал БЭП	турбулентная энергоотдача J
Чернозем южный	186	111,60	1,86	72,54
Темно-каштановая и каштановая	193	119,66	1,93	71,41
Темно-каштановая и каштановая	199	123,38	1,99	73,63
Светло-каштановая	200	124,00	2,00	74,00
Серо- и светлобурая	194	122,22	1,94	69,84
Бурая (на границе светло-каштановых почв)	222	139,86	2,22	79,92
Серобурая и светлобурая	231	145,53	2,31	83,16
Светло-каштановая и бурая	192	119,04	1,92	71,04
Темно- и светло-каштановая	212	131,44	2,12	78,44
Темно- и светло-каштановая	206	127,72	2,06	76,22
Сероземы северные и южные	240	158,40	2,40	79,20
Серо-бурая и светлобурая	217	136,71	2,17	78,12
Темно-каштановая	218	135,16	2,18	80,66
Высокогорная черноземная	196	117,60	1,96	76,44
Сероземы северные и южные	236	155,76	2,36	77,88

Осредненными значениями альбеда деятельной поверхности орошаемых полей с многолетними травами можно принять для расчетов в различных почвенно-климатических зонах республики: 0,10-0,15 - для черноземов, 0,15-0,20 - для каштановых почв, 0,20-0,30 - для сероземов.

Поступающая на орошаемые поля энергия аккумулируется в двух его основных объектах: в зеленых растениях и органическом веществе почв, что обеспечивает повышение продуктивности и растений и содержание гумуса в почве. Наиболее полно используется потенциальные возможности черноземов, а менее всего - в сероземных почвах. Дополнительное количество энергии, которое необходимо для полной реализации продукционного потенциала составляет 22,1-24,5 кДж/га. На сероземных почвах количество аккумулируемой энергии имеет максимальное значение, и комплексная мелиорация способствует наиболее полной реализации природно-ресурсного потенциала этой почвенно-климатической зоны.

Энергия почвообразования расходуется на три основные составляющие: транспирацию и испарение - 95-99,5%, биологические процессы - 0,5-4,0% и на эрозию (смыв, выветривание) около 1% [5].

Энергия, аккумулированная в продукции биомассы - это затраты энергии на фотосинтез и гумусообразование, которые составляют по В.Р. Волобуеву 1% от приходящей энергии и

оценивается через биоэнергетический потенциал БЭП. Он включает энергию, аккумулированную в почвенном гумусе БЭП_{гум} и в продукции фитомассы растений БЭП_{раст.} Показатель БЭП позволяет оценить количество энергии, необходимое для создания продукционного потенциала [7].

Анализ и обобщение вышеприведенных данных, позволили установить величины элементов энергетического баланса применительно к различным типам почв (таблица 3).

Таблица 3 – Значения энергетических параметров зональных почв Казахстана

Наименование типов почв	Значения составляющих энергетического баланса, кДж/см ²			
	Радиационный баланс, R	Энергия почвообразования, Q _п	Биоэнергетический потенциал, БЭП	Турбулентная энергоотдача, J
Черноземы	191,0	114,6	1,9	74,5
Каштановая	203,0	125,9	2,0	75,1
Сероземы	238,0	157,2	2,3	78,5

Значения составляющих энергетического баланса повышаются от северных широт к южным, от зоны черноземных почв к сероземам. Так радиационный баланс R – от 191 до 238 кДж/см², энергия почвообразования Q_п - от 114,6 до 157,2 кДж/см², турбулентная энергоотдача J – от 74,5 до 78,5 кДж/см². Эти величины для каштановых почв имеют промежуточные значения – соответственно 203,0; 125,9 и 75,1 кДж/см². Вышеприведенные данные носят предварительный характер и уточняются при проведении различных мелиоративных мероприятий.

Величина турбулентной энергоотдачи J, влияющая на повышение продуктивности земель наименьшая в зоне черноземов (около 74,5 кДж/см²) - наиболее плодородных почв и не требующих относительно больших объемов проведения мелиораций по сравнению с зоной распространения сероземов (J=78,5 кДж/см²). В условиях до проведения мелиоративных мероприятий эта величина составляет в среднем около 100,0 кДж/см² для черноземов, 135 кДж/см² - каштановых и 185 кДж/см² - для сероземных почв [7]. Следовательно, наиболее значительного снижения величины данного показателя можно достичь в результате проведения определенных мелиораций в зоне сероземных почв - на 106,5 кДж/см², наименьшего (на 25,5 кДж/см²) - на черноземах, а на каштановых – на 59,9 кДж/см², повысив соответственно этим значениям их продуктивность.

На основании вышеприведенных данных по энергетическому потенциалу различных типов почв, нами были оценены продукционный потенциал мелиорируемых земель с черноземными, каштановыми и сероземными почвами. Он отражает максимально возможное аккумулирование растениями возделываемых культур энергии фотосинтеза, позволяющей обеспечивать накопления основной продукции в общей биомассе до 12-16 тыс. кормовых единиц с одного орошаемого гектара. Полученные результаты хорошо коррелируются с данными потенциальной (максимальной) и реально достигнутой урожайностью ведущих сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Казахстана и приграничных к нему регионов.

Литература

1. «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства». - Астана, 2012.
2. Государственная программа развития АПК РК на 2017-2021 гг. - Астана, 2017.
3. Крыгин В. Казахстан: Необходимо повышать плодородие почвы // Газета «КазахЗерно.kz». [Электронный ресурс]. - URL: <https://kazakh-zerno.net/102522-kazakhstan-neobkhodimo-povyshat-plodorodie-pochvy/> (дата обращения 10.10.2021 г.).

4. Байшанова А.Е., Кедельбаев Б.Ш. Проблемы деградации почв, анализ современного состояния плодородия орошаемых почв Республики Казахстан // Научное обозрение. Биологические науки. – 2016. – № 2. – С. 5-13.- [Электронный ресурс]. - URL: <https://science-biology.ru/ru/article/view?id=991> (дата обращения 10.10.2021 г.).

5. Волобуев В.Р. О Введение в энергетику почвообразования.- М.: Наука, 1974.- С. 127-128.

6. Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Энерго-и массообмен в системе «растение-почва-воздух». - Л.: Гидрометеиздат, 1975.- 359 с.

7. Технологии управления продуктивностью мелиорируемых агроландшафтов различных регионов Российской Федерации / Л.В. Кирейчева, И.В. Белова и др. - М: ГНУ ВНИИ-ГиМ Россельхозакадемии, 2008. – 81 с.

8. Оценка систем земледелия: системно-энергетических подход / Сост. В.В.Коринец и др. - Астрахань, 2008.- 32 с.

УДК 626.84:620.91

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

Калашников П.А., кандидат технических наук, **Байзакова А.Е.**, кандидат технических наук, **Боровиков Э.А.**, конструктор, **Попандопуло Г.П.**, конструктор, **Власов А.О.**, конструктор

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»
г. Тараз, Казахстан

Говоря о роли возобновляемых источников энергии в будущем, целесообразно обратиться свой взгляд в прошлое. В 70-х гг. прошлого века нефть была основой энергопотребления большинства стран. В то время казалось, что исследования в области использования ВИЭ - это нечто экзотическое - то, что никогда не найдет применения в реальной жизни. Однако после нефтяного кризиса 1973 года стало очевидно, что ориентация на импортную нефть представляет реальную угрозу энергетической безопасности многих государств.

Большинству экономически развитых стран пришлось разрабатывать новую энергетическую стратегию, направленную на диверсификацию источников энергии, энергосбережение, а также на изучение возможностей применения альтернативной энергетики. К настоящему времени в данном направлении удалось достигнуть впечатляющих результатов. Так, в развитых странах была разработана правовая база, согласно которой энергоснабжающие компании обязаны принимать энергию, полученную из нетрадиционных источников. Следует отметить, что и РК был принят Закон Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.12.2014 г.) [1].

Кроме того, организована экономическая поддержка производителей энергии из ВИЭ, включающая в себя налоговые и кредитные льготы, дотации и т.п. Появились и хорошо финансируемые научно-исследовательские программы в этой области, ежегодные расходы на которые составляют в мире сегодня не менее \$1 млрд [2].

Темпы развития альтернативных источников энергии впечатляют. В последние 5 лет рост производства фотоэлектрических установок составляет порядка 30% в год. В связи с этим следует упомянуть проект «Тысяча крыш», реализованный в начале 1990-х гг. в Германии. Основную часть издержек (до 70%) при реализации этого проекта взяло на себя государство. В Германии на крышах 2250 домов были установлены фотоэлектрические установки. При этом роль резервного источника энергии играла электросеть, которая покрывала недостаток электроэнергии, а в случае ее избытка забирала излишек. Вскоре после этого, в

США была начата еще более глобальная по масштабам программа «Миллион крыш», рассчитанная на период до 2010 года. На ее реализацию из федерального бюджета выделено около \$6 млрд. Логично предположить, что в ближайшие годы количество подобных проектов будет только увеличиваться [3].

Согласно прогнозам экспертов, при высоком уровне инвестиций в развитие ВИЭ, солнечная энергетика могла бы обеспечить 10% от общемировой энергии, ветряная - 15%, гидроэнергия - порядка 9%, приливная и геотермальная в совокупности около 1% [4].

Среди несомненных достоинств альтернативных источников энергии стоит отметить повсеместную распространенность большинства видов, экологичность и возобновляемость, а также низкие эксплуатационные затраты. Среди отрицательных - нестабильность во времени и низкую плотность потока энергии, которая вынуждает производителей использовать большие площади энергоустановок.

Природно-климатические условия предгорной зоны РК, с одной стороны, низкая техническая оснащенность сельскохозяйственного производства фермерских хозяйств, а также необходимость полного использования водоземельных ресурсов – с другой, требуют широкого внедрения ресурсосберегающих технологий и технических средств орошения с использованием ВИЭ.

Основное достоинство капельного орошения – значительная экономия оросительной воды при локальном увлажнении почвы. С помощью капельного орошения можно поливать крутые склоны, подавать вместе с оросительной водой удобрения и ядохимикаты. Капельное орошение рекомендуется применять в районах с ограниченными водными ресурсами, на землях со сложным рельефом (горные, предгорные), где затруднено или невозможно применение другой техники полива, на легких незасоленных почвах, при малой минерализации оросительной воды [5, 6].

Применение систем капельного орошения с использованием возобновляемых источников энергии на основе ресурсосбережения для различных агроэкологических зон РК позволяет:

- обеспечить оптимальный мелиоративный режим;
- повысить технический уровень оросительных систем до КПД-0,80-0,90;
- снизить эксплуатационные затраты оросительных систем на 15-25%;
- довести экономию водных ресурсов до 20-30%;
- снизить капитальные затраты при строительстве систем орошения до 60%;
- повысить производительность труда в 2 раза;
- обеспечить эколого-мелиоративное благополучие на орошаемых землях;
- улучшить социально-экономические условия проживания, качество жизни и занятость населения.

Применение систем капельного орошения с использованием возобновляемых источников энергии в Казахстане и мировой практике.

Сельскохозяйственное производство потребляет весьма значительное количество воды, причём формы её потребления чрезвычайно разнообразны. Вода в сельском хозяйстве используется: для питья и для санитарно-гигиенических и хозяйственных потребностей людей, для питья и для зоогигиенических потребностей сельскохозяйственных животных, для выращивания сельскохозяйственных культур, для работы сельскохозяйственных машин, для переработки сельскохозяйственной продукции, а также для тушения пожаров [7].

Задачей сельскохозяйственного водоснабжения фермерских хозяйств является удовлетворение всех перечисленных потребностей водой в достаточном количестве и при возможно более низкой себестоимости воды и наименьших затратах труда на ее подачу.

В тех случаях, когда уровень воды в источнике водоснабжения лежит ниже фермерского хозяйства, приходится прибегать к механическому подъёму воды. Из источника вода насосами или другими водоподъёмными устройствами поднимается на высокую точку фермерского хозяйства (резервуары, водонапорные башни и др.) и оттуда распределяется по трубопроводам или по сети самотёчных оросительных каналов.

Подъём воды из источников является одним из трудоёмких процессов сельскохозяйственного водоснабжения, и устройство современной системы водоснабжения немислимо без его механизации [8].

При использовании механического водоподъема, возможно, орошать и высоко расположенные земли, которые во многих случаях бывают плодородными, а также территории со сложным рельефом, где устройство крупных самотечных оросительных каналов оказывается весьма дорогим.

В настоящее время для подъёма воды в основном используются центробежные и поршневые насосы разных типов с электрическими и тепловыми двигателями. Однако основным их недостатком при водоснабжении и орошении являются высокие эксплуатационные расходы и, как следствие, сравнительно высокая стоимость подачи 1 м³ воды на вышерасположенную территорию, а поэтому применение водоподъёмных устройств использующих возобновляемые источники энергии, экономия воды и борьба с её потерями приобретают особое значение.

Для фермерских хозяйств расположенных выше источников воды, сельскохозяйственное водоснабжение с использованием ВИЭ позволит увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, использовать высокоэффективные технологии полива (дождевание, капельное орошение), снизить эксплуатационные расходы и тем самым получить прибыль. В этой связи, водоподъёмная установка должна с заданной гарантией ежедневно обеспечивать потребность в воде; работать в течение длительного времени эксплуатации, не требуя постоянного технического обслуживания, нуждаясь лишь в профилактических работах, трудоёмкостью, не превышающей 4-5 нормо-часов.

Одним из перспективных и интенсивно развивающихся способов орошения является капельное орошение. В последние двадцать лет площади, занятые капельным орошением, расширились более чем в 6,5 раз и в настоящее время в мире составляют порядка 10,3 млн. га. Капельное орошение может применяться в различных по климатическим условиям районах, как с влажным, так и с аридным климатом. Экономическими расчётами подтверждена целесообразность применения орошения с учетом преимуществ данного способа полива.

Энергия потока воды. Здесь понимается использование энергии естественного движения, т.е. течения, водных масс в русловых водотоках. Чаще всего используется энергия падающей воды. В древности для этого применялись водяные колеса, преобразующие энергию движущейся воды в механическую энергию вращающегося вала. Позднее появились более быстроходные и эффективные гидравлические турбины. До конца 19 в. энергия вращающегося вала использовалась непосредственно, например, для размолва зерна или для приведения в действие кузнечных мехов и молота. В наши дни практически вся механическая энергия, создаваемая гидравлическими турбинами, преобразуется в электроэнергию.

Почти вся гидравлическая энергия представляет собой одну из форм солнечной энергии и поэтому относится к возобновляемым природным энергоресурсам. Под лучами солнца испаряется вода из озёр, рек и морей. Образуются облака, идет дождь, и вода, в конце концов, возвращается в водные бассейны, т.е. туда, откуда испарилась. С таким круговоротом воды в природе связаны колоссальные количества энергии.

Максимальное возможное применение энергии потока воды в сельскохозяйственном производстве значительно снизит потребление электроэнергии и ГСМ, улучшит экологическую обстановку и позволит снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции, тем самым увеличить рентабельность сельскохозяйственного производства современных фермерских хозяйств.

Необходимо отметить, чтобы не говорили о нетрадиционных возобновляемых источниках энергии, как наиболее чистых технологиях, им все же присущи некоторые недостатки. Они оказывают следующее влияние на окружающую среду: биомасса - использование почвы при создании энергетических плантаций, загрязнение воздуха при сжигании биомассы, загрязнение воды при переработке; ветроустановки - перегрузка территорий технологическими установками, проблема безопасности ветроустановок, изменение ветровой обстановки и т.д.;

солнечные установки - изменение гидрометеологической ситуации, отчуждение территории для крупных установок.

В настоящее время вредное воздействие от нетрадиционных источников энергии незначительно ввиду малого их распространения и размеров. В будущем этот эффект может увеличиться по мере более широкого использования и применения.

Энергия, получаемая за счёт использования местных возобновляемых энергоресурсов по перспективности вполне конкурентоспособна с энергией, получаемой от традиционных энергоисточников. Задача заключается только в том, чтобы из возможных вариантов выбрать наиболее экономичные для использования, определив рациональную структуру энергоносителей и состав потребителей энергии. Это может быть достигнуто только на основе соответствующих методов технико-экономического обоснования.

На основании источников [9-13] и предварительного рассмотрения возможностей использования ВИЭ в различных регионах Казахстана можно составить следующую таблицу (таблица 1), в которой отражены перспективы их использования.

Таблица 1 - Перспективы использования ВИЭ по регионам Казахстана

Вид источника энергии	Север	Юг	Запад	Восток
Солнце	+	+	+	+
Ветер	+	-	+	-
Биогаз	+	-	-	-
Геотермальная	-	+	-	+
Потока воды	+	+	-	+

Как следует из данных таблицы 1, для южного региона Республики Казахстан перспективно использование в качестве энергоисточников такие ВИЭ как: солнце, геотермальная энергию земли и энергию потока воды открытых водоисточников.

Из рассмотренных выше возобновляемых источников энергии наибольший интерес для внедрения в системы сельскохозяйственного водоснабжения фермерских хозяйств и небольших посёлков представляет энергия потока воды. Опыт применения этого вида энергии в мире [14, 15] для привода различных технических средств показал экономическую целесообразность и возможность успешной конкуренции с традиционными энергоисточниками.

Анализ использования энергии потока воды для капельного орошения сельскохозяйственных культур в мировой практике.

На современном этапе развития агропромышленного комплекса, сложившиеся условия производства сельскохозяйственной продукции требуют создание эффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных оросительных систем нового поколения, которые могут обеспечить снижение затрат энергетических, водных и трудовых ресурсов при орошении сельскохозяйственных культур [16-18].

Нестабильность цен на энергоносители требует пересмотра ряда принципиальных положений и подходов к оценке экономической и энергетической эффективности орошения. Немаловажное место занимают вопросы применения низконапорных и безнапорных оросительных систем, исключения аварийных, непроизводительных и технологических потерь и сбросов, а также разработка мероприятий, направленных на экономию электроэнергии за счет использования энергии водного потока [19].

Достаточно широкое распространение в 80-х годах прошлого столетия, в предгорных районах Казахстана и Киргизии, имели закрытые оросительные системы с поливными трубопроводами для полива по бороздам, стационарными дождевальными установками и дождевальными машинами фрегат, позволяющие проводить поливы без использования внешних источников энергии.

Самонапорные оросительные системы успешно применяются для возделывания виноградников при капельно-струйном орошении по коротким земляным бороздам в Республике Узбекистан. В Китайской народной республике самонапорные оросительные системы так же

использовались для дождевания. Самонапорные системы дождевального полива в своем большинстве применялись в горных районах КНР с расположением источника воды выше уровня поля.

В Азербайджане самонапорные оросительные системы с применением средне и дальнеструйных дождевальных аппаратов применялись для орошения чайных плантаций.

По результатам обработки первичной информации необходимо отметить, что потенциальную энергию потока воды, для систем орошения, в мировой практике в основном применяли в странах с наличием зоны орошаемого земледелия в горных и предгорных районах для полива сельскохозяйственных культур дождеванием.

По результатам проведенного анализа по использованию энергии потока воды для капельного орошения сельскохозяйственных культур в мировой практике можно отметить, что самонапорные системы орошения в различных странах применялись и применяются в основном для полива сельскохозяйственных культур дождеванием. Однако, орошение широкозахватными дождевальными машинами, средне и дальнеструйными дождевальными аппаратами предусматривает наличие довольно высокого давления в оросительной сети (от 2 бар до 6 бар), что при самонапорной системе орошения требует значительных геодезических перепадов между водоисточником и орошаемым участком. Поэтому такие системы не получили широкого распространения. Использование потенциальной энергии потока воды для обеспечения работы систем капельного орошения не применялось ранее и является более перспективным к широкому внедрению в предгорной зоне орошаемого земледелия Республики Казахстан. Обеспечить оптимальную работу системы капельного орошения в среднем, позволяет давление в 0,7 бар, для создания которого требуются гораздо меньшие, в сравнении с дождеванием, естественные уклоны местности.

Основные технические и технологические параметры самонапорных систем капельного орошения при использовании потенциальной энергии потока воды.

Технология капельного орошения включает режим подачи воды в соответствии с водопотреблением культуры и технику полива. Режим водоподдачи зависит от нормы, сроков и продолжительности поливов на оросительный период, зоны увлажнения, расхода и числа капельниц, схемы расположения и водно-физических свойств почвы.

Поливные нормы ($m^3/\text{га}$) определяют по формуле:

$$m_{nt} = 100\gamma h A_{nt}(w_{FS} - w_{PW}) \quad (1)$$

где h - глубина расчётного слоя почвы, м;

γ - объёмная масса почвы, т/м³;

A_{nt} - площадь увлажнения, м²;

w_{FS} - наименьшая влагоёмкость от массы абсолютно сухой почвы, %;

w_{PW} - предполивная влажность почвы, соответствующей нижней границе оптимального увлажнения почвы (в долях единицы).

Продолжительность водоподдачи:

$$t = m_{nt} / E_f q_{dr} n \quad (2)$$

где m_{nt} - коэффициент использования воды, равный примерно 0,96-0,98;

q_{dr} - расход капельницы, л/с;

n - число капельниц на 1 га.

Очаг увлажнения в соответствии с агробиологическими показателями сельскохозяйственных культур и водно-физическими свойствами почвы формируется в зависимости от расхода капельниц и продолжительности полива.

Для обеспечения подачи расчетного количества воды на орошаемое поле системой капельного орошения проводится гидравлический расчет системы.

Самонапорные системы проектируют на участках, уклон поверхности которых превышает 0,002...0,003, что необходимо для движения воды по трубопроводам, за счет напора создаваемого превышением естественного падения местности над потерями напора по длине трубопровода, то есть при условии:

$$iL > ah \quad (3)$$

Минимальный уклон, при котором можно проектировать самонапорные системы, зависит от расхода воды, напора в рабочий период и условий работы трубопровода. При проектировании самонапорной сети необходимо предусмотреть свободный напор на гидранте, обеспечивающий нормальную работу поливной техники.

$$H_o = H_{st} - aH \quad (4)$$

где H_{st} - статический напор на гидранте, м;

aH - сумма всех гидравлических потерь до данного гидранта-водовыпуска, м.

Закрытую самонапорную сеть выполняют по двум основным схемам: с односторонним и двусторонним расположением оросительных трубопроводов относительно распределительного. В первой схеме оросительные трубопроводы обычно располагают по наибольшему уклону, во второй - в направлении горизонталей

Самонапорную сеть с ограничителями напора применяют в тех случаях, когда статический напор превышает допустимый для данного материала. Ограничители устанавливают в тех точках подземного трубопровода, где статический напор равен допустимому рабочему давлению. Линия статического напора получается ступенчатой.

Особенностью летнего водопровода является необходимость его опорожнения на зимний период. Поэтому необходимо предусмотреть его укладку с ярко выраженным положительным или отрицательным уклоном. В нижней точке предусматривается водовыпускная задвижка для полного опорожнения сети в специальный колодец или в понижение рельефа. Проектирование летнего водопровода ведется обычным расчетом.

Учет потерь в сетях трубопроводов: шероховатость, перепад высот, повороты, разделение потока, сужения диаметра, длина трубопровода и т.п.

При открытом водозаборе поливная вода, как правило, содержит много механических включений, а иногда и болезнетворных микроорганизмов, поэтому, при использовании поливной воды из открытых водоемов для капельного орошения требуется механическая очистка (фильтрация) воды.

Оптимальные параметры самонапорной системы капельного орошения.

Для эффективного использования энергии воды определены оптимальные параметры самонапорной системы капельного орошения:

1. Так как в большинстве случаев водозабор для самонапорных систем капельного орошения осуществляется из рек предгорной зоны, которым характерны такие особенности стока как: высокая интенсивность нарастания расходов и уровней воды; большое количество наносов в паводок и сравнительно малое их содержание в воде в период межени; ярко выраженную зависимость колебания расхода наносов от колебания расхода воды в суточном и сезонном разрезе и т.д., конструкция водозаборных сооружений обязательно должна обеспечивать предварительную очистку оросительной воды.

2. Для нормальной работы самонапорной системы капельного орошения необходим естественный уклон местности. Оптимальными геодезическими перепадами между водозабором и орошаемым участком являются от 10 до 20 м.

3. Для обеспечения бесперебойной работы лент капельного орошения в течение всего вегетационного периода необходимо особое внимание уделять их выбору. В самонапорной системе капельного орошения нужно отдавать предпочтение эмиттерным компенсирован-

ным лентам капельного орошения, которые имеют меньшую зависимость неравномерности расхода воды от уклона участка и длины линии капельного полива. В отличие от щелевой ленты эмиттерная благодаря своей конструкции не требует слишком тщательной фильтрации оросительной воды и соответственно применения дорогих фильтров.

4. Учитывая, что при выходе оросительной воды из резервуара-отстойника по направлению к орошаемому участку напор равен 0, а напор оросительной воды на входе в узел фильтрации определяется геодезическим перепадом между водозабором и орошаемым участком, материал труб используемых для магистрального и распределительных трубопроводов самонапорной системы капельного орошения необходимо подбирать так, чтобы максимально уменьшить потери напора по длине трубопровода. Предпочтительно использовать трубы с наименьшим коэффициентом шероховатости: поливинилхлоридные (ПВХ), полиэтиленовые или гибкий трубопровод лайфлет.

5. Для эффективного использования оросительной воды трубки капельного орошения можно прокладывать вместе с мульчирующей пленкой, которая исключит потери оросительной воды на испарение.

Определение основных критериев пригодности орошаемых земель в предгорьях юга Казахстана для применения на них самонапорных систем капельного орошения.

При организации орошения сельскохозяйственных культур необходимо учитывать особенности природных условий, агроландшафтную неоднородность земельного фонда и типизацию агроландшафтов. В зависимости от видов угодий орошаемых агроландшафтов особое внимание обращается на такие качественные показатели, как содержание гумуса, гранулометрический состав, рН, солонцеватость и засоленность, эродированность, переувлажненность и заболоченность, каменистость, крутизна и экспозиция склона, степень увлажнения отдельных массивов и др.

Применение систем капельного орошения особенно перспективно в районах с ограниченными водными ресурсами, на также на участках, на которых нельзя применять традиционные способы полива – при больших уклонах, на участках с изрезанным рельефом, в районах с недостаточной влагообеспеченностью и при наличии малодобитных источников чистой воды.

Системы капельного орошения не рекомендуется использовать:

- на засоленных почвах;
- при близком залегании грунтовых вод – пресных 2 м, минерализованных 4 м;
- на предгорных участках со сложным рельефом и уклонами более 0,05;
- на участках с легкими почвами – песчаными и гравелистыми.

Основные критерии пригодности орошаемых земель для применения на них самонапорных систем капельного орошения представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, основные критерии пригодности орошаемых земель для самонапорных систем капельного орошения практически не отличаются от критериев для обычных систем. Различие заключается в том, что для самонапорных систем необходим геодезический перепад между точкой водозабора и орошаемым полем не менее 11 м.

Оценка эффективности использования энергии воды для капельного орошения сельскохозяйственных культур.

При проведении оценки эффективности использования энергии потока воды для систем капельного орошения сельскохозяйственных культур необходимо определить основные параметры, по которым будет оцениваться эффективность или неэффективность применения данного типа альтернативной (возобновляемой) энергии.

Основные параметры оценки эффективности использования какого-либо типа энергии для капельного орошения сельскохозяйственных культур определяются исходя из обеспечения данным типом альтернативной энергии стабильной и бесперебойной работы системы орошения.

Таблица 2 - Основные критерии пригодности орошаемых земель для применения на них самонапорных систем капельного орошения

Наименование	Климатические		Почвенные		Геоморфологические		
	дефицит испаряемости, тыс. м ³ /га	скорость ветра, м/с	скорость впитывания за первый час, м/ч	глубина почвенной толщи, м	оптимальный уклон	условный объем планировочных работ (м ³ /га)	
Самонапорные системы капельного орошения	5-10	-	5-20	1-1,5	0-0,003	-	
Наименование	Гидрогеологические		Биологические		Водохозяйственные		
	допустимая глубина залегания пресных/соленых грунтовых вод, м	допустимая минерализация грунтовых вод, г/л	предельная высота надземной части растений, м	оросительная норма, тыс. м ³ /га	Мин.перепад высот (создаваемый напор), м	обеспеченность водой (сток водоситоочника/ водоотдача), м ³ /с	ордината гидромодуля, л/с(га)
Самонапорные системы капельного орошения	1,5/3	1	5	2-8	11	0,8-10	0,5-1,0

Исходя из вышеизложенного, основными параметрами эффективности использования применяемого типа энергии для систем капельного орошения являются:

1. Возможность использования в течении всего вегетационного периода сельскохозяйственных культур.
2. Отсутствие прямой зависимости от природно-климатических условий (наличие солнечной радиации, достаточная ветровая нагрузка и др.) района возделывания сельскохозяйственных культур.
3. Обеспечение работы системы орошения в полном объеме вне зависимости от времени суток.
4. Отсутствие прямой зависимости от топографических условий района расположения системы орошения.
5. Возможность использования при отсутствии традиционных источников энергии.
6. Простота в эксплуатации.
7. Невысокие эксплуатационные затраты необходимые для обеспечения работоспособности системы орошения.
8. Отсутствие необходимости привлечения высококвалифицированного обслуживающего персонала.
9. Обеспечение возможности непрерывной и стабильной работы системы капельного орошения.
10. Низкие капитальные вложения при строительстве.

Проведем оценку эффективности наиболее применяемых для систем капельного орошения возобновляемых источников энергии путем сравнения по вышеприведенным параметрам (таблица 3).

Таблица 3 – Сравнительная оценка эффективности применения для систем капельного орошения возобновляемых источников энергии.

Тип возобновляемой энергии	Параметры эффективности применяемого типа возобновляемой энергии									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Энергия ветра	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-
Солнечная энергия	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-
Энергия потока воды	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+

Как видно из таблицы 3, использование энергии потока воды для систем капельного орошения сельскохозяйственных культур соответствует 9 из 10 приведенных основных параметров, что свидетельствует о несомненной эффективности данного типа возобновляемой энергии.

Литература

1. Закон Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.12.2014 г.).
2. Научно-популярный экологический журнал TERRA-Жер-Ана, №10 2004 г, Алматы.
3. Трайделл Дж., Уэйр А.; перевод с английского под ред. Колобкова В.А. Возобновляемые источники энергии. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Каталог. Оборудование для использования нетрадиционных источников энергии – М., 1990.
5. Орошение в горных условиях. / Под ред. Носенко В.Ф. – М.: Колос, 1981. – 144 с.
6. Справочник по механизации орошения. Под ред. Штепы Б.Г. – М.: Колос, 1979 – 303 с.
7. Розин В.А. Мелиорация с основами сельскохозяйственного водоснабжения. - М., Госсельхозиздат, 1954. – 344 с.
8. Трайделл Дж., Уэйр А.; перевод с английского под ред. Колобкова В.А. Возобновляемые источники энергии. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
9. Чокин Ш.Ч., Сяндиков Р.Х. Энергетика сельского хозяйства Казахстана. - Алма-Ата: Кайнар, 1989.- 241 с.
10. Тлеуов А.Х. Перспективы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для энергоснабжения сельскохозяйственных объектов Казахстана. – Акмола, 1995. - 94 с.
11. Бекметьев Р., Заглиев И. Ветроэнергетические ресурсы Казахстана // Нар. х-во Казахстана. – 1988. - №10. – С. 45-47.
12. Викторов А.Е., Нечаев Л.А., Чернокнижная Л.Н. Перспективы использования солнечной энергии в народном хозяйстве Казахстана. – Алма-Ата: КазНИИТИ, 1974. – 148 с.
13. Бондаренко Н.М., Ким М.С., Мухаметжанов С.М. Гидрогеотермические ресурсы юга и северо-востока Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1988. -128 с.
14. Уссаковский В.М. Возобновляющие источники энергии. - М: Россельхозиздат, 1986.- 126 с.
15. Асланян Г. С., Молодцов С.Д. «Возобновляемые источники энергии на мировой сцене», Россия «Энергия», 1997, №3, стр.2-10.
16. Кожанов А. Л., Васильев С.М. Конструкция оросительной системы для условий циклического и периодического орошения // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: Геликон, 2007. – Вып. 38. – С. 70–75.
17. Щедрин В. Н., Бредихин Н. П., Бредихин Н. Н. Как восстановить и сохранить природное плодородие черноземов // Мелиорация и водное хозяйство: научн.-практ. журнал – М., 1998. – № 2. – С. 33–35.

18. Васильев С. М., Кожанов А. Л. Новая конструкция оросительной системы // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: Геликон, 2006. – Вып. 36. – С. 58–63.

19. Кожанов, А. Л. Конструкции энергоэффективных оросительных систем с безнапорным режимом работы трубопроводов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научн.-практ. журнал – Новочеркасск, 2016. № 3(63). - С. 12–17.

УДК 631.675.2

ҚОРҒАЛҒАН ГРУНТТА СУАРУДЫ НОРМАЛАУ

Калдарова С.М., техника ғылымдарының кандидаты, **Цхай М.Б.**, жетекші ғылыми қызметкер, **Попандопуло Г.П.**, конструктор, **Халимбетова А.А.**, конструктор
«Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС,
Тараз қ., Қазақстан

Жылыжай өндірісі қазіргі уақытта ауыл шаруашылығының серпінді және тиімді саласы ретінде дамып келеді, ол халықты балғын және дәрумендерге бай көкөністермен, сондай-ақ ашық жерден өнім шықпайтын кезеңде гүлдермен қамтамасыз ету үшін маңызды.

Қазақстандағы жылыжай саласы өткен ғасырдың 70-ші жылдары, елімізде шыны жылыжайлардың үлкен паркі құрылған кезде дами бастады. 1990 жылы елімізде 560 га жабық грунт алқабы болды, оның 58,5 пайызын көктемгі пленкалы жылыжайлар құрды, олар көкөністердің жалпы өнімінен жеміс-көкөніс өнімдерінің 4 пайызын қамтамасыз етті.

Жылыжайлардың екінші өмірі 2008 жылы ҚР Үкіметі «ҚазАгро» Ұлттық холдингі арқылы алдымен Шымкентте 1 га пилоттық учаскесі «Азия Трейд» ЖШС, содан кейін жаңа инновациялық жылыжай кешендерін қалпына келтіру және салу бойынша толыққанды жобаны іске қосқан кезде басталды [1].

2010 жылы Қазақстанның жылыжай қауымдастығы ҚР АШМ-мен бірлесіп, ҚР қорғалған грунтты субсидиялау ережелерін жасады. ҚР АШМ 6 жыл бойы жергілікті облыстық әкімдіктер арқылы жылыжай комбинаттарының, фермерлік жылыжайлар мен көшетханалардың шығындарын өтеуге 1 гектарға 1 300 000 теңге есебінен қаражат бөлді.

2017 жылдан бастап қорғалған грунтты субсидиялау қағидалары өзгерді. Маусым аралық уақытта, яғни қыста көкөніс дақылдарын өсірген жылыжай шаруашылықтары үшін ақы төленді, сонымен қатар гидропоникалық жүйеде жаңа технологияны қолдану да ескеріледі, ал ерте көктемде және күзде өсірілетін жылыжай шаруашылықтары есепке алынбады.

Қорғалған грунттағы, яғни негізінен жылыжайлар мен көшетханалардағы ауыл шаруашылығы өндірісі халықты жыл бойы көкөністермен және жасыл өнімдермен қамтамасыздандыру мәселелерін шешуге бағытталған.

Қазақстандағы жылыжай шаруашылығы көкөністердің өнеркәсіптік өндірісінің бағытында дамуда. Сондықтан қазіргі көкөніс шаруашылығындағы жылыжайлар культивациялық құрылымдардың негізгі түріне айналып отыр. Конструкция жағынан олар біраралық (ангарлық) және көпаралық (блоктық) болып, пайдалану мерзіміне сәйкес – қысқы (негізінен шынымен қоршалған) және маусымдық – пленкамен жабылған (қосымша жылусыз, дақылдардың көктемгі және күзгі айналымдары болады) болып бөлінеді, міндеті бойынша көкөністік және көшеттік, қоректендіру әдісі бойынша – грунттық (топырақтық) және гидропонды болады.

Құрылым ішіне қысқа толқынды (380-720 нм) күн радиациясының өтуінен жылулық әсері түзіледі, ал ол ұзын толқанды радиацияға ауысқанда жылуды шектеулермен сақтап қалады [2].

Нақты жердегі әртүрлі географиялық аймақтарда орналасқан культивациялық құрылымдардың түрлері мен типтерін, сонымен қатар өсірілетін дақылдар ассортиментінің жиынтығын және оларды өсіру мерзімдерін анықтайтын негізгі факторға ашық горизонтальды жазықтыққа күннің радиация-лық сәулесінің түсетін мәні және жылулық ортаға түсетін фотосинтетикалық активті радиация (ФАР) жатады. Олардың мәндері бойынша ең қатаң қысқы кезеңде Қазақстан Республикасының аумағы іріленіп екі жарықтық аймақта-рына бөлінеді – оңтүстік және солтүстік. Олар алдында жүргізілген ССРО аумағының аудандастырылуымен [2, 3] және қазіргі аудандастырылуымен келісілген. Солтүстіктегі жарықтық аймаққа Қазақстанның 41-ші мен 46-шы градусындағы с.е. географиялық еңістіктердің арасында орналасқан аумағы кәреді, оңтүстік аймаққа – 46-шы мен 55-ші градусындағы с.е. арасындағы аумақтар жатады. Оңтүстік аймақ мына мәндермен сипатталады - $Q_{\text{сум}}= 28-43 \text{ кДж/см}^2$, $Q_{\text{ФАР}}=1500-1900 \text{ кал/см}^2$. Солтүстік аймақ - $21-26 \text{ кДж/см}^2$ және $2000-3000 \text{ кал/см}^2$.

Қандай болмасын аймақ үшін культивациялық құрылымдардың типтері мен түрлерінің таңдап алынуы басқа климаттық факторларға, яғни қар мен жел жүктемелеріне байланысты.

Өнімге өсірілетін басты көкөніс дақылдарына қияр мен қызанақ, сонымен қатар қырыққабат, бұрыш, баялды жатады. Жасыл дақылдар ретінде пияз, сау-малдық, аскөк, ақжелек, қымыздық, мангольд, күнзе, балдыркөк, райхан, жалбыз, мелисса және т.б., жидектер ішінде – құлпынай жатады, қорғалған грунттағы негізгі кесілетін гүл дақылдарына раушан, қалампыр, қала, бақытгүл жатады.

Жоғары өнім алу үшін агроном көптеген факторларды ескереді. Ең маңыздыларының бірі - суару және қоректену мәселелері болып табылады. Өсімдіктерді өсіп-даму мен жеміс беру кезеңінде сумен және қоректік заттармен қамтамасыз ету өте маңызды. Ол үшін өсімдіктердің физиологиясын біліп, агрохимиялық білімге ие болу керек.

Сулық режим ең маңыздысы болып табылады, себебі өсімдіктердің өз-дері, әсіресе көкөністер 80-нен 95% дейін судан құралады. Кешегі уақытқа дейін жылыжайларда суғарудың негізгі әдістеріне жаңбырлатып және шлангпен суғару жататын. Қорғалған грунтта суғарудың әртүрлі техникалық құралдарын пайдаланудың дүниежүзілік тәжірибесінің көрсетуінше, соңғы жылдары тамшылатып суғару жүйесі кеңінен ендіріле басталды. Аталған жүйелер әр нақты өсімдіктің жеке ерекшеліктерін ескеріп, судың жылыжай ауданы бойынша және де топырақ профилі бойынша дәл таралуын қамтамасыз етеді, суды пайдаланудың ең жоғарғы тиімді-лігіне қол жеткізуге бағытталады. Мұндай жүйелер судың таралуының компьютерлік бақылауында тәулік бойы жұмыс істеуге және сумен бірге қоректік заттарды, микроэлементтерді, биостимуляторларды, гербицидтерді тікелей өсімдіктің тамыр жүйесі орналасқан аймаққа жеткізуге қабілетті. Маусымнан тыс кезеңде берілген күнтізбелік мерзімдерде жоғары сапалы және экологиялық таза өнімді қамтамасыз етуге мүмкіншілік береді.

Жылыжайларда қолданылатын суару тәртібі жарықтық аймағына, культивациялық құрылымның типіне, өсірілетін дақылдың түріне және оларды суғару тәртіптеріне байланысты болады.

1 және 2 кестелерде жаңбырлатып және тамшылатып суару барысында Қазақстан Республикасының солтүстік және оңтүстік жарықтық аймақтарының қысқы жылыжайларындағы су тұтынудың ұлғайтылған нормалары көрсетіледі. Бұл нормалар көшеттерді отырғызу мерзімінің әртүрлі болуына немесе өсірілетін дақылдардың сорттары мен гибридтеріне байланысты, 8-12% өсу немесе кему жағына ауытқуы мүмкін [4].

1 кесте – Солтүстік жарықтық аймағының қысқы жылыжайларындағы қияр мен қызанақтың су тұтынуының ұлғайтылған нормалары, л/м² (мм)

Айлар	Қияр			Қызанақ		
	қысқы-көктемгі-жазғы айналым	жазғы-күзгі айналым	бүкіл маусымдық (өтпелі) айналым	қысқы-көктемгі-жазғы айналым	жазғы-күзгі айналым	бүкіл маусымдық (өтпелі) айналым
1	2	3	4	5	6	7
Қаңтар	<u>28</u> 20	-	<u>68</u> 48	-	-	-
Ақпан	<u>55</u> 39	-	<u>83</u> 58	<u>45</u> 32	-	<u>68</u> 48
Наурыз	<u>88</u> 62	-	<u>95</u> 67	<u>84</u> 59	-	<u>105</u> 74
Сәуір	<u>135</u> 95	-	<u>129</u> 90	<u>126</u> 88	-	<u>150</u> 105
Мамыр	<u>135</u> 95	-	<u>158</u> 111	<u>165</u> 116	-	<u>208</u> 146
Маусым	<u>165</u> 116	-	<u>165</u> 116	<u>176</u> 123	-	<u>200</u> 140
Шілде	<u>165</u> 116	<u>76</u> 53	-	<u>176</u> 123	<u>120</u> 84	<u>135</u> 95
Тамыз	<u>113</u> 79	<u>88</u> 62	-	<u>135</u> 95	<u>135</u> 95	-
Қыркүйек	-	<u>66</u> 46	<u>21</u> 15	-	<u>105</u> 74	<u>105</u> 74
Қазан	-	<u>46</u> 32	<u>84</u> 59	-	<u>63</u> 44	<u>80</u> 56
Қараша	-	<u>21</u> 15	<u>90</u> 63	-	<u>42</u> 29	<u>68</u> 48
Желтоқсан	-	-	<u>68</u> 48	-	-	<u>68</u> 48
Айналым бойы	<u>884</u> 622	<u>297</u> 208	<u>961</u> 675	<u>907</u> 636	<u>465</u> 256	<u>1187</u> 834
Ескерту – алымында - жаңбырлату барысында, бөлімінде - тамшылатып суару барысында						

2 кесте – Оңтүстік жарықтық аймағының қысқы жылыжайларындағы қияр мен қызанақтың су тұтынуының ұлғайтылған нормалары, л/м² (мм)

Айлар	Қияр			Қызанақ		
	қысқы-көктемгі-жазғы айналым	жазғы-күзгі айналым	бүкіл маусымдық (өтпелі) айналым	қысқы-көктемгі-жазғы айналым	жазғы-күзгі айналым	бүкіл маусымдық (өтпелі) айналым
1	2	3	4	5	6	7
Қаңтар	<u>33</u> 23	-	<u>80</u> 56	-	-	-
Ақпан	<u>65</u> 46	-	<u>98</u> 69	<u>53</u> 37	-	<u>80</u> 56
Наурыз	<u>104</u> 73	-	<u>112</u> 78	<u>99</u> 69	-	<u>124</u> 87
Сәуір	<u>159</u> 111	-	<u>152</u> 106	<u>149</u> 104	-	<u>177</u> 124
Мамыр	<u>159</u> 111	-	<u>186</u> 130	<u>195</u> 137	-	<u>245</u> 172
Маусым	<u>195</u> 137	-	<u>195</u> 137	<u>208</u> 146	-	<u>236</u> 165
Шілде	<u>195</u> 137	<u>90</u> 63	-	<u>208</u> 146	<u>142</u> 99	<u>159</u> 111
Тамыз	<u>133</u> 93	<u>104</u> 73	-	<u>159</u> 111	<u>159</u> 111	-

2 кестенің жалғасы

Қыркүйек	-	$\frac{78}{55}$	$\frac{25}{18}$	-	$\frac{124}{87}$	$\frac{124}{87}$
Қазан	-	$\frac{54}{38}$	$\frac{99}{69}$	-	$\frac{74}{52}$	$\frac{94}{66}$
Қараша	-	$\frac{25}{18}$	$\frac{106}{74}$	-	$\frac{50}{35}$	$\frac{80}{56}$
Желтоқсан	-	-	$\frac{80}{56}$	-	-	$\frac{80}{56}$
Айналым бойы	$\frac{1043}{731}$	$\frac{354}{247}$	$\frac{1133}{793}$	$\frac{1071}{750}$	$\frac{549}{384}$	$\frac{1399}{980}$
Ескерту – су тұтынуының келтірілген нормаларының 8-12% көтерілу немесе төмендеу жағына ауытқуы мүмкін.						

3 кестеде жаңбырлатып және тамшылатып суару барысында ҚР солтүстік және оңтүстік өңірлерінің қысқы жылыжайларында кесілетін гүлдік дақылдардың (раушан гүлдер) су тұтынуының ұлғайтылған нормалары келтіріледі.

3 кесте – Жаңбырлатып және тамшылатып суару барысында ҚР солтүстік және оңтүстік өңірлерінің қысқы жылыжайларындағы кесілетін гүлдік дақылдарының (раушан гүлдер) су тұтынуының ұлғайтылған нормалары, л/м² (мм)

Айлар	Солтүстік өңір		Оңтүстік өңір	
	Суару әдістері			
	тамшылатып суғару	жаңбырлату	тамшылатып суғару	жаңбырлату
Қаңтар	24	33	30	42
Ақпан	25	35	31	43
Наурыз	28	39	35	49
Сәуір	33	46	41	57
Мамыр	42	59	53	74
Маусым	47	66	59	83
Шілде	58	81	73	102
Тамыз	51	71	64	90
Қыркүйек	42	59	53	74
Қазан	34	48	43	60
Қараша	25	35	32	45
Желтоқсан	21	28	26	36
Жылдық	430	600	540	755

Жылыжай шаруашылығын жүргізу барысында судың қосымша шығындары болады – санитарлық-гигиеналық мұқтаждар, бөлмені жинау, өнімді жуу, жылыту жүйесі және т.с.с. Сондықтан судың жалпы тұтынуын анықтау барысында жоғарыдағы кестелерде келтірілген мәндерді 10-15% арттыру қажет. Сонымен қатар тамшылатып суғару барысында аса ыстық кезеңдерде атмосфераның жарықтандыруы жоғары болған кезде, өсімдік пен ауаны ылғалдандыруға қосымша су жұмсалады. Ол үшін испульстік салқындаатын жаңбырлату жүйесі (СИОД) қолданылады. Оның жұмыс істеу тәртібі: бүркі уақыты – 10-60 с, іске қосулар арасындағы уақыт – 3-15 с. Жылыжайлардың географиялық орналасуына, яғни жарықтық аймағына байланысты судың тәуліктік шығындары енділігі 56⁰ болғанда 9,8 л/м² – нан енділігі 41⁰ болған жағдайда 13,5 л/м² дейін өзгереді. Арасындағы мәндері, жоғарыда көрсетілген ендіктер арасында интерполяция арқылы анықталады.

Тамшылатып суғару барысында кәрізбен қабылданатын ағынның көлемі суғаруға жұмсалатын судың 5% дейінгі мәнді құрайды, жаңбырлатып және шлангпен суғарған кезде - 10% дейін жетеді. Ауданы 6 га асатын жылыжай комбинаттары кәріздік суларын жинау үшін су жинайтын сыйымдылықтармен жабдықталады. Жыл сайын жылыжайлардың 10-15% ауданында грунттарды жуып-шаю мүмкіндігі қарастырылады. Судың шығыны 150-200 л/м², ал 6-дан 12 сағатқа дейінгі интервалда суды 3-5 рет берген кезде одан да жоғары болады.

1 Жылыжай өндірісі қазіргі уақытта ауыл шаруашылығының серпінді және тиімді саласы ретінде дамып келеді, ол халықты балғын және дәрумендерге бай көкөністермен, сондай-ақ ашық жерден өнім шықпайтын кезеңде гүлдермен қамтамасыз ету үшін маңызды. Қорғалған грунттағы, яғни негізінен жылыжайлар мен көшетханалардағы ауыл шаруашылығы өндірісі халықты жыл бойы көкөністермен және жасыл өнімдермен қамтамасыздандыру мәселелерін шешуге бағытталған.

2 Жылыжайларда өсірілетін негізгі дақылдарға өнімге өсірілетін көкөніс дақылдары қияр мен қызанақ, сонымен қатар қырыққабат, бұрыш, баялды жатады. Жасыл дақылдар ретінде пияз, саумалдық, аскөк, ақжелек, қымыздық, мангольд, күнзе, балдыркөк, райхан, жалбыз, мелисса және т.б., жидектер ішінде – құлпынай жатады, қорғалған грунттағы негізгі кесілетін гүл дақылдарына раушан, қалампыр, қала, бақытгүл жатады.

3 Сулық режим ең маңыздысы болып табылады, себебі өсімдіктердің өздері, әсіресе көкөністер 80-нен 95% дейін судан құралады. Соңғы жылдары тамшылатып суғару жүйесі кеңінен ендіріле басталды, аталған жүйелер әр нақты өсімдіктің жеке ерекшеліктерін ескеріп, судың жылыжай ауданы бойынша және де топырақ профилі бойынша дәл таралуын қамтамасыз етеді, суды пайдаланудың ең жоғарғы тиімділігіне қол жеткізуге бағытталады.

Әдебиеттер

1. Доклад о состоянии развития тепличного хозяйства Казахстана выступал президент Ассоциации теплиц Казахстана К. К. Кошман, 2016 г., 1-ый Плодоовощной форум, Алматы, <https://foodindustry.kz/sostoyanie-razvitiya-teplichnoj-otrasli-v-rk/>

2. СП 107.13330.2012. Свод правил: Теплицы и парники. Актуализированная редакция СНиП 2.10.04-85 (РФ).

3. НТП 10-95/Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады (РФ).

4. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для отдельных отраслей экономики (Приказ и.о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 11 октября 2016 года № 431). <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014514>

УДК 631.347.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Грушин А.В., с. науч. сотр., **Гжибовский С.А.**, ст. науч. сотр.,

Коломеец А.В., мл. науч. сотр.

ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна, Россия

Водные ресурсы повсеместно становятся все более дефицитными, поэтому большое внимание уделяется эффективному использованию оросительной воды для получения максимальной экономической выгоды, сохранению водных ресурсов и плодородия почвы.

Эффективность орошения определяется несколькими взаимосвязанными составляющими, среди которых эффективность водоподводящей системы, эффективность полива, эффективность влагоудерживающей способности почвы, эффективность орошения, общая эффективность орошения, эффективность полезного водопотребления, равномерность полива, реакция культуры на орошение или урожайность [1].

Несмотря на то, что каждый орошаемый гектар в сельском хозяйстве дает продукции в 6 раз больше, чем богарный, эффективность использования водных ресурсов в орошаемом земледелии остается низкой. Для повышения эффективности орошения широкозахватной техникой без изменения основных конструктивных параметров в настоящее время разработано большое количество технических предложений, многие из которых могли бы с успехом

пополнить линейку технических средств полива сельскохозяйственных культур не только на выровненных и спланированных участках орошения, но и на участках с уклонами или неправильной конфигурацией.

Например, для относительно небольших участков ровного рельефа при ветреных условиях возможно применение поверхностного полива по бороздам и междурядьям шланговыми барабанными машинами с консольными фермами, как установка Beinlich (рис. 1), обеспечивающими возможность улучшенной мобильности и применения на различных площадях.



Рисунок 1 – Шланговая барабанная машина с тележкой для поверхностного полива по междурядьям [2]

Компания Beregnung Irrigation производит шланговую барабанную установку Beinlich серии R 20, 30, 40, 46 для поверхностного полива сельскохозяйственных культур по междурядьям. Поверхностный полив позволяет использовать для орошения животноводческие стоки, повышающие плодородие почвы и не нарушая экологическую обстановку.

По данным трехлетних исследований ВНИИ "Радуга" орошение обыкновенных черноземов животноводческими стоками увеличивает содержание в почве: азота на 38 %, фосфора на 67,5 %, калия на 23 %, гумуса на 54 %. При этом водопрочность почвенных агрегатов размерами 0,25-5 мм увеличилась в 1,5 раза, а плотность почвы снижается на 3 % по сравнению с поливом обычной оросительной водой. Взаимный эффект орошения с внесением подготовленных животноводческих стоков оценивается прибавкой урожая на 30-60 %, что и определяет рациональность использования стоков при поверхностном поливе по бороздам. Поддержка в регионах развития фермерских хозяйств этой направленности позволит одновременно решать вопросы повышения производства мяса, обеспеченность кормами и повышение плодородия почв.

Другим направлением повышения эффективности орошения является прецизионный полив под низким давлением (системы LERA), проводимым широкозахватными дождевальными машинами аккуратно распределяют воду на высоте 0,2-0,5 м, минимизируя снос ветром и потери на испарение. Этот полив можно назвать промежуточным между распределением воды путем дождевания и поверхностным поливом, с выливом воды в движении в междурядье с минимальной высоты. Исследования ученых и практика эксплуатации показали, что при использовании LERA, по меньшей мере, на 20 % больше воды достигает почвы, по сравнению с обычными дождевателями.

Барботеры LERA требуют меньше давления, по сравнению с обычными дождевателями. Предлагаются два вида барботеров: первый направляет воду непосредственно в борозду узким потоком (рисунок 2а), не намачивая листву растений и может использоваться при удобрительном поливе; второй распределяет воду более широким куполом («пузырчатый дождь»), без разбрызгивания (рисунок 2б). Имеется четыре модели: баблер, баблер с аэрацией, дождующий и для внесения агрохимикатов.

Компания Senninger впервые представила Quad Spray специально для LEPA в 1980-ых гг. Сегодня интерес к нему снова возрастает в районах с ограниченными водными ресурсами, так как дождеватели LEPA не требуют большого количества воды и энергии.

Барботеры LDN LEPA работают на низком давлении – от 0,41 до 1,38 бар. Они используют меньше энергии, чем традиционные дождеватели, и имеют меньший расход воды – от 1 л/мин до 80 л/мин.



а – барботер LDN LEPA ($Q=61-4168$ л/ч; $P=0,41-1,03$ атм.); б – барботер QUAD SPRAY® ($Q=80-2076$ л/ч; $P=0,41-0,69$ атм.)

Рисунок 2 – Прецизионный полив под низким давлением системой LEPA

Другая низконапорная технология поверхностного полива, предложенная в США в засушливом штате Техас при использовании широкозахватных дождевальных машин, представляет из себя следующее. Культиватор, оборудованный через одно междурядье широкими двухлопастными вращающимися ложбинообразователями, проходя делает удлиненные углубления, соответствующие шагу перемещения поливной машины. Поливная машина оснащается волокущимися по междурядьям шлангами, с выливом воды в ложбины водовыпуском «двусторонний носок». Ложбины при поливе заполняются водой с последующим медленным впитыванием в почву (рисунок 3). Водовыпуски типа "socks" – позволяют уменьшить почвенную эрозию в бороздах; двойные «носки» обеспечивают защиту и сохранность обваловки борозд. Волочащиеся шланги или «носки» можно легко вынимать из соединительных муфт и при необходимости заменять насадками, или дефлекторами для внесения химикатов. Такая технология более эффективна по использованию воды в засушливом климате, чем дождевание, позволяя увеличить нормы полива и поддерживать влажность почвы более длительное время [3].

Расстояние между данными устройствами составляет обычно 1,5-2,0 метра, что соответствует поливу через междурядье. Сухие зоны позволяют лучше накапливать влагу. Кроме того, остаётся сухая зона для движения колёс машины. Исследования и полевые опыты показывают, что урожайность не зависит от того, подаётся ли вода в каждую борозду, или через одну. Рабочее давление на сопле обычно равно 0,41 атм.

Полевые опыты показали, что при использовании низконапорных дождеобразующих органов 95-98 % подаваемой воды поступает к растениям. Водораспределение этих уст-

ройств является точным и концентрированным, что требует точного расчёта режимов орошения, особенно на глинистых почвах.

Также на широкозахватной технике с успехом применяется метод полива капельным орошением, как на круговых, так и на фронтальных машинах (рисунки 4, 5) [4-7].



Рисунок 3 – Полив хлопка системой LEPA в штате Техас

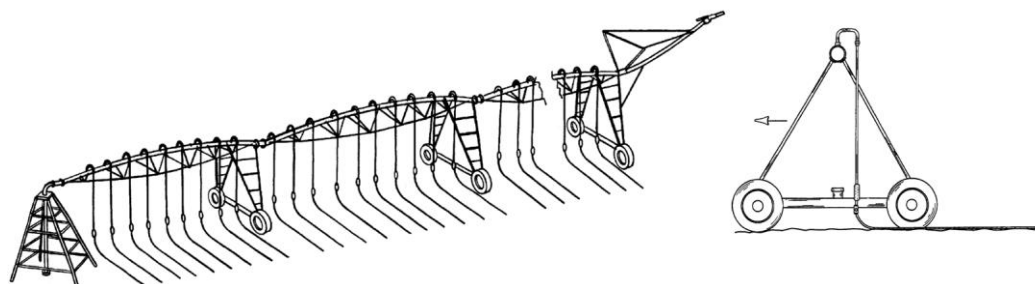


Рисунок 4 – Мобильная система капельного орошения



Рисунок 5 – Фронтальные и круговые машины для капельного орошения

Этот метод точного мобильного капельного орошения (PMDI) можно применять как на ровных, так и на участках с уклоном с эффективностью использования воды до 95 %. Используются капельные трубки компании Нетафим РС с компенсированными капельницами. Технология позволяет увеличить равномерность распределения воды и проводить полив в ветреную погоду. Машина движется по сухой почве и не образует колеи. Вода поступает в почву с минимумом потерь на испарение. Расход воды на орошение уменьшается до 30 %, а урожайность повышается на 20 %. Данная технология на машинах фронтального перемещения позволяет поливать и культуры сплошного рядового посева. Такая технология окупается за 2 года.

Большое значение в организации правильного полива и использования воды имеет мониторинг влажности и температуры почвы участков орошения. Австралийская компания

AgriTech Solutions испытывает оборудование и программное обеспечение для открытия/закрытия клапанов, включения/выключения насосов, а также использование систем связи, предоставляет консультации, установку и поддержку продуктов для мониторинга и автоматизации оборудования, веб-технологий (рисунок 6) [8, 9].



Рисунок 6 – Аппаратура мониторинга влажности почвы с помощью Agritech Solutions Pty

В настоящее время на рынке существует множество систем мониторинга состояния почвы и погодных условий в режиме реального времени ([John Deere Field Connect](#), [Lindsay Corp.'s Growsmart](#)). Они помогают принимать эффективные управленческие решения. Некоторые из этих систем позволяют не только наблюдать за изменениями условий, но и дистанционно управлять системами орошения. Разработки ведутся компаниями CropX, Sprinkl, Acromag, Tevatronic, HydroAir, Sentek Technologies и др.

На сегодня при поливе расходуется в 2-3 раза больше воды, чем это необходимо для нормального роста растений. В среднем более 50 % поливной воды, минуя корневую систему растений, просачивается в грунтовые воды. Смарт-технологии позволят улучшить процесс мониторинга водообеспечения и повысить эффективность использования воды, подавая точное количество воды в нужное время [10, 11].

Литература

1. Суат Имрак, Ламек О. Одхиамбо, Уильям Л. Кранц, Е. Эйзенхауэр. Эффективность и равномерность орошения. Эффективное использование воды в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс]. URL: <http://irrigationparts.ru/effektivnost-i-ravnomernost-orosheniya-effektivnoe-ispolzovanie-vodyi-v-selskom-hozyaystve/>
2. Düsenwagen R 20 mit Schleppschläuchen [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=74Q334uaK7A&feature=youtu.be>
3. LEPA Saving Water for Future Producers [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=t6OVKlkxa5A>
4. Патент US6343749B1 Mobil drip irrigation systems. David W. Thom. T-L Irrigation Company. 05.02.2002.
5. В США становится популярным гибрид дождевальнoй машины и капельного орошения. 28.05.2017. [Электронный ресурс]. URL: Главный журнал по вопросам агробизнеса <https://propozitsiya.com/v-ssha-stanovitsya-populyarnym-gibrid-dozhdevalnoy-mashiny-i-kapelnogo-orosheniya>
6. Мобильное капельное орошение: интервью с Монти Титером. 05.03.2019. [Электронный ресурс]. URL: <http://irrigationleadermagazine.com/mobile-drip-irrigation-an-interview-with-monty-teeter/>
7. Точное мобильное капельное орошение (PMDI™). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.netafimusa.com/agriculture/products/heavywall-driplines/precision-mobile-drip-irrigation-pmdi/>

8. [Электронный ресурс]. URL: <http://agritechsolutions.com.au>
9. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cloudlink.net.au/Projects/Agritech/BPS/BPS.html>
10. Будущее систем орошения. Эффективность. 30.08.2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/buduschee-sistem-orosheniya>
11. Йорг Мёбиус. Каждому по потребности. Орошение. Новое сельское хозяйство. № 3. – 2016. – С. 88-91.

ӘОЖ 631.6:631.95

ТОЗҒАН ЖЕРЛЕРДІ ЖАҚСАРТУДЫҢ ТӘСІЛДЕРІН АНЫҚТАУ

Сейітқазиев Ә.С.¹ т.ғ.д., профессор,
Құдайбергенова И.Р.,² ауыл шаруашылық ғылымдарының магистрі,
¹М.Х.Дулата атындағы өңірлік университеті, Тараз қ. Қазақстан, adeubai@mail.ru
²«Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС,
Тараз қ., Қазақстан

Тозған жерлерді өңдеп, оны қалпына келтіру өте күрделі жұмыс. Олай дейтініміз – топырақ құнарлылығын арттырып, ал бүлінген топырақты бастапқы түріне қайта келтіру өте күрделі мәселе, тек топырақ түзілу үшін мыңдаған жылдар керек. Ресей ғалымы В.В.Докучаевтың теориялық көзқарасын қарастырсақ. Топырақ түзілу үшін: жердің геологиясы (топырақ құрылысы), ауа райы, тірі ағзалар, бастапқы материал, жер бедері және топырақ түзілу үшін уақыт (жастық кезеңі, пісіп жетілуі, ескіруі) қажет екендігін білеміз. Жүйелі тұрғыда терең ой жіберіп, талдау жасасақ, зерттеу танаптарын қарастырсақ, бұл жердің тәлімі немесе суғармалы жерлер екендігін білуіміз шарт. Тәлімі жерлердің бүлінуі табиғат күшімен болса, ал суғармалы егіншілік аумақтарында адамдардың антропогенді әрекеттерімен, сондай-ақ су мен желдің әсерлерімен топырақ эрозияға ұшырайтынын байқадық.

Қазақстан республикасындағы мәліметтер бойынша 235 млн. га құнарлы жердің 180 млн. га жері жарамсыз жерлерге ұшырап, оның 30 млн. га топырақ эрозиясы, 60 млн. га тұздану, 10 млн. га химиялық және радиоактивті заттармен ластанған. Республиканың 30 млн. га жерлерін өнеркәсіп, көлік, байланыс, елді мекендер алып жатыр. Қазақстандағы егістікке пайдаланатын жерлердің де экологиялық жағдайы нашар. Ол республика бойынша 26610,7 мың га жерді алып жатыр [2-3].

Ауыл шаруашылық дақылдарынан тұрақты да жоғары өнім алудың негізгі кепілі – егіс танаптарында өсімдік талап ететін, су, ауа, жарық, жылу және қоректік алмасулар мен қоршаған ортаның табиғи ландшафтарына аудандастырылған дақылдары сәйкес келуі керек. Әр түрлі дақылдардың өніп-дамуы үшін, топырақ құрамындағы ылғалдың қозғалысы, өсімдік тамыры жайылған генетикалық қабаттардағы ылғалдылық және ондағы ыза суларының орналасуы, әсіресе, топырақ түзілісіндегі гидроморфты алмасудың егіншілік үшін маңызы ерекше орын алады. Сондықтан да, топырақтың ауаландыру аймағындағы жер асты суларымен қозғалу заңдылықтарын ескеріп, тұзданған жерлермен күресудің экологиялық тиімді шараларын анықтауда, әрбір зерттеу танабының сулы-физикалық қасиеттеріне ерекше жүйелік талдау жасауды қажет етеді.

Мұндағы ауа алмасу аралығындағы қозғалыс үш түрлі күштің әсерімен жүреді: молекулярлық (сорбциялық), өздігінен көтерілу (капиллярлы) және ауырлық күшімен. С.Ф. Аверьянов бойынша капиллярлық ылғал өткізгіштік және сүзілу коэффициенттері аралығында төмендегідей байланыс бар [1]:

$$K_{K \cdot \dot{U}} = K_C \left(\frac{W_t - W_m}{\dot{I} - W_m} \right)^{3.5} \quad (1)$$

мұндағы $K_{K \cdot \dot{U}}$ – капиллярлық ылғал өткізгіштік коэффициенті; K_C – сүзілу коэффициенті; W_t – қысылған ауаны ескергендегі толық ылғал сыйымдылығы ($W_t = \Pi - P_{K \cdot a}$); Π – кеуектілік; $P_{K \cdot a}$ – қысылған ауа мөлшері; W_m – капиллярлық деңгейден жоғары аралықтағы жоғарғы молекулярлық ылғал сыйымдылығы;

Далалық зерттеулер нәтижесінде, бұл топырақтың су өткізгіштік қабілетін көрсететін бетіс ең төменгі ылғал сыйымдылығына сәйкес келеді.

Монолиттік тәжірибелердің негізінде алынған мәліметтерге және сұрғылтты топырақтың сулы-физикалық қасиеттеріне сүйеніп, 1-кестеде келтіреміз.

1-кесте. Сұрғылтты топырақтың сулы – физикалық қасиеттеріне байланысты капиллярлық ылғал өткізгіштігін ($W_{K \cdot \dot{U}}$) анықтау

Механикалық құрамы	Сүзілу коэффициенті K_C , м/тәу	Тығыздығы, γ , т/м ³	Қатты фазасының тығыздығы d , т/м ³	Кеуектілік, К %	Өтімді кеуектілік, n_e , %	Толық ылғал сыйымдылығы, %	Ең төменгі ылғал сыйымдылығы, %, $W_{\text{бетіс}}$	Гигроскопиялықтыққа l , %, W_g	Қысылған ауа, %, $W_{K \cdot a}$	Капиллярлық ылғал өткізгіштігі, $W_{K \cdot \dot{U}}$, м/тәу
Құмдақ	2.5	1.33	2.72	51	45	38.3	19	2	4	0.43
Жеңіл саздақ	1.7	1.35	2.70	50	44	37	20.4	3	3	0.22
Орташа саздақ	1.2	1.45	2.68	46	39.5	31.7	21	3.5	3	0.062
Саздақты	0.7	1.49	2.66	44	38.5	29.5	21.2	4	1.5	0.020
Балшықты	0.2	1.55	2.62	41	35	26.5	22.5	5	1	0.0009

Тұзданған жерлерді есептеу қабаты деңгейіне дейінгі аралыққа тұзсыздандыру кезінде, өтімді және тиімді кеуектіліктерді нақты тәжірибе мәліметтеріне сүйеніп, әр түрлі топырақ топтары (құмдақтан-саз балшыққа дейінгі аралықта) үшін – гигроскопиялық ылғалдылық пен қысылған ауа құрамын анықтау қажет. Кез келген топырақ құрамындағы толық ылғал сыйымдылығы, топырақтың толық кеуектілігіне байланысты өзгереді. Топырақтың ылғалға толық қанығу жылдамдығы оның генетикалық есептеу қабатына, тығыздығына, ең төменгі ылғал сыйымдылығына тура пропорционал, ал кеуектілігі мен сіңірілу уақытына кері пропорционал жағдайда өзгеріп отырады.

$$V = \frac{h \cdot \gamma \cdot \beta_{\text{бетіс}}}{100 \cdot n \cdot t} \quad (2)$$

мұндағы V_K – толық қанығу кезіндегі жылдамдық, м/тәу; γ – топырақтың тығыздығы, т/м³; $\beta_{\text{бетіс}}$ – топырақтағы ең төменгі ылғал сыйымдылығы %; t – шаю ұзақтығы, тәулік.

Төмендегі 2- кесте мәліметтерімен ондағы есептеу формулаларын ескеріп, сонымен қатар, тұзданған топырақты толық сипаттайтын: химиялық - физикалық қасиеттерін, атап айтсақ-әр түрлі дәрежедегі тұздың құрамын, топырақтың механикалық құрамына байланысты, тығыздығын және қатты фазасының тығыздығын, топырақтың кеуектілігін,

берілген судың мөлшеріне сәйкес, ыза суының орналасу деңгейіне байланысты, онда болатын - жалпы ылғал сыйымдылығымен осы есепке алынған тереңдіктегі тұздың жалпы құрамын анықтай аламыз. Есептеу қабатындағы ерітіндіге түскен тұздардың мүмкін минералдылығын, есептеу қалыңдықтағы тұздарды шаюға кететін уақыт мерзімі мен ағызынды сулардың кәрізді-қашыртқы каналдар арқылы шығырылған үлестік мөлшерін, әрине, топырақ бетіне түсетін жаңбыр мен ондағы булану үрдістерімен қаныққан ылғалдың мөлшерін ескеріп, басқа да шаю технологиясының тәсілдерін қолдана отырып, әр түрлі дәрежедегі тұзданудағы және химиялық құрамына байланысты анықталатын экологиялық қауіптілік коэффициенттерін ескеріп, нәтижесінде тұзды шаюға қажетті судың көлемін анықтауға толық мүмкіндік туындайды [2-5,8-9]:

$$N_{HT} = \frac{Q_0 * V_K}{q_0 * \Delta_k} \quad , \quad (3)$$

мұндағы N_{HT} -нетто шаю мөлшері, м; Q_0 - белгілі уақыт мерзіміндегі кәріздік ағызынды мөлшері, м³; V_K – толық қанығу кезіндегі жылдамдық, м/тәу; q_0 -қашыртқы-кәріздік каналдардан шыққан ағызынды сулардың модулі, м³/тәу;

Δ_k -экологиялық қауіптілік деңгейін анықтайтын коэффициент.

Бұл формуланың (3) басқа ғалымдардың ғылыми-зерттеу жұмыстарынан ерекшелігі мынада: тұзданған жерлердегі, әсіресе, әр түрлі дәрежеде тұзданған топырақтың жерасты ыза сулары жақын орналасқан жағдайындағы, ондағы минералдылығы мен топырақ кеуектілігіне тікелей байланысты, ондағы ерітіндіге түскен тұздар құрамын жүйелі тұрғыда талдау нәтижесіндегі зерттеулерден алынған экологиялық қауіптілік коэффициенттерді есептеу арқылы, бір метр аралыққа нақты қанша судың көлемін анықтауға толық мүмкіндік туады. Олай болса, кез келген тұзды танаптағы тұзды шаю мен оны үнемдеуге негіз болады.

Бұл мәселені шешуді негіздеу үшін төмендегі дәлелді көрсеткіштер мен зертханалық және далалық ғылыми-зерттеу мәліметтері 2- кесте түрінде береміз.

2-кесте - Топырақтың есептік қабатындағы қауіптілік деңгейін сипаттайтын экологиялық коэффициенттер

Көрсеткіштер	Топырақтың тұздану дәрежесі		
	Әлсіз	Орташа	Күшті
Ауданы, G_{HT} , га	50	70	100
Топырақ тығыздығы, γ , т/м ³	1.43	1.45	1.47
Топырақтың қатты фазасының тығыздығы, d , т/м ³	2.72	2.70	2.73
Кеуектілік, K , үлеспен	0.47	0.46	0.46
Бастапқы минералдылығы, C_6 , г/л	3	5	7
Бастапқы тұздану, S_6 , %	0.35	0.46	1.0
Тұз қоры, S_0 , т / га	50	67	147
Ығыстырылған тұздар, $S_{ы}$, т/га	33	50	118
Қалдық тұз, S_k , т / га	17	17	29
Ыза суының деңгейі (ЫСД), h , м	3	3	3
ЫСД дейінгі су көлемі, $W_{ЫСД}$, м ³ /га	14100	13800	13800
Таза шаю мөлшері, N_{HT} , м ³ /га	5000	6000	8000
Брутто шаю мөлшері, $N_{бр}$, м ³ / га	7000	8000	9000
ЫСД тұз қоры, $S_{ЫСД}$, кг / га	42300	69000	96600
Топырақ ерітіндісіндегі рұқсат етілген минералдану, $C_m = \Delta S + S_k / W + N_{бр}$, г / л	2.8	3.9	5.5
Каналдардан су ағыны, Q , м ³ /с	0.1	0.1	0.1
Шаю ұзақтығы, $t = N_{HT} * G_{HT} / 86400$. η . Q , тәу	36	61	116
Шаю үдерісінде өзенге ағызылатын транзиттік су көлемінің үлесі $V_T = N_{HT} * G_{HT} / 86400 * Q * t$,	0.82	0.82	0.82

2-кестенің жалғасы

Шаю кезеңіндегі жауын-шашын, P, м ³ /га	250	420	750
Есептік қабаттағы ылғалмен қанықтыру, м ³ /га; β=22-24%	3146	3335	3528
Шаю үдерісіндегі булану, E ₀ , м ³ /га	750	1300	1500
ККЖ - ден келіп түсетін шаю суы көлемінің үлесі: $q_k = (N_{нт} + P - E_0) / N_{бр}$.	0.19	0.22	0.41
Тұздану химизмі, хлоридті - (x)	x	x	x
Экологиялық коэффициент $\Delta_k = 1 - \exp(-C_m \cdot V_T \cdot q_k)$	0.35	0.50	0.84
Қауіптілік деңгейі	Қауіпті емес	Орташа қауіпті	Өте қауіпті

Жоғарыда көрсетілген формулаларды ары қарай жалғастыруға болады. Отандас және шетел ғалымдарының еңбектерін ескерсек, тұзды шаюдың экологиялық-мелиоративтік тұрғыда қарастырылған теориялық эмпирикалық және тәжірибе нәтижесінде дәлелденген көптеген өзекті мәселелерді айқындайтын формулалар жеткілікті [3-7]. Дегенмен, жердің тозуына, топырақтың шектен тыс жарамсыздануы, оған әсер ететін антропогендік ықпалдарға байланысты екендігі бәрімізге мәлім. Олай болса, қандай да бір формуланы негіздеу үшін, сол жердің топырағына, гидрогеологиясына, тұздану дәрежесіне, тұздың құрамына, тұзды шаюға қажетті деп танылған технологияның өндірісте қолданылуына әлемдік тәжірибеден өткен нәтижелеріне зер сала қарау керек [1,3-7]. Экологиялық коэффициент 0.6-1.0 аралығында болуы зерттеулер нәтижесінде алынған бастапқы мәліметтердің сол нысанның қандай деңгейде экологиялық қауіптілік жағдайда болатынын айқындап отыр.

Табиғатты өзгерту мүмкін емес, оның белгілі бөлігіндегі геоландшафты жеткілікті талдап, айналасындағы ауа-райы, топырағы, жер асты суларының орналасу деңгейлерін, өсімдік жамылғыларын терең зерттеп, бұл өңірдің табиғатын қорғайтын экологиялық шараларды тиімді ұйымдастыра білу қажет. 2-кестеде көрсетілген, мұндағы есептеулер зерттеу нысанындағы сұр және сұр - шалғынды топырақтар бойынша көпжылдық зерттеу мәліметтерімен негізделген [6-10]. Табиғатты қорғау экологиясын білмейінше, оның болашақтық экономикасын қалыпты жағдайға келтіру мүмкін емес. Экологиялық тиімді шаю мөлшерін анықтауда, тұзданған топырақтың генетикалық қабаттарындағы ылғал мен тұз алмасуға қажетті көрсеткіштерді дәлелді тәжірибелермен айқындау керек.

Мәселен, экологиялық коэффициенттерді тәжірибе танабындағы суғару технологиясына сәйкес (Жүйекпен, Атызбен және Қопсыту арқылы) қарастырсақ: егер, $N_{нт} = 8000 \cdot 0.84 = 6720 \text{ м}^3/\text{га}$; $N_{нт} = 6000 \cdot 0.50 = 3000 \text{ м}^3/\text{га}$ тең. Олай болса, әр гектарынан 16% суды нақты үнемдеуге мүмкіндік туады. Бұл мәлімет – өте күшті тұзданған жерлерден алынған мәліметтер, ал орташа тұздануда бұл көрсеткіштер 2.5 есе артады.

Әдебиеттер

1. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением оршаемых земель. Москва, 1978, -288с.
2. Сейтказиев А.С. Определение промывных нормы // Науки и образование Южного-Казахстана, 2000, №21, С.20-22.
3. Волобуев В.Р. Расчет промывки засоленных почв. издат. Колос, 1975, 71с.
4. Сейтказиев А.С., Буданцев К.Л. Моделирование водно-солевого режима почв на засоленных землях // Межвузов. Сб. научн. трудов. М.: 2002, С.72-79.
5. Сейітқазиев Ә.С. Суғармалы геоэкожүйелердегі тұзданған топырақтың су-тұз алмасуы. М.Х. Дулати атындағы ТарМУ, Тараз, 2010, -294 Б.

6. Сейтказиев А.С. Комплекс мелиоративных мероприятий и моделирование переноса солей на засоленных почвах// Материалы Международн.научно-практ.конф.(Костяковские чтения)Москва,ВНИИГиМ,2013,С.82-86.

7. Seitkazyev A.S., Z.Maymekov.,Y.Andasbayev., M.Jetimov //WALLA journal 32(1):29-33,2016 Available online at www. Waliaj.com ISSN.

8. Сейтказиев А.С., Карпенко Н.П, Жапарова С.Б , Сейтказиева К.А. Обоснования методов сохранения и восстановления плодородия засоленных и солонцовых почв Северного Казахстана// Природообустройство научно-практический журнал ,3,2019,Москва,Издательство РГАУ-МСХА ,С.32-39,AGRIS.ISSN 1997-6011

9. Сейтказиев А.С.Эколого-мелиоративное обоснование промывных норм засоленных почв жамбылской области// Материалы международной юбилейной научно-практ.конф.23-34октября 2019,том 2,Молсква,С.207-213.

10. Сейтказиев А.С., Жапарова С.Б. Тұзданған топырақты жақсартудың тиімді әдістері (Монография). «Salem» ЖК баспасы ,Алматы ,2019, -208б

ӘОЖ 631.635

СУАРМАЛЫ ЖЕРЛЕРДІҢ БЕТІН ТЕГІСТЕУ, АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ ӨНДІРІСІНДЕГІ МЕЛИОРАЦИЯ ҚҰРАМЫНЫҢ МАҢЫЗДЫ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ БІРІ

Кали Ә. С., кіші ғылыми қызметкер, **Таттибаев Х. А.**, техника ғылымдарының кандидаты
«Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС,
Тараз қ., Қазақстан

Әлемде саны 280 млн. га жететін суармалы жер бар, оның шамамен 85% - зы жер бетімен (жүйекпен және жолақтармен суару, сумен бастырып суару, дискретті суару және олардың әртүрлі комбинациясы) суарылады. Жер бетімен (өздігінен ағатын) суару ең арзан және қол жетімді әдіс. Бұл жаңбырлатып немесе тамшылатып суарумен салыстырғанда айтарлықтай энергия мен үлкен қаржылық салымдарды қажет етпейді.

Суармалы жерлерді жер бетімен суару Азия аймағында, Африка құрлығында, Өзбекстанда, Қытайда, Қазақстанда кең таралған. АҚШ-та жер бетімен суару суармалы жерлердің жартысынан көбін алады, Еуропада ол аудандардың 14% - ында, ал Ресейде тек 10% - да қолданылады. Өзбекстанда жүйекпен суару 75 %-ы, жолақтармен суару 22%-ы және чектермен суару 3%-ы құрайды (1 кесте).

1 кесте - Суару әдістерін салыстыру

Ел, Аймақ, құрлық	Жер бетімен суару, %	Жаңбырлатып, тамшылатып суару, %
Узбекистан	100	-
Азия	96	2
Китай	89	11
Африка	70	30
Қазақстан	70	30
США	55	45
Европа	14	82
Россия	10	90

Суармалы егістіктің тиімділігін арттыру қажеттілігі бүгінгі күні, әсіресе Қазақстандағы су ресурстарының тапшылығы жағдайында пісіп-жетілді. Сондықтан су шаруашылығы мамандарының алдына Қазақстан Республикасында су ресурстарын ұқыпты және ұтымды пайдалану міндеттеледі. Бұл міндетті шешетін бағыттардың бірі - жалпы

суармалы жерлерді және әрбір суарылатын учаскені нақты сапалы жоспарлау болып табылады.

Суармалы жерлердің бетін тегістеу, ауыл шаруашылық өндірісіндегі мелиорация құрамындағы маңызды жұмыстар қатарының бірі. Жер бетін тегістеу дұрыс атқарылған алқаптарда ылғалдың біркелкі таралуы қамтамасыз етіледі, бұл барлық дақылдардың өнімділігі мен сапасының едәуір артуына, судың тегістелген алқапта жиналуын болдырмауына ықпал етеді. Жер бетінің тегіс болуы батпақтануды, қайта тұздану мен сортадануды іс жүзінде азайтады.

Жер беті тегістелмеген алқаптарға қарағанда жер беті тегістелген алқаптарда судың шығыны екі есе аз, бұл өз кезегінде тұзды және сортаң жерлерді біркелкі жуып - шайуға негіз болады. Шамадан тыс жуу нормалары жер асты суларының күрт көтерілуіне және жердің тұздануына әкеледі.

Суармалы жерлердің бетін тегістеу сортаң жердегі топырақтардың біркелкі ылғалдануын қамтамасыз етеді. Суармалы жерлерді тегістеудің тиімділігі бірінші кезекте оның орындалу сапасына байланысты. Тегістелген аудандағы белгілердің ауытқуы жобадан $\pm 0,05$ м аспауы тиіс. Тегістелгеннен кейінгі топырақтың көлбеулігі, осы тегістелген топырақтың беткі қабатының шайылмауын қамтамасыз ету керек. Жер бетін тегістеу кезінде қалыңдығы кемінде 0,15 м және бірқатар дақылдар үшін кемінде 0,18-0,20 м құнарлы қабат сақталуы керек.

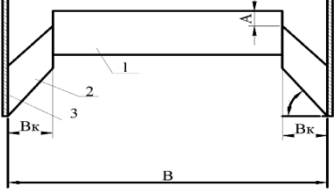
Жер бетін тегістеу жұмыстарын орындауда өнімділігі жоғары және сапасы мен тиімділігі бар жер қазу-тасымалдау машиналары қолданылады. Жер тегістеу жұмыстарын атқаратын машиналардың арасында скреперлер ерекше орын алады.

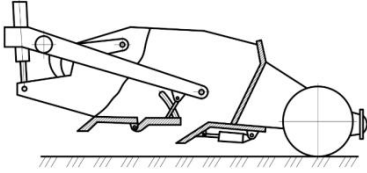
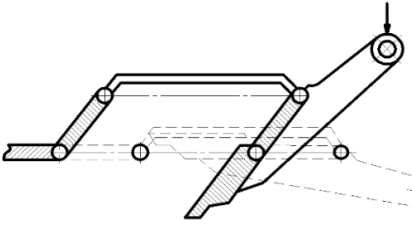
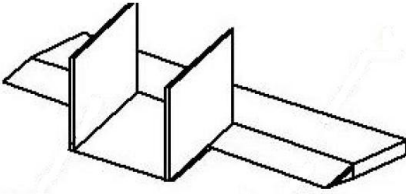
Бұл машиналарды аталған диапазонда қолдану жер қазатын техниканың кез келген түрімен салыстырғанда топырақты игерудің ең аз құнын береді. 1,5 - 2 км жерді тасымалдау қашықтығы кезінде өздігінен жүретін скреперлерді пайдалану экскаваторлармен және басқа да жер қазу машиналарымен салыстырғанда техникалық-экономикалық көрсеткіштерді 5-8 есе жақсартады. Ауыл шаруашылығында скреперлерді жер бетін тегістеуде пайдалану ауқымы ұдайы өсуде.

Ғылыми-техникалық және патенттік ақпаратқа шолу және талдау скреперлердің тиімділігін арттыру бағыттарының бірі жұмыс органы пышақ жүйесінің құрылымын жетілдіру болып табылатынын көрсетті. Пышақ жүйесінің құрылымын жетілдіру скрепер өнімділігін арттыру жолдарының бірі болып табылады. Бұл қазу тереңдігімен топырақ жинағын жүргізуге және шөміштегі топырақ көлемін 25-30% - ға арттыруға мүмкіндік береді (2 кесте).

Сериялық шығарылатын скреперлердің кесу бұрышы 35° құрайды. Шөміштің және жапқыштың алдыңғы бөлігін толтыру процесінде кесудің мұндай бұрышында артқы қабырғаға жеткен кезде топырақ ағыны бағытын өзгертеді, бұл шөмішті толтыруға кедергінің артуына алып келеді және пышақтың бетінен шөміште топырақтың сырғу жазықтығының үзілуін тездетеді.

2-кесте. Скрепер ожауының пышақ жүйесінің құрылымын жетілдіру

Конструктивті орындалуы	Сызбалар	Артықшылықтары мен кемшіліктері
Шөмішқырғыш қиғаш қойылған пышақтармен		<p>Топырақ қазу кедергісі тік пышағы бар шөмішті қазуға қарағанда 20% - ға аз.</p> <p>Шөмішті толтыру 15% жоғары. Өнімділік 12% - ға артады.</p>

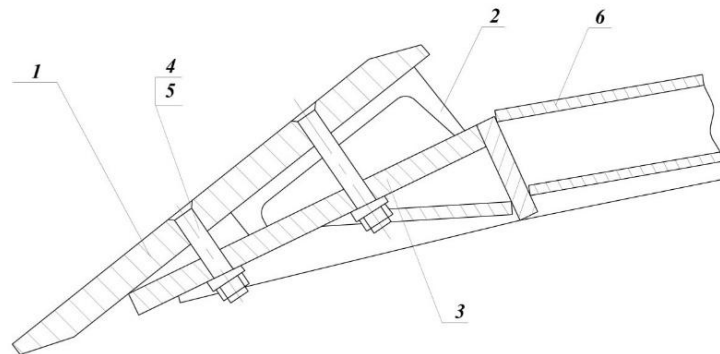
Екі пышақты жүйесі бар скрепер шөміші		Скрепер өнімділігі 10-22 % - ға артады, шөмішке топырақты жинау жолы 19-22% - ға қысқарады және шөміште оның көлемі 10-12% - ға артады. Шөміш конструкциясының күрделенуі.
Басқарылатын пышағы бар скрепер шөміші		Өнімділікті арттыру. Пышақ жүйесінің құрылымын күрделендіру.
Қалақшалы кесуші орган		20...25% қазу кедергісін төмендетеді.. Бұл ретте үйіндідегі скрепердің жоспарланған сапасы мен кенжардың тегістігі нашарлайды.

Жер жұмыстары үшін машиналардың басқа түрлері арасында орындалатын жұмыстардың өнімділігі, өзіндік құны мен көлемі бойынша неғұрлым тиімді ретінде скреперлер машиналардың жетекші үлгілерінің бірі болып табылады.

Халық шаруашылығының әртүрлі секторларында жер жұмыстарын өндіруде скреперлердің маңызды рөлін ескере отырып, олардың тиімділігін одан әрі арттыру бойынша іздестіру ғылыми-зерттеу жұмыстары жалғасуда, ол туралы белгілі патенттік-техникалық және зерттеу жұмыстарының орындалған шолуы мен талдауының нәтижелері куәландырады.

Қазіргі уақытта скреперлердің тиімділігін арттырудың әртүрлі бағыттары анықталды, атап айтқанда конструктивті жетілдіру, жұмыс органының ұтымды параметрлерін белгілеу, жұмыс процесін жақсартатын түрлі интенсификаторларды пайдалану және т. б.

Осы мақалада орындалған ғылыми - зерттеу жұмыстары мен патенттік-техникалық ақпаратқа шолу және талдау скреперлердің тиімділігін арттыру жолдарының бірі жұмыс органдарының құрылымдарын жетілдіру, атап айтқанда кесу бұрышының ұлғайтылған пышақ жүйесін пайдалану болып табылатынын көрсетті. (Сурет)



Сурет: Кесу бұрышы өзгертілген пышақ жүйесінің көрінісі
1 – шөміштің негізгі кесуші пышағы, 2 – вставка, 3 – пышақ асты плита,
4, 5 – болт және гайка, 6 – шөміштің түбі

Жүйекті суару кезінде көлбеу тегістелген алқаптағы дәнді және басқа дақылдардың өнімділігі 1,3-2,3 есеге артады, ал суару нормасы 1,6-2,2 есеге азаяды.

Тегістелген жерде жоталарға егілген көкөніс пен бұршақ дақылдарын өсіру кезінде жердің өнімділігі 15-25% артады.

Күріш чектерінің жоғары дәлдікпен тегістелуі ерекше рөл атқарады. Мәселен, жоғары дәлдікпен тегістелген чектердегі белгілердің ауытқулары ± 3 см-ге тең болғанда күріштің өнімділігі 1,5 есе жоғары, суармалы судың құны 1,6 есе төмендейді, бұл чектердегі белгілердің ауытқулары ± 5 см шегінде болған ауытқуларға қараған тиімді екенін көрсетеді. Осылайша жер бетін тегістеудегі дәлдіктің ± 2 см артуы күріштің шығымдылығын 19,9 ц/га (47%) арттыруға және суармалы суды алқаптағы күріштің тоннасынан 1621 м³ (36%) үнемдеуге мүмкіндік береді.

УДК 626.81

ВЛИЯНИЕ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ И МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Дюйсенхан А.Ж.¹ докторант 2-го курса, Жапаркулова Е.Д.,¹ кандидат технических наук, зав. кафедрой «Водные ресурсы и мелиорация», Жандосов Д.Д.², магистр

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан

²SMEC International Pty Ltd. (SMEC), г. Тараз, Казахстан

По прогнозам к 2040 году наша республика может столкнуться с существенным дефицитом водных ресурсов в объеме 50% от потребности. Поэтому проблема водной безопасности в условиях ограниченности и уязвимости водных ресурсов рассматривается как угроза национальной безопасности государства. В Послании Президента Республики Казахстан Стратегия Казахстан 2050 дефицит водных ресурсов рассматривается как глобальная угроза. В то же время перед Правительством стоят цели по обеспечению стабильным водоснабжением населения (к 2020 году) и сельского хозяйства (к 2040 году), к 2050 году решить все проблемы с водными ресурсами. Эта ситуация является основной предпосылкой к разработке технологий, направленных на повышение водообеспеченности орошаемых земель путем улучшения качественного состава и использования грунтовых и коллекторно-дренажных вод на орошение.

В настоящее время на ирригационных системах Южных регионов Казахстана уровень залегания грунтовых вод поднялся выше критической глубины. Причиной интенсивного подъема УГВ является выход из строя скважин вертикального дренажа (СВД) и ухудшения технического состояния горизонтального дренажа (КДС) (рисунок 1). Снижение дренажной способности ирригационных систем и соответственно подъем УГВ изменяет существовавшие режимы и технологии орошения сельскохозяйственных культур [1-5].



Рисунок 1 – Техническое состояние СВД и открытого коллектора в Махтааральском массиве орошения

Опыт использования грунтовых вод на субиригацию в Махтааральском районе Южно-Казахстанской области показывает, что на орошаемых землях в течение вегетации проводится 1-2 полива хлопчатника, за счет наличия слабоминерализованных грунтовых вод. При оросительной норме около 4,5-5 тыс.м³/га, проведения полива с общей нормой 1200-2500 м³/га свидетельствует о том, что доля участия грунтовых вод в суммарном водопотреблении составляет 50-60%. Анализ участия грунтовых вод на эвапотранспирацию показало, что их интенсивность зависит от влажности корнеобитаемого слоя почв, уровня залегания грунтовых вод и температурного режима воздуха. В весенний период (в конце апреля) суточная средняя интенсивность поступления грунтовых вод в корнеобитаемую толщу изменяется в пределах 10-22 м³/га (таблица 1). При этом, если влажность корнеобитаемой толщи близка к наименьшей влажности, грунтовые воды практически не участвуют в эвапотранспирации растений.

Таблица 1 – Динамика расходов грунтовых вод на субиригацию в вегетационный период, м³/га [1]

Уровень залегания грунтовых вод, м	Месяц					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
1,0	10-22	20-55	35-83	75-115	80-125	53-87
1,5	4-13	8-16	22-65	46-80	50-70	30-45

С повышением температуры воздуха, роста и развития сельскохозяйственных культур, доля участия грунтовых вод в суммарном водопотреблении растений увеличивается. Вместе с тем, главным фактором оказывающим влияние на их интенсивность расходования и доли участия в суммарном водопотреблении является влажность корнеобитаемого слоя. При этом, при влажности корнеобитаемого слоя почв близкой к НВ, независимо от фазы развития растений, уровня залегания грунтовых вод и температуры воздуха, процесс подпитки грунтовых вод в корнеобитаемую толщу прекращается. Данный процесс обычно имеет место после проведения поливов сельскохозяйственных культур. Поэтому, при близком залегании высоко минерализованных грунтовых вод, для снижения интенсивности их поступления в корнеобитаемую толщу необходимо поддерживать влажность почвы в пределах (0,8-0,9) НВ. В результате этого снизятся объемы поступления влаги и солей в корнеобитаемую толщу почв.

Результаты полевых исследований показывают, что использование грунтовых вод на субиригацию позволяет повысить водообеспеченность орошаемых земель и снизить объемы водоотведения за пределы ирригационных систем.

Участие грунтовых вод в суммарном водопотреблении растений подтверждено высокой влажностью корнеобитаемой толщи почв. В Махтааральском массиве в течение вегетационного периода влажность корнеобитаемой толщи почв не опускалась ниже 17,3- 18% от веса абсолютно сухой почвы или 82-85,7% от НВ (таблица 2). Поэтому в настоящее время некоторые хозяйства не поливают хлопчатник в течение вегетационного периода. Следовательно, доля грунтовых в суммарном водопотреблении составляет 100% [1].

Таблица 2 – Динамика влажности корнеобитаемого слоя почв при близком залегании грунтовых вод [1]

Массив	Месяц					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Махтаарал	<u>21,2</u> 100	<u>20,3</u> 96,6	<u>17,3</u> 82,0	<u>18,0</u> 85,7	<u>16,1</u> 76,6	<u>17,5</u> 83,3
Бассейн рек Аса-Талас	<u>16,8</u> 87,0	<u>15,8</u> 82,3	<u>15,2</u> 79,2	<u>15,6</u> 81,2	<u>14,6</u> 76,0	<u>14,8</u> 77,1

Примечание: в числителе - % от веса сухой почвы; знаменателе – в % от НВ

Из приведенных данных следует, что близкое залегание грунтовых вод в бассейне рек Аса-Талас также предопределила высокую влажность почвогрунтов массива орошения. При этом влажность в корнеобитаемом слое почв изменялась в пределах 77,1-87,0% от веса сухой почвы. Поэтому в бассейне рек Аса-Талас, кукуруза и кормовые культуры поливаются вместо 5-6 раз, всего 2-3 раза с оросительной нормой 2,5-3,5 тыс. м³/га. Вместе с тем, с повышением минерализации грунтовых вод, их интенсивное поступление в корнеобитаемую толщу приводит к усилению деградации почв. В этом случае, проблему борьбы с данным явлением целесообразно решать путем создания службы эксплуатации дренажных систем, которая не только повысит работоспособность дренажа, но и улучшит солевой режим почв и грунтовых вод. Такой путь совершенствования службы эксплуатации дренажа диктуется тенденцией увеличением содержания солей в грунтовых водах. В частности площадь орошаемых земель с минерализацией грунтовых вод 3-5 г/л возросла на 8,2% и привела к усилению интенсивности соленакопления в почвах, снижению продуктивности орошаемых земель и конкурентоспособности фермерских хозяйств и агрообъединений [1].

Возможность внутрисистемного использования грунтовых вод для повышения водообеспеченности орошаемых земель на субиригацию подтверждены данными химических анализов (таблица 3). Мониторинг химического состава дренажно-сбросных вод, выполненный Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративной экспедицией указывает на то, что в большинстве случаев они могут использоваться на субиригацию [6-8].

Таблица 3 Параметры, характеризующие качественный состав грунтовых вод в бассейнах рек Аса-Талас и Махтааральского района ЮКО

Объект	Номера скважин	Показатели					
		С	К	SAR	SAR*	ОКН	Mg*
Бассейн рек Аса-Талас	1	4,209	2,38	3,84	11,42	-40,00	66,5
	7	0,533	7,15	0,44	1,05	-1,60	54,5
	15	0,444	2,31	1,21	2,71	0,00	86,4
	21	0,508	12,77	0,22	0,50	-2,00	45,5
	31	0,789	3,49	1,13	2,94	-3,40	60,0
	36	0,869	1,07	3,18	8,16	0,20	32,3
	43	2,037	1,33	4,32	12,54	-11,20	67,0
	46	2,284	1,79	3,59	11,02	-15,20	64,3
	55	0,819	2,01	1,90	4,72	-3,60	42,5
	62	2,071	1,19	4,77	13,46	-12,00	67,4
	66	4,916	1,84	5,20	15,39	-44,80	56,8
	70	1,328	1,97	2,49	6,97	-7,20	63,6
	72	4,518	1,65	5,39	16,31	-36,80	64,7
	77	2,392	1,16	5,16	16,11	-10,60	58,3
Махтааральский массив	15 к	1,051	5,64	0,85	2,27	-9,16	78,8
	54	1,103	7,88	0,63	1,77	-8,69	92,6
	53	22,119	0,52	30,12	90,95	-121,30	78,3
	38	25,47	1,01	20,57	66,14	-218,50	83,5
	206	0,566	5,68	0,64	1,54	-3,930	77,9
	151	0,844	4,20	1,02	2,59	-7,200	64,8
	91	12,3	17,87	0,82	2,55	-185,21	78,4
	46	9,563	0,21	34,77	105,00	-20,70	81,0
	136	0,589	2,86	1,28	2,73	-5,32	78,7
	235	1,054	2,17	2,12	5,02	-9,50	81,2
141	18,53	0,77	19,74	61,18	-114,90	69,1	
Предельно-допустимые значения		До 3	>1	<10	<6	<1,25	<50

Таким образом, использование грунтовых вод на субиригацию сокращает технологические потери оросительной воды (на испарение, фильтрацию, сброс), увеличивает объем использования грунтовых вод на орошаемых землях, уменьшает дренажно-сбросной сток, обеспечивает получение экономически приемлемых урожаев (для товаропроизводителя)

сельхозкультур при дефиците воды, повышение устойчивости развития орошаемого земледелия, снижение темпов загрязнения водных ресурсов, улучшения экологической обстановки в районах проживания сельского населения.

Литература

1. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технологии водосбережения и управления почвенно-мелиоративными процессами при орошении. – Тараз, 2005. -160 с.
2. Dmitriev, L. and Tverdovsky A. (2010). General Model of Integrated Use and Protection of Water Resources of the Republic of Kazakhstan. Volume 1. Book 1. Almaty, 2010. – 241 P.
3. Орталықтың қызметі аймағындағы суармалы жерлердің мелиоративтік ахуалы жөнінде 2012 жыл бойынша есеп. Аймақтық гидрогеологиялық-мелиоративтік орталық Мемлекеттік мекемесі. Алматы қ. 2013. – 130 б.
4. Дуюнов И.К. Мелиорация земель в условиях напорного питания грунтовых вод. – Москва: Колос, 1978. - 192 с.
5. Веригин Н.Н. и др. Методы прогноза солевого режима грунтовых вод и грунтов. – Москва: Колос, 1979. - 336 с.
6. Отчет о мелиоративном состоянии орошаемых земель Южно-Казахстанской области за 2014 г. Шымкент, – 82 с.
7. Отчет о гидрогеолого-мелиоративном состоянии орошаемых земель по Кызылординской области за 2014 год Кызылорда - 77с.
8. Отчет о мелиоративном состоянии орошаемых земель Южно-Казахстанской области за 2011 г. Шымкент, 2012.– 82 с.

UDK 635.65.633.1:664.762.002

SAFETY TECHNIQUE IN THE OPERATION OF HYDROMELIORATION MACHINES

Norkuziyeva N. S., Khikmatov M.F., Fayzullayev N.E. master's degree
Tashkent institute of irrigation and hydromelioration mechanization engineers.
Tashkent, Uzbekistan

The use of modern models of hydromelioration machinery ensures the fulfillment of the requirements of the intensive technology of mechanized work, increasing productivity and improving and complicating the design of machines, which, in turn, requires highly skilled machinists, while the importance of professional initiative, independence and responsibility of the driver and his manager increases.

In order to fully realize the technical capabilities of hydromelioration machines, the driver must be well aware of their design and structure, be able to efficiently control the machine, while observing the safety rules of labor.

The high rates of mechanization and automation of hydromelioration work not only improve working conditions, often reducing it to controlling machines, but also ensure safer execution of all works, including operation and maintenance of machines. At the same time, the work of hydromelioration machines in conditions of full saturation of construction objects with them represents a known danger.

Personnel servicing hydromelioration machinery must know the main provisions of the instructions for their use and maintenance, including[1]:

- the purpose of the machine and its scope;
- a brief description of the machine with general views of its main components; kinematic scheme of the machine;
- diagrams of control systems of the machine, its nodes and mechanisms;

- a table of lubrication of the machine with an indication of the places of lubrication, the types of lubricants and the ways of their feeding to rubbing places, the frequency of lubrication, the replacement of some lubricants with others;

- basic information on the adjustment and adjustment of the working bodies and the most important components and mechanisms, their drawings or diagrams, a brief description of the sequence of adjustment and adjustment, the frequency of execution;

- information on the procedure for mounting and dismounting units and mechanisms of the machine with indication of their mass;

- instructions for operation and maintenance of the machine and its engines;

- data on limit loads and speeds;

- the basic requirements of safety when working on the machine and its maintenance: specification of ropes, chains, belts, bearings, brake years, linings, pads, seals and wear parts;

- basic information about fuels, oils, lubricants, coolants and other fluids used for this machine, rules for handling them.

For lifting machines and machines working under pressure, it is necessary to know the rules and requirements of the inspection of “Davtechnazorat” of the Republic of Uzbekistan.

According to the general safety requirements for the management of hydromelioration machines, including the basic ones (tractors, tractors, etc.), on which the mounted and trailed equipment is mounted, persons who have received appropriate training and have a certificate of the right to work on these machines and the right to maintain them can be allowed. The persons working on the machines are provided with instructions containing safety requirements and basic rules for controlling machinery and equipment, instructions on speed limits and loads, as well as an alarm system[2].

Before starting work, each machine must be carefully inspected, checked, and the detected faults must be eliminated. Release to work of faulty machines and work on them is strictly prohibited. It is also forbidden to direct to the operation of the machine with defective brakes of the traveling wheels or tracks, as well as with faulty parking and other braking devices.

Machines that may be dangerous to others must be equipped with sound and light alarms. During the operation of the machine, before each start, stop, and also by changing the speed of movement, the driver is obliged to give a signal warning about this to the operators on the trailer machine. To work in the dark, cars must be equipped with a sufficient number of internal and external lighting devices. Do not allow any work in the dark without the inclusion of external lighting devices.

Cabs and control platforms, as well as all levers, handles and pedals must be clean and dry. Depending on the purpose of the levers and pedals, intended to turn on and off the individual mechanisms of the machines, the on-off efforts should not exceed the values specified earlier.

The driver must work in a special suit, mittens and glasses.

During operation, the driver has no right to leave the car or equipment with a running engine. He is obliged to ensure that during operation no stranger is on the machine, and even more so between the base tractor or the tractor and the towed equipment.

Moving through artificial structures is allowed only after checking their condition, and the weight of the machine or equipment itself and the base tractor or tractor should be taken into account.

Each car is completed with a first-aid kit with the necessary set of medicines for first aid to the injured. The driver for the availability of a first aid kit and a set of medicines is the driver.

General provisions and safety regulations for the operation of construction machines are reduced to the following[3]:

- only persons who have been trained, passed the exam and received the appropriate certificate for the right to operate this machine are allowed to operate the machines and equipment. machinists, painters, plasterers, maintenance machines and tools should have safety instructions.

- All machines with electric drive, power tools, electric spray guns must be reliably grounded.

- elimination of detected faults in electrical equipment, electrical circuits should be carried out

only by the duty electrician.

- when working in particularly dangerous conditions, regardless of the voltage of the tool, workers must be given a set of dielectric protective equipment.

- during breaks in work, including for lunch, as well as for inspection and repair of tools and machines, they must be disconnected from the power supply network.

- all moving parts of machines and mechanisms, to which there is free access, must be securely fenced. It is prohibited to work with fences that are faulty or removed from machines and mechanisms[4].

- regulation, lubrication and cleaning of machines and tools during their work are prohibited and allowed only after they are completely stopped. at the same time the possibility of spontaneous inclusion of parts and mechanisms of the machine should be excluded.

- during the operation of machines, installations (mortar pumps, hydraulic excavators, pneumatic installations) in which fluid, air and materials move under pressure, the pressure in the systems must not exceed the allowable values.

- in case of formation of traffic jams in pipelines, mortar pump or concrete pump, the work should be immediately stopped. removal of plugs should be carried out only after complete removal of pressure in the system, being guided by the instructions of the operating manual.

- It is forbidden to work on machines without sound or light signaling.

- at the beginning of the shift and when the shift is handed over, workers driving the machine or mechanized tools should carefully check the main components, parts, parts and mechanisms. All found faults need to be corrected on their own or with the help of special workers (mechanics, electricians, etc.). Working on faulty machines is strictly prohibited[5].

- warning signs, signs, posters should be posted on the machine or in the area of its work.

- control panels, workstations at the machines and the front of the work must have illumination not lower than the illumination provided by the standards.

- workers who operate the machine do not have the right to transfer it to work for another person without special permission from the administration of the construction site.

- during a break or cessation of work of machines and tools, they must be left in a position in which the possibility of their use by unauthorized persons is excluded.

- in case of sudden illness, malaise, getting even a small injury, you must immediately stop working, stop the car and inform the administration of the construction site about it. for first aid should contact the medical center, use a first aid kit.

- spare tools and accessories stored on the machine should always be in complete set and in good condition, and the workplace clean, free, ensuring the normal position of the driver behind the console or on the machine.

Making a conclusion, it is possible to say the following, applying the above-written safety guidelines, it is possible to prevent not only accidents, but also saving money, increasing the ability to work.

References

1. Beletsky, B. F. Technology and mechanization of construction production: a textbook 4th ed., Sr. - SPb: Lan, 2011. - 752 p.

2. Khojiev A.A., Murtazaeva G.R. Safety in the operation of road-building machines. G. "Muhafaza +" 2018. 01 (157) 30 pp.

3. Kruglik, V.M. Technology maintenance and operation of vehicles: Textbook / V.M. Kruglik, N.G.Sychev. - M.: SIC INFRA-M, New. knowledge, 2013. - 260 p.

4. Galyanov I.V., Shkrabak B.C. Optimization of machines for safety // Ways to reduce injuries in the hydromelioration production of Russia: Sat. scientific tr. SPb.: SPbGAU, 1996. - p. 4-7.

5. Kernozhytsky V.A. et al. Methods for assessing the safety of ergatic systems during their creation and operation. Vestnik Mashinostroeniya. 1983. -№10 - p. 67-70.

COTTON IRRIGATION WITH A POLYMER-POLYMER COMPLEX SCREEN

**N.Gadaev, teacher, M.S.Nasirova., O.Amanov, F.Qurbonov,
Sh.Yakshiev, Z.Kandaxarov** - masters,
Tashkent Institute of Agricultural Irrigation and Mechanization,
Tashkent, Uzbekistan

This scientific work is devoted to the achievement (syn. Conservation) of water saving in the irrigation of cotton with the introduction of water saving technologies with the application of the polymer - polymer complex (PPK).

Water saving is a basic principle of the transition to integrated water resource management (IWRM) and the basis of rational water use. According to the measures of the proportional consumption of irrigation water, more precisely, of the non-rationality of its use, the Central Asian countries hold the top place too firmly in the world.

In recent years, a number of laws and regulations of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan have been adopted, aimed at increasing the efficiency of land and water resources and the rational use of water, which includes the task of improving procedures and irrigation methods through the introduction of water-saving technologies and modern irrigation techniques should.

The international committee for irrigation and drainage (IKBE), as an international institution, has so far placed great value on the use of improved irrigation methods, especially the most effective means of saving water.

According to the statements (evidence) of IKBE [1,2], the highest values (indicators) in particular in such foreign countries as Israel, Sudan and Cyprus, where the efficiency of irrigation techniques are 0.80-0.70 (in the global average from 0.45 to 0.55). Subsurface and drip irrigation was recommended in the water scarcity laws.

Compared with drip irrigation to furrow irrigation, it was made clear that water savings are achieved by eliminating water losses for deep seepage, evaporation from the surface and due to the depth of the soil.

The question that is considered in this thesis is devoted to the improvement of furrow irrigation technology with the use of water-saving irrigation methods, such as irrigation in each furrow and through the intermediate row of sealed screens (sealing screens) of the interpolymer complex (PPK), which is at the depth of the working layer of the soil placed.

A number of scientific studies are being carried out in the world on the use of polymer complexes for water-saving technologies in cotton irrigation. In furrow irrigation, the tasks of efficient use of irrigation water and improvement of soil moisture retention with the use of polymers in combination are considered.

The polycomplex offered by us contains polymers: carboxymethylcellulose, urea-formaldehyde resin with the addition of orthophosphoric acid to them for strengthening (we called this mixture of polymers an interpolymer complex (IPC)). This interpolymer complex has a greater advantage over other polycomplexes due to its high water resistance and swelling.[1, 5]

An interpolymer complex consisting of carboxymethylcellulose (CMC) with urea-formaldehyde resins (UFR) is applied to the soil surface as a suspension from one container, where the components interact and therefore do not require high soil moisture. The application of the polymer - polymer complex CMC + UFR to soil with a moisture content of 8% provides an optimal technology for obtaining a soil-polycomplex film.

IPC application regardless of natural conditions:

➤ treatment of cotton seeds with IPC leads to a decrease in the seed germination period by an average of 4 days. This is facilitated by the IPC moisture retention properties;

- due to moisture retention of an anti-filtration above-soil screen based on IPC, the roots of cotton are continuously fed with mineral fertilizers, which leads to accelerated development of cotton;
- the use of an anti-seepage screen from IPC leads to a significant decrease in irrigation rates, as a result, waterlogging and crust formation of the soil is excluded, aeration is improved, and soil erosion is prevented;
- in the season of harmful winds, due to stable soil moisture, the loss of ridges decreases. This is one of the reasons for the growth in cotton yields [1,2,3].

The solution of the interpolymer complex is prepared the day before watering. For full coverage of 1 hectare of a field plot, 16 kg of carboxymethyl cellulose + 16 kg of urea-formaldehyde resin and 0.8 liters of orthophosphoric acid, which are mixed in 800 liters of water for 40 minutes (Polymers can be purchased, for example, from LLC “Rubin-Color”. Address: Tashkent city, Yashnabad district, Tuzel massif) [6, 7, 8, 9].

Figure 1 shows a diagram of the process of matrix polycondensation of urea and formaldehyde in the presence of carboxymethylcellulose. In the primary matrix solution, a gel forms, i.e. water-swollen composite (a). [2, 4] In the process of the matrix reaction polymer - polymer complex, a urea-formaldehyde resin + carboxymethylcellulose and an excess of carboxymethylcellulose are formed, (b). Over time, the composite is enriched with a polymer - polymer complex, and when the free matrix is exhausted, only the interpolymer complex (c) swollen in water remains in the reaction system. In the further polycondensation, a composite is formed, consisting mainly of a polymer complex and a urea-formaldehyde resin (d) [1, 4].

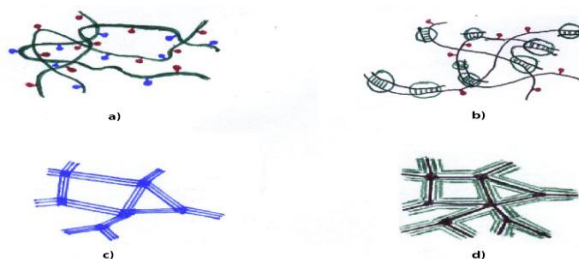


Figure 1 - Scheme of the formation of products in matrix polycondensation of urea and formaldehyde in the presence of carboxymethylcellulose

The research was carried out on the farm called "Omad", which is located in the Urtachirchik district, in the Tashkent region, under the conditions of deep storage of groundwater. The texture (the mechanical structure) of the soil fractions was evaluated at a depth of 1.0 m for typical sierozem in the experimental part, at a depth of up to 0.32-0.58 m is determined by small fraction of particles with a Diameter from 0.01-0.005 mm dominates.

High sorption and swelling properties, as well as low permeability coefficient PPK films (sheet materials), which are synthesized on the basis of carboxymethyl cellulose and urea-formaldehyde resin, were given the basis for using them in order to create a sealing membrane made with a special unit [3].

The PPK solution was prepared with the aid of the AZM-0.8 unit provided, generally for the production of finely dispersed emulsions.

The researches (studies) were completed comparing the irrigation of cotton in the furrows in the fields with underground screen and under normal conditions in the furrows of different lengths, with the water supply in and through each passage.

The field research in the fields with an underground screen was carried out four times during the vegetation period for the period 2015-2017 on the field of the “Omad” farm, according to the UzNIHI method (Scientific Research Center for Irrigation in Uzbekistan) [4,5].

Two options (“A” and “B”) were analyzed, in which experience number 1 and number 2 in option “A” with the furrow length 160 and 220 m respectively, option “B” has the first control for

the Experiment number 1 and the second control for experiment number 2 above. The areas of the test and control variants were 1.0 and 1.3 ha. Due to the exhaustion of the end of the dispensing process, it was assumed that the irrigation was carried out using the discrete method. The periods (dates) of irrigation and the duration of the water supply in the comparative variant "B" were set according to the schedule of irrigated agriculture.

The research (the studies) included an evaluation: the cost of water supply in the furrow and surface discharge from the furrow, watercourse and fall of the irrigation stream, the length of the furrow, namely the depth of the infiltration.

Soil moisture levels were determined by the thermoregulator gravimetric method developed by the authors of this research paper, an electronic moisture meter.

The middle layer (mm) deposited on irrigated areas and the volume limitation of the discharge end during irrigation are determined according to known formulas [4]. For the field studies it was found that observing sufficient moisture at the discharge end during irrigation is only observed on the control fields. For example, the number of discharge ends formed in the first test field with a flow rate of 0.5 L / sec: the first watering - 16 mm; the second watering - 17.6 mm; the third watering - 16.8 mm, and the fourth watering - 17.5 mm [6].

We examined the distribution of the amount of irrigation in the sections according to the length of the furrows obtained by performing the trial irrigation in the trial and control sections.

According to the information in the table, the best results were in test no. 2, where irrigation was carried out across the corridor. That is, if the difference in watering rates for the first watering at the beginning and the end of a furrow in the second control number was 50.5-33.4 mm, in the second experiment it was 36-28.8 mm. In the first attempt, they formed 32-25.6 mm and 48-32.6 mm on the first control number, respectively.

Table 1 - Results of the trial irrigation according to options

variants		Irrigation rate																Irrigation stan-					
		Up to a distance, 0,25l ₀				Up to a distance, 0,5l ₀				Up to a distance, 0,75l ₀				Until the end of the furrow					Watering rate, net mm				
		I r r i g a t i o n																					
Trial numbers		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	Irrigation stan-	
A	№1	32	30	32	28	23	20,1	18,1	20,1	21,4	21,9	17,3	17,3	25,6	24	25,6	22,6	102	96	93	88		379
	№2	36	36	33	30	30	23,3	19	17,6	31	21,2	17,6	17,2	28,8	27,7	26,4	25,2	116	108	96	90		410
B	№1	48	44	43	40	30	29,1	26	34	27,6	22,7	23,5	32,8	32,6	30,8	29,6	26,8	138,2	126,6	122,1	99,1	486	
	№2	50,5	49	46,4	39	34,5	33	30,1	20,6	30	28	27,1	20	33,4	32,8	31,6	27	148,4	142,8	135,2	106,6	533	

The coefficient of uniformity of moistening was 0.80 in the first experiment and 0.69 under the first control along the length of the furrow, namely in the second experiment and under the second control and 0.84 and 0.68, respectively.

It must be said that the data in the second table in the first attempt during the growing season of savings was 107.0 mm, and in the second attempt 123.0 mm of irrigation water rate (amount). It should be noted that irrigation through the inter-row irrigation with long furrows and at great ex-

pense has the greatest benefit when there are more water savings and less labor costs to carry out irrigation.

Phenological observations have established that by introducing water-saving irrigation procedures (methods) with PPK, one will obtain the increase in fertility of 7.2 dz / ha and the reduction in water consumption per unit of production - 11.3 mm.

1. It was found that when irrigation of cotton in the fields with underground screen of PPK, with the method of discrete irrigation, the depth filtration is reduced by 18 to 21% of the irrigation rate. Thus, in such irrigation, water saving is provided, above all, more benefits of irrigation through the intermediate rows with long furrows (lb = 400 m) where little work is required for irrigation. The irrigation with water-saving methods through the intermediate rows with lb = 220 m will contribute to the possibility of the furrow length, which is one of the scientific work new (innovative). The coefficient of uniformity of the moistening along the furrow length in the experiments were 0.80 and 0.84, when they were equal under the control, 0.66 and 0.70, respectively, which can be recommended to the farmers of the farms for irrigation in long furrows over the intermediate rows.

2. The application of the science-based developments to the water-saving technologies in the production conditions can increase the fertility increase. In 2017 on the fields of the farm "Omad" with the underground screen from PPK, the fertility was higher by 7.2 dz / ha, which the annual economic effects according to generally accepted formulas of the introduction of the proposals developed \$ 158US per 1 ha . educates.

References

1. Ahmedjanov D G Beknazarova Z F Kasimova U 2015Biotechnology in agriculture J "Young scientist"Russia 4 pp 31-35
2. AllenRG PereiraLS RaesD SmithM 1998 Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements FAO Irrig And Drain 56Rome p 300
3. Amemia MF Naren N Gerard CT Soil water depletion by irrigated cotton as influenced by water regime of plant development J Agponpp 366-379.
4. Tsuchida E 2003Interpolymer complexes Characteristics and application Jap Sci Soc Prespp 322-328
5. Ahmedjonov DG 2016Watering cotton with mineralized water using water-saving technologies J "Agroilm"5
6. AmanovB T GadaevNN AhmedjonovDGZhaparkulova E 2020Mathematical calculations of water saving during furrow irrigation of cotton using a screen from an interpolymer complex International Scientific Conference on Modelling and Methods of Structural Analysis 2019, MMSA 2019; Moscow; Russian Federation; 13-15 November 2019 Journal of Physics: Conference Series1425(1)012120

MATHEMATICAL CALCULATIONS OF WATER SAVING DURING FURROW IRRIGATION OF COTTON USING A SCREEN FROM AN INTERPOLYMER COMPLEX

N.Gadaev, teacher, **M.S.Nasirova.**, **O.Amanov**,
F.Qurbonov, **Sh.Yakshiev**, **Z.Kandaxarov** - masters,
 Tashkent Institute of Agricultural Irrigation and Mechanization,
 Tashkent, Uzbekistan

Issues of increasing the efficiency of the use of water and land resources and improving the reclamation conditions of lands specified in laws and resolutions of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan puzzled scientific organizations to work on improving methods and methods to increase the fertility of the land, through the proper use of minerals supplied during irrigation, which is the main factor in increasing the productivity of cotton.

It is known that mineralization occurs by the penetration of ions according to the law of osmosis in the soil and it should be noted that 13 elements are involved in this, including nitrogen, phosphorus, potassium, etc.

The recommendations for irrigated areas suggest the following ratios of nitrogen, phosphorus and potassium (NPK), as 1: 0.75: 0.35. Also, for the formation of a crop of 1 kg/ha, cotton receives from the soil 5.5 - 6.5 kg/ha of nitrogen, 2-2.5 kg/ha of phosphorus and 5-6 kg/ha of potassium, but regardless of the yield, cotton uses nitrogen in the comparison phase from 69% (1970) to 72% (2018),

phosphorus from 42 to 48% and potassium about 3 times more, that is, from 35 kg/ha to 100 kg/ha.

The reason for such a decrease in the efficiency of the use of mineral fertilizers by cotton is that a significant part of the mineral fertilizers is filtered deeper below the calculated soil layer by irrigation water.

The aim of this work is to develop a mathematical model of furrow irrigation to establish the irrigation rate when watering cotton through the screen from the IPC with the addition of minerals (nitrogen, phosphorus or potassium) in the composition and establish the irrigation rate of cotton.

The first attempts to describe the processes of running water through a furrow, and then draining the accumulated volume after stopping the water supply, used to calculate the elements of irrigation technology showed that the solutions presented on the balance equations [2] do not reflect the specifics of the proposed irrigation, which requires the creation of a mathematical model.

Mathematical modeling of furrow irrigation taking into account the anti-filter screen is based on the Saint-Venan equation [2]:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\rho Q)}{\partial x} + gF \frac{\partial h}{\partial t} + I\nu_l - gF(i_0 - i_f) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial t} = I \quad (2)$$

Water consumption in the furrow

$$Q = \nu F \quad (3)$$

Where; x – distance from the target; t – time; ν – flow rate; F – furrow cross-sectional area; ν_l – relative rate of lateral inflow (or outflow) of infiltration; g – gravity acceleration; i_0 – downhill slope; i_f – friction slope.

It should be noted that the intensity of infiltration "I" in the general case depends on the depth of the furrow and is described by the transport equation [2]:

$$\frac{\partial I}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{k(t, z) \partial I}{\partial z} \right] \quad (5)$$

Where; z -coordinate along the depth of the soil layer, and the function $k(t, z)$ reflects the filtration properties of the soil.

For many practical tasks, "I" is constant. For the total infiltration of water per unit length of the furrow, an empirical formula is adopted, for example, the A.N.Kostyukova equation [2,3]:

$$Z = k\tau^\alpha + \mathcal{G}_I \tau \quad (6)$$

Where: τ – effective absorption time; α, k – empirical parameters; \mathcal{G}_I – infiltration rate.

Thus, we can say that equation (1) expresses the relationship between the flow rate of water supply to the furrow (Q), infiltration (I) and the rate of infiltration (\mathcal{G}_I), height of the furrow filling $h(t, x)$ as well as the slope of the furrow. To simplify the solution of equations (1) and (2), equations (1) are empirically replaced by the dependence

$$Q = \alpha h^n \quad (7)$$

Then equation (2) is simplified and takes the form:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \alpha n h^{n-1} \frac{\partial h}{\partial x} = -I \quad (8)$$

Equation (2) is actually an equation of continuity of fluid flow averaged over a vertical coordinate. Therefore, the intensity "I" is understood as the average intensity, and not the value "I" itself, obtained as a solution of equation (5) for the case of a constant value "I", i.e. these two concepts are the same.

By the change in "I" when watering cotton through a surface screen from IPC with the addition of mineral equations, we can say that physically the effect of the screen will affect the amount and rate of infiltration «I» and " \mathcal{G}_I ", other relations do not change [6]. In the case of placing the screen in the form of a thin film (as experiments show), soil infiltration decreases by approximately 3-3.5 times. Therefore, the calculation for this option must be done with "I", reduced by the same amount.

Furrow irrigation with a subsoil screen in depth $z=z_0$ deserves separate consideration. To obtain the expression "I" for this option, it is necessary to solve equation (6) and then average the resulting solution over z from 0 to z_0 .

From experience it follows that in fields with an intra-soil screen at the bottom of the furrow, the intensity is the same in magnitude as with the usual condition, but at a depth $z=z_0$ it decreases in "n" times. When solving the boundary value problem for "I", it is necessary to solve equation (5) with the following boundary conditions:

$$\begin{cases} I(z, t = 0) = I_0 \\ I(0, t) = I_0 \\ I(z_0, t) = \frac{I_0}{n} \end{cases} \quad (9)$$

The decision "I" is made in the form of the sum of the constant in time component "V (z)" and the perturbation "W (z, t)":

$$I(t, z) = V(z) + W(z, t) \quad (10)$$

An analytical solution of equation (10) is generally difficult, but there are various options for the numerical solution. In this case, one can do without solving equation (10) using elements of the furrow irrigation technique.

In the general case, solutions of a first-order quasilinear partial differential equation in the following form:

$$a\vartheta_x + b\vartheta_y = c \quad (11)$$

Where: a, b, c – function of x, y, ϑ and has a close relationship with the general solutions of its characteristics, described by the following ordinary differential equations [3]:

$$\frac{\partial x}{\partial \bar{S}} = a; \quad \frac{\partial y}{\partial \bar{S}} = b; \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial \bar{S}} = c \quad (12)$$

Here: \bar{S} - perimeter, for which one of the independent variables x or y can be selected. In relation to our case (b=I, a=2 α h, \bar{v} =h) and choosing as \bar{S} =t, we will get:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = 2\alpha h \quad (13)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} = -I \quad (14)$$

Here, the functions x, h are understood as functions of the parameter t, i.e.

$$h=h[x(t),t]=h(t).$$

Integrating first (14), and integrating (13), we obtain the final result:

$$x(t) - x(t_0) = -\frac{\alpha}{2}(t - t_0)^2 \left[1 - \frac{(n-1)}{2n} \right] I_0 + \frac{2I_0 z_0^4 (n-1)}{\pi^6 k^4 n} \times \\ \times \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{(2m+1)^6} e^{-\left[\frac{\pi(2m+1)}{z_0} \right]^2 k^2 t} - e^{-\left[\frac{\pi(2m+1)}{z_0} \right]^2 k^2 t_0} + 2\sqrt{\alpha Q_0} \quad (16)$$

With a constant intensity of infiltration "I_0" equations (15) and (16) take the following form:

$$\begin{cases} h(t) = h(t_0) - I_0(t - t_0) \\ x(t) = x_0 - \alpha[h(t_0) + I_0 t - I_0 t_0]^2 + \alpha h^2(t_0) \end{cases} (17)$$

Thus, we obtained an expression for calculating the value of infiltration during irrigation of cotton through the anti-filter screens from IPK, for various values of the depth of the calculated soil layer[7,8].

The calculations obtained according to the results of field studies of irrigation through IPC screens with mineral fertilizers added to it and software for the computer implementation of the mathematical model are given in Tables 1 and 2.

Table 1 - Furrow irrigation through a surface screen from the IPC.

Shutters	Furrow length, m	t_{co} , min.	Efficiency of using irrigation rate (E_a), %		Uniform distribution of moisture over furrows (DU), %		D, mm. (1 mm = 10 m ³ /ha)	
			Field research d.	Comp. data	Field research d.	Comp. data	Field research ed.	Comp. data
1	18,3	46,8	-	-	-	-	101,3	102,5
2	38,1	97,4	87,9	86,5	71,3	72,0	101,7	102,3
3	55,6	139,1	87,7	86,5	80,8	82,0	101,1	100,1
4	70	178,3	86,8	85,5	81,4	82,2	100,9	101,9
The average			87,5	86,2	77,8	78,7	101,0	101,7

From the data in tables 1 and 2 it can be seen that the results of field studies on the calculation of the regime and operational characteristics of furrow irrigation, obtained under various conditions using anti-filter screens from the IPC, are confirmed by the software of the above and numerical methods for computer implementation of the mathematical model of the problem.

Water consumption = 0,0006 m³/sec; field slope = 0.002; Manning's coefficient= 0.040; I₀ = 0.0066 m³/sec/m; D- irrigation rate, mm; watering time (t_{co}) =178,3 min.

Table 2 - Furrow irrigation in fields with an intrasoil screen from IPC.

Shutter s	Furrow length, m	t_{co} , min.	Efficiency of using irrigation rate (E_a), %		Uniform distribution of moisture over furrows (DU), %		D, mm. (1 mm = 10 m ³ /ha)	
			Field researched.	Comp. data	Field researched.	Comp. data	Field researched.	Comp. data
1	26	50,3	-	-	-	-	102,8	103,3
2	53	101,4	87,7	86,5	78,7	79,2	102,1	102,1
3	79	156,2	87,1	86,5	81,3	82	106,2	105,5
4	105	204,5	86,9	87,5	81,9	82,2	104,1	103,9
The average			87,2	86,8	80,6	81,1	103,8	103,7

Water consumption = 0,0008 m³/sec; field slope = 0.002; Manning's coefficient = 0.040; $I_0 = 0.0066m^3/c/m$; D – irrigation rate, mm; watering time (t_{co}) = 204,5 min.

A mathematical model based on the Sen-Venan equation for irrigating cotton through the surface and subsoil screens from the IPC was developed. Computer program has been implemented to calculate the mode and operational characteristics of furrow irrigation under various conditions.

References

1. D.G.Ahmedjanov, Z.F.Beknazarova, U.Kasimova. Biotechnology in agriculture. J. "Молодой ученый"- Russia, 2015 -№4. – P.31-35.
2. D.G.Ahmedjonov. Water-saving technologies for cotton irrigation using interpolymer complexes: Author's abstract for the degree of Doctor of Technical Sciences. – Tashkent: TIAME 2019, P. 64.
3. A.A.Rode. Fundamentals of the doctrine of soil moisture. - M: Гидрометеиздат., Republished 1985. – P. 534.
4. R.G.Allen, L.S.Pereira, D.Raes, M.Smith, 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrig. And Drain. Paper56, FAO, Rome, 300p.
5. Amemia M.F., Naren N., and Gerard C.T. – Soil water depletion by irrigated cotton as influenced by water regime of plant development. Agpon. J/ ss. 366-379.
6. Marting A.G. and Fernander V. – Effect of soil water regime on the earliness and nutrient content of cotton in the Seville region. Centro de AdofologiaBiologiaAplicada del Cuarto, CSJS, Sevilla Spain, 775-786 (Bield Crop Abs t., 2002, 25.4750).
7. TsuchidaE. Interpolymer complexes. Characteristics and application. //Jap. Sci.Soc.Pres. 2003. P.322-328.
8. Akhmedjonov D.G. Water-saving technologies for cotton irrigation using interpolymer complexes: Avtoref.dis. for the degree of candidate of technical sciences. - Tashkent: TIIM, 2011 .- - 43 p.
9. Ahmedjonov D.G. Watering cotton with mineralized water using water-saving technologies. J. "Agroilm", No. 5, 2016

ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫ ШИЕЛІ АУДАНЫНЫҢ СУҒАРМАЛЫ ЖЕРЛЕРДІҢ СУ-ТҰЗ ТӘРТІБІН РЕТТЕУ ЖОЛДАРЫ

Қанжар Ғ.Ә., 2 курс магистранты, Әбдісадыққызы А., 2 курс магистранты
Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Қазақстан мемлекетінің жыл сайынғы қабылданатын шешімдерінде ауыл шаруашылық қауіпсіздігі ең өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Сондықтан еліміздің аграрлық секторында қандай жағдай болмасын біз тұрақты және сапалы өнімді алуды қамтамасыз етуіміз керек. Бірақ көп жағдайларда суғармалы жерлердің көбі екінші рет тұздану арқасында істен шығып отырады. Бұл бағытта мелиорацияның алатын орны өте зор.

Қызылорда облысында суғармалы егістіктің 33-35% немесе – 65064 гектарға жуық жерлер қатты тұзданып істен шыққан, тұздылығы орташа есеппен – 4,6% және бұл көрсеткіш жыл сайын өсіп келеді. Суғармалы егістіктерінің су-тұз тәртіптері талапқа сай емес. Себебі, Сырдария өзенінің гидротехникалық тәртібінің бұзылуы, өзенге құйылатын коллектор-кәріз жүйесінің және төгінде лас сулардың артуынан экологиялық қиындықтарға ұшырауда. Сырдария өзеннің төменгі ағысында санитарлық жағдайы төмендеп елді-мекендегі халық даенсаулығы мен өмір сүру жағдайы төмендеп кетті. Сырдария өзенінің өзін-өзі тазалау қасиеті тәжірибелік тұрғыдан зерттелмеген.

Сондықтан да өзеннің төменгі ағысында орналасқан барлық суғару массивтерінің су-тұз тәртіптерінің қалыптасуына әсер ететін барлық факторларды, олардың тепе-теңдігін сақтау жолдарын, осы аймақтың табиғи-климаттық жағдайын ескере отырып ғылыми түрде зерттеп қалыптастыру өте өзекті мәселе.

Сырдария өзенінің гидрохимиялық және гидрологиялық тәртіптері бір-бірімен байланысты. Су өтімі көбейген сайын оның тұздылығы азайып отырады. Су өтімі ең көп айы наурыз-мамыр аралығында байқалады. Осы кезеңдерде судың тұздылығы 900-1000 мг/л-ге түседі [1,2].

Қызылорда облысы негізінен күріш дақылын кәсіп еткен аймақ. Сондықтан су қорының басым бөлігі осы күріш суғаруға пайдаланады. Күрішпен қатар күздік және жаздық бидай, жүгері, күнбағыс, картоп, көкөніс, мал азықтық дақылдар – жоңышқа, сүрлемдік жүгері тағы басқа дақылдар өсіріледі.

Мақалада зерттеу нысаны ретінде Қызылорда облысы Шиелі ауданы Бидайкөл ауыл шаруашылық жерін қарастырып отырмыз. Жалпы Шиелі ауданы бойынша суғармалы жер көлемі 31118 га, оның ішінде 72 га Бидайкөл шаруашылығына тиісті[3].

Шиелі метеостанциясының мәліметі бойынша ауданның ауа-райы – жазда өте ыстық, қысы қатты суық келеді. Егіске қолайлы кезең, сәуір – қазан айлары. Ең ыстық мезгіл шілде айы, ең салқын мезгіл қаңтар мен ақпан айлары. Жауын-шашын өте аз түседі. Ең жоғарғы температура +27 °С, ең төменгі -4.8 °С [4].

Аймақта негізгі су көзі Сырдария өзені, оның су алатын бөлігі Жаңа Шиелі магистралды (бае) каналы арқылы төменарық жерінен бастау алады. Бұл бас каналы арқылы Бидайкөл және Ыбрай Жахаев ауыл шаруашылықтары суғарылады. Аудан бойынша каналдарға су беру сәуір айының 3-ші декадасынан басталады. Егістікке су беру мамыр-тамыздың 30-шы жұлдызына дейін созылады.

Шаруашылықтардағы суғармалы жерлердің мелиоративтік жағдайы қанағаттанарлық деп табылса, кейбір шаруашылық жерлердің ой-биік болуына байланысты топырақтың механикалық құрамында өзгеріс байқалады. Әрине, топырақтың тұздылық көрсеткіші суғарылатын су және жер асты суының тұздылығына байланысты. Күз кезінде Сырдария өзеннің су деңгейі жылдам төмендесе, барлық суғармалы жерлердің жерасты суы тез төмендейді.

Шаруашылықта 1980 жылы салынған 24-ке жуық кәріз құбырлары болса, қазіргі таңда 18-і ғана жұмыс істеп тұр. Осы құбырлардан алынған судың құрамы, төмендегідей: наурыз айында жерасты суының деңгейі – 2,64 м, тұздылығы – 3,52 г/л болса, маусым айында жерасты суының деңгейі – 1,40 м, ал тұздылығы – 2,55 г/л, қазан айында жер асты суының деңгейі – 2,38 м, тұздылығы – 3,0 г/л болды.

Тәжірибе танабының 0-100 см топырақ қабатының топырақ тығыздығы, топырақ кеуектілігі, көлемдік салмағында өзгеріс бар екендігі байқалады.

Топырақтың тұздылығына кірген сумен қатар жерасты суының минерализациясының да әсер ететендігі белгілі. 1-ші кестеде зерттеп отырған танаптың жер асты суының минерализациясы көрсетілген.

1-ші кесте. Зерттеу танабының жерасты суының минерализациясы

№ п/п	CO ₃ , г/л	HCO ₃ , г/л	CL, г/л	SO ₄ , г/л	Ca, г/л	Mg, г/л	Na, г/л	Тұз жиынтығы, г/л
1	0,000	0,207	0,340	1,076	0,190	0,140	0,330	2,284
2	0,000	3,401	9,588	22,412	9,500	11,533	14,369	

Тәжірибе танабындағы дақылдардың вегетациялық кезеңдегі суды алу және егістікке беру мөлшері: жоспарлы алынған су – 1,11 млн. м³ және жоспарлы алқапқа жіберілген су – 1,01 млн. м³ болса, нақты алынған су 0,90 млн. м³-ді құрады, ПӘК (КПД) – 0,82 болды.

Қашыртқыға Р-5-3-1 түскен судың көлемі – 0,18 млн. м³, жылдық жауын-шашын орташа 1647 мм құрады.

Судың топыраққа тік сіңірілуі күрішті алқаптарда, Союзгипрорис мәліметі бойынша, 0,10 мың м³/га. Барлық суғармалы, суармайтын егіс алқаптарындағы су тепе-теңдігінің жер астылық судың көтерілуі – 0,02 м құрайды.

Су тепе-теңдігі: кірісі – 0,41 млн. м³ болса, шыққан судың көлемі – 0,24 млн. м³ болды, 0,15 млн. м³ су жоғалып отыр. Ал тұз тепе-теңдігі: кірісі – 0,53 мың тонна, шығысы – 0,35 мың тонна болды, 0,18 мың тонна тұз топырақта қалып отыр.

Әрине бұл өнімге кері әсерін тигізетіне сөзсіз.

Қарастырылып отырған аймақтың топырақ және судың химиялық құрамы жыл сайын екі рет – көктемде және күзде анықталып отырды. Топыраққа келіп түскен тұз санын суғармалау нормасын сумен келетін тұз санына көбейту арқылы табамыз. Топырақтан шыққан тұздың санын коллектор суының көлемін оның тұздылығына көбейту арқылы анықталады.

Шетелдік және отандық ғалымдар суғармалы жерлерді сортанданудан сақтаудың шараларын ұсынады: жер асты су деңгейін жер бедерінен - 2,5 м төмен орналасуын қамтамасыз ету; жер асты судың тұздану түрімен тұздану дәрежесін ескеріп іс-шараларды жүзеге асыру; суғармалы жерлердің сүзілу дәрежесін ескеріп іс-шаралар жасау; топырақ қуыстылығының тек 75%-ғана ылғалдандыру арқылы батпақтануды болдырмау және өсімдікке қажетті ауа тәртібін сақтау; өсімдіктерге өсіп-өну кезеңінде судың минерализациясын 1-3 г/л асырмау; топырақтағы сода және хлоридтер қоспаларының мөлшерін азайту шараларын іске асыру; сүзілуге қарсы күресу шараларын қолдану; топырақтың тұздану дәрежесіне байланысты қашыртқы каналдардың орналасу жиілігін және оның параметрлерін анықтау.

Судың бойындағы шіріген өсімдіктері мен судың қайта ластануын болдырмауға жыл сайын жер бетіндегі фитомассасынан тазалау қарастырады. Макрофиттердің түрлеріне байланысты аккумуляциялық қабілеті әр түрлі болады. Мысалы, қарапайым қамыс вегетация уақытында судың бойынан шамамен – 45 гр азот, 18 гр фосфор, 22 гр кадмий және 33 гр хлориды шығарады екен [4].

Бұл әдіс тұз концентрациясы жоғары болатын суларда, әсіресе төгінді сумен суғарғанда, пайдаланған жөн, топырақтың су-тұз тәртібін жақсартуға едәуір әсер ететін белгілі.

Сырдария өзенінің төменгі ағысында қалыптасқан экологиялық дағдарысты және әлеуметтік жағдайға байланысты туындап отырған мәселелерді шешу үшін келесі шараларды іске асыру қажет:

1. Егістік жерлердің құрлымын қайта қарастыру және қайта құру. Егістік аудандардың елеулі қысқару кезінде ауыл шаруашылық өнімін өндіру көлемін сақтап қалуды және оны әрі қарай арттыруды да қамтамасыз етеді. Босап қалған аудандарға тұзға төзімді көпжылдық шөптер еккен дұрыс. Бұндай шара суландыратын массивтердің ПӘК-ін айтарлықтай арттыруға және осы шөптерді суаруға коллектор-дренаждық суларды пайдалануға мүмкіндік болар еді;

2. Суды бөлу, суды пайдалану үрдісін басқаруды жақсарту. Магистралды арналардан бастап қожалық шаруашылық бөлгіштерге дейін арналардың ПӘК-ін көбейте отырып, суғару тәртібін оңтайландыруға бағытталған ұйымдық-техникалық шараларды қосады. Соның есебінен сол су алу кезінде аудандарды 57-65%-ға көбейту мүмкін болады;

3. Озық технологияларды, техникалық және конструктивтік шешімдерді енгізу. Су шараушалық жүйелерін қайта құру және жетілдіру, жаңа техника мен технологияны енгізу күрделі және негізгі шара болып табылады.

4. Коллекторлық-дренаж суларды тазарту және ауылшаруашылығында пайдалану.

Коллекторлық-дренаждық суларды тазарту үшін механикалық, физикалық-химиялық және табиғи-биологиялық тазарту әдістері қолданылады.

Алғашқы екі әдіс өте қымбат болғандықтан, табиғи-биологиялық тазартуды қолдану ұсынылады;

5. Төгінді суларды дайындау және ауыл шаруашылығында пайдалану. Механикалық және биологиялық тазартудан өткен барлық төгінді сулар ауылшаруашылық дақылдарының ішінде, мал-азық дақылдарын және екпе ағаштарды суғару үшін пайдалануға болады.

6. Суғару тәртібін оңтайландыру.

Мелиорация саласының негізгі стратегиясы ауыл шаруашылық дақылдарын суғару нормаларының шамаларын азайту болып табылады.

Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы орташа көп жылдық суғару нормларының мәндері және улы тұздардың топырақтан шайылуының болжаудық шамалары: топырақтың – 0,1 м қабатындағы улы тұздардың мөлшері – 0,152% (кұрғақ салмақтан); улы тұздардың – 0,1 м қабаттан жыл сайын шайылуы – 0,056%; суғару нормасы – 1095 мм(нетто), суғару нормасы брутто – 1685 мм.

Әдебиеттер

1. Шомантаев А.А. Гидротехнический режим водотоков и сельскохозяйственное использование сточных и коллекторно-дренажных вод в низовьях реки Сырдария. Монография. Кызылорда, 2001,-254с.

2. Ануарбеков Қ.Қ., Зубайров О.З., Шомантаев А.А. Сырдария өзенінің төменгі ағысының су сапасының сақталуын қамтамасыз ету жолдары. Материалы международной научно-практической конференции магистрантов, докторантов PhD и молодых ученых «Проблемы вододеления и пути улучшения качества трансграничных рек Казахстана», 20-21 апрель 2012 г, Алматы, 238-242с.

3. Мамадияров Б.С., Ануарбеков Қ.Қ., Оразбаев Ж.А. Қазақстандағы кіші елді-мекендердің төгінді суын тазарту шаралары. Ізденіс, Ғылыми журнал, №1(2)/2012ж, 124-127 бет.

4. Зубаиров О.З., Шомантаев А.А., Ануарбеков Қ.Қ. Оценка социально-экологического ущерба от загрязнения сточными и коллекторно-дренажными водами в низовьях реки Сырдария, Международная научно-практическая конференция «Мелиорация в России – традиции и современность» посвященный 100-летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ, д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Аверьянова С.Ф., Москва, 2013. 461-470 с.

ӘОЖ 504.064.36

ҚЫЗЫЛОРДА СУАРМАЛЫ ЖЕРЛЕРІН ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ҒЫЛЫМИ НЕГІЗДЕМЕСІ

Жұмашев Н.Қ. 2 курс магистранты, **Әбдісадыққызы А.** 2 курс магистранты
Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Сырдария өзенінің суармалы жерлері ежелден қалыптасқан егіншілікке қолайлы, жергілікті халықтың тіршілігіне зор ықпал етіп отырған табиғи аймақтардың бірі. Бұл аймақта шоғырланған суармалы жерлер толығымен күріш ауыспалы егістігіне инженерлік жүйе түрінде қалыптастырылған алқаптарға ауысқан. Ауылшаруашылығын дамыту, азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету Арал өңірінің экологиялық дағдарысымен қатар жүруде.

Сырдария өзені ағысының және Арал теңізінің айдынының тартылуына байланысты оның солтүстік бөлігінде құрғақшылыққа ұшыраған жерлердің аумағы – 21,5 мың км² ұлғайды, табиғи қалыптасқан көлдер саны күрт азайып кетті. 1960 жылға дейін Сырдария өзенінің табиғи режимі (тәртібі) сақталып тұрғанға дейін, өзеннің төменгі ағысында – жазықтарда 2582 көл және көлдер жүйесі болған. Қазіргі уақытта соның 128-ғана көл есебінде қалды.

Экологиялық тепе-теңдіктің бұзылуы қоршаған ортаның барлық компоненттеріне кері әсер етуде, соның бірі – ауылшаруашылық жерлеріндегі топырақ құрамының нашарлауы. Соңғы жылдарда топырақ эрозиясының жылдамдығы, тұзданған жерлердің көбеюі, топырақтың агрофизикалық көрсеткіштерін қалыпты жағдайдан ауытқып, олардың мелиоративтік жағдайының нашарлауына әкеліп отыр. Бұл үрдістердің жылдам қарқында жүруі ауылшаруашылығы дақылдарынан алынатын өнім көлемінің төмендеуіне себеп болып отыр [1].

Суармалы егіншіліктегі дақылдардың түрлерін ендіру арқылы көпсалалы шаруашылық негізінде дамытудың маңыздылығы зор, сондай-ақ бос жатқан жерлерді суармалы егіншілікке алмастыру қажеттілігі де шешімін таппай жатқан мәселе.

Сондықтан, су қорының жетіспеушілігі жағдайында суармалы алқаптардың, оның ішінде күріштік егіс танаптарында қалыптасқан экологиялық-мелиоративтік жағдайды жүйелі ғылыми зерттеулер, экологиялық және мелиоративтік бағалау, болжау негізінде топырақтың су-тұз құрамын жақсарту шараларын құрастыру өте өзекті мәселе.

Бұл мақалада зерттеліп отырған аумақ – Қызылорда суармалы егіншілік алқабының құрамындағы “Шаған Жер” жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (ЖШС) шаруа қожалығының суармалы ауыспалы егістік жүйесіне экологиялық-мелиоративтік мониторинг жүргізу арқылы егістік танаптардың нақты жағдайын бағалау, топырақ тұздылығын азайту әдістерін мелиоративтік-агротехникалық шаралар жиынтығын ұсыну арқылы су-жер ресурстарын пайдаланудың тиімділігін арттырып, өнімділікті көтеру болып табылады.

Аймақтың жылдық және мезгілдік орташа ауа температурасының ауытқуына жасалған талдау Қызылорда облысында жылыну қарқыны көтерілгенін көрсетеді. Жылдық ауа температурасының көтерілуі орташа есеппен +0,34⁰С, бұл қалыпты жағдайдан біршама жоғары. Көктемде орташа +0,67⁰С-қа, жазда +0,20⁰С-қа, ал күзде +0,35⁰С-қа дейін өзгеріп

отыр. Жалпы зертеліп отырған аумақта ең жоғарғы ауа +0,35°С-қа дейін өзгеріп отыр. Жалпы зертеліп отырған аумақта ең жоғарғы ауа температурасы +40, +42°С.

Соңғы 30-жылда аймақта құрғақшылық айқын байқалуда, Қызылорда облысында жауын-шашын мөлшері республика бойынша ең аз түсетін облыс. Жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері 133-235 мм-ден аспайды. Соңғы жылдары аймақта әр 10 жыл сайын жауын-шашын мөлшері 5,2 мм-ге төмендеуде [2]. Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы өте төмен 54-58%, әсіресе булану мөлшері жаз айларында өте жоғары. Бұл фактор топырақтың құрғақтануын жылдамдатуда. Желдің жылдамдығы жылына орта есеппен 3-4 м/с-нан аспайды. Көктем мен қыс айларында желдің жылдамдығы біршама арта түседі [3].

Аумақ жерінің топырағы шөл аймаққа жатады. Қызылорда жерінің топырақ қабаты алуан түрлі болғанымен үлкен екі өңірге бөлінеді: егіншілік алқаптың ылғалды (гидроморфты) топырағы және кейбір жерлерінде баяғы заманғы суландыру жүйелерінің ізі бар құрғақ топырағы тараған. Ылғалдылық жағдайы мен жер бедерінің әр түрлі болуы, топырақ шөгіндісінің бір тектес болмауы, жеке табиғи аудандарды шаруашылық тұрғысынан пайдалану бағыты сан алуан топырақтың пайда болуына әкеліп соқтырады [4].

Топырақ, негізінен сортаң, ал өзен жағындағы өңір топырағының үстіңгі қабаты 10-15 см және дала топырақтарының орта қабаты 20-150 см өте сортаң. Топырақ хлорлы-сульфатпен сортаңданған: олардың көбі – натрий, магний, кальций, күкірт қышқылы тұзы.

Сондықтан жерге органикалық және минералдық тыңайтқыштар, әсіресе азот енгізу қажет. Топырақтағы қарашіріктің мөлшері 0,5%-дан 3-4%-ға дейін ауытқиды. Топырақты азотпен байыту үшін бұршақты дақылдар мен беде егу керек [5].

Сырдария өзенінің суының азаюына байланысты табиғат өзгеріске ұшырады. Топырақ қабатының суы тереңдеп, топырақ кесіндісінің жоғарғы қабаты құрғап, графиттің өсімдіктер сиреп, азып-тозды.

Аймақта қалыптасқан жаңа гидрологиялық режим топырақтың физикалық-химиялық қасиеттері мен топырақ құнарын құрайтын элементтердің сипатына кері әсерін тигізді. Топырақты тығыздылығы 1,31-1,35 т/м³-ден 1,35-1,44 т/м³-ке дейін артты. Топырақтың ең төменгі ылғал сыйымдылығы (ЕТЫС-НВ)-32,9-35,4% аралығында өзгерді, танаптардағы ЕТЫС тапшылық 195-472 м³/га аралығында болды.

Ауылшаруашылығын дамытуды ғылыми негіздеделерсіз іске асыру барысында күріштік егіс көлемі бақылаусыз көбейіп, көкөніс, бақша, жеміс-жидек, мал азықтық дақылдар егуге қолайлы құнарлы тәуір жерлердің көпшілігі күріштікке айналды.

Ондаған мың гектер бұталы жиде, шеңгел тоғайлар, шөбі қалың шабындық пен жайлым жерлер айдалып, күріш егілді. Күрішті бір маусым ғана егіп, тастап кеткен жерлерді тұз басты. Сырдария өзенімен келген азғантай су түгелдей күріштің атызына құйылды. Бұл “көшпелі” егіс экономикалық тұрғыдан дамытуға кері әсерін тигізді. Осыдан суармалы егіншілікті инженерлік жүйеге көшіру қалыптасты [6].

Топырақтың табиғи құнарын қайта қалпына келтіру мүмкіндіктері мен ерекшеліктеріне қарай ауылшаруашылығының экологиямен байланысты үш түрі бар [7,8]:

1 - ауылшаруашылық өндірісін топырақ құнарын есептемей жүргізу – топырақ құнарының қайтадан қалпына келуі толық болмайды. Бұл коммерциялық өнім өндіргенде орын алады;

2 - ауылшаруашылық өндірісін топырақ құнарын қалпына келтіре отырып жүргізу - жерді тыңайтуға қалдыра отырып пайдалану. Бұл топырақ құнарын сақтайды және табиғатты қорғайды;

3 - ауылшаруашылық өндірісін табиғатты қорғай отырып жүргізу - топырақ құнарын толық қалпына келтіреді.

Егіншіліктің интенсивтік жолдармен жүргізілуі, топырақтың өнімдері мен қоршаған ортаның пестицидтер мен минералды тыңайтқыштар тұздарымен ластануы - жердің азуының негізгі себептері. Қолданыстағы егіншілік жүйесін кешенді талдай келе әлемдік дамыған елдер ғалымдарының егіншілікте химиялық заттарды қолдануды бас тартуды ұсынып отыр – олар «органикалық», «альтернативтік» не «биологиялық» егіншілік деп аталады. Бұл жерде

басты рөлді ауыспалы егіс атқаруы тиіс – тез уақытта адам баласы пайдаланатын азық-түлік құрамында адамға зиянды заттар (пестицидтер, ауыр металдар, нитраттар тағы басқа қоспалар) мөлшерінің арта түсуін және топырақтың эрозияға ұшырап, ауылшаруашылық өндірісіне жарамсыз күйге көшуін тоқтатады.

Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми зерттеу институтының мәліметі бойынша топырақтағы кейбір химиялық элементтер мөлшері шекті мөлшерден (рұқсат етілген шекті жол берілген шоғырлар - ШЖШ) бірнеше есе артқан. Қызылорда облысының Шиелі ауданы аймағаның топырағында: қорғасын (Pb) мөлшері -2,1; никель (Ni) 2,2 ШЖШ аралығында артық болып шыққан.

Аймақтың топырақтарының едәуір көлемі сортаңданған топыраққа жатады. Күріш егілген жерлер 90-110 күн бойы су басып жатқаннан сортаң жерлердің өзі де тұздарынан арылып, өзінен кейін егілетін құрғақ дақылдар үшін бірден-бір жарамды жерге айналады.

Күріш ауыспалы егісі – топырақ құнарлылығының жылдан жылға артуын қамтамасыз етуі тиіс – күріштің ең жақсы алғы дақылы көп жылдық жоңышқа мен түйежоңышқа екенін көрсетті. Алғы дақылдардың топырақ құнарлығына әсері, топырақтың жырту қабатында қалдыратын тамыр қалдықтарының мөлшері топырақта органикалық заттарды мол түзіп жинайтыны анықталды.

Көз жеткізу мақсатында Қызылорда суармалы аумағында орналасқан, Шаған суармалы жерінде үш жылдық күріш егілген танаптан, күріш егуден әбден шаршағаннан кейін жоңышқа еккен 1-жылдық; 2-жылдық және 3-жыл жоңышқа егіп күріш егуге дайындалған жерден топырақ үлгілерін алып, арнайы зертханада зерттелді. Топырақ үлгілері әдістемеге сәйкес 3-түрлі тереңдікте: 0-20 см; 20-35 см және 35-50 см алынды.

Топырақтағы қарашірік мөлшері орташа есеппен 3 жыл күріш егілген танапқа қарағанда, ауыспалы егіншілік жердегі танаптарда жоғарланғаны байқалады.

3-жыл бойы күріш егілген топырақта тұздың пайыздық көрсеткіші 0,36-50 см-ге дейінші тереңдікте 0,29 %-ға төмендеген. Бір жылдық жоңышқалықта, 0-20 см тереңдікте – 0,39%; 20-35 см тереңдікте – 0,37%; 35-50см тереңдікте – 0,5% төмендеген. Екі жоңышқалықта тұз мөлшері 0-20 см – 0,43%; 20-35 см-де – 0,36%; 35-50 см де – 0,40%-ға төмендеген. Себебі күріш дақылы сумен бастырылып өсетіндіктен топырақ құрамындағы тұз мөлшері топырақтың беткі қабатында төмен, ал жоңышқалықтарда топырақ құрамындағы тұз мөлшері біртіндеп жоғары көтерілгендігі байқалады.

Ауыспалы егістің 1-ға қолданылған су мөлшері 23000-11380 м³-ге дейін, ал минералды тыңайтқыштар мөлшері N₁₅₀ P₁₂₀ кг/га деңгейінен N₆₀ P₈₀ кг/га деңгейіне дейін төмендеді. Бұл ауыспалы егіс танаптарындағы топырақтың экологиялық және мелиоративтік жағдайын жылдан жылға үздіксіз жақсартады. Бұл әрбір шаруашылықтың, фермерлердің таңдап алған ауыспалы егіс үлгісі, егіншілік жүйесінің экономикалық тиімділігін арттырып, топырақтың және қоршаған ортаның экологиялық жағдайын жақсартуы тиіс.

Мелиоративті танапқа орналасқан дақылдардың тамыры топырақтың тығыздығын бәсеңсітіп, топырақты жұмсартыды. Топырақтың 0-40 см қабатының көлемдік массасы біршама 1,15 - 1,28 г/см³ аралығында жеңілденді.

Топырақ құнарлылығының басты көрсеткіштерінің бірі – оның қуыстылығы. Танаптар топырағының қуыстылығы едәуір жоғары: 54,9 – 57,4 % аралығында болды, бұл арпа, рапс пе қытай бұршағы егілген танаптар. Ал күріш уақытылы егілген танаптардағы топырағы тығыздалып, тиімді құнарлықтың қалыптасуына кері әсерін тигізетіні болды.

Сонымен, зерттелген аумақта ЕТЫС (НВ) 32,9-35,4% аралығында өзгереді немесе ЕТЫС-тағы ылғал қоры 668-1725 м³/га аралығында ауытқиды. Аймақ өсімдіктерінің дамуының бірден-бір көрсеткіші ауа-райының жылдық булануы атмосфералық жауын-шашыннан артық болуына байланысты, сумен көтерілген тұз топырақтың беткі қабатында қалып, су буға айналып кетеді де сорлар пайда болады. Топырақ құрамында тұз шектен тыс көп болуына байланысты мұнда тұзға да, құрғақшылыққа да төзімді өсімдіктер басымды. Ол өсімдіктер құрғақшылыққа бейімделіп жапырақтарының бойына шырынды мол жинап тіршілік етуге бейімделген.

Әдебиеттер

1. Нұрғызарынов А. Шапшанов Қ. Арал өңірінде өндірісті экологияландыру. Монография. – Алматы: Қазақстан Республикасы табиғи ресурстар және қоршаған ортаны қорғау министрлігі, 2001 – 141бет.
2. Қазақстан климатының өзгеру мониторингісінің жыл сайынғы бюллетені: 2016 жыл. «Қазгидромет» республикалық мемлекеттік кәсіпорны Ғылыми-зерттеу орталығы. – Астана, 2017ж, - 56 бет.
3. Қазгидромет сайты <https://www.kazhydromet.kz/>
4. Гельдыева Г.В., Скоринцева И.Б., Будникова Т. И. и др. Исследование процессов опустынования в природных комплексах дельты Сырдарьи // Экологические исследования и мониторинг в дельтах Аральского моря. ЮНЕСКО – Париж, --1998, с/н -25.
5. Тазабеков Т. Және т.б. Жалпы топырақтану. –Алматы: Агроуниверситет, 1998,- 135б.
6. Қазақстандық шығыс Арал өңірінде табиғи ортаның антропогендік бұзылуы және әлеуметтік-экономикалық зардаптары. 1999-2001 ж.ж. Ғылыми есебі. Қорқыт Ата атындағы мемлекеттік университет.
7. Жайлыбай К.Н., Шермағанбетов К.Ш., Токтамысов А.М., Кенбаев Б.К. Агроэкономические аспекты повышения производства зерна и обеспечения продовольственной безопасности в Приарале// Международный научно-практическая конференция посвященная 75-летию КазНУ им. Аль-Фараби, 75-летию биологического факультета «Биоразнообразие и устойчивое развитие природы и общества», апрель 2009 г. – Алматы, -2009. –с.28-31.
8. Шермағанбетов. К., Тохетова Л.Ә. Экологиялық таза күріш өнімін өндіру// Материалы Международного АгроБизнес Форума «Развитие сельскохозяйственного производства в условиях таможенного союза», Кызылорда, 15-17 октября 2010г. – Кызылорда: изд-во «Арай», 2010 –с.104-110.

УДК 631.674

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО РЕГИОНА РК

Куртебаев Б. М., магистр с.-х. наук, научный сотрудник,
Мамучев Р. А., младший научный сотрудник
ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»,
г. Тараз, Казахстан

Предгорная зона юга Казахстана, характеризуются как правило наличием большого количества малодобитных водных источников, способных орошать поливные площади небольших размеров (5 – 30 га), однако общее количество земель, с возможностью их полива при помощи малодобитных водных источников, по югу Казахстана составляет более 250 тысяч гектаров.

Эти земли как правило небольших размеров со сложной конфигурацией и имеют значительные уклоны. Применение существующей техники полива, которая удовлетворяла бы агротехническим требованиям возделывания сельскохозяйственных культур на землях предгорной зоны, является проблематичной.

Проведенный анализ техники орошения, применяемой в предгорной зоне, показал, что наиболее перспективным способом пока является дождевание. Однако существующая

дождевальная техника имеет высокую интенсивность дождя, и не может быть использована из-за возникновения водной эрозии почвы. На все виды существующей техники орошения разработаны и утверждены агротехнические требования, срок действия которых ограничен, так как техника непрерывно совершенствуется а, следовательно, повышаются и требования к ней.

Проведенные нами исследования по водной эрозии почв показали, что при поливе дождеванием основными факторами, влияющие эрозии почв являются: энергетические параметры искусственного дождя; его длительность; уклон; длина; форма склона; противозерозионные свойства почвы и растительности [1]. С учетом вышесказанного в сложных рельефных условиях техника полива дождеванием должна иметь интенсивность дождя, не превышающую допустимую, обеспечивать увлажнение приземного слоя воздуха и корнеобитаемой зоны растений с исключением поверхностного стока и фильтрации.

Создание в приземном слое микроклимата (повышение влажности приземного слоя воздуха на 1,5-2,0% и уменьшение температуры приземного слоя воздуха на 2,0-4,0%) позволит добиться улучшения условий для роста и развития растений.

При поливе дождеванием водная эрозия почв возникает вследствие подачи воды с интенсивностью, превышающей впитывающую способность почвы. Соблюдение равенства этих характеристик является основным условием полива без образования стока и смыва почвы. Интенсивность дождя, равную интенсивности инфильтрации воды в почву называют допустимой [1].

В настоящее время исследователи рекомендуют при установлении допустимых интенсивностей дождя учитывать также плотность почвы, растительный покров и уклон орошаемого участка.

Согласно этим рекомендациям, на склонах с уклоном 0,12 включительно, допустимая интенсивность дождя для легких почв составляет 0,13-0,85 мм/мин, средних 0,04-0,42 и тяжелых 0,02-0,09 мм/мин [1]. Эти рекомендации следует рассматривать, как приближенные из-за изменчивости энергетических параметров дождя, структурности, влажности и характера обработки почвы, а также от вида и стадии развития растений. Поэтому величину допустимой интенсивности дождя из-за ее многофакторности одни авторы предлагают определять в каждом конкретном случае экспериментально, а другие расчетным путем.

Определение допустимой интенсивности дождя расчетным методом разделяют на две группы. Первая основана на применении уравнений инфильтрации воды в почву, в основном формулы А.Н. Костякова [1, 2], а вторая базируется на уравнениях для расчета времени до образования стока в зависимости от интенсивности, размера капель дождя и показателя водопроницаемости с учетом изменения других свойств почвы [3, 4]. Однако многие исследователи под допустимой интенсивностью дождя понимают интенсивность дождя, которая обеспечивает в данных условиях распределение расчетной нормы полива без стока воды. В таком понимании допустимая интенсивность дождя теряет физический смысл как показатель только инфильтрационной способности почвы и зависит от многих факторов, обуславливающих распределение заданной нормы полива без образования стока (уклон, влагоемкость пахотного слоя и т.д.).

Определение выбора величины допустимой интенсивности дождя обычно необходима лишь для выбора той или иной дождевальной техники. Однако на почвах среднего и тяжелого механического состава величина допустимых интенсивностей дождя в большинстве случаев меньше значений средних интенсивностей дождя многих отечественных дождевальных машин и установок. В этих случаях обычно назначают допустимые (по условию образования стока) поливные нормы, что вызывает и практическую целесообразность перехода к прогнозированию эрозионно-допустимых норм полива.

Расчет эрозионно-допустимых поливных норм заключается в определении продолжительности периода впитывания до образования стока при заданной интенсивности дождевания. Анализ методик установления эрозионно-допустимых поливных норм [1] показывает о существенном влиянии на них параметров дождя и указывает на приведение в соответствие

дождевальных машин и установок, по интенсивности с учетом впитывающей способности почвы, путем совершенствования технологии и техники полива.

Для проведения поливов без образования стока современными дождевальными машинами приходится ограничивать поливную норму определенной допустимой величиной - слоем воды, который распределяется в течение всего полива с заданной интенсивностью дождя без образования стока. Для этого необходимо, чтобы проведение поливов с интенсивностью дождя, не превышающей максимальную, могло бы служить основным параметром по снижению стока на орошаемом участке и сброса поливной воды [5, 6, 7].

Необходимое качество и эффективность дождевания обеспечиваются только при поливе досточковыми нормами, поэтому поливная норма может быть меньше на тяжелых и больше на легких по механическому составу почвах. Во всех случаях технологическая норма полива дождеванием не должна превышать досточковую (эрозионно - допустимую) норму [2]:

$$m = P / (\sqrt{\rho e^{0,5d}}) \quad (1)$$

где: m- досточковая поливная норма, мм;

P- показатель, характеризующий впитывающую способность почвы, мм, который в зависимости от водопроницаемости составляет (по Н.С. Ерхову), мм;

p- интенсивность дождя, мм/мин;

d- средний диаметр капли дождя, мм.

Показатель, характеризующий впитывающую способность почвы в зависимости от водопроницаемости, приведен в таблице.

Необходимо учитывать следующие обстоятельства, что если досточковая поливная норма получается меньше расчетной, вычисленной по формуле, то расчетную норму реализуют за несколько технологических приемов, не превышающих досточковую. В конкретных условиях досточковая норма зависит в определенной степени также от уклона орошаемой поверхности, предполивной влажности почвы и состояния агрофона (растительного покрова, сложения и плотности поверхностного слоя почвы). Поэтому их следует корректировать.

Таблица - Показатель, характеризующий впитывающую способность почвы в зависимости от водопроницаемости (по Н. С. Ерхову), мм.

Водопроницаемость	Сильная и очень сильная	Хорошая	Средняя	Слабая и очень слабая
Показатель Р	≥ 90	60-90	30-60	≤ 30

В предгорных условиях Казахстана, характеризующихся большими уклонами местности, особое внимание необходимо обратить на качество дождя, исключаящее водную эрозию почв.

Выбирая технические средства дождевания следует учитывать тот фактор, что чем выше рабочий напор Н и меньше диаметр d насадок, тем меньше диаметр капли дождя. Следовательно, для повышения качества дождя необходимо, чтобы отношение Н/d было не ниже минимально допустимого значения. Например, при отношении Н/d=2000 дождь имеет удовлетворительное качество, при Н/d не менее 2400, дождь пригоден для орошения легкоповреждаемых культур и плохо оструктуренных почв, а при значениях меньше минимально допустимых образуется дождь разнородной структуры, где преобладают капли большего диаметра, а средний диаметр дождя максимальный. Расчетные показатели впитывания и досточковые нормы полива сельскохозяйственных культур (зерновые колосовые, кукуруза, картофель, многолетние травы, капуста, томаты, огурцы) дождевальными машинами в условиях предгорной зоны показывают, что характер изменения показателя Р и досточковой нормы полива в течение вегетационного периода по всем сельскохозяйственным культурам примерно

одинаковые. Они повышаются от минимальных значений в начале оросительного периода до некоторого максимума к моменту полного покрытия почвы растительностью, а затем до конца оросительного периода медленно снижаются.

Выводы и предложения:

1. Несоответствие между интенсивностью дождя дождевальной машины и скоростью безнапорного впитывания воды в почву является основным фактором, вызывающим водную эрозию почвы при орошении дождеванием.

2. Выбор дождевальных машин и установок для сложных рельефов в предгорьях юга Казахстана должен отвечать по параметрам интенсивности дождя ниже допустимой величины с учетом местных условий.

3. Предварительное увлажнение почвы малой поливной нормой позволит уменьшить эрозийные процессы при поливе дождеванием.

Литература

1. Кузнецов М.С., Григорьев В.Я., Хан К.Ю. Ирригационная эрозия почв и ее предупреждение при поливах дождеванием. - М.: Наука, 1990. – 114 с.

2. Штепа Б.Г., Носенко В.Ф., Винникова И.В., Данильченко Н.В., Остапов И.С., Фомин Г.Е., Афанасьев В.А. Механизация полива. Справочник. - М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 336 с.

3. Кузнецова Е.И. Повышение плодородия почвы при эколого- мелиоративном воздействии на систему «почва-растение - атмосфера» // Костяковские чтения: Материалы международной научно – практической конференции / РГЗАУ – Воронеж, 2010. – 22-26 с.

4. Сапунков А.П. Применение дождевальной техники: современные тенденции. - М.: ВО «Агропромиздат», 1991. - 126 с.

5. Бабаев Н.Х. Увязка длительности полива дождеванием с водно-физическими свойствами почв // Вестник сельскохозяйственных наук. - Алма-Ата, 1968. - №5. – С. 55-57.

6. Гаврилица А.О., Сластухин В.В. Предупреждение эрозии почв при поливе дождеванием. – Кишинев: Штиница, 1985. – 28 с.

7. Московкин В.М. Оценка капельно-ударных характеристик искусственного дождя // Гидротехника и мелиорация, 1982. - №3. –С 34-41.

8. Рычков Н.И. Дождевание сельскохозяйственных культур на склоновых землях // Орошение в горных условиях. - М.: Колос, 1981. –С. 21-27.

9. Савостьянов В.К. Определение эрозионно-допустимых поливных норм для орошаемых земель Средней Сибири на основе их впитывающей способности // Предотвращение ирригационной эрозии почв Средней Сибири. - Красноярск, 1982. – С. 11-29.

10. Штефырца И.Г., Болдырев А.П. Сопоставление допустимой интенсивности дождя с водопроницаемостью почвы // Мелиорация орошаемого земледелия. – Кишинев, 1977. – С. 4-7.
ЭОЖ 631.6:634.2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ И ТРЕБОВАНИЕ ПРИ ДИСКРЕТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ

Таттибаев Х. А. кандидат технических наук, **Калдарова С. М.** кандидат технических наук, **Джабаев К. Е.** м.н.с., **Кали А.С.** магистр технических наук, **Усеров К. М.** конструктор III-категории
Казахский НИИ водного хозяйства, г. Тараз, Казахстан

В условиях ограниченного доступа к воде и нарастающего ее дефицита в республике Казахстан основным видом орошения сельскохозяйственных культур остается поверхностный полив по бороздам. На 95% орошаемых этим способом земель полив производится вручную из временной оросительной сети, КПД техники полива здесь не превышает 0,54-0,69 [1]. Низкий коэффициент полезного использования воды вынуждает водопользователей увеличивать размеры водозабора на 30%, что приведет к снижению оросительной возможности источников орошения и сокращению площади поливных земель [2]. При этом дефицит воды, деградация орошаемых земель и неэффективное управление земельными и водными ресурсами на оросительных системах может стать основным препятствием для устойчивого социально-экономического развития регионов Казахстана. Решение этих задач становится актуальной, безусловно, требует проведения расширенных научно-технических и проектно-изыскательских исследований.

На сегодняшний день, в условиях низкого уровня экономического состояния крестьянских хозяйств первый шаг в решении проблемы автоматизации необходимо начинать с самотечной поливной сети, оборудуя ее средствами водорегулирования и водораспределения во временных земляных оросителях, выводных и транзитных бороздах.

Для обеспечения устойчивости и эффективности ведения сельского хозяйства, применяемые во всем мире современные, эффективные методы, такие как лазерная (высокоточная) планировка земель в комбинации с водосберегающими методами поверхностного полива (дискретная технология полива по бороздам), должны быть адаптированы и внедрены в местных условиях [2, 3].

Внедрение дискретной технологии полива по бороздам рекомендуется на хорошо спланированных участках с уклоном 0,0001-0,01. Водопроницаемость почвы желательно в пределах 4-10 см/час. В зависимости от уклона поля определяется ширина междурядья: при уклоне до 0,005 она должна быть не менее 0,9м; при уклоне более 0,005 не менее 0,7 м. Длина поливных борозд принимается равной от 50 до 300 метров (оптимальный 50-150) [2, 3]. Дискретная технология полива по бороздам в сочетании с комплексом агротехнических, мелиоративных, хозяйственно-организационных и других мероприятий призвана обеспечивать оптимальные режимы увлажнения корнеобитаемого слоя почв по всей длине борозд с высоким качеством и коэффициентом техники полива для получения высоких и устойчивых урожаев высокого качества при экономных затратах воды, средств и труда. Дискретная технология полива по бороздам обеспечивает максимальное снижение потерь воды на сброс, глубинную фильтрацию. Исключает эрозию почвы. Улучшает аэрацию активного слоя почвы. Стабилизирует температурный режим почвы. Кроме того, дискретная технология поверхностного полива способствует автоматизации процессов орошения, повышению производительности труда поливальщиков.

Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства разработано технические средства для проведения дискретной технологии полива, по бороздам (Техническое средство гидроавтоматизации водораспределения (ТСГВ). Патент РК за №15059) позволяющего осуществлять его применение на поливных участках с различными почвенно-мелиоративными условиями путем обеспечения заданных технологических параметров, в соответствии с параметрами дискретной технологии полива конкретного участка.

Дискретная технология поверхностного способа полива по бороздам и полосам обеспечивает качественный полив без потери воды на сброс и глубинную фильтрацию при автоматизированном, механизированном поливе, а также с использованием средств малой механизации таких как: Поливная арматура с забором воды из каналов и лотков (сифоны, щитки, трубки, переносные переключки, оголовки для борозд); Переносные поливные трубопроводы; Переносные гибкие трубопроводы с забором воды из закрытой сети; Комплект дискретного полива (КДС); Автоматизированный оросительный модуль (АОМ); Техническое средство гидроавтоматизации водораспределения (ТСГВ); Дизельные насосные станции: Насосные установки могут быть укомплектованы дизельными двигателями IVECO, LOMBARDINI, JOHNDEERE, DEUTZ (от 1 до 6 цилиндровых) и центробежными насосами CAPRARI и ROVATTI (от 1 до 8 ступенчатых).

Технологические операции и требование при поверхностном поливе с применением дискретной технологий орошения

Выбор техники и способа планировки поля. *Лазерная планировка*, обеспечивает эффективность применения агротехнических приемов, экономию оросительной воды, качественную увлажнение растений по всему участку, предотвращая непроизводительные потери воды и ухудшение мелиоративного состояния земель. Повышает производительность труда поливальщиков в 1,5-2 раза.

Выбор способа планировки. Планировку полей проводят в сухое время года - летом, осенью после вспашки поля на зябь или весной перед посевом один раз и 2-3 года. Планировке предшествует очистка площадей от травянистой растительности и рыхление почвы на глубину 10—15 см. Нельзя проводить планировку по очень влажной почве, так как в этом случае верхний слой почвы сильно уплотняется, что приводит к снижению урожая. Глинистые почвы налипают на отвал и не разравниваются, а трактор перегружается и пробуксовывает. Не рекомендуется проводить планировку и по очень сухой почве, т. к. в этом случае почва сильно распыляется. Тяжелые и средние по механическому составу почвы лучше всего планировать при влажности 70—75% от наименьшей влагоемкости (НВ), а легкие почвы - при 60-65% от НВ.

В зависимости от сложности микрорельефа и конфигурации полей применяют следующие способы планировки длиннобазовыми планировщиками почвы:

1) Загонный односледный способ применяют на полях любой конфигурации с небольшими неровностями. Проходы планировщика при этом способе выполняют по направлению полива.

2) Диагональный односледный способ в сочетании с загонным, применяют на полях с усложненным микрорельефом, когда для выравнивания поля требуется два прохода планировщика. Первые проходы делают по диагонали поля, а вторые - по направлению полива загонным способом.

3) Диагонально-перекрестный способ в сочетании с загонным применяют на полях со сложным микрорельефом, когда для выравнивания поля требуется три или более прохода планировщика. Первые два прохода делают по диагонали поля во взаимнопересекающихся направлениях, а последний - непременно в направлении полива загонным способом.

4) Диагонально-перекрестный способ можно применять как на полях квадратной формы или близкой к ней, так на полях вытянутой (удлиненной) формы. Этот способ требует повышенной квалификации машиниста.

Учитывая, что требования к качеству спланированного рельефа при поливе по бороздам и полосам зависят от уклона поля, целесообразно на местности с большими уклонами применять планировщики с более короткой базой.

Предпосевное выравнивание орошаемых полей. Предпосевное выравнивание орошаемых полей проводят ежегодно в процессе предпосевной подготовки. При этом поворотные полосы и другие неудобные места поливного участка выравнивают грейдерами-планировщиками. Культивацию и боронование почвы проводят культиватором КПС-4.

В хлопкосеющих районах выравнивание обычно сочетается с планированием, то есть с уплотнением верхнего слоя почвы и измельчением почвенных глыб после чизелевания поля. Этот агротехнический прием ускоряет получение всходов хлопчатника и других сельскохозяйственных культур.

При совмещенном выравнивании почвы одновременно с культивацией и боронованием в результате рыхления почвы уменьшаются потери влаги на испарение; сокращается число проходов машин; повышается производительность труда, снижаются эксплуатационные затраты на 40 %, а металлоемкость на 18-19 %. При челночном односледном способе выравниватель поворачивается в конце гона на 180° с выключенными из работы рабочими органами.

Выбор способов орошения и техники полива. Зависит от ряда условий: климатических, почвенных, геоморфологических, гидрогеологических, водохозяйственных, экономических, экологических. При поверхностном бороздковом поливе определяющими являются следующие факторы: климатические - почвенные - скорость впитывания воды в почву; геоморфологические - тип местности, уклон и протяженность склонов; гидрогеологические - глубина залегания грунтовых вод и их минерализация; биологические - высота надземной части растений; хозяйственные - севообороты, размер полей (ширина и длина, площадь), их конфигурация; водохозяйственные - водообеспеченность, КЗИ и качество воды (мутность и крупность взвешенных наносов); экономические - производительность и затраты труда, уровень приведенных затрат, срок окупаемости, уровень урожайности; экологические - размеры поливных норм, равномерность распределения воды по орошаемой площади, водная эрозия, фильтрация из оросительной сети, качество воды.

Нарезка поливной сети. Борозды нарезаются культиваторами окучниками типа КОН-2,8П, культиваторами-растениепитателями типа КРН-4,2 и другими специальными окучниками-бороздоделателями перед поливами. Размеры поливных борозд зависят от величины междурядий и основного уклона вдоль полива. Глубина борозд изменяется от 10-15 см до 18-20 см, ширина по верху - от 25-30 до 40-50 см.

Для нарезки полос одновременно со вспашкой применяются специальные плуги и канавокопатели различных конструкций. Валики поливных полос отсыпаются одновременно с выравниванием поверхности полосообразователями типа П, ЦП-3,6 и ПМП-3,6. Ширина валика у основания 40-42 см, высота - от 10-17 до 12-20 см.

Нарезка временной оросительной сети. Для подачи воды в поливную сеть - борозды или полосы, нарезается временная оросительная сеть - временные оросители и выводные борозды (при продольной схеме) и только временные оросители - при поперечной схеме расположения временной оросительной сети. Временная сеть нарезается канавокопателями-заравнивателями типа КЗУ-0,3 и канавокопателями- типа 2000А. Для проведения вегетационных поливов временная оросительная сеть нарезается за 1-2 дня до начала полива: Сначала устраиваются выводные борозды, затем - временные оросители. Перед началом междурядных обработок выводные борозды заделываются палачелателями и восстанавливаются перед следующим поливом.

Нарезка оросительных борозд. Борозды нарезаются культиваторами окучниками типа КОН-2,8П, культиваторами-растениепитателями типа КРН-4,2 и другими специальными окучниками-бороздоделателями перед поливами. Размеры поливных борозд зависят от величины междурядий и основного уклона вдоль полива. Глубина борозд изменяется от 10-15 см до 18-20 см, ширина по верху - от 25-30 до 40-50 см.

Для нарезки полос одновременно со вспашкой применяются специальные плуги и канавокопатели различных конструкций. Валики поливных полос отсыпаются одновременно с выравниванием поверхности полосообразователями типа П, ЦП-3,6 и ПМП-3,6. Ширина валика у основания 40-42 см, высота - от 10-17 до 12-20 см.

Подбор поливной техники. Для дискретной подачи воды в зависимости от уклона поливных участков, фактического напора воды в системе, а также возможностей водозабора

(канал, трубопровод, латок) применяют различные модели комплектов дискретного полива (КДП, АОМ, ТСГВ).

Согласно современным инновационным водосберегающим технологиям позволяющий вести сельхозпроизводство на интенсивной основе, нами выбрано техническое средство гидроавтоматизации водораспределения (ТСГВ).

Который позволяет осуществить его применение на поливных участках с различными почвенно-мелиоративными условиями путем обеспечения заданных технологических параметров, в соответствии с параметрами дискретной технологии полива конкретного участка.

Требования к оросительной сети и подготовка ее к поливу. Пропускная способность оросителя должна быть 20-60 л/с. Высота командного горизонта воды в оросителе над поверхностью поля от 0,5 до 1,5м. Уклоны дна оросителей не более 0,0015. Оросительная сеть должна быть оборудована подпорными и регулируемыми арматурами. Оросительная вода может содержать твердый осадок до 15-20г/л и быть минерализованной до допустимой концентрации для полива сельскохозяйственных культур. В голове участкового оросителя должна быть установлена решетка для задержания плавников.

Установка и монтаж поливной техники. Монтаж производится непосредственно на орошаемом поле. Отдельные узлы и части его в разобранном виде привозятся к месту полива. От границы участка полива на расстоянии, необходимом для разворота сельскохозяйственной техники, подсоединяют оросительный модуль посредством транспортирующего гибкого шланга к оросителю, используя для этого имеющейся на борту водоотвода.

Обслуживание технического средства гидроавтоматизации водораспределения (ТСГВ) в процессе полива. Контролировать постоянство уровня воды в оросителе. Следить за показанием напора в камере стабилизации уровня в программного устройства. Следить за ходом работы оросительных модулей в процессе полива. Выполнять смену отработавших оросительных модулей на новую позицию. При этом осуществляют сборку поливных и транспортирующих шлангов для подготовки поливаемых участков к межполивным обработкам и раскладку их на обработанных участках.

Требования к агрофону полей. После эксплуатационных планировок отметки микропонижений и микроповышений должны отличаться друг от друга не более чем на ± 5 см. Уровень пресных грунтовых вод в течение вегетационного периода должен залегать от поверхности почвы не менее чем на 1,0 м. Нарезка поливных борозд, в зависимости от почвенно-рельефных условий и расхода поливных струй, должна быть в пределах 16-25 см. Длина борозды устанавливается с учетом особенностей конкретных условий местности от 50 до 200м.

Организация и осуществление технологического процесса при поливе. Для осуществления дискретной технологии бороздкового полива необходимо до начала поливного сезона тщательно проверить готовность к эксплуатации всей оросительной сети, в том числе водозаборных, водораспределительных сооружений, водомерных, водорегулирующих устройств, транспортирующих и поливных водоводов, водоотводящих сборных сетей, состояние дорог, переездов, вплоть до готовности участка к поливу.

До начала полива проверяется состояние полей, производится уточнения и согласование технологических схем очередности поливов.

Поливальщики должны проходить подготовку и квалифицированно эксплуатировать регулирующие сооружения сети. В их обязанность входит своевременное устранение возможных неисправностей и дефектов, а также проведение регулярных профилактических мероприятий.

Кроме того, поливальщики должны строго придерживаться заданного режима орошения, т.е. соблюдать сроки, нормы и количество поливов, правильно организовать технологию полива, особенно с импульсным распределением поливных норм на участок без сброса.

Применение отечественных технологий и технических средств ирригации позволит улучшить социальные и экономические условия фермерских и крестьянских хозяйств, испытывающих затруднения в применении эффективных технологий полива.

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем» (ИРН BR06249255).

Литература

1. Хасан А. Таттибаев*, Павел А. Калашников, Нурлан Н. Балгабаев Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири: Том IV Оптимизация сельскохозяйственных ландшафтов: Автоматизация технологического процесса полива обеспечивает благоприятную экологическую обстановку на орошаемых агроландшафтах: монография. М: Российская академия наук ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» В содружестве с Академией почвенного плодородия Митчерлиха (МИТАК), Паулиненуэ, Германия, 2018, - 382с

2. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление, Том XI «Ирригация в Казахстане: управление и водосбережение», книга 1 «Комплекс мер по управлению и рациональному использованию водных ресурсов в орошаемом земледелии»/ С.Р. Ибатуллин, Н.Н. Балгабаев, А.А. Калашников, Р.А. Кван.- Алматы, 2012.228с.

3. Таттибаев Х.А. Аридное землепользование – способы и технологии интенсификации Международная научно-практическая конференция. Российская Академия сельскохозяйственных наук Государственное научное учреждение Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук – Москва, 2009г. С.97-100.

4 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СВЕТЕ РОСТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДЫ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

УДК 631.6(470.313)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПК MIKE В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОБВОДНЕНИЯ ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНИКОВ

Мажайский Ю.А.¹, Шевченко В.А.¹, Макарова Л.Ю.², Шешенев Н.В.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ имени А.Н. КОСТЯКОВА», г. Москва, Россия
² ООО «Мещерский научно-технический центр» г. Рязань, Россия

В условиях деградации гидромелиоративных систем (ГМС), построенных во второй половине 20 века, а также усиления аридизации климата гумидной зоны России возникла практическая необходимость восстановления части ранее осушенных болотных ландшафтов для обеспечения, прежде всего пожарной безопасности, экологической устойчивости и снижения эмиссии парниковых газов. Одной из причин, ускоривших практическое решение данной проблемы, послужили аномально засушливые условия 2010 г., приведшие к лесным и торфяным пожарам, повлекшими гибель людей [8, 9].

Часть работ ведется на территории РФ в рамках проекта «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата», являющегося частью Международной климатической инициативы (ИКИ). Поддержку этой инициативе на основании решения, принятого Германским Бундестагом оказывает Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы, строительства и безопасности ядерных реакторов Германии (BMUB). Проект финансируется посредством немецкого банка развития KfW (проект № 11 III 040 RUS К Восстановление торфяных болот) и реализуется совместно WetlandsInternational, фондом Микаэля Зуккова, университетом Грайфсвальда и институтом лесоведения РАН в сотрудничестве с Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Правительствами Московской, Нижегородской и Тверской областей и Администрацией Владимирской области.

Проект «Восстановление торфяных болот в России» стал одним из победителей конкурса «Момент для перемен – 2017», проводимого Секретариатом Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

При восстановлении (ренатурализации, реставрации) болотных экосистем, нарушенных в результате осушения, в качестве главной цели ставится обеспечение экологической устойчивости и пожарной безопасности ландшафта [1, 2, 3, 10].

Основными методом ренатурализации осушаемых болотных массивов является подача недостающего для обеспечения процесса заболачивания количества воды путем субиригации или поверхностного затопления. Способ ренатурализации - перераспределение по территории и во времени гидрологических ресурсов водосборов с помощью использования существующей осушительной сети и создания специальной системы гидротехнических сооружений и, в отдельных случаях, искусственных водных объектов [6, 7, 8, 12].

В основе достижения заданной цели лежит принцип сочетания способа слияния водных потоков (осушения) и бифуркации водных потоков (увлажнения-обводнения) [8].

Для определения наиболее эффективной схемы (проекта) обводнения рационально использовать математическое (численное) моделирование процессов затопления осушенных болотных массивов во время весенних половодий, являющихся основными источниками водного питания водосборов (70-90 % от общего объема стока) [4].

Наиболее достоверные результаты дает моделирование с использованием одномерных (MIKE 11) и двумерных уравнений Сен-Венана (MIKE 21), а также комплексное моделирование (MIKEFLOOD), реализованное в программном комплексе MIKE (Датский гидравлический институт), сертифицированного на территории РФ.

Комплексное моделирование является наиболее точным и информативным методом моделирования, осуществляемое в программном модуле MIKEFLOOD.

Программа позволяет объединить гидравлические и информационные преимущества отдельных моделей: одномерной MIKE 11 и двумерной MIKE 21, избежав при этом сложностей при формировании моделей и неопределенностей каждой из них. Основным назначением программы является моделирование паводков различной обеспеченности и определение соответствующих границ затопления, а также глубин, скоростей течения и продолжительности времени затопления [5].

Результатом анализа выполненных расчетов являются двумерные карты и видео процесса моделирования половодья, которое доступно после окончания процесса вычислений.

Определяются такие параметры гидрографической сети, как максимальная глубина затопления, ширина и уровень затопления, максимальный расход воды в створе, средняя скорость водного потока в сечении, а также распределение скоростных характеристик по длине всей гидрографической сети. Вычисления происходят на временном отрезке прохождения половодья с вычислением критериев стабильности вычислений по Куранту.

Использование результатов численного моделирования применялось при выполнении проектных работ по объектам в рамках проекта «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата»:

1 «Разработка элементов проекта обводнения выработанного торфяного месторождения «Большое Урсово» и «Макарихинское» в Камешковском районе Владимирской области».

2 «Разработка проекта обводнения (вторичного заболачивания) участка нарушенных черноольховых болот Городное площадью 910 га в соответствии с концепцией плана обводнения».

Для получения максимально возможной площади обводнения месторождений предложено перераспределение поверхностного и дренажного стока как с внешней, так и с внутренней водосборной площади по территории месторождения с помощью устройства земляных перемычек на основных валовых и магистральном каналах. Перекрытие осушительной системы торфоместорождения осуществляется глухими перемычками без устройства водоспусков регуляторов [8, 11].

Местоположение, размеры и высотные параметры перемычек получены и приняты в проектах по результатам численного моделирования в программном комплексе MIKE 21, для обеспеченности 5% при прохождении весеннего половодья (для получения отметок гребня перемычек) и 95% обеспеченности (для определения геометрических размеров перемычек).

Результаты численного моделирования для объекта Городное представлены на рисунках 1 - 4.

На основе численного моделирования обводняемого массива проведён анализ объёмов водных ресурсов на месторождении в летне-осеннюю межень, соответствующих обеспеченностей с учётом всех составляющих водного баланса. Получены численные и временные параметры, позволяющие оценить необходимые объёмы воды для максимально возможной площади обводнения (таблица 1, 2).

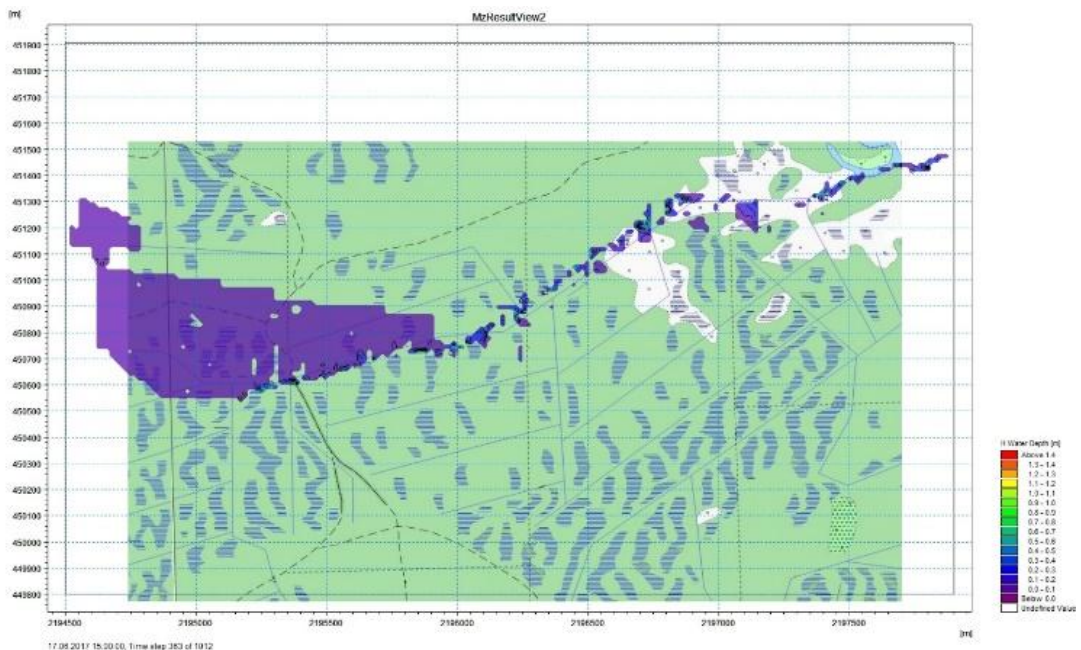


Рисунок 1 – Глубины на 17.06.2017 г. (окончание половодья, 5%)

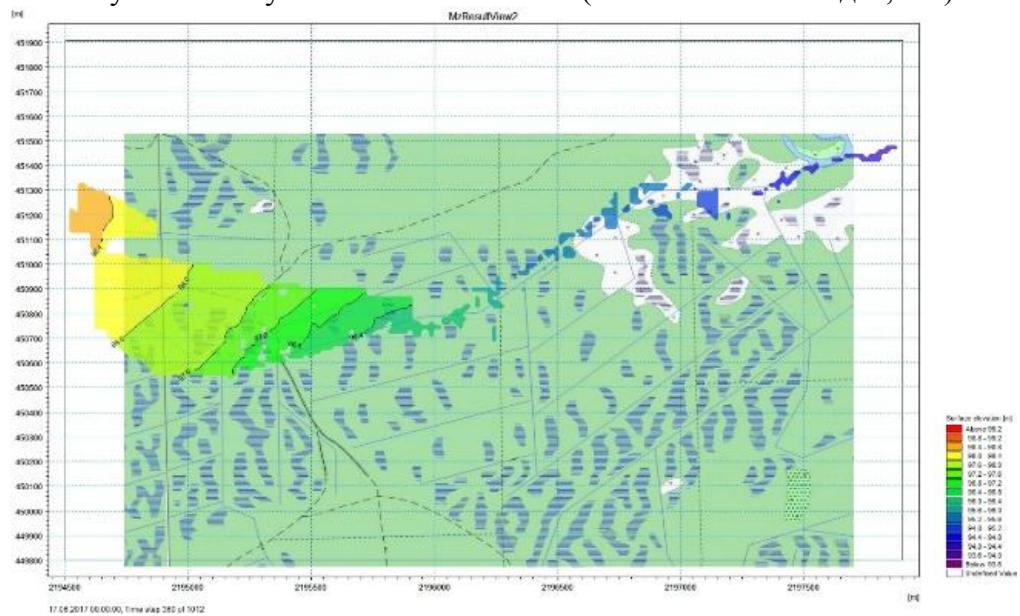


Рисунок 2 – Уровни на 17.06.2017 г. (окончание половодья, 5%)

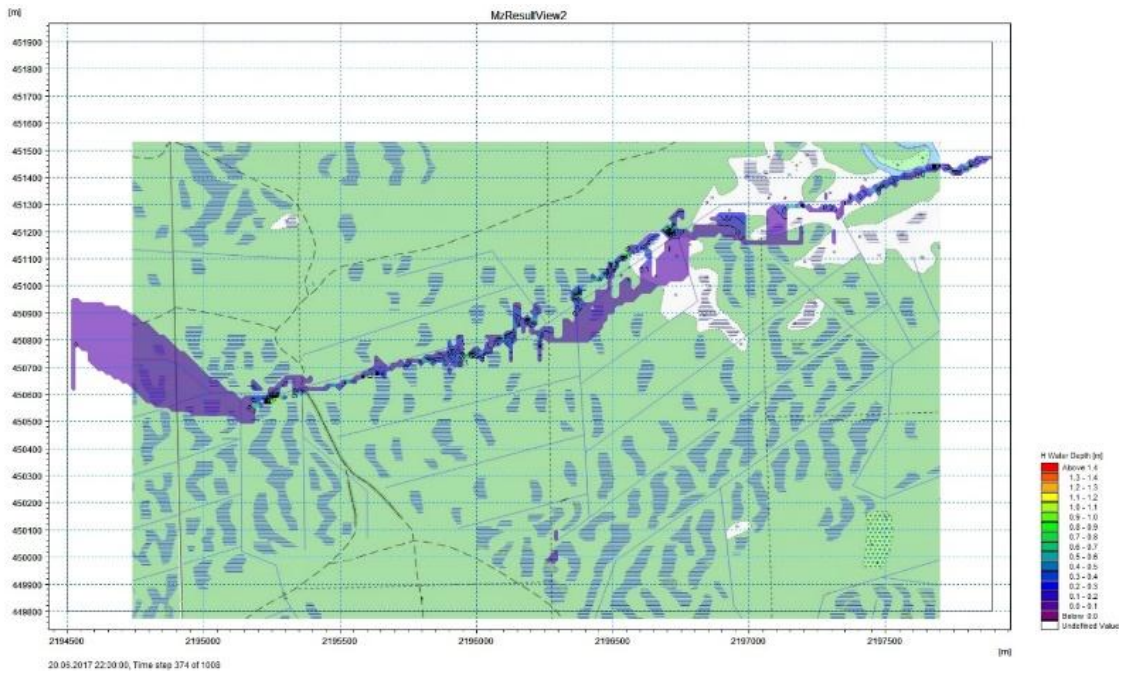


Рисунок 3 – Глубины на 20.06.2017 г. (окончание половодья, 95%)

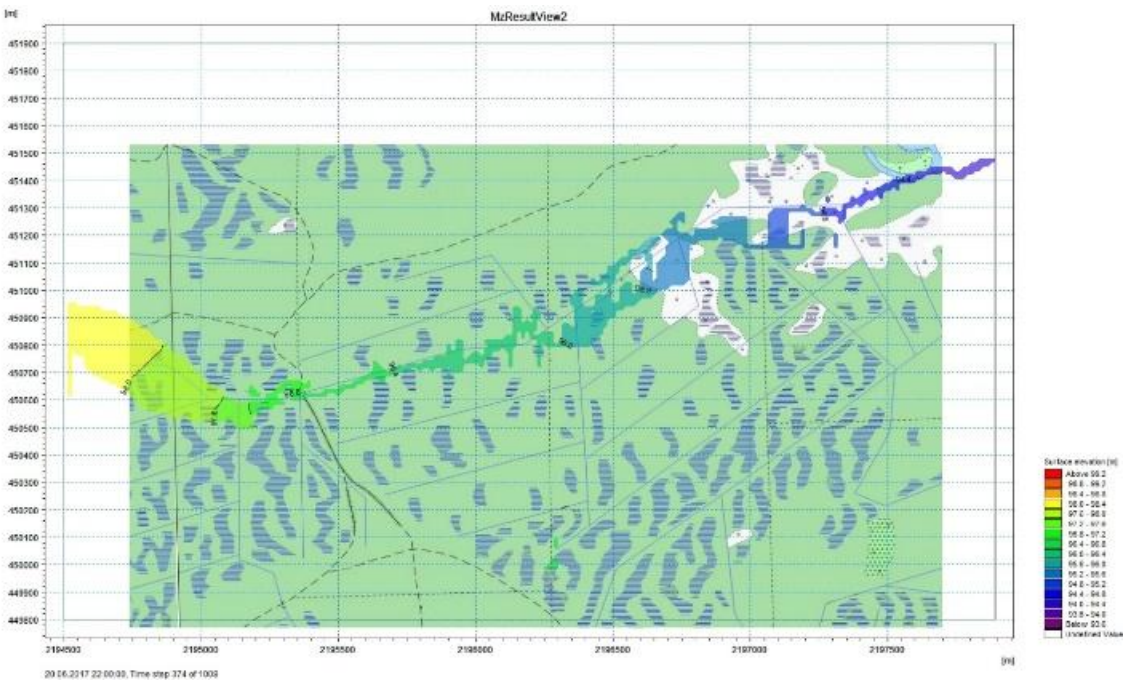


Рисунок 4 – Уровни на 20.06.2017 г. (окончание половодья, 95%)

Таблица 1 - Участок в естественном состоянии (перемычки отсутствуют)

	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь		
Приток с водосборной площади	Inflowsources	504298.81	1222288.21	1301594.82	1306183.50	1306212.50	1306243.06	1306351.78	m ³
Потери на испарение (осадки минус испарение)	Hydrologynet precipitation	-82802.58	-233165.52	-279584.64	-294498.24	-298099.41	-299791.56	-300717.35	m ³
Коррекция уровня воды	Waterlevelcorrection	8844.20	20944.70	21639.14	21823.95	21846.19	21855.60	21860.76	m ³
Общий отток с территории	Totalinflow	430340.43	1010067.40	1043649.32	1033509.20	1029959.27	1028307.10	1027495.20	m³
Потери на фильтрацию	Hydrologyinfiltration	2008.33	3678.36	3678.36	3678.36	3678.36	3678.36	3678.36	m ³

Таблица 2 – Участок после проведения мероприятий по обводнению

	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь		
Приток с водосборной площади	Inflowsources	501759,23	1222569,05	1301655,34	1306183,5	1306212,52	1306243,64	1306351,78	m ³
Потери на испарение (осадки минус испарение)	Hydrologynet precipitation	-83336.69	-237108.52	-286102.66	-302114.87	-305971.57	-307746.17	-308677.30	m ³
Коррекция уровня воды	Waterlevelcorrection	8727.15	20806.64	21500.44	21684.24	21706.49	21715.90	21721.06	m ³
Общий отток с территории	Totalinflow	427149.69	1006267.17	1037053.13	1025752.87	1021947.44	1020213.37	1019395.54	m³
Потери на фильтрацию	Hydrologyinfiltration	1999.79	3675.62	3675.62	3675.62	3675.62	3675.62	3675.62	m ³

Анализ результатов показывает, что объемы задерживаемого стока на участке в результате проведения мероприятий в остросасушливый год (Р 95%) составляют на конец октября – 8,1 тыс.м³.

Литература

1. Панов В.В. Восстановление торфяных болот [Текст] / В.В. Панов//Томский государственный педагогический университет – Томск, 2006 – 70 с.
2. Временные рекомендации по проектированию обводнения выработанных и выведенных из эксплуатации площадей торфяных месторождений [Текст]. М., 2008. – 112 с.
3. Инструкция по восстановлению торфяных болот после добычи торфа [Текст]. С-Пб.:Техноторф, 2002. – 56 с.
4. Кирейчева Л.В. Принципы моделирования мелиоративного режима при комплексных мелиорациях /Кирейчева Л.В., Яшин В.М., Глазунова И.В. и др. // - М.: ВНИИГиМ, 2001. – 65 с.
5. Компьютерное моделирование речных потоков. Теоретические основы. Группа компаний НФК «Волга» [Текст]. Москва, 2015. – 79 с.

6. Маслов Б.С. Гидрология торфяных болот [Текст] /Б.С.Маслов//М.: Россельхозакадемия, 2009. – 266 с.
7. Методические рекомендации по конструкциям и технологии сооружения земляного полотна при прохождении обводнённых болот, озёр и грядово – озерковых болотных комплексов в условиях севера Западной Сибири [Текст]. Союздорнии, Москва, 1978. - 65 с.
8. Пыленок П.И. Ренатурализация осушенных болот: гидрологические предпосылки и технологии [Текст]. / П.И.Пыленок//Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2013, №1, с.38-42.
9. Пыленок П.И. Эволюция гидромелиоративной парадигмы в зоне избыточного и неустойчивого увлажнения [Текст]. / П.И.Пыленок//Инновационные технологии в мелиорации. Материалы международной научно-практической конференции (Костяковские чтения). – М.: Изд. ВНИИА, 2011, с. 146-151.
10. Зайдельман Ф.Р. Рекомендации по защите торфяных почв от деградации и уничтожения при пожарах [Текст]. / Ф.Р. Зайдельман. МГУ им М.В. Ломоносова, М., 2011. - 204 с.
11. Рекомендации по экологической реабилитации нарушенных болот и предотвращению нарушений гидрологического режима болотных экосистем при осушительных работах на прилегающих территориях [Текст]. Минск, 2010. – 113 с.
12. Ренатурализация и устойчивое управление торфяными болотами для предотвращения деградации земель, изменений климата и обеспечения сохранения глобально значимого биологического разнообразия [Текст]. Минлесхоз, Беларусь, 2010.

УДК 631,6

ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ И КОРМОЕМКОСТЬ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ НИЗОВИЙ РЕКИ ШУ

Вагапов Р.И. доктор технических наук, профессор, главный специалист,
Вагапова А.Р. кандидат технических наук, старший преподаватель
ТОО «Проектный Институт Казгипрпроводхоз», КАЗНАИУ

В пустынной зоне Казахстана заливные сенокосы сосредоточены в основном в поймах таких крупных рек как Сырдарья, Или, Шу и менее крупных как Каратал, Лепсы, Аксу и др. Характерной особенностью указанных рек является то, что формирование их стока почти полностью сосредоточено в горной зоне. Средним и нижним течением данные реки транзитом пересекают равнинные просторы юга и юго-востока Казахстана, выносят свои воды в пустыни далеко за пределы горных систем. Поймы этих рек хорошо развиты в среднем и нижнем течении, где в основном и сосредоточены заливаемые сенокосные угодья.

В климатическом отношении – это очень сухая зона с коэффициентом увлажненности 0,10-0,20 (предгорные и южные эфемеровые пустыни). Сумма положительных температур по территории в пределах 3830-5070^о. Спецификой гидрологического режима горных рек является наличие весенне-летнего и летнего половодья. Однако, в настоящее время большинство рек района зарегулировано, что в гидрологическом режиме определяет их индивидуальные особенности.

Луга пойм рек в условиях пустыни являются основным резервом заготовки кормов для животноводства на зимний период. Кроме того, они же используются как зимние пастбища. Сельскохозяйственное производство Мойынкумского, Сарысуского и Сузакского районов основано на использовании пастбищных территорий, и основные гарантированные запасы кормов определяются продуктивностью пойменных лугов низовий р. Шу. На территории этих районов этих районов в 80-х годах располагалось 32 сельскохозяйственных предприятия специализирующихся на овцеводстве. Общее поголовье скота в этих районах в 1986 году достигло 1,7 млн. условных голов овец. Площадь земель, закрепленными за совхозами

составляло 8,7 млн. га, из них пастбищ 7,1 млн. га, сенокосов на пойме р. Шу 152,7 тыс.га. Удельная нагрузка на пастбищах в 80-х годах достигла 4,2 га на одну условную голову, что превысило допустимую норму (5 га на одну условную голову) на 20% [4].

Валовые сборы сена составляли 160-190 тыс. тонн, в условиях снижения объемов попусков до 900 млн. м³ и менее, биологическая продуктивность пойменных лугов доступных к сенокосу не обеспечивала такие объемы заготовки, и хозяйства были вынуждены производить заготовки сена производить на не косимых пастбищах пустынной зоны. Все это, уже в начале 80-х годов привело к интенсивному опустыниванию пастбищ и пойменных лугов в Камкалинской дельте и разливах ЮКО, Тростниковые формации сохранились на Фурмановской дельте в виду особенности речной гидрографии и задержанию в ней всего стока в маловодные годы.

Таким образом, можно заключить, что первопричиной разрушения пойменных и прилегающих к ним пустынных экосистем в 1970-1990 годы стало сокращение объемов попусков в низовья до 900-1100 млн. м³, против периода устойчивого хозяйствования в 1950-1960 годах 1500-1800 млн. м³. Это привело к сокращению продуктивности поймы и запасов кормов более чем в 2 раза. Конечно, определенную роль сыграли и экстенсивные методы хозяйствования. Непрерывный рост поголовья скота привел к превышению допустимых нагрузок на пастбища и в последующем их деградации.

Наиболее слабым местом в решении проблемы оценки допустимых изъятий водных ресурсов является отсутствие количественных связей кормоемкости луговых сообществ пойм рек с их гидрологическим режимом, объемами попусков в период паводка. Несмотря на наличие значительной информации ботанических исследований по дельтам и поймам рек РК, эти исследования, прежде всего, были направлены на оценку хозяйственного использования растительной продукции дельт и пойм. В большинстве случаев биопродуктивность не связывалась с количественными показателями гидрологического режима. Прежде всего, при попусках по увлажнению поймы реки необходимо установить объем и продолжительность водоподдачи. В свою очередь площади и продолжительность затопления, при попуске из водохранилища, определяется объемом попуска и графиком водоподдачи. В естественных условиях - объемом паводка и его гидрографом. Естественное восстановление растительного сообщества и ее продуктивность обычно восстанавливаются на площади поймы, затопляемой в маловодные годы стоком 75-80% обеспеченности [1].

В годы чрезвычайно малой водообеспеченности стока (более 90% обеспеченности) встает задача доведение попуска до объемов 80% обеспеченности, что возможно при многолетнем регулировании речного стока выше.

И.М. Мальковский [2] отмечает, что основой мировоззренческого отношения человека к природе в условиях административной экономики является концепция равновесного природопользования, согласно которой общество полностью контролирует все стороны развития (демографические, экономические, и социальные процессы), добиваясь того, чтобы совокупная нагрузка на природные комплексы не превышала их самостоятельного самовосстановительного потенциала.

В контексте идеологии устойчивости гидроэкологический критерий окружающей среды устанавливает предельно допустимые масштабы производственного водопотребления ресурсов речного стока в виде экологических ограничений. Эти ограничения должны образовывать нормативную базу управления водными ресурсами в системе водообеспечения (СВО) [2].

Попуски речного стока в низовья р. Шу используются для устойчивого воспроизводства кормов и сохранения рыбохозяйственного потенциала озер, поэтому следует низовья р.Шу в пределах Мойынкумского, Сарысуского и Сузакского районов рассматривать как природно-хозяйственную систему (ПХС), аналогом ПХС дельты р. Сырдарьи.

При обосновании объемов экологического попуска основными критериями приняты:

– обеспечение жизнедеятельности местного населения, которая основана на использовании кормовых ресурсов поймы реки Шу для животноводства, основой экономико-социальной обеспеченности;

– обеспечение устойчивой продуктивности лугово-тростниковых экосистем в условиях умеренной хозяйственной нагрузки.

Показателем первого положения является допускаемые объемы заготовки сена и скармливания при пастбищном их использовании. В первую очередь это связано с развитием поголовья скота в допускаемых пределах, обеспечивающих умеренную нагрузку изъятия первичной продукции экосистемы поймы. В свою очередь развитие поголовья скота связано с ростом местного населения и его социально-экономическим положением.

Показателем второго положения является объем гарантированной водоподдачи в условиях маловодья (95% обеспеченности), обеспечивающего устойчивое воспроизводство продуктивности экосистем низовий р. Шу при ожидаемом уровне развития основного вида сельскохозяйственного производства – животноводства.

Одним из характерных показателей эколого-экономической обстановки является миграция населения. Ниже приводятся изменения численности населения в двух районах расположенных в низовьях р. Шу.

Ниже на рисунке 1 приведены графики изменения населения за период 2003-2016 годы за период.

Как видно из приведенного рисунка, численность населения в Мойнкумском районе уменьшается с высоким темпом - 8,0% в год, а в Сарысуском районе увеличивается с темпом 6% в год. В целом же по двум районам низовий прослеживается снижение на -1,7% в год. В период 1986 - 2001 годы по низовьям р. Шу с уменьшением населения, наблюдалось так же падение поголовья скота в 2,5 раза с 1268 тыс. условных голов до 513 тыс. условных голов.

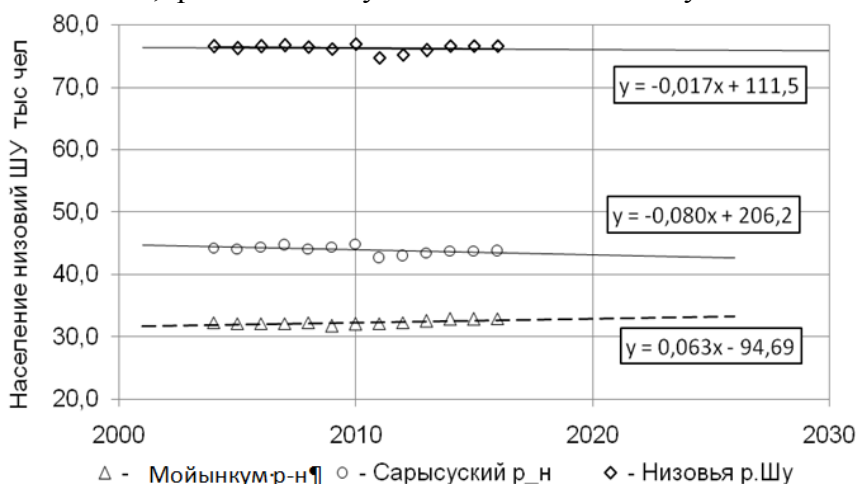


Рисунок 1 - Изменение численности населения в низовьях р. Шу за 2000-2016 гг.

Для оценки влияния попусков на затопление пойм реки Шу, используя данные из гидрологических ежегодников [5-10] за период до ввода в эксплуатацию Тасоткельского водохранилища построили гидрографы среднемесячных расходов 95, 75, 50, и 25 % обеспеченности. Анализ графиков показал, что во все годы наблюдается особая динамика водного режима в нижнем течении р. Шу (гидропосты Амангельды и Уланбель Большая и Малая Арна), начинающемся ниже с. Фурмановка и протянувшимся с востока на запад на расстояние более 400 км в виде цепочки дельт.

В конце вегетационного периода (сентябрь-октябрь) на г/п свх. Амангельды сток увеличивается, благодаря прекращению забора воды в оросительные системы и притоку в реку возвратных вод с орошаемых массивов. Максимум расходов обычно наблюдается в ноябре, когда устанавливается ледостав. На огромной площади разливов образуется многослойный лед, поэтому большая часть водного стока этого периода аккумулируется в Фурмановской дельте, а не поступает в нижние звенья цепи дельт.

В створе с. Уланбель в маловодные годы в зимнее время (декабрь-февраль) сток не наблюдается. Только в годы средней водности и многоводные годы незначительная часть стока 12-17% поступает в зимние месяцы (ноябрь-февраль). Начало паводка можно отнести к

марту месяцу, только в годы очень малой водности (95% обеспеченности) весь паводок проходил в марте месяце. В остальные годы водности паводок начинается в марте и заканчивается в начале мая. Среднемесячные расходы в марте достигают 50- 100 м³/с, в апреле 134-273 м³/с, т. е. в марте проходит 25-33% объема паводка, а в апреле 65-70%. При этом прослеживается хорошая связь среднемесячного максимального расхода от объема стока в контрольном створе г/п Амангельды за период X, XI, XII, I, II, III, IV месяцы.

В створе Уланбель от объема паводка зависит от расхода на гидропосту Амангельды и имеет вид:

$$Q_{\text{ср.у}} = 224,2W_a - 205,0; R^2 = 0,887, \sigma = 5,1 \% \quad (1)$$

Продуктивность (урожайность в ц/га) поймы Фурмановской дельты в зависимости от затопления (высотного положения) имеют вид:

для низкой поймы

$$G_{\text{Фниз пойма}} = -58,01W^2 + 203,48W - 71,21; R = 0,99; \quad (2)$$

для средней поймы

$$G_{\text{Фср пойма}} = -29,94W^2 + 13,02W - 27,53; R = 0,86; \quad (3)$$

для верхней поймы

$$G_{\text{Фверх пойма}} = 15,43W^2 + 56,02W - 2,71; R = 0,72; \quad (4)$$

где W – объем паводка в створе С. Амангельды км³.

Таким образом, получены зависимости по определению биологической продуктивности (покрытие 100 %) для луговых сообществ низовий Шу, Приведенные результаты соответствуют 100 % покрытию. Для определения реальной урожайности необходимо значения урожайности, полученные по зависимостям (2,3,4) (умножить на коэффициент покрытия $K_{\text{покрытия}}$, определяемый по аэрофотосъемкам).

Ожидаемую урожайность по низовьям Шу в зависимости от водообеспеченности растений, уровня минерализации грунтовых вод, периодичности затоплений, по исследованиям КазНИГМИ [11-12] приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сводные показатели моделирования урожайности, продукции и допускаемого валового сбора низовий р. Шу

Урожайность, т/га	Продукция, тыс. т	Допускаемый валовый сбор, тыс.т
Фурмановские разливы до с. Уланбель		
3,36	111,72	44,69
3,58	132,08	52,83
4,80	234,43	93,77
6,45	373,80	149,52
7,42	458,41	183,36
Камкалинские разливы		
1,45	32,40	22,27
1,79	33,03	22,95
1,46	40,21	25,48
1,40	43,88	27,06
1,39	46,05	28,02
Разливы в Туркестанская область		
0,46	1,35	0,54
2,00	24,89	9,96
3,92	41,42	16,61
4,07	47,32	18,93

Максимальная продуктивность низкой поймы (104-106 ц/га) разнотравно-тростникового сообщества отмечены при сроках спада паводковых вод в первой декаде мая (1966, 1968 гг.), и при объемах паводков 1,77 км³, что соответствует обеспеченности 60%. Снижение объема паводка до 1,1 км³ (95 % обеспеченности) приводит к снижению продуктивности до 81 ц/га (77 %). Дальнейшее сокращение объема паводка до 0,7 км³, ведет также к резкому понижению продуктивности до 40-42 ц/га (39 %), обеспеченность паводка соответствует 99,9 % обеспеченности. Однако при этом практически вода не поступает в Камкалинскую дельту и ниже в Туркестанскую область, а общая площадь затопления 1/3 площади затопления при паводке 50 % обеспеченности.

На средней пойме максимальные урожаи 75-76 ц/га мелкотравно-тростникового сообщества наблюдаются при спаде паводковых вод в первой декаде в середине и во второй декаде мая и объеме паводка 1,9 км³ (45% обеспеченности). Высокие урожаи – 70-72 ц/га наблюдаются при водности паводка 2,2 км³ (20% обеспеченность).

Для сообществ, сформированных в условиях незаливаемой поймы или заливаемой не ежегодно и на короткий срок (верхняя пойма), основными источниками увлажнения являются грунтовые воды и атмосферные осадки.

Урожайность при кратковременном увлажнении 10-15 дней обеспечивает продуктивность 40-50 ц/га.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

– переход от фитоценозов, растущих в условиях избыточного увлажнения, к фитоценозам, растущим на нормально увлажненных почвах и при недостатке влаги: при снижении уровня грунтовых вод до 2,5-3,0 м от поверхности земли, изменение их ботанического состава происходит в зоне уменьшения уровня грунтовых вод с 1,5-3,0 м с постепенным переходом тростниковой растительности в луговую, надземная фитомасса уменьшается от 300 до 120 ц/га сухой массы. Также с ухудшением водообеспеченности травостой приобретают приземленный вид, т. е. максимум запасов наземной фитомассы сосредоточен в приповерхностных слоях 0-10 и 0-20 см;

– максимальный живой вес фитомассы тростникового сообщества на торфянисто-болотных и иловато-болотных почвах при полной водообеспеченности и минерализации воды 0,5-1,3 г/л достигает 785 ц/га сухой массы при 100 % покрытия, лугового сообщества настоящего луга - 310, злаково-разнотравного сообщества опустынивающего луга (ниже 3,5 м) - 155 ц/га сухой массы. Собственно живая, надземная масса составляет соответственно 313, 35 и 8,6 ц/га (при годовых осадках 150 мм).

Литература

1. Бурлибаев М.Ж., Фашевский Б.В., Опп К., Бурлибаева Д.М., Кайдарова Р.К., Вагапова А.Р. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана. – Алматы: «Каганат», 2014. – 408 с.
2. Мальковский И.М. Географические основы водообеспечения природно - хозяйственных систем Казахстана. – Алматы, 2008. – 204 с.
3. Медеу А.П., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Искаков Н.А. – Алматы, 2012. – 200с.
4. Вагапова А.Р. Влияние водного фактора на экосистему рек. – Тараз: ИЦ «Аква», 2012. – 120 с.
5. Государственный водный кадастр РК. Основные гидрологические характеристики (за 1991-2000 гг. и весь период наблюдений). – Алматы: Казгидомет, 2002. – Вып. 3. – С. 73-75.
6. Государственный водный кадастр РК. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод 2001 г. Бассейны рек Сырдарья, Шу, Талас. – Алматы. Казгидомет, 2002. – Вып 3. – 116 с.

7. Государственный водный кадастр РК. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод 2002 г. Бассейны рек Шу, Талас. – Алматы: Казгидромет, 2003. – Вып. 6. – 46 с.
8. Государственный водный кадастр РК. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод 2003 г. Бассейны рек Шу, Талас. – Алматы: Казгидромет, 2004. – Вып. 6. – 50 с.
9. Государственный водный кадастр РК. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод 2004 г. Бассейны рек Шу, Талас. – Алматы: Казгидромет, 2005. – Вып. 6. – 51 с.
10. Государственный водный кадастр РК. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод 2005 г. Бассейны рек Шу, Талас. – Алматы: Казгидромет, 2006. Вып. 6. – 61 с.
11. Лебедь Л.В. Бедарев С.А. К вопросу оценки и прогноза урожайности пойменных лугов на примере поймы реки Чу //Труды КазНИГМИ, 1972. – вып 47. – с. 72-74.
12. Лебедь Л.В. Пойменные луга и хозяйственно гидрометеорологическая оценка их продуктивности //Труды КазНИГМИ, 1980. –вып 70. – С. 72-74.

УДК 626,81

ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА, В СФЕРЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РК

С.Р. Ибатуллин, д.т.н, профессор

С развалом СССР и глубоким экономическим кризисом, коснувшимся всех сфер экономики, в том числе сельского хозяйства наступил период потерь орошаемых земель и всего мелиоративного фонда во всех странах ЦА, кроме Узбекистана.

В связи с этим, для решения задач продовольственной безопасности в последние годы во всех странах ЦА приняты новые программы развития водного хозяйства до 2030-2040 г.г., предусматривающие ввод новых площадей орошения, например, в РК с 1,2 млн. га до 3,0 млн. га. При этом, с учетом грядущего нарастания водного дефицита, необходимо снизить потребности в воде для ирригации на 25-30%.

Как показывают расчеты, для обеспечения водной безопасности страны в этих условиях на фоне увеличения их общих площадей орошаемого земледелия, необходимо внедрять водосберегающие технологии, а для этого увеличить КПД оросительных систем с 0,6 – 0,65 до 0,8-0,85 (для сравнения - в СУАР, КНР – 0,92). При этом особенно актуальной для Казахстана является проблема устаревшей инфраструктуры - многим ирригационным сооружениям, плотинам, гидроузлам и др. более 40 -50 лет.

Решение этих и других проблем - важнейшие задачи, стоящие на ближайшую перспективу перед специалистами водного сектора РК, что может быть достигнуто при наличии, как достаточного финансирования, так и усиления, а порой создания заново, мощного кадрового состава во всех сферах и уровнях водного хозяйства.

Это потребует значительного наращивания выпуска специалистов с инженерной подготовкой и усиления научного потенциала вузов и НИИ, открытия новых специальностей по всем направлениям водного хозяйства РК.

Перечисленные проблемы и поиск путей их решения ставят новые задачи перед образовательными учреждениями Казахстана, осуществляющими подготовку кадров для водно-энергетического сектора республики.

Общее состояние и проблемы высшего образования по водным специальностям в РК.

Современная ситуация с подготовкой специалистов – водников. Безответственная погоня за государственными образовательными грантами по водным специальностям привела к появлению «водных» специальностей в ряде вузов, не имеющих соответствующего кадрового потенциала и лабораторной базы. «... С введением новой системы образования в Казахстане значительно сократился перечень специальностей, что отрицательно сказалось на подготовке специалистов. Из сферы подготовки выпали многие важные специальности для казахстанской экономики, в частности, гидротехник и др. Специальности «Гидротехническое строительство и сооружения», «Водоснабжение и водоотведение» удалены из Классификатора. Вместо них введена специальность, которая не дает достаточного инженерного содержания.

По мнению широкого круга специалистов и экспертов в области водных ресурсов, выпускники вузов по специальности «Водные ресурсы и водопользование» не отвечают квалификационным, требованиям, предъявляемым к работникам водной отрасли. В ряде ВУЗов, получивших лицензии, все профилирующие дисциплины сосредоточены на одной кафедре, несмотря на разную их специфику. В некоторых ВУЗах нет даже преподавателей и кафедр специальных и инженерных дисциплин, а лицензии имеются, что приводит к полному отсутствию необходимого образования. В настоящее время, выпускники, окончившие бакалавриат в ВУЗах страны (в среднем около 300 человек в год), и не поступившие в магистратуру, не могут трудоустроиться, не востребованы из-за низкого уровня инженерной подготовки. Так, например, из 307-и выпускников с дипломом «Бакалавр» 2016 года, 29 поступили в магистратуру, а остальные в основном пополнили ряды безработных, либо трудоустроились не по специальности (А.К.Кеншимов). Существующая система подготовки специалистов не имеет тесной связи с бенефициарами. Нет налаженной государственной системы переподготовки кадров водного хозяйства. Лицензирование специальностей вузов не связано с материально-технической базой и лабораторным обеспечением учебного процесса. Качественный состав ППС также нуждается в улучшении (табл.1).

Сегодня мы видим совершенно неприемлемую картину: ни одного выпускника КазНТУ (в котором только одна кафедра водного профиля), получающего около 400 государственных грантов в год по специальности «Водные ресурсы» (!) невозможно найти на объектах Жамбылской, Кызылординской или Южно-Казахстанской областей, где проблемы водного хозяйства республики стоят наиболее остро. Для сравнения: ТарГУ и КГУ, обеспечивающие полноценную подготовку получают только по 40 грантов в год.

Таблица 1 - Информация о научно-педагогическом составе вузов РК (данные А.К.Кеншимова)

№	Наименование специальности	Наименование вуза, осуществляющего подготовку кадров	Кол-во ППС, ведущего занятия по водным дисциплинам			ВСЕГ О
			Доктора наук+PhD	Канд-ы наук	Магистры и пре-ли	
1	Гидротехническое строительство и сооружения	ТарГУ	4+2	10	13	29
2	Водные ресурсы и водопользование	ТарГУ	-	-	-	-
		КОГУ им.Қорқыт	2+2	10	6	20
		ЮКГУ	1	5	7	13
		Атырауский госуниверситет	2	3	4	9
		ВКГТУ	2	3	4	9
		КазНИТУ	3+1	3	2	9
		КазНАУ	5+2	4	8	19

Продолжение таблицы 1

3	Мелиорация, рекультивация и охрана земель	ТарГУ	0+2	-	-	2
		КОГУ	-	-	-	
		КазНАУ	-	-	-	
		ВСЕГО	19+9	38	44	110

К настоящему времени, нижеприведенные ВУЗы получили лицензии и готовят специалистов в области водного и водохозяйственного направления (табл. 2). Проблемой для всех вузов является отсутствие реальной системы непрерывного образования в цепочке «бакалавр – магистр – доктор наук», этого предмета. Это возможно, если студент, обучаясь в бакалавриате, заранее выбрал усиленный курс предмета по программе магистратуры. В наших вузах этот принцип не нашел пока применения в силу отсутствия методической базы, опыта и гибкости преподавания отдельных дисциплин. Например, в ТарГУ есть докторантура по специальности «ГТС», а магистратуры нет, есть магистратура по специальности « Эксплуатация, надежность и безопасность гтс », а бакалавриата нет!

Таблица 2 - Высшие учебные заведения, имеющие лицензию на подготовку специалистов водного и водохозяйственного направления.

Наименование ВУЗа Серия и номер государственной лицензии	Бакалавриат	Магистратура	Докторантура PhD
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева	Гидрология		
Казахский национальный университет имени Аль-Фараби	Гидрология	-Гидрология	Гидрология
Казахский национальный аграрный университет (г. Алматы)	Водные ресурсы водопользование, Мелиорация, рекультивация и охрана земель	Водные ресурсы и водопользование, Мелиорация, рекультивация и охрана земель	Водные ресурсы и водопользование
Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева	Водные ресурсы и водопользование	-Водные ресурсы водопользование, Гидрогеология и инженерная геолог.	Гидрогеология и инженерная геология.
Атырауский государственный университет	Водные ресурсы и водопользование		
Восточно-Казахстанский государственный технический университет	Водные ресурсы и водопользование		
Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати	Водные ресурсы и водопользование, Мелиорация, рекультивация и охрана земель	Гидротехническое строительство и сооружение, Водные ресурсы и водопользование, -Мелиорация, рекультивация и охрана земель	Гидротехническое строительство и сооружение, Мелиорация, рекультивация и охрана земель.

Продолжение таблицы 2

Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата	Водные ресурсы и водопользование 5B081000- Мелиорация, рекультивация и охрана земель	Водные ресурсы и водопользование, 6M081000- Мелиорации, рекультивация и охрана земель	Мелиорации, рекультивация и охрана земель
Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауэзова	5B080500-Водные ресурсы и водопользование		

Сравнительный анализ состояния подготовки кадров в вузах водного профиля Центральной Азии и России. Прежде всего, необходимо отметить неоправданно большое количество часов (кредитов), выделяемых для блока гуманитарных дисциплин в вузах Казахстана (23,3%), что сопоставимо по объему с общепрофессиональными дисциплинами.

В этом смысле намного лучше сбалансированы и более рациональны структуры учебных планов в Кыргызстане и Узбекистане, в которых гуманитарным выделено 15-17%, а общепрофессиональным дисциплинам представлено 38,3 % и 43,7% соответственно, от общего объема нагрузки.

Вопрос практик. Набор практик в учебных планах подготовки водников – важный компонент обеспечения качества инженера. Здесь наиболее печальная ситуация в учебных планах казахстанских вузов. На это указывает также простое сравнение количества часов, отведенных в вузах Казахстана: 6930 часов на подготовку бакалавра водного хозяйства, с количеством часов, затрачиваемых на подготовку специалистов водников в ВУЗах соседних стран. В Республике Узбекистан (РУ) на это затрачивается в среднем 9500 часов, в Российской Федерации (РФ) – 8500 часов и Кыргызской Республике (КР) – 7200 часов. Примерно такой же подход к практике студентов. В Казахстане на это выделяется 180 часов (!), в РУ – 1100 часов и в РФ – 650 часов.

Учебные планы. Анализ направлений специальностей подготовки по программам бакалавриата в вузах ЦА (таблица 3), показывает, что наиболее широкий диапазон представлен в Узбекистане – 17 специальностей, (табл.3). В остальных странах по 7-8 специальностей (в Казахстане ожидалось прибавление еще двух в 2019 году). Наряду с традиционными специальностями, перспективными, отвечающими требованиям будущих задач перед водниками, представляются: «автоматизация и управление технологическими процессами в водном хозяйстве» и «инновационные технологии и их использование в водном хозяйстве», представленные в ТИИМСХ, «информационные системы в природообустройстве и водопользовании», реализуемые в КР, а также «водная дипломатия»(в РТ).

Эти специальности в будущем обеспечат внедрение в ирригации таких новаций как системы SKADA, ГИС технологии, что весьма актуально для Казахстана. Большой интерес для Казахстана представляет специальность «Гидроэнергетические объекты на ирригационных системах», (ТИИМСХ). Малая гидроэнергетика сейчас развивается быстрыми темпами и имеет значительные перспективы для Казахстана.

Магистратура является важным компонентом и ступенью в системе послевузовского образования. Сам процесс обучения в магистратуре позволяет не только дополнить и обогатить знаниями молодых людей – лучших выпускников бакалавриата, но привить им навыки исследователей, аналитиков, сделать первые шаги в мир науки. В целом, магистратура часто заполняет пробелы в подготовке бакалавров, которые возникают по разным причинам, в основном из-за несовершенства учебных планов, в которых, в свою очередь, возник дисбаланс между блоками дисциплин. Кроме этого, результаты обучения в магистратуре позволяют выявить перспективных выпускников, склонных к дальнейшей научной работе в форме док-

торантуры. Для наших вузов и НИИ - это важнейший фактор усиления научно- педагогического потенциала.

Таблица 3 - Наименование и направления специальностей водного профиля (бакалавриат)

Наименование специальностей	РК	КР	РТ	РУ
Водное хозяйство и мелиорация			+	+
Механизация водохозяйственных и мелиоративных работ				+
Гидротехническое строительство (в водном хозяйстве)	-	+	+	+
Эксплуатация гидротехнических сооружений и насосных станций				+
Автоматизация и управление технологических процессов и производств (в водном хозяйстве)				+
Бухгалтерский учет и аудит (в водном хозяйстве)				+
Инженерные системы водоснабжения		+		+
Инновационные технологии и их использование в водном хозяйстве				+
Гидрология рек и водохранилищ	+		+	+
Экологическая безопасность в водном хозяйстве				+
Организация и управление водного хозяйства				+
Технический сервис в сельском и водном хозяйстве				+
Применение инновационных техник и технологий в сельском хозяйстве				+
Гидроэнергетические объекты в ирригационных системах				+
Энергоснабжение в сельском и водном хозяйстве				+
Охрана труда и техника безопасности				+
Водные ресурсы и водопользование	+	+		-
Мелиорация, рекультивация и охрана земель+менеджмент в.х	+	+	+	-
Гидромелиорация	-			+
Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов	+	+	+	-
Гидрология суши	+			-
Гидрогеология и инженерная геология	+			-
Инженерные системы сельхоз водоснабжения обводнения и водоотведения	+			
Комплексное использование и охрана водных ресурсов	+	+	+	
Природообустройство		+		
Информационные системы в природообустройстве и водопользовании		+		
Строительство и эксплуатация гидроэлектростанций			+	

Перечень направлений и программ магистратуры по водным специальностям в вузах ЦА) также требует изучения на предмет взаимного обмена, а также принятия действенных мер по открытию недостающих специальностей и образовательных ступеней в РК. (табл.4).

Таблица 4 - Перечень специальностей магистратура в вузах РК и РУ

Наименование специальностей	РК	РУ
Мелиорация и орошаемое земледелие	+	+
Охрана окружающей среды (по отраслям)	+	+
Эксплуатация гидромелиоративных систем		+
Водосберегающие технологии орошения		+
Эксплуатация, надежность и безопасность гидротехнических сооружений	+	+

Продолжение таблицы 4

Эксплуатация и диагностика насосных станций и оборудования		+
Механизация гидромелиоративных работ		+
Автоматизация технологических процессов и производств (в водном хозяйстве)		+
Рациональное использование и управление водными ресурсами	+	+
Экологическая безопасность в водном хозяйстве		+
Организация и управление водного хозяйства		+
Энергоснабжение в сельском и водном хозяйстве		+
Smart (интеллектуальные) системы измерения и инструменты в водном хозяйстве		+

Проблемы трудоустройства. Одной из важных проблем является трудоустройство выпускников водохозяйственного профиля (табл. 5). Необходимо отметить слабую связь вузов РК с потенциальными работодателями, отсутствие договоров на целевую подготовку водников между бенефициарами и вузами; отсутствие практических навыков у выпускников; низкий уровень зарплаты молодых специалистов и отсутствие мотивации к работе. Наиболее благоприятная ситуация в этом вопросе в Кыргызстане и Узбекистане, где на государственном уровне приняты законодательные меры по закрепляемости выпускников по местам работы.

Таблица 5 - Выпуск специалистов и основные работодатели

Показатели	Страны			
	РК	КР	РТ	РУ
Трудоустройство в % от выпуска	22	82	64	100

В Казахстане по трудовому законодательству в типовых штатах госучреждений до сих пор нет квалификационных понятий «бакалавр» и «магистр»: по существу, выпускники предоставлены сами себе и поэтому доля трудоустроенных составляет около 22%. При этом, в последние годы частные организации (а они составляют большинство в водохозяйственной отрасли) принимают на работу выпускников магистратуры, обоснованно считая, что у них настоящее полное высшее образование.

Перспективные потребности в специалистах для водной отрасли РК. С учетом необходимости обеспечения в республике водной безопасности и реализации планов охраны и рационального использования водных ресурсов страны необходимо принять действенные меры по усилению кадрового потенциала в водном хозяйстве. Важной задачей при этом является определение потребной численности специалистов на перспективу с учетом реализации стратегий и программ развития отрасли.

Нами проанализировано ретроспективное состояние и сделан прогноз на основе сложившихся до 1992 года в РК показателей средней численности специалистов всех направлений и отраслей водного хозяйства, включая науку, проектирование, строительство (реконструкция) и эксплуатацию мелиоративных систем, плотин, обводнительных сооружений и др. Эти показатели могут дать достаточно объективное представление о том, насколько наша страна должна быть обеспечена необходимым кадровым потенциалом в водной отрасли. С учетом образовавшегося дефицита кадров водного хозяйства в республике видится следующий перспективный план обеспечения их потребности в разрезе специальностей (табл. 6,7,8).

Таблица 6 - Ожидаемая потребность в специалистах для водного хозяйства РК в 2035-2040 г.г. (экспертная оценка С.Р. Ибатуллина)

Прогноз площадей орошения, до 2035г. млн. га	Прогноз потребной численности специалистов, тыс. чел	Направления профессиональной деятельности в %		
		Наука + проектирование	Строительство (реконструкция)	Эксплуатация
3,0	40-45*	10	40	50

*- с учетом строительства и реконструкции водохранилищ

Таблица 7 - Количественные показатели специальностей водного профиля и прогноз потребности в выпуске специалистов, (данные С.Р. Ибатуллина).

Кол-во вузов со специальностями водного профиля (в числ.-в 2018 г. в знам. потребно в 2025- 40 г.)	Кол-во специальностей		ППС вузов, чел.*		Среднегодовое кол-во выпускников, чел.	
	бакалавриата	магистратуры	в 2018 г.	прогноз потребности к 2030 г.	в 2018 г.	прогноз потребности к 2040 г.
9/ 3	9/ 15**	5/10**	108/64	500/270	220	800

Примечание:

* в числителе – общее количество ППС, в знаменателе – с ученой степенью.

Принимается во внимание, что пополнение профессорско-преподавательского состава вузов должно быть закончено к 2030 году с тем, чтобы обеспечить необходимый выпуск специалистов к 2040–му году.

** - потребное количество перспективных специальностей к 2025 году.

Таблица 8 - Прогноз потребности в специалистах по видам деятельности до 2040 года (экспертная оценка С.Р. Ибатуллина).

Специальности*	Виды специализаций на основе базовой подготовки			
	Строительство (реконструк.)	эксплуатация	Проектирование, образов., наука	итого
Гидромелиорация	4500- 5000	3500-4000	2000-2500	11500
Гидр.тех.стр-во	3500-4000	4000-4500	500	9000
Механизация мелиорат. работ	3500-4000	3000-3500	500	8000
Водоснабжение и обводн.пастбищ	2500-3000	4000-4500	1000-1500	9000
Экономика водного хоз-ва	2000	1000	1500	4500
Всего	15000-18000	15500-17500	5500-6500	42000

*при сохранении традиционных специальностей подготовки до 1998года

При этом необходимы меры по внедрению в учебный процесс специальностей, приведенных в таблице 3 и включаемых в общий план количества потребных кадров.

История Джамбулского гидромелиоративно-строительного института (ДГМСИ). В 1998 году бездумным решением тогдашнего руководства МОН, такой известный в СССР вуз как ДГМСИ, союзного подчинения, с высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом, мощной лабораторной базой и научной инфраструктурой по-

терял юридическую самостоятельность, был объединен с областным педагогическим и технологическим институтами, и в итоге вошел в состав ТарГУ. В свое время в СССР в водном направлении готовились кадры по 15-и специальностям. Из них в Казахстане готовились специалисты в по 7-и направлениям: 1511 – Гидромелиорация (ДГМСИ), 1203- Гидротехническое строительство речных сооружений и гидроэлектростанций (ДГМСИ); 1209 – Водоснабжение и канализация (ДГМСИ); 1514 – Механизация гидромелиоративных работ (ДГМСИ); 1744 – Экономика водного хозяйства (ДГМСИ); 0107 – Гидрогеология и инженерная геология (кафедра в ДГМСИ); 1401 – Гидрология суши (кафедра в ДГМСИ). ДГМСИ был одним из четырех специализированных вузов СССР ,в которых в целях обеспечения надлежащего качества подготовки специалистов, в ходе обучения студентами выполнялся большой объем расчетно-графических и курсовых работ. В целях подготовки студентов к самостоятельной производственной работе в народном хозяйстве страны выполнялся целый набор учебных (геодезия -4, гидрогеология - 4 и гидрометрия 2 недели), производственных (4 недели) и преддипломной практики - 6 недель. Контингент студентов ДГМСИ составлял более 3000 человек, на 16 кафедрах и в 19 лабораториях работали 350 человек ППС, 150- 170 научных сотрудников и аспирантов. Коллектив работал над важнейшими проблемами по тематике Минводхоза СССР и КазССР, ГКНТ СССР, Госстроя СССР по мелиорации, гидротехническим сооружениям гидравлики, переброски части стока сибирских рек, строительным материалам и конструкциям и др., занимая по объему финансирования НИР 8 место среди союзных вузов.

До 1998 года подготовка инженеров для водного хозяйства СССР, а затем РК велась в ДГМСИ и КИМИ по единым для всех вузов учебным планам, которые постоянно совершенствовались, а система обучения ориентировалась на подготовку специалистов широкого профиля с учетом многогранности использования водных ресурсов в народном хозяйстве (ирригация, коммунально-бытовое, сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение пастбищ, промышленное, гидроэнергетическое и т.д.). Неотъемлемой частью учебных планов были передача полноценных знаний выпускникам, привитие им умений и навыков вести изыскательские работы, проектировать, строить и эксплуатировать водохозяйственные сооружения, а также гидроэнергетические объекты.

В целях повышения качества выпускаемых специалистов в 1986 году в ДГМСИ была разработана и внедрена система подготовки кадров на основе тройственных договоров: «организация (заказчик) – вуз – студент». Основой системы был целевой заказ на подготовку специалистов вузом с квалификационными требованиями: «знать- уметь- владеть» (рис.1). Эта методика была признана на всем пространстве СССР и рекомендована к внедрению. Позже эта система была выхолощена, потеряв основной смысл и задачи, оставив только коммерческую сторону образовательных услуг. Сегодня эта система взята на вооружение и успешно реализуется в других странах (РУ). Нам необходимо возродить ее применительно к водному хозяйству РК. Смысл заключался в подготовке инженеров- водников по целевому и оплачиваемому заказу от строительных, эксплуатационных и др. организаций водного профиля. При этом осуществлялась оплата полной стоимости обучения инженера со всеми затратами, в т.ч. стипендией. (Не путать с ныне процветающим, так называемым «коммерческим» набором, полностью выхолостившим эту идею). Основой этой новации являлся трехсторонний договор между организацией, институтом и студентом. При этом организация – заказчик ставила задачи и условия перед институтом: каким должен быть выпускник- инженер для конкретных будущих условий работы и его должности.

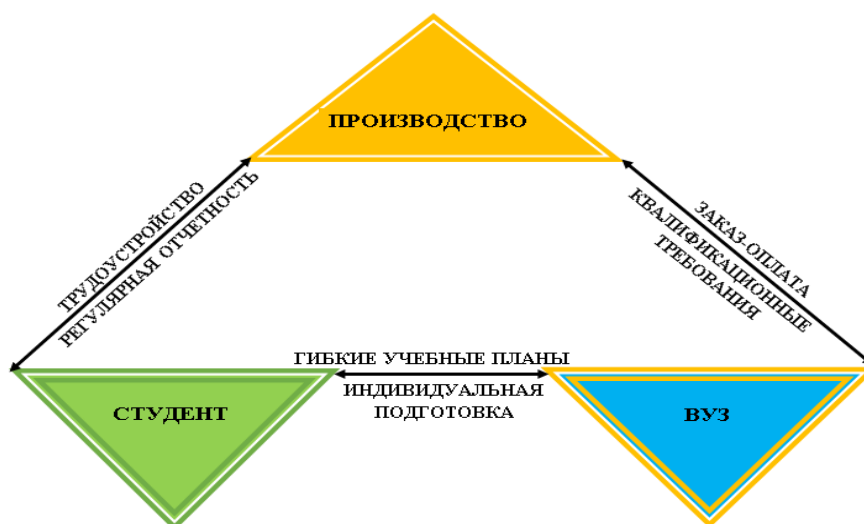


Рис.1.Схема взаимодействия «ВУЗ-ЗАКАЗЧИК-СТУДЕНТ»

Академия водного хозяйства Казахстана – веление времени. Обеспечение продовольственной безопасности страны тесно связано с программой развития водного хозяйства РК, предусматривающей восстановление 600 тыс. га ранее орошаемых земель и дальнейшее доведение их площади до 3,0 млн.га к 2035-40 г.г, с внедрением водосберегающих технологий реконструкцией мелиоративных систем, строительством сотен километров каналов и десятков сооружений.

Для осуществления этого, на первый план выходит острая необходимость открытия новых специальностей и специализаций (см. табл. 1-8), а также возрождения целевой ведомственной (отраслевой) подготовки, наряду с наведением порядка в системе выделения грантов на водные специальности.

Для этого назрела необходимость организации сильного образовательного центра, сконцентрировав в одном головном вузе все ступени подготовки широкого спектра специалистов: от среднего звена (колледж), бакалавров, магистров и докторов наук.

Это возможно только при создании Академии Водного Хозяйства РК на базе бывшего ДГМСИ, выделив его из состава ТарГУ им. Дулати.

Это не потребует новых капитальных затрат, поскольку кафедры, лаборатории и аудитории бывшего ДГМСИ расположены в отдельно стоящих, ранее построенных корпусах и зданиях.

**Академия – организация высшего и послевузовского образования, осуществляющая в определенной области научно-педагогическую деятельность и являющаяся научно-методическим центром (Закон РК Об образовании)*

Имеются следующие предпосылки для этого. В образовательной системе РК в последние два года сделаны определенные шаги по исправлению сложившейся ситуации в подготовке кадров водников. Определенные меры в направлении повышения качества специалистов для водного хозяйства уже приняты. По инициативе УМО РУМС в ТарГУ на плановой основе в 2017г.-2020 г. проделана большая работа по разработке ключевых нормативных документов для специальностей водного хозяйства

Под руководством Консорциума АПК (руководитель А.К.Кеншимов), созданного в 2018 году, группой опытных специалистов и профессоров подготовлены 15 профессиональных стандартов (ПС), в том числе, для специальностей «Гидромелиорация» и «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», которые в последующем послужит основой, в том числе для подготовки образовательных программ и учебных планов ВУЗов. На указанные ПС получены Экспертные заключения от ведущих организаций водного хозяйства, от Отраслевого Совета Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, а также они

утверждены Приказом №339 от 11.12.2018 года Национальной Палаты предпринимателей Казахстана «Атамекен».

С 2019 года в республике принято новое поколение нормативно-правовых актов, позволяющих релизывать академическую и управленческую свободу вузов. На рынке труда Казахстана начинают действовать Профессиональные Стандарты, которые содержат единые требования для сферы экономики, независимо от географии нахождения субъекта трудовой деятельности. В ПС сконцентрированы интересы работодателей, вузов и обучающихся. В частности, принят новый классификатор направлений подготовки кадров с высшим и послевузовским образованием, согласно которого теперь нет понятия специальности. Вместо этого введена подготовка по образовательным программам (ОП), которые определяются согласно профессиональным стандартам, а название и перечень ОП определяется вузами и проходят регистрацию в МОН РК.

Активное участие принимает Национальная палата предпринимателей Казахстана, Исполнительная дирекция МФСА, Офис программ ОБСЕ в РК, РЭЦЦА, Бюро ЮНЕСКО, Международный центр безопасности ГТС, КазНИИВХ, Бассейновые инспекции, областные управления Казводхоза и другие работодатели.

С 2017 года процесс участия работодателей в подготовке специалистов стал возрождаться, ограничившись пока на заказах на разработку Профессиональных Стандартов.

Эти прогрессивные шаги со стороны правительства и бизнес сообщества позволяют эффективно организовать учебный процесс в новом вузе.

МЭГПР, МСХ, Минэнерго и другие заинтересованные организации должны обеспечить ведомственный заказ на подготовку бакалавров и магистров водного хозяйства на основании целевых договоров с вузами, способными реально обеспечить полноценное содержание инженерного образовательного процесса. С учетом того, что подготовка по специальностям водного профиля является энерго-научоемким процессом, цена подготовки одного бакалавра водного хозяйства должна быть не менее 950,0 – 1200,0 тыс. тенге в год, с учетом увеличения затрат путем индексации. Это прежде всего позволит ликвидировать дисбаланс между потребностями водного хозяйства Казахстана и количеством и качеством выпускаемых специалистов. Необходимо провести ревизию вузов, получивших аккредитацию по специальности «Водные ресурсы», и бесосновательно получающих образовательные гранты, поскольку часть из них демонстрируют имитацию полноценного обучения, подменяя его подготовкой по одной дисциплине, и «оттягивая» на себя значительные финансовые ресурсы бюджета республики.

Создание АВХ путем выделения бывшего ДГМСИ из состава ТарГУ позволит вести самостоятельную политику в формировании госзаказа и юридическую самостоятельность в обеспечении ведомственного заказа на договорной основе с учетом потребностей водного хозяйства. Важным будет возможность останова утечки и пополнения преподавательских кадров, привлечения ведущих ученых НИИ, специалистов проектных организаций для ведения занятий и обмена опытом.

Создание АВХ в Таразе позволит:

1. Постепенно ликвидировать катастрофически недостаточную обеспеченность водного хозяйства в специалистах, способных на должном уровне вести проектные, строительные и эксплуатационные работы на водных объектах и гидротехнических сооружениях с учетом перспектив развития водной отрасли.

2. Обеспечить своевременное обновление структуры и содержания образовательных программ в соответствии со спросом на рынке труда и международными стандартами.

3. Приведение структуры образовательных программ в соответствие с НРК, ОРК и ПС, а также корректировка доли вузовского компонента с учетом национальных и региональных рыночных требований.

4. Обеспечить эффективное взаимодействие производства и вуза, и участие работодателей в формировании учебных образовательных программ, и организации учебного процесса, формальное использование материально-технической базы предприятий (кроме вузов Узбекистана)

5. Обеспечить постоянное обновление материально-технической базы, исключив дефицит современных приборов и оборудования.

6. Обеспечить целевую подготовку кадров на основе государственно- частного партнерства с работодателями, по заказу государства или отрасли.

7. Восстановить разрушенную систему переподготовки кадров, выделение средств на качественную организацию курсов ПК, как производственников, так и преподавательского состава.

8. Создать систему ориентации будущих выпускников на старших курсах по направлению будущей работы: научно-педагогическая деятельность, проектирование, строительство, эксплуатация водохозяйственных систем.

10. Обеспечить высокую мотивацию к активному и качественному усвоению учебных программ.

11. Усилить роль Учебно-методического объединения по водным специальностям с тем, чтобы можно было осуществлять мониторинг и координировать деятельность других ВУЗов по вопросам подготовки специалистов, обеспечивать издание единых учебников и учебно-методических пособий по инженерным и профилирующим дисциплинам, формировать единые подходы к подготовке кадров по соответствующим специальностям.

12. На уровне решений Учебно-методического объединения:

- обеспечивать изучение студентами необходимого набора инженерных дисциплин с тем, чтобы окончившие бакалавриат студенты были подготовлены к инженерной деятельности, как это требуется практикой.

- проводить в полном объеме изыскательские, производственные и преддипломные практики, ввести контрольные работы и курсовые проекты по инженерным и профилирующим дисциплинам.

13. Проводить работу с водохозяйственными и другими организациями, которые нуждаются в квалифицированных специалистах, и вести целевую подготовку студентов с учетом их требований, на их материале и базе;

14. Исключить выдачу образовательных грантов вузам, не имеющим необходимую материально-техническую базу и достаточный кадровый потенциал для качественной подготовки специалистов водного хозяйства.

Функционирование Академии водного хозяйства (АВХ) должно осуществляться по смешанной схеме финансирования: как за счет образовательных государственных грантов в количестве не менее 500 в год, так и путем получения ведомственного (отраслевого) заказа от МЭГиПР (основной заказ), МСХ, Минэнерго, областных управлений водного и сельского хозяйства, экологии и природных ресурсов.

УДК 574.21

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Зәуірбек Ә.К., доктор технических наук, **Калыбекова Е.М.**, доктор технических наук, **Жандияр Е.** докторант

Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
Алматы, Казахстан

Состояние природной среды является одним из наиболее существенных факторов, формирующих здоровье человека. По оценкам отечественных и зарубежных специалистов, оно на 20-40% зависит от состояния окружающей среды, на 15-20% - от наследственных генетических факторов, на 25-50% - от образа жизни и на 10%- от деятельности служб здравоохранения.

Эти оценки изменяются в зависимости от регионов, сферы деятельности человека, вида отклонения здоровья и т.д.

В настоящее время доказано, что неблагоприятная экологическая ситуация является во многих случаях непосредственной причиной нарушения состояния здоровья человека.

Из всех стран Центрально-Азиатского региона Казахстан на большинстве трансграничных реках (Сырдарья, Шу. Талас, Жаик, Иле, Эмель) является замыкающей стороной. Такое положение в использовании водных ресурсов накладывает свой отпечаток в речной экосистеме. Вдобавок собственному загрязнению водотоков, в результате хозяйственной деятельности накладывается трансграничное загрязнение с транзитным стоком из территории сопредельных государств. Если учесть трагедию Аральского моря в совокупности с загрязнением поверхностного стока, становится понятным неутешительное положение с состоянием экосистемы речных долин с использованием водных ресурсов.

Создавшаяся напряженная водохозяйственная обстановка требует разработки концепции рационального и экономного использования местных и суммарных водных ресурсов Казахстана, которая, в свою очередь, требует разработки новых обобщенных критериев оценки загрязнения окружающей среды.

На сегодняшний день нормативными документами [1] для оценки качества водных ресурсов рекомендованы критерии ПДК и ИЗВ. Например, оценку состояния качества водных ресурсов определяют при помощи показателя приведенной концентрации примесей в воде [2]:

$$X_i = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{ПДК_i}, \quad (1)$$

где: G_i - фактическая концентрация i -ой примеси в воде;
 $ПДК_i$ - предельно-допустимая концентрация i -ой примеси в воде;
 n - количество учитываемых веществ.

Нормативным показателем по оценке качества воды в водоеме является индекс загрязнения воды (ИЗВ) [1], который определяется, как:

$$ИЗВ = \frac{\sum_{i=1}^{n=6} C_i / ПДК_i}{n}, \quad (2)$$

где: ИЗВ – индекс загрязнения воды;
 C_i – наблюдаемая концентрация воды i -го вещества в воде, мг/л;
 $ПДК_i$ – предельно – допустимая концентрация i -го вещества в воде, мг/л;
 n - количество учитываемых веществ для оценки качества воды (в поверхностных водах принимается равным шести).

В соответствии с правилами гидрометеорологии индекс загрязненности вод предлагается определять по каждой условной группе объединения в отдельности, как [3]:

$$ИЗВ_j = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ij} / ПДК_{ij}}{n}, \quad (3)$$

где: $ИЗВ_j$ – индекс загрязненности вод по j -ой группе;
 C_{ij} - наблюдаемая концентрация воды i -го вещества в воде, по j -ой группе, мг/л;
 $ПДК_{ij}$ – предельно-допустимая концентрация i -го вещества в воде, по j -ой группе, мг/л;
 n - количество ингредиентов в по j -ой группе.

В настоящее время, общей для всех составляющих природной среды является приведенная концентрация примесей типа:

$$R_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^b G_i / ПДК_i, \quad (4)$$

где: R_{cp} – приведенная средняя концентрация примесей в воде, либо в атмосферном воздухе или в почвенном покрове;

G_i – фактическая концентрация i - примеси в среде; ПДК $_i$ – предельно – допустимая концентрация i -ой примеси в воде.

Однако анализ показывает, что применяемые критерии не в полной мере отражают фактический уровень загрязнения природной среды. Так, если в качестве критерия принять ПДК, то при загрязнении природной среды некоторым количеством примесей, не ясно какой из них надо будет принять в качестве критического. Кроме того, критерий ПДК имеет ряд других недостатков (не учитывает возможность перехода веществ из одной среды в другую, возможность вступления их между собой в реакцию, не учитывает кумулятивный эффект и т.д.). Если применять показатели типа ИЗВ, то для анализа используются всего 5-6 веществ. Причем, определяется среднее их значение, что также не отражает истинное состояние качества природной среды.

Казалось бы, что наиболее достоверным критерием является приведенная концентрация примесей. Но и он не лишен недостатков. Во-первых, при его определении находится среднеарифметическое значение, то есть уровень загрязнения существенно снижется. Во-вторых, рекомендуемый показатель работает только для случаев, когда анализируются ингредиенты, количественные показатели, которых лимитированы по принципу «не более». Как быть в тех случаях, когда анализируются ингредиенты, количественные показатели которых лимитируются по принципу «не менее». С другой стороны, определение их среднеарифметического значения несколько уменьшает фактическое загрязнение. Это может создать, впечатление о том, что в данном регионе относительно благополучное состояние окружающей среды.

Загрязнение водных ресурсов, определяемое по зависимости (4), удачно характеризует состояние качества водных ресурсов в водоеме при загрязнении их ингредиентами, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не более» и ни в коей мере не отражают состояние качества водных ресурсов, если сюда включать ингредиенты, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не менее».

Поэтому, для оценки качества воды в случаях, когда количественные показатели ингредиентов, лимитируются по принципу «не менее», показатели загрязнения нужно определять, как [4]:

$$X_{1j} = \frac{G_i}{\text{ПДК}_i}, \quad (5)$$

Тогда, чтобы привести уровень загрязнения водных ресурсов к единому общему сопоставимому виду, как в случаях, когда количественные показатели ингредиентов, лимитированных по принципу «не менее» с количественными показателями ингредиентов, лимитированных по принципу «не более» можно воспользоваться [4]:

$$\Phi_3 = \sum_{i=1}^n X_i + \lambda \sum_{j=1}^k X_{1j}, \quad (6)$$

где Φ_3 - общий показатель загрязнения окружающей среды; X_i - показатель уровня загрязнения окружающей среды по i - му ингредиенту; n - количество ингредиентов, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не более»; X_{1j} – показатель уровня загрязнения окружающей среды по j - му ингредиенту; k - количество ингредиентов, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не менее»; λ - коэффициент, учитывающий приведение к сопоставимому виду ингредиентов, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не менее» с ингредиентами, количественные показатели которых лимитированы по принципу «не более» (ориентировочно $\lambda = 2...10$).

Загрязнение и истощение водных ресурсов оказывают влияние и на состояние других природных ресурсов. Поэтому нами разработан усовершенствованный интегральный показатель по количественному учету загрязнения окружающей среды, с учетом социальных и экономических условий в рассматриваемой территории. Причем, этот показатель учитывает ухудшение состояния или загрязнения всех видов природных ресурсов (водных ресурсов, атмосферного воздуха, растительного, животного мира и других), ухудшение социальных

условий жизни населения, а также состояние экономических и социальных показателей региона.

С этой целью для детальной оценки состояния окружающей среды введен новый критерий, основанный на суммировании уровня загрязнения по всем ингредиентам, так называемый, индекс загрязнения окружающей среды (ИЗОС), который предлагается определять, как:

$$\text{ИЗОС} = (\text{ИИВ} + \text{ИЗВ}) + \text{ИЗА} + (0,2-0,5) \text{ИЗП}, \quad (7)$$

где: ИИВ – индекс истощения водных ресурсов;

ИЗВ – индекс загрязнения воздуха;

ИЗА - индекс загрязнения атмосферы;

ИЗП – индекс загрязнения почвы.

Для назначения природоохранных мероприятий по улучшению экологической обстановки нами была найдена зависимость между показателем ИЗОС, социальными и экономическими условиями в регионе. Первый показатель, который был взят для анализа - это осложнение беременности, родов и послеродового периода на 100 тыс. населения в г. Алматы и Алматинская области.

Динамика изменения уровня загрязнения составляющих окружающей среды (атмосферного воздуха, уровня истощения и уровня загрязнения водных ресурсов и почвенного покрова) по Алматинской области показывает, что с уровнем развития общества состояние всех этих составляющих существенно ухудшилось (рисунок).

Причем, самые существенные воздействия сказались на состоянии атмосферного воздуха. Общий уровень загрязнения атмосферного воздуха повысился от 8,0 в 1940 годы до 180,0 в 2020 году. То есть, ухудшение состояние атмосферного воздуха в настоящее время по сравнению с 1940 годом составило более 22 раз, а по сравнению с 1970 годом в 4,5 раза. Наибольшее истощение водных ресурсов характерно 1990 годам, когда его уровень составил порядка 12,0 единиц, а это по сравнению с 1940 годом больше в 40 раз.

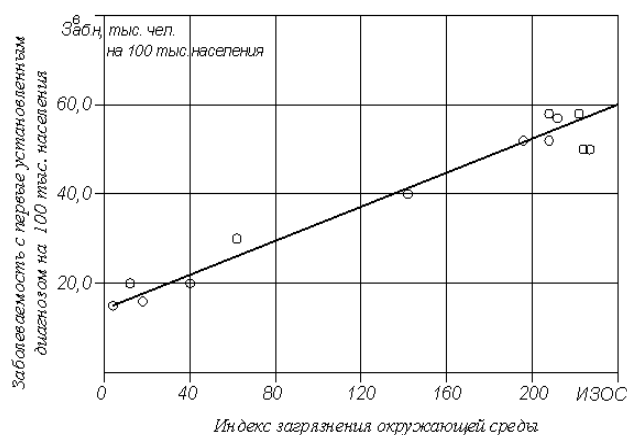


Рисунок – Зависимость заболеваемости населения с первыми установленным диагнозом тыс. человек на 100 тыс. населения от индекса загрязнения окружающей среды

В то же время, необходимо отметить, что в Алматинской области уровень использования водных ресурсов рек в отраслях экономики, относительно ниже (почти на порядок), чем в южных регионах РК. Наибольшее загрязнение водных ресурсов характерно 1990 и 1995 годам, когда его уровень составил порядка 50,0 – 57,0 единиц и это по сравнению с 1940 годом больше в 17-19 раз.

Уровень загрязнения, как водных ресурсов, так и атмосферного воздуха представлен в официальных документах в ПДК, а также в ИЗА и ИЗВ. Эти показатели являются как среднее из пяти веществ наиболее загрязненных для атмосферного воздуха и соответственно из шести веществ для поверхностных водных ресурсов. Для экологов, в том числе для общества, необходимо знать, фактический уровень загрязнения окружающей среды. Вышеуказанные показатели показывают среднеарифметическое значение.

Литература

1. Методические указания по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. - М., 1988. - 287 с.
2. Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф, Экономика и качество окружающей среды. – Л. Гидрометеиздат, 1984.-191 с.
3. Бурлибаев М.Ж. и др. Комплексная оценка качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям / М.Ж.Бурлибаев, Ж.Н.Байманов, Е.А.Тажмагамбетов.- Алматы: Изд. «Гылым», 2007.- 96 с.
4. Заурбек А.К., Калыбекова Е.М., Заурбекова Ж.А., Ким В.В. Критерий оценки загрязнения водных объектов // Вестник ТарГУ им. М.Х. Дулати « Природопользование и проблемы антропосферы ». – Тараз, 2007.- № 1.- С. 155-159.

УДК 504.062:556.18

ЗАЩИТА ПОДВАЛОВ ЗДАНИЙ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ

Л.В. Круглов кандидат технических наук, доцент, **С.Л.Круглов** инженер
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
г. Пенза, Россия

Строительство и эксплуатация зданий, строительное освоение территорий расположенных на слабопроницаемых грунтах, практически повсеместно сопровождается накоплением влаги в толще почвогрунтов и интенсивным подъемом уровня грунтовых вод даже в тех случаях, когда до начала освоения территории грунтовые воды залегают глубоко или вообще отсутствовали.

Потребность в дренаже определяется многообразным влиянием избыточной влаги. В наших условиях это влияние особенно заметно в конце зимы и начале весны.

Применение дренажа при проектировании и строительстве зданий необходимо и обязательно в следующих случаях:

- при расположении полов подвалов, технических подполий ниже расчетного уровня подземных вод или если превышение полов над расчетным уровнем подземных вод менее 50 см;
- при расположении полов эксплуатируемых подвалов в глинистых и суглинистых грунтах независимо от наличия подземных вод;
- при расположении полов подвалов в зоне капиллярного увлажнения, когда в подвальных помещениях не допускается появление сырости;
- при расположении полов технических подполий в глинистых и суглинистых грунтах при их заглублении более 1,3 м от планировочной поверхности земли независимо от наличия подземных вод;
- при расположении полов технических подполий в глинистых и суглинистых грунтах при их заглублении менее 1,3 м от планировочной поверхности земли при расположении пола на фундаментной плите, а также в случаях, если нагорной стороны к зданию подходят песчаные линзы.

Анализ места строительства показывает, что геоморфологическом отклонении приурочена к водораздельному склону. Рельеф спокойный, ровный и характеризуется абсолютными отметками 270,5-208,0 м. В основании проектируемого здания залегают суглинистые и песчаные грунты. Коэффициент фильтрации суглинка $K_{\phi}=0,67$ м/сут, песчаных грунтов $K_{\phi}=5,0$ м/сут. Угол внутреннего трения суглинка 21° . Грунтовые воды вскрыты всеми пробуренными скважинами на глубине 2,3-2,8 м, июне месяце, что соответствует абсолютным

отметкам 205,2-205,7 м. Как показал опыт в марте-апреле 2008 г. грунтовые воды поднялись значительно выше отметки пола подвала здания (206,7 м).

Учитывая, вышеуказанное и то обстоятельство, что подвал здания оказался затопленным необходимо строительство дренажа.

Подъем уровня грунтовых вод и его интенсивность обусловлена разными причинами. Однако решающую роль при этом играют местоположение, климат, погода, исходная глубина залегания грунтовых вод, строение почвенного профиля, его водопроницаемость. На основании перечисленных факторов определяются и разрабатываются наиболее эффективные способы дренажа.

Рассмотрение природных условий г. Сердобска показывает, что основным типом водного питания являются атмосферные осадки, которые пополняют грунтовые воды, что ведет к их подъему. Из-за отсутствия естественного оттока грунтовые воды стоят близко к поверхности земли.

Количественной характеристикой необходимой для определения основных параметров дренажной сети является коэффициент или интенсивность инфильтрации которая определяется на основе водного баланса участка.

Водный баланс определяется соотношением между приходом и расходом воды на территории за какой-либо период времени.

Баланс составляется для участка ограниченного в плане границами объекта, а в разрезе поверхностью земли и водоупором.

Общая формула водного баланса

$$C=O-I,$$

где C – сток;

O – осадки;

I – испарение.

Количество воды выпадающих осадков определяется по данным ближайшей метеостанции. Величина испарения зависит от произрастающей растительности, свойств почвы, крутизны склона и т.д. Испарение определяем по формуле Н.Н. Иванова

$$I=0,0018(25+t)^2(100-a),$$

где I – испарение за месяц, мм;

t – среднемесячная температура воздуха, °С;

a – среднемесячная относительная влажность воздуха, %.

Диапазон колебания испарения значительно уже, чем диапазон колебания осадков. Поэтому можно считать, что атмосферные осадки оказывают преобладающее влияние на величину стока и позволяют объективно судить о нагрузке на дренаж. Водный баланс который формируется в разрезе года на строительный площадке представлен в таблице.

Таблица - Водный баланс участка

Месяцы Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
O – осадки, мм	41	35	36	30	49	58	62	56	50	50	46	47	560
t °С – температура воздуха	-12,2	-11,4	-5,7	4,7	13,4	17,6	19,7	18,1	12,0	4,5	-3,2	-9,4	4,0
Отн.влажность воздуха, %	85	82	81	70	59	61	66	67	71	79	85	87	74
I – испарение, мм	4,42	5,99	12,74	47,63	108,8	127,4	122,28	110,34	71,46	32,89	12,83	5,77	662,55
Сток, мм	36,58	29,01	23,26	-	-	-	-	-	-	17,11	33,17	41,23	

Из анализа таблицы видно, что с апреля по сентябрь месяцы испарение превышает выпадающие осадки и в этот период питание грунтовых вод отсутствует. Поэтому в летний период наблюдается снижение уровня грунтовых вод.

Начиная с ноября и по апрель месяц питание грунтовых вод то же отсутствует, потому что выпадающие осадки в виде снежного покрова задерживаются на поверхности земли. А поскольку испарения с уровня грунтовых вод практически отсутствует, то изменения в глубине их залегания не наблюдается.

Основной подъем уровня грунтовых вод наблюдается в апреле месяце, который обусловлен таянием накопившихся за зимний период снеговых запасов и их инфильтрацией в почвогрунты. За октябрь-март месяцы формируется слой стока 180,35 мм, а в апреле месяце выпадают осадки 30 мм и испарение составляет 47,63 мм. Поэтому среднесуточная величина интенсивности стока или инфильтрации за апрель месяц составит

$$q = \frac{180,35 + 30 - 47,63}{30} = 5,42 \text{ мм/сут.}$$

Поскольку дренаж является важнейшей составной частью инженерных сооружений, а дренирование зданий необходимо для безопасной эксплуатации, то рекомендуется принимать расчетный дренажный сток в котлованах где закладываются фундаменты в 2 или 4 раза больше расчетного, то есть в диапазоне от 10,84 до 21,68 мм/сут. принимаем $q=0,012$ м/сут.

Основное требование, предъявляемое к дренажу в городском строительстве, состоит в том, чтобы пониженный в результате их действия уровень подземных вод располагался не выше определенной глубины от поверхности земли.

Горизонтальный дренаж следует применять при питании подземных вод «сверху» за счет инфильтрации атмосферных осадков, поверхностных и хозяйственных вод при сравнительно неглубоком залегании подземных вод от поверхности земли.

При обосновании параметров дренажа, как правило, необходимо использовать материалы фактических наблюдений на объектах-аналогах, а также апробированные в данном регионе методы, основанные на фильтрационных расчетах или учете специфических почвенно-гидрологических особенностей почвогрунтов. В нашем случае такие материалы отсутствуют. Поэтому определение параметров дренажа будем производить по региональным зависимостям, которые отвечают нашим гидрологическим условиям.

Для этого мы должны действительную природную обстановку схематизировать и представить той или иной фильтрационной схемой, которая будет являться основой для выбора метода расчета и расчетных зависимостей. Схему составляют используя данные по региону, строению и структуре водоносного пласта, условиям питания, геофильтрационным параметрам водоносных горизонтов, геометрическому строению областей фильтрации.

Расчетная схема определяется геометрической формой пласта и характером ее внешних границ. Конфигурацией водоупорного ложа пласта, его геологическим строением. Обычно на схемах водоупор принимается в виде горизонтальной плоскости, проходящей через среднюю на данном участке отметку.

Основываясь на вышеуказанном расчетная схема будет выглядеть так: однородный глинистый грунт с приведенным коэффициентом фильтрации 1,26 м/сут. Глубина до водоупора может быть принята 8 м согласно геологическому разрезу.

Глубина заложения дренажа имеет большое значение и определяется требуемой величиной снижения уровня грунтовых вод и от нее зависит расчетное расстояние между дренажами.

При применении закрытого горизонтального дренажа необходимо учитывать глубину промерзания грунтов, так как периодическое промерзание и оттаивание грунта может привести к полному расстройству линий труб.

Пристенные дренажи применяют для предотвращения подтопления сооружения, расположенного на водоупоре, препятствуя боковому притоку грунтовых вод со стороны, а также дренируя инфильтрационные воды, накапливающиеся в грунтах обратной засыпки фундаментных пазух.

Для защиты от грунтовых вод подвальных и подполий зданий, закладываемых в глинистых и суглинистых грунтах, следует устраивать пристенный дренаж.

Пристенный дренаж прокладывают по контуру здания с наружной стороны. Расстояние между дренажом и стенкой здания определяется шириной фундаментов здания и размещением смотровых колодцев дренажа. В случае применения горизонтального дренажа несовершенного типа и расположения фундаментов в водоносном грунте (на одном уровне с дренажом или выше его) в результате дренирующего действия дренажа могут ухудшиться условия устойчивости грунтов-оснований сооружения и возникнуть опасность их осадки. Поэтому минимально допускаемое расстояние между горизонтальным дренажом несовершенного типа и обрезом фундаментов должно быть обосновано расчетом исходя из условий обеспечения устойчивости основания защищаемого сооружения. Вместе с тем это расстояние должно быть также согласовано и с условиями удобства производства работ и расположения смотровых колодцев.

Ориентировочно допустимое расстояние от оси дренажа до стены здания может быть определено по формуле

$$L_{\text{мин}} = b + \frac{B}{2} + \frac{H - h}{\text{tg} \varphi} = 3,25 \text{ м}$$

где b – уширение фундамента, м, $b=0,4$ м;
 B – ширина дренажной траншеи, м, $B=1,0$ м;
 H – глубина заложения дрены, м, $H=2,7$ м;
 h – глубина заложения фундамента, м, $h=1,8$ м;
 φ – угол внутреннего трения грунта, $\varphi=21^\circ$.

Приток воды к кольцевому пристенному дренажу при работе его в безнапорных условиях может быть определен по формуле

$$Q_{\text{сут}} = \frac{nK(2H - S_o)}{\ln \frac{R}{r_o} + \frac{m}{nr_o} \ln \frac{8r_o}{r_c} - \ln \left(1 + \frac{m}{r_o} \right)},$$

где K – коэффициент фильтрации грунта, $K=1,26$ м/сут;
 H – мощность водоносного пласта, $H=7,3$ м;
 S_o – величина водопонижения, $S_o=2,0$ м;
 m – расстояние от оси дрены до водоупора, $m=4$ м;
 r_c – радиус дрены, $r_c=0,2$ м;
 r_o – приведенный радиус.

Для приведения дренажа прямоугольной формы к круглому в плане с радиусом r_o воспользуемся формулой

$$r_o = \mu \frac{a + \vartheta}{4} = 1,165 \frac{70 + 25}{4} = 27,7 \text{ м}$$

где a – длина осушаемой территории, $a=70,0$ м;
 ϑ – ширина осушаемой территории, $\vartheta=25$ м;
 μ – коэффициент формы зависит от отношения ϑ/a при $\vartheta/a=0,36$, $\mu=1,165$;
 R – радиус депрессионной воронки, м.

Радиус депрессионной воронки определяется методом подбора по формуле

$$R \sqrt{\lg R + \lg r_o - 0,217} = 0,66 \sqrt{\frac{K}{W} S_o (2H - S_o) - 0,5r_o^2},$$

где $W=q=0,012$ м/сут. – коэффициент инфильтрации.

Подбором находим, что $R=33,9$ м.

Приток в дренаж составит

$$Q_{\text{сут}} = \frac{3,14 \cdot 1,26 (2 \cdot 7,3 - 2,0) 2,0}{\ln \frac{67}{27,7} + \frac{5,3}{3,14 \cdot 27,7} \ln \frac{8 \cdot 27,7}{0,2} - \ln \left(1 + \frac{4}{27,7} \right)} = 85,2 \text{ кубм/сут}$$

Кроме притока воды в дренажную сеть определяется величина остаточного напора в центре осушаемого контура $h_{ц}$ по формуле

$$h_{ц} = S_o \frac{\ln \frac{8r_o}{r_o} - \pi + 2 \frac{r_o}{m} F\left(\frac{r_o}{m}\right)}{\ln \frac{8r_o}{r_c} + 2 \frac{r_o}{m} \varphi\left(\frac{r_o}{m}; \frac{R}{m}\right)},$$

где $F\left(\frac{r_o}{m}\right)$ – функция находится по графику при $\left(\frac{27,7}{5,3}\right) = 5,23$; $F = -0,2$;

φ – функция аргументов $\frac{r_o}{m}$ и $\frac{R}{m} = \varphi_1 - \varphi_2$ (находится по графикам)

$$\frac{r_o}{m} = \frac{27,7}{5,3} = 5,23 \quad \varphi_1 = 3,8$$

$$\frac{R}{m} = \frac{67}{5,3} = 12,64 \quad \varphi_2 = 2,8$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 3,8 - 2,8 = 1,0$$

$$h_{ц} = 2,0 \frac{\ln \frac{827,7}{0,2} - 3,14 + 2 \frac{27,7}{5,3} (-0,2)}{\ln \frac{827,7}{0,2} + 2 \frac{27,7}{8} \cdot 1} = 0,26 \text{ м.}$$

Это означает, что отметки уровня грунтовых вод в центре осушаемого контура будет равна $205,00 + 0,26 = 205,56$ м, что ниже отметки подвала здания (206,70) на 1,14 м, то есть подвал не должен подтапливаться.

УДК 631.6:631.587

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІГІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Гриценко Н.В., экономика ғылымдарының кандидаты, **Кудайбергенова И.Р.**, ауыл шаруашылық ғылымдарының магистрі, **Өтепберген Г.С.**, конструктор
«Қазақ су шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС,
Тараз қ., Қазақстан

Қазақстанның агроэкожүйелеріндегі географиялық жағдайлардың әртүрлілігі су-жер ресурстарын шаруашылықта пайдалану тетіктерін таңдауды, экожүйелердің, табиғи кешендердің тарихи қалыптасқан эволюциясын сақтауды, сондай-ақ қоршаған орта үшін тәуекелдерді ең төменгі шектерге дейін төмендетуді анықтайды. Барлық жағдайларда суару жүйелерінің табиғи кешендерге антропогендік әсерінің деңгейі гидромелиорациялық жүйелердің мөлшеріне, гидротехникалық құрылыстардың жетілуіне және олардың техникалық жай-күйіне, егіншілік мәдениетіне, суару және су бұру технологиясына, суару нормалары мен суару суларының сапасына, географиялық ортаның өзгеруі кезінде геожүйелер мен топырақ жамылғысының жұмыс істеу тұрақтылығына байланысты болады.

Қазақстан өзендерінің бассейндерінде ирригациялық жүйелерді пайдалану тәжірибесі суарудың дәстүрлі әдістерін қолдану орасан зор аумақтардың тозуына (сортаңдануына, шөлейттенуіне) сөзсіз алып келетінін көрсетеді. Осы себепті бір кездері гүлденген жайылымдар экологиялық апат аймағына айналды, ал қазіргі заманғы гидромелиорациялық жүйелер осал болып шықты және жедел қарқынмен өздерінің ресурстық маңызын жоғалтып жатыр. Мұндай жағдайларда ауылшаруашылық өндірісі тиімсіз болады, ал жергілікті халықтың өмір сүру жағдайы нашарлайды. Сондықтан суармалы жерлердің өнімділігін қалпына келтіру, деградациялық процестердің баяулауы, суармалы егіншілік аймақтарындағы

экожүйелердің экологиялық тұрақтылығын арттыру, суару жүйелерінің табиғи ортаға теріс әсерін азайту проблемасын су-жер ресурстарын интеграцияланған басқару үшін мелиорациялық режимдерді басқаруды оңтайландыру арқылы шешу керек.

Қазақстандағы су шаруашылығы кешенінің даму тарихы меншік нысандарының өзгеруі (суармалы жерлер мен суару жүйелерін мемлекеттік емес құрылымдарға беру) суармалы жерлер алаңының екі есе қысқаруына және олардың ресурстық мәнінің жоғалуына әкелгенін көрсетеді. Егілетін дақылдардың өнімділігі 1,5 есеге дейін төмендеді, ал өнім бірлігін алуға арналған су шығыны 30% - ға дейін өсті [1]. Меншік нысандарының өзгеруінің жойқын салдары ауылшаруашылық тауар өндірушілері, басқа тауар өндірушілер сияқты, ұзақ уақыттан кейін қайтарымды беретін жұмыстарға қаржы ресурстарын сала алмайтындығымен байланысты. Сондықтан әлемнің көптеген елдері, мысалы, АҚШ, мелиорациялық жұмыстарға жұмсалатын шығындардың 70-100%-ын (мемлекеттік бюджеттен) өтеусіз төлейді. Сонымен қатар, пайдалану және техникалық қызмет көрсету шығындарының едәуір бөлігін (50% және одан да көп) мемлекет өтейді [2]. Осылайша, мемлекет субсидия, жеңілдетілген несиелер беру, ауыл шаруашылығы өнімдерінің экспортын кеңейту, гидромелиорациялық жүйелерді техникалық жетілдіруге арналған шығындарды өтеу арқылы суармалы егіншілікте капиталды жинақтау бойынша монополист рөлін атқарады.

Суару жүйелерін техникалық жетілдіруге және пайдалануға, басқарылатын агроландшафттарды құруға мемлекеттің қатысу белсенділігі ауыл шаруашылығы өндірушісінің бәсекеге қабілеттілігімен, суармалы жерлердің, суармалы және жер асты суларының сапасымен сипатталады, оларды суармалы агроландшафттарды дамыту процесінде өзгертін бірыңғай өзара байланысты жүйе ретінде қарастыру қажет. Бұл өзгерістердің индикаторы суармалы жерлердің сапасы және оларды шаруашылықта пайдалану болып табылады, әсіресе суармалы жерлердің 90% - ға жуығы республиканың оңтүстік облыстарында орналасқан. Географиялық орналасуына, климаттық жағдайларына, өңделетін дақылдардың түріне сәйкес суармалы жерлердің әр гектары 4-тен 8 мың м³/га-ға дейін алуы тиіс, су тапшылығына байланысты меншікті су берудің нақты көрсеткіштері есептік мәндерге қарағанда 20-30%-ға қысқарды, бұл өңделетін дақылдардың шығымдылығының төмендеуіне әкелді [3].

Осы себепті фермалар мен агроқұрылымдардың экономикалық тиімділігі мен бәсекеге қабілеттілігі төмендеді, ал топырақ әлеуеті толық пайдаланылмайды. Суармалы егіншіліктің қарқынды дамуындағы лимиттеуші факторлар су ресурстарының тапшылығы және монокультуралар егістіктерінің өсуі болып табылады.

Ауылшаруашылық дақылдарының төмен өнімділігі судың жетіспеушілігін және ауылшаруашылық дақылдарының төмен мәдениетін көрсетеді. Атап айтқанда, шағын агроқұрылымдарда орта есеппен 3-тен 10 га-ға дейінгі жер телімдері бар, сондықтан дақылдарды өсіру және оларды зиянкестерден қорғау бойынша технологиялық операцияларды орындау тәртібі бұзылады. Сонымен қатар, фермерлік шаруашылықтардың әлсіз қаржылық базасы, ауыл шаруашылығы техникасының жетіспеушілігі, сапасыз тұқымдарды пайдалану, суару және дренаж желісінің техникалық тозуы, су ресурстарының біркелкі бөлінбеуі, монокультураға әуестену суармалы егіншілік өңірлерінде топырақтың тозуына және экологиялық жағдайдың нашарлауына алып келеді. Суармалы суының тапшылығы кезінде суармалы жерлердің сумен қамтамасыз етілу деңгейі суару желісінің техникалық жай-күйіне, суару технологиясына ғана емес, сондай-ақ су ресурстарын басқару жүйесіне де байланысты болады. Ерекше стратегиялық маңызы бар барлық су шаруашылығы объектілері мемлекеттік меншікте: су қоймалары, ірі мемлекетаралық, облысаралық және ауданаралық арналар, стратегиялық гидротехникалық құрылыстар. Жер телімдеріне қызмет көрсететін қалған гидротехникалық құрылыстар (шаруашылық ішілік суару және коллекторлық-дренаждық желі) мемлекеттік емес құрылымдардың балансында. Біртұтас механизм ретінде жұмыс істеуі тиіс гидротехникалық құрылыстарға арналған меншікті осындай схемасымен ажырату суару және дренаж желісі жұмысының синхрондылығын бұзады. Гидромелиоративті жүйелерді пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, ірі мемлекетаралық, облысаралық және ауданаралық арналарды

мемлекеттік кәсіпорындарға беру суармалы егіншілікті банкроттықтан құтқарды, өйткені көптеген фермерлік шаруашылықтар мен агробизнесерлер су беру қызметтерін толық көлемде төлей алмады. Сонымен қатар, шаруашылықшылық суару және коллекторлық-дренаждық желілердің едәуір бөлігін шағын меншік иелерінің (фермерлік шаруашылықтар мен агробизнесерлердің) жеке иеліктеріне беру олардың техникалық жай-күйінің нашарлауына, өнім бірлігін алуға суару суларының шамадан тыс шығындалуына, өңделетін дақылдардың шығымдылығы мен ауыл шаруашылығы өндірушісінің бәсекеге қабілеттілігінің төмендеуіне алып келді [4]. Шаруашылықшылық суару және коллекторлық-дренаждық желілердің шағын учаскелерінің иесі бола отырып, ауыл шаруашылығы өндірушісі оларды жаңғыртуға және пайдалануға үлкен шығындарды төлей алмады. Материалдық-техникалық базаның болмауы және жеке меншік субъектілерінің экономикалық мүмкіндіктеріндегі айырмашылықтар суару және коллекторлық-дренаждық желілерді техникалық қайта құру үшін қаржы ресурстарын құруда шешілмейтін қайшылықты тудырады. Республикалық меншіктегі магистральдық арналардың 27,5% - ы қайта жаңартуды талап ететіні анықталды. Арналардың қанағаттанғысыз жай-күйінің пайызы пайдалану деңгейіне және меншік нысанына байланысты. Атап айтқанда, мемлекет субсидия бөлген кезде республикалық меншік нысаны кезінде суару арналарының қанағаттанарлық жай-күйінің деңгейі 95,5% - ға жетеді. Жеке меншік кезінде бұл көрсеткіш 37-48% - ға дейін төмендейді [4]. Каналдардың қанағаттанғысыз жай-күйінің пайыздық құрамының өсуі ауыл шаруашылығы өндірушісінің төлем қабілеттілігінің төмендігін, су тұтынушылардың жеткіліксіз инвестицияланғанын, техникалық құралдармен нашар жабдықталғанын көрсетеді.

Су ресурстарын басқарудың орнықты жүйесін құру үшін, әсіресе суармалы егіншіліктің даму деңгейі толығымен көрші мемлекеттерден алынатын өзен суларының сапасы мен түсу көлеміне, гидромелиорациялық жүйелердің мелиорациялық және техникалық жай-күйіне, суару технологиясы мен егіншілік мәдениетіне байланысты болатын Қазақстанның трансшекаралық өзендерінің бассейндеріндегі суару көздерінен өсімдіктерге дейін су тасымалдаудың барлық кезеңдерінде су үнемдеуді қамтамасыз ету қажет. Алайда, шаруашылықшылық және коллекторлық-дренаждық желілерді жеке меншікке беру олардың техникалық жай-күйін нашарлатты, өйткені фермерлік шаруашылықтар мен агробірліктер суару жүйелерін пайдалануға және қайта жарақтандыруға үлкен қаржы бөле алмады. Осы себепті суармалы судың тапшылығы артып, деградациялық процестер күшейе түсті: суармалы жерлердің тұздануы мен батпақтану қарқыны артты. Суару және коллекторлық-дренаждық желілердің жұмыс істеу қабілетін қалпына келтіру, топырақтың сапасын арттыру, суармалы жерлердің сумен қамтамасыз етілуін жақсарту үшін суару жүйелерін пайдаланудың екі деңгейлі жүйесін құрған жөн. Су қоймалары, бас су жинағыштар, магистральдық және шаруашылықаралық арналар мемлекеттік кәсіпорындарға тиесілі және пайдаланылуға тиіс. Шаруашылықшылық суару және коллекторлық-дренаждық желілер жеке меншікте болуы мүмкін, бірақ оны бір иесі пайдалана алады.

Суару жүйелерін техникалық қайта жарақтандыруға елеулі қаржы ресурстары талап етілетін Қазақстанда мемлекет су қоймасын, су тасымалдаудың негізгі жолдарын, бұру арналарын, тарату желілерін салуды және оларды жеке жер иеліктерінің шекарасына дейін пайдалануды толық қаржыландыратын итальяндық тәжірибені пайдаланған орынды. Қазақстанда суару жүйелерін салудың, реконструкциялаудың және пайдаланудың итальяндық әдісін қолданудың тиімділігі ауыл шаруашылығы өндірушісі, басқа тауар өндірушілер сияқты, өзінің физикалық табиғаты бойынша қысқа уақыт аралығында ең көп еңбекақы беретін жұмыстар есебінен өз қажеттіліктерін жабуға тырысатын басқа елдерде де суармалы егіншілікті дамыту тәжірибесімен расталады [2]. Ол ұзақ уақыттан кейін қайтарым беретін мелиоративті жұмыстарға үлкен қаржы салуға бейім емес. Мемлекеттік қолдаусыз суармалы егіншілікті тұрақты дамытудың жүзеге асырылмауын Қазақстанның су шаруашылығы кешенін реформалау тәжірибесі көрсетіп отыр, онда әртүрлі меншік нысандары (шаруа және фермер қожалықтары, ауыл шаруашылығы бірлестіктері, қауымдастықтар және т.б.) есебінен суару жүйелерін пайдалануға арналған шығыстарды қайтару көзделген [6].

Суармалы егіншіліктің тиімділігі, әдетте, топырақтың сапасы мен олардың сумен қамтамасыз етілуіне, егіншілік мәдениетіне: агротехникаға, тұқым шаруашылығына, тыңайтқыштар жүйесіне және т.б. байланысты болады. Қазіргі уақытта техникалық (мақта), көкөніс (қызанақ, қияр, қырыққабат) және бақша (қарбыз, қауын) дақылдарына артықшылық беріліп, минералды тыңайтқыштардан негізінен азот қолданылады, деградациялық процестер күшейе бастады. Құнарлылықтың негізгі көрсеткіші-қарашірік суармалы егіншіліктің негізгі аймақтарында сыни шектерге (1% - дан аз) дейін төмендеді [7].

Қарашіріктің апатты жоғалуының негізгі себебі органикалық және минералды заттардың теріс тепе-теңдігін қалыптастыру болып табылады, олардың жеткіліксіз енгізілуіне байланысты, яғни өсімдіктердің негізгі қоректік заттарға қажеттіліктері қанағаттандырылмайды, сондықтан топырақтан қоректік заттарды пайдалану коэффициенті артады, ол нашарлайды.

Суармалы жерлердің өнімділігін және ауыл шаруашылығы өндірісінің рентабельділігін айқындайтын тағы бір маңызды фактор топырақтың су-тұз режимі болып табылады, ол су алу көлеміне, суару және коллекторлық-дренаждық желінің техникалық жай-күйіне, суару технологиясына және су-жер ресурстарын басқару жүйесіне, яғни суару жүйелерін пайдалану деңгейіне байланысты болады [7]. Суару жүйелеріне су алу азайып, олардың техникалық деңгейі төмендеп келе жатқан Қазақстанда су тапшылығының тұрақты өсуінің ағымдағы жағдайын ескере отырып, барлық жерде өсімдіктерді сумен қамтамасыз ету режимінің бұзылуы, соның салдарынан суару және суару аралық кезеңдердің ұлғаюы байқалады [1,6].

Судың жетіспеушілігі және суару жүйелерінің техникалық жағдайының нашарлауы жағдайында су ресурстарын басқарудың қолданыстағы жүйесі, бір фермер суарып, көрші учаскелер суарусыз қалса, топырақтың агрофизикалық, агрохимиялық және микробиологиялық қасиеттерін нашарлататын топырақтың дақты тұздануы қалыптасады.

Жер асты ресурстарын басқару бойынша қолданылатын техникалық құралдар мен технологиялық операциялардың тиімділігі жер асты суларының пайда болу және тұздану деңгейімен сипатталады, өйткені жер асты сулары деңгейінің ауытқу шектері су алу көлеміне, жылдың табиғи ылғалдылығына, жер асты суларының келуі мен ағуына, дренаж жүйелерінің жұмысына тікелей байланысты. Суару жүйелерін пайдаланудың қазіргі кезеңінде, дренаж желісі иесіз болған кезде, оның жұмыс істеу деңгейі күрт төмендейді, сондықтан жер асты суларының беткі қабаттарында минералдану жоғарылайды. Осы себепті топырақтағы тұз жинау процестері күшейіп, суармалы жерлердің сапасы нашарлайды [8].

Бұл құбылыспен күресу мәселесін дренаждық жүйелерді пайдалану қызметін құру арқылы шешкен жөн, бұл дренаждың тиімділігін арттырып қана қоймай, топырақ пен жер асты суларының тұз режимін жақсартады. Дренажды пайдалану қызметін жетілдірудің бұл жолы жер асты суларындағы тұздардың өсу тенденциясымен байланысты. Атап айтқанда, жер асты суларының минералдануы 3-5 г/л болатын суармалы жерлердің ауданы 8,2%-ға өсті, бұл топырақта тұз жиналу қарқындылығының күшеюіне, суармалы жерлердің өнімділігінің төмендеуіне және фермерлік шаруашылықтар мен агробизнесстердің бәсекеге қабілеттілігіне әкелді [8].

Алайда топырақтың тұзды режимінің серпіні суару және коллекторлық-дренаждық желінің техникалық жай-күйіне, суару технологиясына, суармалы жерлердің сумен қамтамасыз етілуіне ғана емес, олардың географиялық орналасуына да байланысты. Жер асты сулары 3 м тереңдікте орналасқан және топырақ түзілу процестеріне әсер етпейтін тау бөктерінде тұздалмайтын топырақтың автоморфты режимі қалыптасады. Суармалы егіншіліктің тиімділігі мұнда суару көздерінің сулылығына, суару желісінің техникалық жай-күйіне, суару технологиясына, егіншілік мәдениетіне (агротехника, ауыл шаруашылығы дақылдарын ротациялау, тыңайтқыштар жүйесі) және пайдалану қызметінің жұмысына байланысты. Алайда, жер асты суларының пайда болу орындарында аздап тұздалған жерлер пайда болады, бірақ олардың үлесі аз және суармалы аумақтың 5-10% аралығында болады [1,6].

Жер асты суларының транзиті мен таралу аймағында орналасқан қалған суармалы жерлер (облыстың жазық аумақтары, тау бөктеріндегі жазықтардың шеткері учаскелері, өзен аңғарлары) жер асты суларының әсерінен болады және мезгіл-мезгіл тұзданады. Сортанданған топырақтың пайыздық көрсеткіштері (қандай да бір дәрежеде) суару жүйелерінің экономикалық мүмкіндіктерін сипаттайды және суару жүйелерін техникалық жетілдіру жөніндегі іс-шараларды айқындайды. Өткен ғасырдың екінші жартысында қолданылған теріс тұз балансын құру идеологиясын ұзақ уақыт қолдану топырақ пен жер асты суларының тұрақты тұздануын қамтамасыз етті, сондықтан дренаж жүйелерінің жұмысының төмендеуі (тік дренаждың істен шығуы, көлденең шөгу және бұзылу) суармалы жерлердің мелиорациялық жағдайының апатты нашарлауына әкелмеді [8].

Суармалы егіншілік басым түрде республикадан тыс жерлерде тұздалатын трансшекаралық өзендердің суларына негізделетін Қазақстанның оңтүстік өңірлерінде ауыл шаруашылығы өндірісін дамытудың орнықтылығын вегетациялық суару кезінде суармалы сулардың технологиялық шығынын азайту, суармалы дренаждық-ағыз суларын жүйеішілік пайдалану және оларды өзен арнасына ағызуды қысқарту жолымен қамтамасыз ету қажет. Су ресурстарын пайдаланудың мұндай технологиясы өзен ағысы бойынша орналасқан суармалы аумақтарға тұз жүктемесін азайтады, экологиялық жағдайды, әсіресе өзен бассейндерінің төменгі ағысындағы жағдайды жақсартады. Агроэкожүйелерді пайдаланудың қазіргі кезеңінде, дренаж желісінің жұмыс істеу деңгейі көп нәрсені қажет етеді, суармалы жерлердің 30% - дан астамы гидроморфты топырақтармен ұсынылған. Жер асты суларының минералдануы жоғарылайды. Осылайша, 3-5 г/л жер асты суларының минералдануы бар суармалы жерлердің ауданы 8,2% - ға өсті, бұл топырақта тұз жинау қарқындылығының күшеюіне, суармалы жерлердің өнімділігінің төмендеуіне әкелді [1,3,8].

Осылайша, өзен бассейндеріндегі суару жүйелерін пайдалану суарудың дәстүрлі әдістерін қолдану суармалы жерлердің тозуына (тұздануына, шөлейттенуіне) әкелетінін көрсетеді. Сондықтан суармалы жерлердің өнімділігін қалпына келтіру, деградациялық процестердің баяулауы, суармалы егіншілік аймақтарындағы экожүйелердің экологиялық тұрақтылығын арттыру, суару жүйелерінің табиғи ортаға теріс әсерін азайту проблемасын су-жер ресурстарын интеграцияланған басқару үшін мелиорациялық режимдерді басқаруды оңтайландыру арқылы шешу керек.

Әдебиеттер

1. Вышпольский Ф.Ф. Мелиоративные системы и методы снижения антропогенной нагрузки на природную среду. - Сб. науч. тр. КазНИИВХ.–Тараз, 1999.–С. 25-34.
2. Духовный В.А., Авакян И.С., Михайлов В.В. Мелиорация, водное хозяйство и экономические проблемы Средней Азии // Мелиорация и водное хозяйство. – 1989. - № 9. – С. 3-6.
3. Магай С.Д. Методические аспекты исследования взаимодействия природных и хозяйственных систем // Материалы междун. науч.-практ. конф. «Современные аспекты использования природно-ресурсного потенциала трансграничных рек Центральной Азии», Тараз, 11-12 ноября 2009 г. – Алматы, 2010. – С. 183-186.
4. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технологии водосбережения и управления почвенно-мелиоративными процессами при орошении. – Тараз: Аква, 2005. - 160 с.
5. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. – М.: Агропромиздат, 1990. – 59 с.
6. Vishpolskii F., Magay S., Mukhamedjanov X. Melioration processes development on irrigation system and experimence of combating with salinization of irrigated lands in Kazakhstan // Review of the Soil salinity and Land Degradation in the Central Asian Countries. - Tashkent: IWMI, 2004. - P. 4-12.

7. Магай С.Д., Койбакова Е.С Рекомендации по использованию маргинальных вод на орошение сельскохозяйственных культур с учетом экологически безопасных норм (одобрены Казахским НИИ водного хозяйства (протокол № 10 от 28 октября 2008 г.).- Тараз, 2008.- 21 с.

8. Магай С.Д., Вышпольский Ф.Ф. Дренаж и использование водных ресурсов в южном Казахстане // Stosowane naukowe opracowania – 2010: Materiały VI międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, volume 6 – Przemysł: Nauka i studia, 2010. – str. 68 – 71.

УДК 631.672.4

СПОСОБЫ БЕРЕГОЗАЩИТНОГО КРЕПЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ КАНАЛОВ

Н.А. Абдураманов, кандидат технических наук, с.н.с., **Н.К.Рысмаханов**, магистр, м.н.с.,
Г.П. Попандопуло, конструктор, **Э.А.Боровиков**, конструктор, **А.С.Кали**, м.н.с.
ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»,
г. Тараз, Казахстан

Проблема устойчивости грунтовых откосов всегда являлась наиболее актуальной, поскольку грунтовые откосы многократно встречаются при строительстве гидроузлов, гидроэлектростанций, дорог, оросительных каналов, гражданских объектов и т.п. В процессе использования, переменные внешние условия влажность, температура и др., оказывают воздействия на грунтовые откосы, преобразуют физико-механические характеристики грунтов и в свою очередь они явно влияют на их устойчивость.

Земляные каналы, служащие для мелиорации пахотных земель быстро обрастают камышом, осокой и другой влаголюбивой растительностью, что в результате приводит к обмелению и уменьшению пропускной способности канала. В итоге значительно возрастают затраты на эксплуатацию гидромелиоративных систем.

На рисунке 1 показано берегозащитное крепление [1], состоящее из

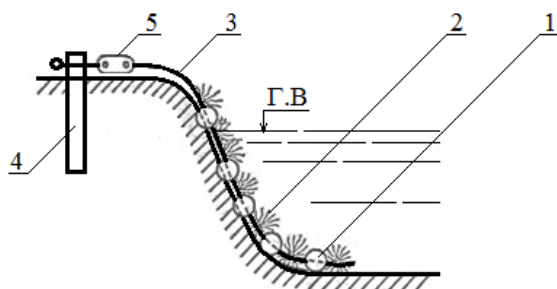


Рисунок 1 - Берегозащитное крепление шарообразных бетонных блоков 1 и шарообразных ежей 2, выполненных из упругих и гибких синтетических нитей, нанизанных поочередно на трос 3 с их фиксацией по его длине. Трос крепится к берегу при помощи анкера и крепежного приспособления.

1-шарообразный бетонный блок; 2-шарообразный еж; 3-трос; 4-анкер; 5-крепежное приспособление.

Такой способ берегозащитного крепления может быть эффективен при волногашении, но данная конструкция не уменьшает противодиффузионные свойства грунтов и требует большого количества бетонных, металлических и синтетических материалов вмонтированное в земляное русло каналов, они быстро обрастают растительностью, что в результате приводит к уменьшению их пропускной способности.

На рисунке 2 представлено покрытие откосов грунтовых сооружений [2], состоящее из вертикально установленных кольцеобразных элементов 1 в виде утилизированных автопо-

крышек, разрезанных по окружности на длину 0,25-0,75 их периметра с образованием сегментов 2.

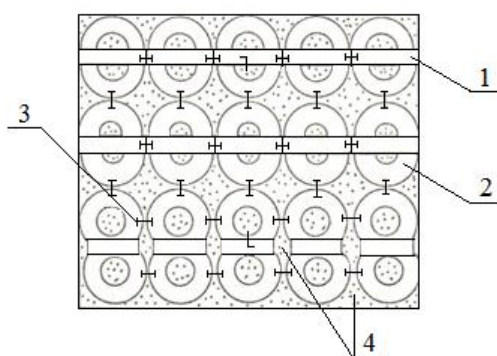


Рисунок 2 - Покрытие откосов грунтовых сооружений
1-кольцеобразные элементы; 2-сегмент; 3-элемент; 4-заполнитель.

Сегменты 2 разделены в стороны по отношению друг к другу на угол 180° и соединены между собой элементами 3. Заполнитель 4 размещен в полости кольцеобразных элементов 1 и в пространстве между ними. Поток воды, набегая на откос сооружения, соприкасается с вертикально установленными частями кольцеобразных элементов 1. При взаимодействии потока с выступающими над поверхностью откоса вертикально установленными частями кольцеобразных элементов 1, во внутренних их полостях происходит гашение избыточной кинетической энергии волнового наката потока.

Недостатком данного покрытия является трудоемкость работы, особенно при разрезании автопокрышек и крепления их между собой, а также заполнения их заполнителем. А степень гашения со временем уменьшается из-за занесения кольцеобразных элементов донными наносами.

Для решения данной выше проблемы, требуется не дорогой облицовочный материал для покрытия откосов каналов.

На рисунке 3 (а, б) представлен улучшенный вариант покрытия откосов каналов [3].

В данном изобретении новинками являются: гашение избыточной кинетической энергии волнового наката и выравнивание взвешивающего противодействия.

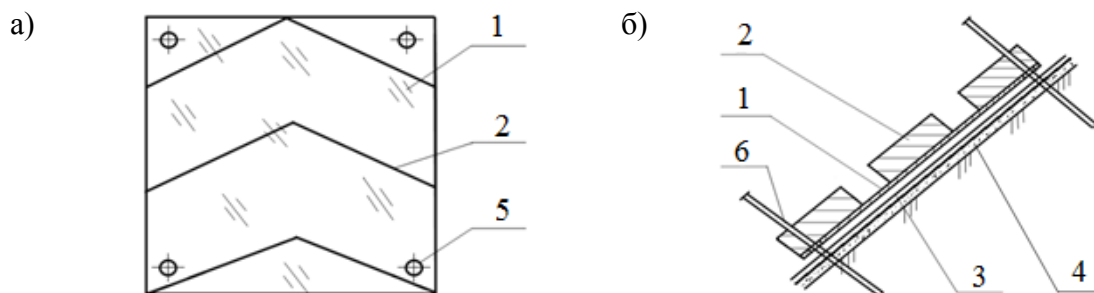


Рисунок 3 - Покрытие откосов каналов

а) - вид сверху; б - вид с боку;

1-лист; 2-ребра-гасители; 3-пленка; 4-слой рубленой соломы; 5 – отверстие; 6 – свая.

Покрытие откосов каналов устанавливается следующим образом.

Для выравнивания взвешивающего противодействия с нижней части покрытия на грунтовой откос стелиться слой рубленой соломы 4 и накрывается пленкой 3, а сверху укладывается лист 1 с ребрами – гасителями 2. Ребра-гасители 2 выполнены в виде елки, чтобы при накате волны, вода поднимаясь до вершины ребер, совершало гашение избыточной кинетической энергии и плавно растекалась.

Представленное выше устройство изготавливается из пластических материалов, оно будет служить для защиты откосов каналов от волнобоя, течений и других факторов.

Покрытие откосов каналов просто в изготовлении и не требует больших затрат, особенно в земляных руслах утративших первоначальную форму.

Литература

1. Авторское свидетельство №1606577 SU. Берегозащитное крепление/Онищук В.В и др.; опубл. 15.11.90, бюл. №42.

2. Авторское свидетельство № 1511313 SU. Покрытие откосов грунтовых сооружений/Докин В.А., опубл. 30.09.89, бюл. № 36.

3. Инновационный патент № 29032 KZ. Покрытие откосов каналов / Абдураманов Н.А., Баджанов Б.М., Ибраев Т.Т., Балгабаев Н.Н.; опубл. 15.10.2014, бюл. №10.

УДК 628.1:636.084.22:681.32

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ЛЕТНИХ ОТГОННЫХ ПАСТБИЩАХ

Тельгараева Г.Е., младший научный сотрудник
Казахский НИИ водного хозяйства, г. Тараз, Казахстан

Одна из проблем сельскохозяйственного водоснабжения – использование минерализованных вод на сезонных пастбищах с помощью опреснительных установок. Эффективность применения опреснительных установок подтверждается тем, что к безводным объектам вода доставляется автотракторными цистернами. Стоимость доставки в 8-10 раз дороже, чем опреснение воды на месте, да и качество привозной воды желает лучшего. Кроме того, водоснабжение в условиях пастбищного отгонного животноводства имеет свои специфические особенности. Основными водопотребителями являются животные, водопойный пункт используется сезонно, водопой осуществляется кратковременно и непосредственно из источника. Дебит источников незначительный (0,1-1,5 л/сек), минерализация воды колеблется от 1,0 до 10 г/литр, расброс источников значительный – от 5 км до 10 км и более. Отдаленность ремонтно-технической базы (30-60 км) и недостаток квалифицированного обслуживающего персонала значительно усложняет организацию водоснабжения на отгонных пастбищах.

Если минерализация источника пастбищного водоснабжения составляет 2-5 г/л, допускается поение животных исходной водой, а питьевые нужды чабанских бригад удовлетворяются привозной водой, что требует значительных затрат. Возможно снабжение людей питьевой водой путем опреснения исходной воды на месте различными методами. Рассматривались методы опреснения с применением мембран – электродиализ, обратный осмос и солнечные опреснители лоткового типа. Эти методы позволяют опреснять воду с минерализацией до 10 г/л [1,2]. Так как отгонные пастбища используются только в весенне-летний период стационарные установки для опреснения воды использовать не рационально (демонтаж и вывоз оборудования, консервация и т.д.).

Приемлемым вариантом является использование мобильной опреснительной установки с получением питьевой воды на месте путем поочередного объезда водопойных пунктов.

При водоснабжении природных пастбищ с использованием одного из способов опреснения воды должны быть разработаны мероприятия по утилизации рассола, а при необходимости очистки и обеззараживания воды следует рассматривать применение безреагентных способов ее обработки. Применение реагентных способов очистки должно быть обосновано в каждом конкретном случае.

Расчет экономической эффективности применения опреснительных установок для определения удельных капитальных затрат при водоснабжении выполняется по общепринятой методике для электродиализного метода, обратного осмоса и солнечных опреснительных установок лоткового типа [3].

Годовой экономический эффект от применения установок рассчитывается согласно Методическим указаниям «Расчет экономической эффективности научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских работ в области мелиорации и водного хозяйства (г. Тараз, 2001 г., РГКП «КазНИИВХ»).

Показатели капитальных затрат по различным видам опреснения приведены в таблице 1.

Удельные капитальные затраты определяются по формуле:

$$K_c = \sum K / Q_{\text{год}}, \text{ тенге/м}^3 \quad (1)$$

где: $\sum K$ – капитальные вложения, тенге;

$Q_{\text{год}}$ – годовой объем воды питьевого качества, м³/год, (2x365=730)

Удельные капитальные затраты составят:

- для варианта СОУ - $K_c = 3172160/730 = 4345,42$ тенге;

- для варианта обратноосмотической установки -

$K_c = 5000000/730 = 6849,32$ тенге;

- для варианта электродиализной установки - $K_c = 4500000/730 = 6164,38$ тенге.

Самым экономичным вариантом является солнечная опреснительная установка (СОУ). Однако, в условиях отгонных пастбищ, которые используются только в летний период и все оборудования для обслуживания водопойного пункта перевозится для хранения на базу для зимовки применение технологии СОУ будет не рациональным.

Лучшим приемлемым вариантом будет являться, не смотря на более высокие удельные показатели, использование мобильной обратноосмотической установки. Блок опреснения с обратноосмотическим аппаратом не требует дополнительных затрат электроэнергии, прост в эксплуатации, не требует применения сильных кислот для регенерации мембран, позволяет снизить объем рассола, что немаловажно для охраны окружающие среды.

Объем питьевой воды для чабанских бригад опресняется путем поочередного объезда водопойных пунктов и опреснения на мобильной опреснительной установке.

На летних отгонных пастбищах, где источники в основном имеет минерализованную и слабоминерализованную воду, которую можно использовать для питьевых целей чабанских бригад после опреснения на мобильной обратноосмотической установке.

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем» (ИРН BR06249255).

Литература

1. Апельцин И.Э., Клячко В.А. Опреснение воды.– М.:Стройиздат, 1991 - С.140-182.
2. Руководство по применению опреснительных установок, КазНИИВХ, Джамбул, 1990г.
3. Методическая указания «Расчет экономической эффективности научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских работ в области мелиорации и водного хозяйства, РГКП «КазНИИВХ».- г. Тараз, 2001 г.

Таблица 1 - Показатели удельных капитальных затрат по различным видам опреснения*

п/	Наименование	Единица измерения	Стоимость единицы, тенге	Солнечная опреснительная установка (СОУ) (плёночная)		Обратноосмотическая установка		Электролизная установка	
				кол-во	стоимость, тенге	кол-во	стоимость, тенге	кол-во	стоимость, тенге
1	Производительность	м ³ /сутки		2,0		2,0		2,0	
2	Плёнка полиэтиленовая толщиной 20 мкм	м ²	145,00	4000	580000	-	-	-	-
3	Стальные конструкции каркаса	т	120000,00	6,1	732000	-	-	-	-
4	Алюминиевые конструкции	т	856000,00	1,0	856000	-	-	-	-
5	Листы асбестоцементные плоские	м ²	800,00	793,5	634080	-	-	-	-
6	Листы пенопластовые толщиной 80 мм	м ²	670,00	520,6	348080	-	-	-	-
7	Герметики различные	кг	1100,00	20,0	22000	-	-	-	-
	Итого:				3172160		5000000		4500000

Примечание*: Величина стоимости элементов установок в целом может изменяться и зависит от изменения рыночных цен.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УТИЛИЗАЦИИ РАССОЛОВ ПРИ ОПРЕСНЕНИИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД НА ОТГОННЫХ ПАСТБИЩАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Устабаев Т.Ш. научный сотрудник
Казахский НИИ водного хозяйства, г. Тараз, Казахстан

В РК на обводнение пастбищ используется 118,2 млн. м³ или менее 1%, используемых водных ресурсов 50% обводняются за счет поверхностных и 50% за счет подземных вод [1].

По предварительным данным более 40% воды используемых для обводнения отгонных пастбищ имеют минерализацию свыше 4 г/л, и нуждаются в опреснении. Исходя из анализа при опреснении 40 млн. м³ минерализованной воды для нужд отгонного животноводства ежегодно получает около 160 тыс. тонн рассолов, требующих технологических решений утилизации и технологических решений по утилизации и недопущению загрязнения пастбищных экосистем рассолами [1].

Важной задачей при комплексной переработке минерализованных вод является утилизация и частичное использования полученных в результате их опреснения рассолов. Химический состав получаемых рассолов различен, и определяется содержанием всех химических компонентов в исходной воде. Из сопутствующих примесей возможно получать другие ценные соли и удобрения, которые так же, как и поваренная соль, реализуются потребителям. Следовательно, имеем экономический, экологический и социальный эффект.

Достижение целей проекта будет осуществляться путем проведения лабораторных исследований по минерализации источников водоснабжения на отгонных пастбищах в ТОО «КазНИИВХ» и разработки лабораторных моделей для опреснения и утилизации рассолов с последующей их апробацией на двух пилотных участках отгонного животноводства юга Казахстана.

Пилотные участки должны иметь несколько обводнительных сооружений для поения скота в среднем с минерализацией не более 10 г/л, площадью пастбищного участка не более 50 тыс. га

При выборе пилотного участка будет проведен детальный химический анализ исходной воды и технические характеристики обводнительных сооружений для детальной подборки технологического оборудования мобильной опреснительной установки.

Работа будет проводиться в двух направлениях апробации и внедрения мобильной опреснительной установки и анализа методов утилизации рассолов при опреснении воды в полевых условиях.

Разрабатываемая технология опреснения предназначена для комплексной обработки поверхностных минерализованных вод с получением воды требуемого качества и насыщенных рассолов (рисунок 1).

Технология предполагает особого рода фильтрацию (ультрафильтрацию) воды под давлением сквозь полупроницаемые (обратноосмотические) мембраны. Эти мембраны проводят молекулы морской воды сквозь свои микропоры под давлением, однако задерживают ионы соли и прочие примеси. Давление в таких установках для опреснения морской воды лежит в диапазоне от 25 до 50 атм. (Рисунок 2) [3,4].

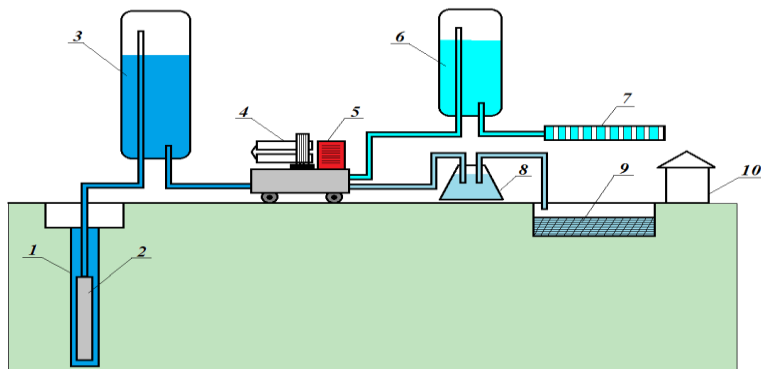
Специфика пастбищного водоснабжения заключается в больших объемах суточного водопотребления и сезонного использования систем обводнения на отгонных пастбищах в основном в летний период, значительная удаленность пастбищных участков от населенных пунктов и источников постоянного энергоснабжения.

Суточное водопотребление может составлять при однократном водопое 3м³/сутки (отара 500 голов) или 6м³/сутки (отара 1000 голов). Сброс рассола (порядка 40-50% от общего водозабора будет соответственно 1,5 и 3 м³/сутки. Такие объемы можно утилизировать на

испарительных площадках с недренирующим дном или опреснять на компактных солнечных опреснителях лоткового типа получая дополнительный объем воды питьевого качества. [1,2]

Разработаны новые подходы использования минерализованных вод для обводнения пастбищ.

Разработаны экологические схемы нулевого сброса рассолов при опреснении воды в отгонном животноводстве.



- | | |
|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. Скважина (источник воды) | 6. Резервуар чистой воды |
| 2. Насос первичного подъема воды | 7. Водопойная площадка |
| 3. Резервуар суточного запаса | 8. Концентратор солей |
| 4. Мобильная обратноосмотическая установка | 9. Испарительная площадка |
| 5. Источник электропитания | 10. Фасовочный пункт складирования соли. |

Рисунок 1- Схема комплексной обработки поверхностных минерализованных вод с получением воды требуемого качества и насыщенных рассолов

Результатом предлагаемой полезной модели является увеличение объема выхода опресненной воды, что очень важно для отгонного животноводства в пустынной и полупустынной зонах, когда для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд чабанов и водопоя животных используют водозаборные скважины преимущественно с малыми дебитами и высокой минерализацией воды, а также получение кормовой поваренной соли для скармливания сельскохозяйственным для их нормального физиологического развития.

Опреснения воды на обратноосмотических аппаратах связана с образованием сбросных вод, которые могут представлять реальную опасность при попадании в подземные водоносные горизонты и открытые водоемы. Выбор способа отведения рассолов (на испарительные площадки, водонепроницаемые емкости, пруды-накопители, спуск в канализацию и т.д.) должен проводиться с учетом местных условий с обязательным участием органов санэпидслужбы и отвечать необходимым требованиям по охране поверхностных и подземных вод от загрязнения сточными водами.

В зависимости от химизма солей находящихся в исходной воде водозаборного сооружения, сухой остаток соли можно использовать при кормлении скота, а так же в других бытовых и технологических нуждах.

Применение предлагаемых технологических схем позволит обеспечить доброкачественной питьевой водой чабанские бригады на летних отгонных пастбищах и утилизировать получаемые при опреснении рассолы не допуская загрязнения окружающей среды.

Количество водопойных пунктов обслуживаемых установкой зависит от состояния дорог, расстояниями между водопойными пунктами (время перед-вижения), и время работы для получения питьевой воды (производительное время), которое зависит от величины минерализации исходной воды и объема требуемого для каждого пункта. Для обслуживания нескольких водопойных пунктов одной опреснительной установкой, включающей в себя

технологические элементы утилизации рассолов на основе мобильных испарительных площадок разработана схема компоновки оборудования на тракторном прицепе грузоподъемностью до 3 тонн.

Разрабатываемая установка может использоваться и при организации массового перегона животных по скотопрогонным трассам на сезонные летние отгонные пастбища, также как пески Мойынкум, Бетпак-Дала, Сары-Арка и в других аридных зонах страны.

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса по научно-технической программе «Технологии и технические средства орошения при вводе новых земель орошения, реконструкции и модернизации существующих оросительных систем» (ИРН BR06249255).

Литература

1. Асанов К.А., Елешев Р.Е., Алимаев И.И. Экология и пастбища. Алматы: «Гылым», 2001.- 468 с.
2. Хусаинов А.Т. Экологические проблемы природных кормовых угодий Казахстана как глобальной экосистемы биосферы // Вестник Тамбовского государственного университета. – 2013. – т.18, вып.2 – С.547-551
3. «Способ обратноосмотического обессоливания минерализованной воды» (прототип), (А.А. Аскерния, А.М. Губанов, Ф.Н. Карелин, А.Г. Первов и А.К. Чернышов. Авторское свидетельство СССР №1526730, БИ №45 от 07.12.89),
4. Журба М.Г. Подготовка воды для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2004 г., №2;
5. Шевченко М.А., Таран П.Н., Гончарук В.В. Очистка природных и сточных вод от пестицидов // Ленинград, «Химия», 1989 г;
6. Приймак А.И. Мембранные установки для получения качественной питьевой воды // Водные ресурсы Центральной Азии. Алматы, 2002 г.

ӘОЖ 551.583:504.3

КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Джоланов Е.Е., қызмет көрсету саласындағы магистр,
М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ. Қазақстан

Жер шарының барлық аудандарында метеорологиялық бақылау материалдарын зерттеу нәтижесінде климаттың белгілі бір өзгерістерге ұшырайтындығы анықталды. ХІХ ғасырдың соңында басталған жылыну әсіресе ХХ ғасырдың 20-30 жылдарында күшейе түсті, бірақ содан кейін баяу салқындату басталды, ол 60-шы жылдары тоқтады. Геологтардың жер қыртысының шөгінді шөгінділерін зерттеуі өткен дәуірлерде климаттың өзгеруі әлдеқайда көп болғанын көрсетті. Бұл өзгерістер табиғи процестерге байланысты болғандықтан, оларды табиғи деп атайды [1].

Сонымен қатар, табиғи факторлар жаһандық климаттық жағдайлар көрсетеді күннен күнге күшейіп келе жатқан ықпалы, адамның шаруашылық іс-әрекеттері. Бұл әсер мыңдаған жылдар бұрын, құрғақ жерлерде егіншіліктің дамуына байланысты жасанды суару кеңінен қолданыла бастаған кезде пайда бола бастады. Орман аймағында егіншіліктің таралуы климаттың өзгеруіне әкелді, өйткені ол үлкен жерлерде орманды кесуді қажет етті. Алайда, климаттың өзгеруі негізінен маңызды экономикалық шаралар жүргізілген аудандардағы ауаның төменгі қабатындағы метеорологиялық жағдайлардың өзгеруімен шектелді.

ХХ ғасырдың екінші жартысында өнеркәсіптің қарқынды дамуы мен энергия қуатының өсуіне байланысты бүкіл планетада климаттың өзгеру перспективалары пайда

болды. Қазіргі ғылыми зерттеулер антропогендік қызметтің жаһандық климатқа әсері бірнеше факторлардың әсерімен байланысты екенін анықтады, олардың ең маңыздысы:

- атмосфералық көмірқышқыл газының, сондай-ақ шаруашылық қызмет барысында атмосфераға түсетін кейбір басқа да газдар мөлшерінің ұлғаюы, бұл ондағы парниктік әсерді күшейтеді;

- массасының ұлғаюы

- атмосфералық аэрозольдер;

- шаруашылық қызмет барысында атмосфераға түсетін жылу энергиясы мөлшерінің өсуі.

Климаттың антропогендік өзгеруінің осы себептерінің біріншісі үлкен маңызға ие. Атмосферадағы көмірқышқыл газы концентрациясының өсуі көмірді, мұнайды және басқа да отынды жағу нәтижесінде азот оксиді түзілуімен анықталады. Көмірқышқыл газынан басқа атмосфераның парниктік әсеріне басқа газдардың қоспаларының - метан, азот оксиді, озон, хлорофтор көмірсутектерінің көбеюі әсер етуі мүмкін.

Атмосфералық ауадағы аз қоспаларды құрайтын газдардан айырмашылығы, атмосфераға көмірқышқыл газының түсуі соншалықты үлкен, сондықтан алдағы онжылдықтарда бұл процесті тоқтату техникалық мүмкін емес болып көрінеді. Сонымен қатар, дамушы әлемде энергияны тұтыну көлемі тез өсуде.

Атмосферадағы көмір қышқыл газы мөлшерінің біртіндеп өсуі жердің климатына айтарлықтай әсер етіп, оны жылыну бағытына өзгертеді. XX ғасырда байқалған ауа температурасының жоғарылауына жалпы тенденция артып келеді, бұл ауаның орташа температурасының 0,5 °C жоғарылауына әкелді.

БҰҰ болжамдарына сәйкес, XXI ғасырда орташа температура одан да жоғарылайды - 1,2-3,5° C, бұл мұздықтар мен полярлық мұздардың еруіне, мұхиттардың деңгейін көтеруге, жағалаудағы аудандардың жүздеген миллион тұрғындарына қауіп төндіреді және кейбір аралдарды толығымен су басады, басқа да жағымсыз процестердің дамуына, ең алдымен жердің шөлейттенуіне әкеледі.

Жылыну үрдісі күшейген сайын ауа - райы құбылмалы болады, ал климаттық табиғи апаттар жойқын болады. Табиғи апаттардың әлемдік экономикаға тигізетін зияны артып келеді. Тек бір 1998 жылы ол өткен ғасырдың 80-ші жылдарында табиғи апаттардан болған залалдан асып түсті, ондаған мың адам қайтыс болды және 25 миллионға жуық "экологиялық босқындар" үйлерін тастап кетуге мәжбүр болды [2].

Атмосфераны қорғау мәселесі жер климатының өзгеру проблемасымен тығыз байланысты. Әлемдік қоғамдастықтың оны шешудегі алғашқы қадамдарының бірі бірқатар ауқымды халықаралық келісімдер жасасу болды. Жаһандық жылыну қаупін азайту үшін ең алдымен көміртегі диоксиді шығарындыларын азайту қажет.

Бұл шығарындылардың көпшілігі әлемдік энергияның 75%-дан астамын қамтамасыз ететін қазбалы отынды жағу нәтижесінде пайда болады. Ғаламшардағы автомобильдер санының тез артуы одан әрі шығарындылар көлемінің қаупін арттырады. Атмосферада CO₂-нің қауіпсіз деңгейде тұрақтануы жаһандық жылынууды тудыратын "парниктік газдар" шығарындыларының жалпы төмендеуімен (шамамен 60% - ға) мүмкін. Бұл энергияны үнемдейтін технологияларды одан әрі дамытуға, жаңартылатын энергия көздерін кеңінен пайдалануға көмектеседі.

Жердің озон қабатының бұзылуы. Озонның негізгі мөлшері атмосфераның жоғарғы қабатында - стратосферада, 10-дан 45 км-ге дейін биіктікте пайда болады. Осы сәулеленуді сіңіру арқылы озон атмосфераның жоғарғы қабаттарында температураның таралуына айтарлықтай әсер етеді, бұл өз кезегінде климатқа әсер етеді [3].

Озонның жалпы мөлшері және оның атмосферада таралуы оның қалыптасуын, жойылуын және берілуін анықтайтын фотохимиялық және физикалық процестердің күрделі және толық зерттелмеген динамикалық тепе-теңдігінің нәтижесі болып табылады. XX ғасырдың 70-ші жылдарынан бастап стратосфералық озон мөлшерінің жаһандық төмендеуі байқалды. Қыркүйек - қазан айларында Антарктиканың кейбір аудандарында озонның

жалпы мөлшері 60% - ға төмендейді, екі жарты шардың орта ендіктерінде онжылдықта 4-5% төмендейді. Планетаның озон қабатының сарқылуы экваторлық аймақта планктонның қайтыс болуына, Өсімдіктердің өсуіне, көздің және қатерлі ісік ауруларының күрт өсуіне, сондай-ақ адамдар мен жануарлардың иммундық жүйесінің әлсіреуіне, атмосфераның тотығу қабілетінің жоғарылауына, металдардың коррозиясына және т. б. байланысты мұхит биогенезінің бұзылуына әкеледі.

Озон қабатының күшеюіне байланысты әлемдік қауымдастық оны қорғаудың күрделі міндетін алды. 1985 жылы Венадағы озон қабатын қорғау жөніндегі конференцияда Жердің озон қабатын қорғау туралы көпжақты Конвенция қабылданды. Вена конвенциясы аясында стратосфералық озонды қорғау жөніндегі саяси және экономикалық шараларды жүзеге асыру үшін озон қабатын бұзатын заттар туралы Монреаль хаттамасы (1987) жасалып, қабылданды. Хаттама озонды бұзатын заттарды өндіру мен тұтынуды кезең-кезеңімен төмендету тізбесін, тәртібі мен нормаларын айқындайды.

Хаттамаға сәйкес озон қабатына ең көп зиян келтіретін заттарды өндіру 1996 жылы дамыған елдерде тоқтатылды, ал дамушы елдерде 2010 жылға қарай олардың тоқтатылуы болжануда. Егер Хаттамаға қол қойылмаса, озон қабатын бұзатын заттардың деңгейі қазіргіден бес есе жоғары болар еді.

Жер экологиясының тағы бір проблемасы - тұщы су қорларының сарқылуы және мұхит суларының ластануы. 1900 жылдан 1995 жылға дейінгі кезеңде әлемде тұщы суды тұтыну алты есе өсті, бұл халықтың өсу қарқынынан екі есе көп. Қазірдің өзінде әлем халқының үштен бірі тұтынылатын су көлемі қолда бар қорлардың жалпы көлемінен 10% - ға артық елдерде тұрады. Егер қазіргі тенденциялар жалғасатын болса, онда 2025 жылға қарай тапшылық жағдайында жердің үш тұрғынының әрқайсысы өмір сүреді.

Адамзатты тұщы сумен қамтамасыз етудің негізгі көзі жалпы белсенді жаңартылатын жер үсті сулары болып табылады, олар жылына шамамен 39 000 км³ құрайды. 70-ші жылдардың өзінде тұщы судың жыл сайынғы жаңартылатын орасан зор ресурстары жер шарының бір тұрғынына орта есеппен 11000 м³ қамтамасыз етті, 80-ші жылдары жан басына шаққанда су ресурстарымен қамтамасыз ету жылына 8700 м³ дейін, ал XX ғасырдың соңына қарай жылына 6500 м³ дейін төмендеді. 2050 жылға қарай Жер халқы санының өсу болжамын ескере отырып (9 млрд. адамға дейін) сумен қамтамасыз ету жылына тағы 4300 м³ дейін төмендейді. Адамзат XX ғасырдың аяғында тұщы сумен қамтамасыз етудің күрт төмендеуі (шамамен 2 есе) алаңдатады [4].

Сонымен бірге, берілген орташа деректер тым жалпыланған екенін ескеру қажет. Жер шарындағы халық пен су ресурстарының біркелкі бөлінбеуі кейбір елдерде халықтың тұщы су ресурстарымен жыл сайынғы қамтамасыз етілуі жылына 1000 - 2000 м³ дейін (Оңтүстік Африка елдері) төмендейді немесе жылына 100000 м³ дейін (Жаңа Зеландия) артады. Аляска, Гвиана сияқты мол су және халқы аз аудандарда жан басына шаққандағы су ресурстары тіпті 2 миллион м³-ден асады. Кейбір елдерде суы аз жылдары тұщы су ресурстары 3-4 есе азайған кезде өзен ағындарының ауытқуы да әсер етеді; Солтүстік және Шығыс Африканың кейбір аудандарында бірнеше жыл бойы жаңбыр болмайды, өзендер кебеді.

Жер асты сулары жер тұрғындарының үштен бірінің қажеттіліктерін қамтамасыз етеді. Адамзаттың ерекше алаңдаушылығы-оларды ұтымсыз пайдалану және пайдалану әдістері. Жер шарының көптеген аймақтарында жер асты суларын өндіру табиғаттың оларды қалпына келтіру қабілетінен едәуір асатын көлемде жүзеге асырылады. Бұл Араб түбегінде, Үндістанда, Қытайда, Мексикада, ТМД елдерінде және АҚШ-та кең таралған. Жер асты сулары деңгейінің жылына 1-3 м төмендеуі байқалады.

Әлемнің кейбір аймақтарында мемлекеттер арасында суару және электр энергиясын өндіру үшін су ресурстары үшін қызу бәсекелестік жүріп жатыр, бұл халық санының өсуімен одан да күшейе түседі. Бүгінгі таңда Таяу Шығыс пен Солтүстік Африка судың жетіспеушілігінен қатты зардап шегеді, бірақ XXI ғасырдың ортасына қарай Сахараның сахарасындағы Африка елдері оларға қосылады, өйткені осы уақыт ішінде олардың халқы екі немесе тіпті үш есе артады.

Су ресурстарының санын қорғау ұлттық және жергілікті деңгейлерде су пайдалану стратегиясын әзірлеумен тікелей байланысты. Бірінші жоспарға ауыл шаруашылығы өнеркәсіп өнімінің бірлігіне судың жұмсалудың барынша азайту міндеті қойылып отыр. БҰҰ ауыл шаруашылығында «көгілдір революцияны» өткізу қажеттілігін көреді, оның мақсаты су шаруашылығын тиімді басқара отырып, тұтынылатын су ресурстарының бірлігіне ауылшаруашылық өндірісінің кірістілігін арттыру болып табылады.

Су ресурстарының сапасын қорғау әлдеқайда жан-жақты және күрделі міндет болып табылады. Суды экономикалық мақсатта пайдалану да су айналымының бір бөлігі болып табылады. Бірақ циклдің антропогендік буыны табиғи байланыстан айтарлықтай ерекшеленеді, өйткені булану процесінде адам қолданған судың бір бөлігі ғана атмосфераға оралады. Оның басқа бөлігі, әсіресе қалалар мен өнеркәсіптік кәсіпорындарды сумен жабдықтау кезінде, өндіріс қалдықтарымен ластанған ағынды сулар түрінде өзендер мен су қоймаларына қайта жіберіледі.

Бұл процесс мыңдаған жылдар бойы жалғасып келеді. Қала халқының өсуімен, өнеркәсіптің дамуымен, ауыл шаруашылығында минералды тыңайтқыштар мен зиянды химиялық заттарды қолданумен жер үсті тұщы суларының ластануы жаһандық деңгейге көтеріле бастады.

1 млрд.-тан астам адамның қауіпсіз ауыз суға қол жеткізе алмауы, ал жер шары халқының жартысы тиісті санитарлық-гигиеналық қызметтерге қол жеткізе алмауы неғұрлым күрделі және өзекті проблема болып табылады. Көптеген дамушы елдерде ірі қалалар арқылы ағатын өзендер ағынды сулар болып табылады және бұл халықтың денсаулығына қауіп төндіреді [5].

Есептеулерге сәйкес, дамушы елдердегі барлық аурулардың 80%-ының себептері қауіпсіз судың болмауы және санитарлық-гигиеналық жағдайлардың нашарлығы болып табылады. Жыл сайын осыған байланысты 5 миллионнан астам адам қайтыс болады, зардап шеккендердің жартысынан көбі балалар. Халықты қауіпсіз сумен және тиісті санитарлық-гигиеналық жағдайлармен қамтамасыз ету сияқты дамушы елдердегі сырқаттанушылықты азайтуға және адамдардың өмірін сақтап қалуға ештеңе көп үлес қоспайды.

Су ресурстары саласындағы қазіргі және болашақтағы дағдарыстардың ауқымы мен себептерін адамдардың санасына жеткізу қажет. Осыған байланысты 2000 жылғы наурызда өткен су ресурстары жөніндегі халықаралық форум су ресурстары мен санитариялық-гигиеналық жағдайларға қатысты бірқатар нақты қол жеткізуге болатын мақсаттарды айқындады.

Дүниежүзілік мұхит, жер планетасының ең үлкен экологиялық жүйесі, төрт мұхиттың-Атлант, Үнді, Тынық мұхиты, Арктиканың-барлық өзара байланысты теңіздердің акваториясы. Теңіз суы бүкіл гидросфера көлемінің 95% құрайды. Су айналымындағы маңызды буын бола отырып, ол мұздықтар, өзендер мен көлдердің қоректенуін, сол арқылы өсімдіктер мен жануарлардың тіршілігін қамтамасыз етеді. Әлемдік мұхит біздің планетамызда қажетті өмір сүру жағдайларын құруда үлкен рөл атқарады, оның фитопланктоны тірі заттар тұтынатын оттегінің жалпы көлемінің 50-70% қамтамасыз етеді.

Мұхит ресурстарын пайдаланудағы түбегейлі өзгерістер ғылыми-техникалық революция әкелді. Ол ғылыми зерттеулердің тереңдігі мен ауқымын ерекше кеңейтті, мұхитты жан-жақты зерттеуге жол ашты, теңіз технологиясын дамытудың жаңа бағыттарын анықтады және қамтамасыз етті. Сонымен қатар, көптеген жағымсыз процестер NTR-мен байланысты, олардың арасында мұхит суларының ластануы бар. Мұхиттың мұнаймен, химиялық заттармен, органикалық қалдықтармен, радиоактивті өндірістердің көмілуімен және т. б. ластануы апатты түрде артып келеді. Жеке бағалаулар бойынша, мұхиттар ластанушы заттардың негізгі бөлігін сіңіреді.

Халықаралық қоғамдастық теңіз ортасын тиімді қорғау жолдарын белсенді іздестіруде; қазіргі уақытта 100-ден астам конвенциялар, келісімдер, шарттар және басқа да құқықтық актілер бар. Халықаралық келісімдер мұхиттардың ластануын болдырмайтын әртүрлі аспектілерді реттейді, соның ішінде:

- қалыпты пайдалану процесінде пайда болатын ластаушы заттардың төгінділеріне белгілі бір шарттармен тыйым салу немесе шектеу (1954);
- теңіз ортасын кемелерден, сондай-ақ ішінара стационарлық және жүзбелі платформалардан пайдалану қалдықтарымен әдейі ластауды болдырмау (1973);
- қалдықтар мен басқа да материалдарды көмуге тыйым салу немесе шектеу (1972);
- ластануды болдырмау немесе апаттар мен апаттар салдарынан оның салдарын азайту (1969, 1978).

Дүниежүзілік мұхиттың жаңа халықаралық-құқықтық режимін қалыптастыруда қазіргі ғылыми-техникалық революция жағдайында дүниежүзілік мұхитты қорғау және пайдалану мәселелерінің кешенін қамтитын теңіз құқығы жөніндегі БҰҰ Конвенциясы (1982 ж.) жетекші орын алады. Конвенция теңіз түбінің халықаралық аймағын және оның ресурстарын адамзаттың ортақ мұрасы деп жариялады.

Әдебиеттер

1. Дреер О.К., Лось В.А. Экология и устойчивое развитие. Екатеринбург, 1997.
2. Дювинью П., Танч М. Биосфера и место в ней человека. М., 1973.
3. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М., 1984.
4. Комов М.В. Экология, охрана природы и экологическая безопасность. М., 1997.
5. Колоссов О.С. Конференция ООН по окружающей среде и развитию//Изв. РАН Сер. геогр. М, 1992.

ӘӨЖ 628.166

ТАЗА АУЫЗ СУДЫ ДАЙЫНДАУДЫҢ ҚАЗІРГІ ЖҮЙЕСІ

Әбубәкір Ә., магистрант, **Зулпиекова С.Б.**, а/ш.ғ.м, **Ануарбеков К.К.**, PhD
ҚазҰАЗУ, Алматы, Қазақстан

Соңғы жылдары таза ауыз су тапшылығы барған сайын артып келеді. Егер бұрын бұл мәселені негізінен экологтар мен суды тазарту саласының мамандары талқыласа, бүгінде бұл барлық халықаралық ұйымдарда басты мәселелердің біріне айналып отыр. Тіпті халықты таза ауыз сумен қамтамасыз ету мақсатында құрылған мемлекеттік бағдарламалар жүзеге асырылуда. Атмосфераның ауқымды ластануы өзендер, көлдер, су қоймалары мен топырақты едәуір ластап отырғаны бәрімізге белгілі. Ластаушы заттар мен олардың түрлену өнімдері ерте ме, кеш пе атмосферадан жер бетіне түседі. Ауылшаруашылық алқаптарының көп бөлігі әртүрлі пестицидтер мен тыңайтқыштардың әсеріне ұшырап, қоқыс орындары көбейіп жатыр. Өнеркәсіптік кәсіпорындар төгінді суларын тікелей өзендерге ағызады.

Егістіктерден шыққан кәріз сулары да өзендер мен көлдерге құяды. Тұщы судың ең маңызды қоймасы болып саналатын жер асты сулары да ластанған. Тұщы су мен жердің ластануы қайтадан айнылып келгенде тамақ пен ауыз сумен адамдарға келеді.

Таза ауыз судың жетіспеушілігі бірқатар төмендегідей мәселелерден тұрады:

- ауыз су көздерінің ластануы;
- жұмыс істеп тұрған тазарту құрылыстарының тиімділігінің жеткіліксіздігі;
- тозған инженерлік желілер және т.б.

Сумен жабдықтау – ауыз суды және техникалық мақсаттағы суды бір жерден (әдетте су алу құрылымдары) екінші жерге – су пайдаланушыға (қалалық және өндірістік үй-жайлар) негізінен жерасты құбырлары немесе каналдар арқылы жеткізуге арналған тұтынушыларды үздіксіз сумен жабдықтау жүйесі; яғни соңында сүзгі жүйесі арқылы механикалық қоспалардан тазартылып арнайы резервуарларда немесе су мұнараларында белгілі бір биіктікте жиналады, сол жерден қалалық су құбырлары арқылы таратылады [1].

Сыртқы сумен жабдықтау желілерін мақсатына қарай бірнеше түрге бөлуге болады:

- ✚ ауыз суды дайындауға арналған шаруашылық-ауыз су шығыны;
- ✚ өртке қарсы су шығыны (немесе өрт сөндіруші);
- ✚ техникалық мақсаттағы суды дайындауға арналған өндірістік (немесе технологиялық): санитарлық мақсатта; агрегаттарды, механизмдерді, машиналарды салқындату; әртүрлі өндірістік мақсаттардағы су шығыны;
- ✚ ауылшаруашылық немесе өсімдіктерді суару, суару сумен жабдықтау жүйесі;
- ✚ кәсіпорындарда суды тұтынуды азайту (рационализациялау) үшін айналмалы сумен жабдықтау жүйесі;
- ✚ күрделі жөндеу шығындарын азайту мақсатында аралас сумен жабдықтау жүйесі, мысалы, шағын елді мекендер мен кәсіпорындардағы жиі өрт және тұрмыстық сумен жабдықтау жүйелерін біріктірілген жүйесі [4].

Суды тазарту – органикалық және минералды қоспалар мен микроорганизмдерді жою немесе оның құрамы мен қасиеттерін тұтынушылардың талаптарына сәйкестендіру үшін реагенттер қосу арқылы судың құрамын өзгерту процесі. Суды пайдалану мақсатына қарай суды тазарту ауыз су (соның ішінде коммуналдық) және өндірістік қажеттіліктерге арналған болып бөлінеді [5].

Су алу құрылымдары – бұл бірнеше негізгі инженерлік құрылыстардан тұратын су көздерінен су алуға арналған құрылымдар:

Су қабылдағыш құрылымның технологиялық сызбасы объект жұмысының принципіалды схемасы болып табылады, ол жүйеде судың қалай қозғалатынын, оның қалай тазартылатынын, апат кезінде жүйенің қалай жұмыс істейтінін көрсетеді [6].

Технологиялық схемалар тұтынушының су көлеміне, сапасына, автоматтандыру деңгейіне және басқа талаптарға деген қажеттіліктеріне байланысты. Негізінде технологиялық сұлбалар ұқсас болғанымен, екі бірдей ұқсасын табу қиын [2].

Су алу қондырғысын (су алу құрылымдары) пайдаланудың технологиялық схемасын әзірлеу тапсырыс беруші ұсынған немесе тапсырыс берушімен бірлесіп әзірленген техникалық тапсырма негізінде жүзеге асырылады.

Шағын елді мекендерді, жеке ғимараттарды, мектептерді, ауруханаларды, үйлерді, кәсіпорындарды, тіпті уақытша ауысымдық лагерьлерді қамтамасыз ету үшін ауыз суды дайындаудың ұжымдық жүйелерін пайдалану керек. Мұндай су тазарту жүйелерінің толық жиынтығы, ең алдымен, бастапқы судың құрамымен анықталады, бұл өз кезегінде су көзіне байланысты анықталады. Су көзі ретінде ашық жер үсті су объектілері, артезиан ұңғылары, тіпті теңіз суы да болуы мүмкін.

Артезиан суы, әдетте, темір мен қатты тұздарға және әртүрлі бейорганикалық және органикалық көрсеткіштерге бай. Осы аталған жағдайлардың әрқайсысы үшін арнайы әзірленген тазалау жүйесін қолдану қажет [3].

Қазіргі таңда осындай су тазарту жүйелерін (бұдан әрі - станция) пайдаланған дұрыс, себебі бұл бізге судағы осындай көрсеткіштерден асып кету мәселесін шешуге мүмкіндік береді, яғни:

- артық темір;
- күкіртті сутегі;
- марганец және жоғары лайлылық.

Бүгінгі таңда сумен қамтамасыз ету жүйесінде осындай станцияларды іске асыру заман талабы болып отыр.

Станцияның өзі сыртқы жағынан қарағанда 3x8 м контейнер. Басқару блоктарымен жабдықталған:

- бастапқы суды жинақтау қондырғысы;
- гипохлоритті мөлшерлеу қондырғысы;
- аэрация қондырғысы;
- автоматты кейінге қалдыру сүзгісі - 4 дана;
- тазартылған суды жинақтау және тарату қондырғысы;

- сорғы станцияларының тобы;
- бактерицидті ультракүлгін қондырғысы;
- автоматты жұмсарту сүзгісі.

Суды тазарту жүйесінің технологиялық процесі:

Торлы сүзгіден өтетін бастапқы су (кем дегенде 7,2 м³/сағат), гипохлоритті мөлшерлеу қондырғысы, аэрация қондырғысы көлемі 4,5 м³ Е1 сақтау резервуарына түседі. Е1 сақтау резервуарынан сульфидтерді жою, деманганациялау және жою үшін автоматты сүзгілер арқылы өтетін су Е2 резервуарына түседі. Е2 резервуарынан келетін су микробқа қарсы ультракүлгін қондырғыдан, автоматты жұмсартқыш сүзгілерден, қап сүзгісінен өтіп, су мұнарасына түседі. Сульфидтерді кейінге қалдыруға, деманганациялауға және жоюға арналған сүзгілерді регенерациялау кезінде оларды жууға арналған су да Е2 резервуарынан беріледі.

Сондай-ақ өндірушілер ұсынған қазіргі заманауи суды тазарту технологияларын пайдалану керек. Олар мынадай құрамдардан тұрады:

- ✓ микрофльтрация;
- ✓ ультрафльтрация;
- ✓ механикалық тазалау;
- ✓ кейінге қалдыру, деманганация;
- ✓ жұмсарту;
- ✓ тұзсыздандыру және газсыздандыру.

Сульфидтерді кейінге қалдыруға, деманганациялауға және жоюға арналған сүзгінің жұмысы сүзгі материалдарының мүмкіндігіне негізделген.

Темірсіздендіру, деманганация және сульфидтерді жою сүзгінің жұмысы Sorbent AS және Pirolox фильтрлеуші материалдарының еріген оттегінің темір және марганец қосылыстарымен әрекеттесу реакцияларында каталитикалық тотығуды орындау қабілетіне негізделген, нәтижесінде темір (III) гидроксид пен төрт валентті марганец гидроксиді түзіледі, олар ерімейтін қосылыстар болып табылады және судың кері ағынымен оңай жойылады. Күкіртсутек пен сульфидтер күкіртке дейін тотығады, олар келесі қабаттарда сақталып судың кері ағынымен жойылады.

0,5 атм-ден астам шөгінділердің жиналуына байланысты сүзу жүктемесінің кедергісінің жоғарылауымен (кіріс манометрімен басқару), оны қайта қалпына келтіру қажет. Регенерация тазартылған сумен жүзеге асырылады. Сондай-ақ регенерацияны жүргізудің көрсеткіші фильтратқа темір қосылыстарының, марганецтің, сульфидтердің немесе күкіртсутектердің бөлінуінің жоғарылауына байланысты болып табылады.

Пайдалану шарттары:

- желідегі жұмыс қысымы 1,5-6,0 атм.;
- қысымның өзгеру жылдамдығы 0,2 атм/сек. артық емес;
- су температурасы 5-35°C;
- мұнай өнімдерінің болмауы қажет.

Су жұмсартқыш сүзгінің жұмысы натрий иондары үшін кальций, магний, барий иондарының ион алмасу принципіне негізделген. Бастапқы су Na⁺ түрінде күшті қышқыл катион алмастырғышы бар корпусқа түседі. Катион алмастырғыш қабат арқылы су өткенде кальций, магний, барий иондары натрий иондарымен алмасады. Бұл катион алмастырғыш шайырдың қызмет ету мерзімінің соңына жеткенше жалғасады. Осыдан кейін катион алмастырғышты регенерациялау қажет. Ион алмасу циклі төрт кезеңге бөлінеді: жұмыс кезінде қанығу, кері жуу (қайтара шаю), регенерация және тікелей шаю.

Дуплексті жұмсарту сүзгісі екі бағанды қамтиды. Қаныққанда (жұмсарту кезінде) екі баған да жұмыс істейді. Ион алмастырғыш ресурс таусылған кезде бағандардың бірі регенерация режиміне ауысады, ал екіншісі жұмысын жалғастыра береді. Регенерация аяқталғаннан кейін бірінші баған іске қосылады да, екінші баған регенерацияға кіріседі.

Пайдалану шарттары:

- желідегі жұмыс қысымы 1,5–6,0 атм.;

- қысымның өзгеру жылдамдығы 0,3 атм/сек артық емес;
- су температурасы 5–35°C;
- мұнай өнімдерінің болмауы қажет.

Таза ауыз суды дайындауға арналған мұндай жүйелер технологиялық және конструкторлық зерттеудің жоғары деңгейімен, жоғары сапалы жабдықпен, жоғары сапалы өндеумен және жоғары сенімділікпен ерекшеленеді. Сондықтан халықты сапалы ауыз сумен қамтамасыз етуде осындай типтегі соңғы шыққан өндіруші компаниялардың техника мен технологияларын пайдаланған дұрыс.

Әдебиеттер

1. Улицкий В.М. Геотехническое сопровождение развития городов / В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин. – СПб.: Георекострукция, 2010. – 551 с.
2. Земцов В.А. Магнитные свойства высокоуглеродистых шунгитов // Геология и полезные ископаемые Карелии. – Вып. 6. – Петрозаводск, 2013.
3. Янин Е.П. Осадок водопроводных станций (состав, обработка, утилизация) // Экологическая экспертиза. – 2010. – № 5. – С. 3–45.
4. Шевцов М.Н. Совершенствование технологической схемы обработки осадков водопроводных станций / М.Н. Шевцов, М.О. Носенко // Вестник ТОГУ. – 2008. – №1. – С. 53-60.
5. Абрамова А.А. Зеленые технологии в очистке поверхностных и сточных вод объектов ЖКХ / А.А. Абрамова, В.Г. Исаков, А.М. Непогодин // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования: материалы VIII Междунар. конф.: в 2 т. Т. 1. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2019. – С. 460–465.
6. Environmental Protection Agency. Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. Washington, DC: Environmental Protection Agency, 2012.
7. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. Производственно-практическое издание. – М.: ДеЛи-принт, 2004. – 328 с

УДК 635.65.633.1:664.762.002

РОЛЬ ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ОТРАСЛИ

Улughхожаева У. А. Яхёхужаева А. М., магистрант,

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельскоко хозяйства,
г.Ташкент, Узбекистан

Охрана труда в современном мире имеет огромное значение в связи с интенсивным развитием производственной сферы и появлением новых видов деятельности. Соблюдение ее принципов позволяет решить целый ряд задач, среди которых: гарантированная защита сотрудников предприятия от вредных и опасных факторов, влияющих на их здоровье или здоровье их потомства; снижение расходов на обеспечение производственного процесса; исключение серьезных экономических убытков из-за потери рабочего времени; исключение претензий и финансовых санкций контролирующих органов, призванных следить за соблюдением требований трудового законодательства; повышение производительности и качества труда персонала. К сожалению, необходимо констатировать тот факт, что во времена «застойного периода» новейшей истории развития нашего государства на многих отечественных предприятиях охране труда уделялось недостаточно внимания. В советскую эпоху к этому вопросу относились достаточно формально. Во времена бурного и слабоуправляемого становления рыночных отношений, в период пресловутой «горбачевской перестройки» главной своей целью руководители предприятий считали достижение максимальной прибыли в короткие сроки, при этом грубо пренебрегали правилами соблюдения элементарных норм

техники безопасности или в лучшем случае отодвигали их далеко на задний план. Однако и в настоящее время многие руководители сохранили ранее усвоенные консервативные принципы управления предприятием, в которых охране труда отводилась второстепенная роль. Правда, в подавляющем большинстве нынешнее поколение управленцев понимает всю важность правильного подхода к организации охраны труда на предприятии, сделав своим лозунгом в работе слова «Охрана труда – залог успеха предприятия!». Так в чем же заключается роль охраны труда на предприятии?

Прежде всего, в том, что самой высокой ценностью всегда является человек, его жизнь и здоровье. Ни размер заработной платы, ни уровень рентабельности предприятия, ни ценность производимого продукта не могут служить основанием для пренебрежения правилами безопасности и оправданием существующих угроз жизни или здоровью работников. Кроме того, в данном случае речь также идет о ценности конкретного человека как сотрудника с присущими ему знаниями, навыками и опытом. Во-вторых, правильно организованная работа по обеспечению безопасности труда повышает дисциплинированность работников, что, в свою очередь, ведет к повышению производительности труда, снижению количества несчастных случаев, поломок оборудования и иных нештатных ситуаций, то есть повышает в конечном итоге эффективность производства. В-третьих, охрана труда подразумевает не только обеспечение безопасности работников во время исполнения ими служебных обязанностей. На самом деле сюда также относятся самые разные мероприятия: например, профилактика профессиональных заболеваний, организация полноценного отдыха и питания работников во время рабочих перерывов, обеспечение их необходимой спецодеждой и гигиеническими средствами и даже выполнение социальных льгот и гарантий. Правильный подход к организации охраны труда на предприятии, грамотное использование различных нематериальных способов стимулирования работников дают последним необходимое чувство надежности, стабильности и заинтересованности руководства в своих сотрудниках. Таким образом, благодаря налаженной охране труда снижается текучесть кадров, что тоже благотворно влияет на стабильность всего предприятия. Несомненно, есть и другие, менее заметные формы влияния охраны труда на эффективность работы предприятия. Однако даже названных трех причин достаточно для понимания особой важности поддержания охраны труда на должном уровне [3].

Охрана труда сегодня, как никогда, актуальна. Трудно представить себе успешное предприятие на рынке, руководство которого халатно относилось бы к вопросам охраны труда. Как известно, несчастные случаи на производстве выбивают из колеи, часто надолго парализуют работу предприятия, не только создавая нервную обстановку в коллективе, но и принося существенные финансовые потери. Опыт крупнейших мировых компаний показывает, что охрану труда высшие руководители считают одним из главных приоритетов. Так, из десятков показателей деятельности предприятия охрану труда и здоровья своих работников они ставят на второе место, сразу после квалификации и компетентности персонала. Вопросы охраны труда в США, например, играют довольно важную роль с давних времен. Правовой основой действующей государственной системы охраны труда в этой стране является закон о безопасности труда на производстве, принятый в 1970 г. Этим законом было учреждено федеральное агентство Управления безопасности труда на производстве, которое стало основным исполнительным органом, обеспечивающим выполнение законов на всей территории США. В каждом штате были приняты свои законы и созданы исполнительные органы в сфере безопасности труда [2].

Также немаловажную роль в повышении производительности труда и росте значимости вопросов охраны труда в коллективе играют психологические средства повышения безопасности труда, которые объединяют в себе факторы, определяющие психологический климат в производственном коллективе, обеспечение психологической совместимости его членов, профессионального подбора кадров, подготовки и обучения безопасным методам труда рабочих, расстановки и эффективного использования трудовых ресурсов, их взаимоотношения в процессе производства. Этические средства повышения безопасности труда отражают взаи-

моотношения между участниками трудового процесса, членами коллектива. Характер и проявление таких отношений – важнейшие аспекты охраны труда. Взаимоотношения работников в процессе труда могут быть соответствующие, не соответствующие, а иногда и противоречащие принципам организации производства. Формирование в трудовом коллективе правильных межличностных отношений на основе правил внутреннего трудового распорядка, правил, норм и инструкций по охране труда является одной из основных обязанностей инженерно-технических работников – руководителей коллективов. Умение руководителя грамотно и правильно строить отношения в подчиненном коллективе – это своего рода искусство, от которого в конечном итоге будет значительно зависеть и результат деятельности всего предприятия, его авторитет на рынке и, естественно, конкурентоспособность. При этом особая роль в этой деятельности должна отводиться организации работы по обеспечению безопасных условий труда для сотрудников предприятия, то есть охране труда [3].

Рост значимости безопасности жизни и здоровья трудящихся на предприятии приведет к развитию следующих процессов на предприятии: комфортные и безопасные условия труда как один из основных факторов, влияющих на производительность и безопасность труда, здоровье работников; эффективность мероприятий по улучшению условий и повышению безопасности труда, что является экономическим выражением социального значения охраны труда, как источник финансирования охраны труда и повышения эффективности производства является важнейшим элементом конкурентоспособности предприятия; социальное значение охраны труда заключается в содействии росту эффективности общественного производства путем непрерывного совершенствования и улучшения условий труда, повышения его безопасности, снижения производственного травматизма и заболеваемости; рост производительности труда в результате увеличения фонда рабочего времени за счет сокращения внутрисменных простоев путем предупреждения преждевременного утомления, снижения числа микротравм, уменьшения целодневных потерь рабочего времени по причинам временной нетрудоспособности из-за травматизма, профессиональной и общей заболеваемости.

Изучение и выявление возможных причин производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров и разработка мероприятий и требований, направленных на устранение этих причин, позволяют создать безопасные и благоприятные условия для труда человека. Социальное значение охраны труда проявляется во влиянии трех основных показателей, характеризующих уровень развития общественного производства: сохранение трудовых ресурсов и повышение профессиональной активности работающих за счет улучшения состояния здоровья, увеличения средней продолжительности жизни, что сопровождается увеличением трудового стажа; повышение профессионального уровня вследствие роста квалификации и мастерства в связи с увеличением трудового стажа; возможность использования остаточной трудовой активности, опыта и профессиональных знаний пенсионеров на доступных для них работах.

Литература

1. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. / под ред. О. Н. Русака. – СПб.: Изд-во «Лань», 2000. – 448 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие. Ч 2 / под ред. Е. А. Резчикова и д-ра техн. наук В. Б. Носова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: МГИУ, 1999. – 248 с.
3. Брусенцов С. Г. Роль охраны труда на производстве // Концепт. – 2015. – № 12 1-6 стр.

SAFETY TECHNIQUE IN THE OPERATION OF HYDROMELIORATION MACHINES

Norkuziyeva N. S. Khikmatov M.F., Fayzullayev N.E. master's degree
Tashkent institute of irrigation and hydromelioration mechanization engineers.
Tashkent, Uzbekistan

The use of modern models of hydromelioration machinery ensures the fulfillment of the requirements of the intensive technology of mechanized work, increasing productivity and improving and complicating the design of machines, which, in turn, requires highly skilled machinists, while the importance of professional initiative, independence and responsibility of the driver and his manager increases.

In order to fully realize the technical capabilities of hydromelioration machines, the driver must be well aware of their design and structure, be able to efficiently control the machine, while observing the safety rules of labor.

The high rates of mechanization and automation of hydromelioration work not only improve working conditions, often reducing it to controlling machines, but also ensure safer execution of all works, including operation and maintenance of machines. At the same time, the work of hydromelioration machines in conditions of full saturation of construction objects with them represents a known danger.

Personnel servicing hydromelioration machinery must know the main provisions of the instructions for their use and maintenance, including [1]:

- the purpose of the machine and its scope;
- a brief description of the machine with general views of its main components; kinematic scheme of the machine;
- diagrams of control systems of the machine, its nodes and mechanisms;
- a table of lubrication of the machine with an indication of the places of lubrication, the types of lubricants and the ways of their feeding to rubbing places, the frequency of lubrication, the replacement of some lubricants with others;
- basic information on the adjustment and adjustment of the working bodies and the most important components and mechanisms, their drawings or diagrams, a brief description of the sequence of adjustment and adjustment, the frequency of execution;
- information on the procedure for mounting and dismounting units and mechanisms of the machine with indication of their mass;
- instructions for operation and maintenance of the machine and its engines;
- data on limit loads and speeds;
- the basic requirements of safety when working on the machine and its maintenance: specification of ropes, chains, belts, bearings, brake years, linings, pads, seals and wear parts;
- basic information about fuels, oils, lubricants, coolants and other fluids used for this machine, rules for handling them.

For lifting machines and machines working under pressure, it is necessary to know the rules and requirements of the inspection of "Davtechnazorat" of the Republic of Uzbekistan.

According to the general safety requirements for the management of hydromelioration machines, including the basic ones (tractors, tractors, etc.), on which the mounted and trailed equipment is mounted, persons who have received appropriate training and have a certificate of the right to work on these machines and the right to maintain them can be allowed. The persons working on the machines are provided with instructions containing safety requirements and basic rules for controlling machinery and equipment, instructions on speed limits and loads, as well as an alarm system [2].

Before starting work, each machine must be carefully inspected, checked, and the detected

faults must be eliminated. Release to work of faulty machines and work on them is strictly prohibited. It is also forbidden to direct to the operation of the machine with defective brakes of the traveling wheels or tracks, as well as with faulty parking and other braking devices.

Machines that may be dangerous to others must be equipped with sound and light alarms. During the operation of the machine, before each start, stop, and also by changing the speed of movement, the driver is obliged to give a signal warning about this to the operators on the trailer machine. To work in the dark, cars must be equipped with a sufficient number of internal and external lighting devices. Do not allow any work in the dark without the inclusion of external lighting devices.

Cabs and control platforms, as well as all levers, handles and pedals must be clean and dry. Depending on the purpose of the levers and pedals, intended to turn on and off the individual mechanisms of the machines, the on-off efforts should not exceed the values specified earlier.

The driver must work in a special suit, mittens and glasses.

During operation, the driver has no right to leave the car or equipment with a running engine. He is obliged to ensure that during operation no stranger is on the machine, and even more so between the base tractor or the tractor and the towed equipment.

Moving through artificial structures is allowed only after checking their condition, and the weight of the machine or equipment itself and the base tractor or tractor should be taken into account.

Each car is completed with a first-aid kit with the necessary set of medicines for first aid to the injured. The driver for the availability of a first aid kit and a set of medicines is the driver.

General provisions and safety regulations for the operation of construction machines are reduced to the following [3]:

- only persons who have been trained, passed the exam and received the appropriate certificate for the right to operate this machine are allowed to operate the machines and equipment. machinists, painters, plasterers, maintenance machines and tools should have safety instructions.

- All machines with electric drive, power tools, electric spray guns must be reliably grounded.

- elimination of detected faults in electrical equipment, electrical circuits should be carried out only by the duty electrician.

- when working in particularly dangerous conditions, regardless of the voltage of the tool, workers must be given a set of dielectric protective equipment.

- during breaks in work, including for lunch, as well as for inspection and repair of tools and machines, they must be disconnected from the power supply network.

- all moving parts of machines and mechanisms, to which there is free access, must be securely fenced. It is prohibited to work with fences that are faulty or removed from machines and mechanisms [4].

- regulation, lubrication and cleaning of machines and tools during their work are prohibited and allowed only after they are completely stopped. at the same time the possibility of spontaneous inclusion of parts and mechanisms of the machine should be excluded.

- during the operation of machines, installations (mortar pumps, hydraulic excavators, pneumatic installations) in which fluid, air and materials move under pressure, the pressure in the systems must not exceed the allowable values.

- in case of formation of traffic jams in pipelines, mortar pump or concrete pump, the work should be immediately stopped. removal of plugs should be carried out only after complete removal of pressure in the system, being guided by the instructions of the operating manual.

- It is forbidden to work on machines without sound or light signaling.

- at the beginning of the shift and when the shift is handed over, workers driving the machine or mechanized tools should carefully check the main components, parts, parts and mechanisms. All found faults need to be corrected on their own or with the help of special workers (mechanics, electricians, etc.). Working on faulty machines is strictly prohibited [5].

- warning signs, signs, posters should be posted on the machine or in the area of its work.

- control panels, workstations at the machines and the front of the work must have illumination not lower than the illumination provided by the standards.
- workers who operate the machine do not have the right to transfer it to work for another person without special permission from the administration of the construction site.
- during a break or cessation of work of machines and tools, they must be left in a position in which the possibility of their use by unauthorized persons is excluded.
- in case of sudden illness, malaise, getting even a small injury, you must immediately stop working, stop the car and inform the administration of the construction site about it. for first aid should contact the medical center, use a first aid kit.
- spare tools and accessories stored on the machine should always be in complete set and in good condition, and the workplace clean, free, ensuring the normal position of the driver behind the console or on the machine.

Making a conclusion, it is possible to say the following, applying the above-written safety guidelines, it is possible to prevent not only accidents, but also saving money, increasing the ability to work.

References

1. Beletsky, B. F. Technology and mechanization of construction production: a textbook 4th ed., Sr. - SPb: Lan, 2011. - 752 p.
2. Khojiev A.A., Murtazaeva G.R. Safety in the operation of road-building machines. G. "Muhafaza +" 2018. 01 (157) 30 pp.
3. Kruglik, V.M. Technology maintenance and operation of vehicles: Textbook / V.M. Kruglik, N.G.Sychev. - M.: SIC INFRA-M, New. knowledge, 2013. - 260 p.
4. Galyanov I.V., Shkrabak B.C. Optimization of machines for safety // Ways to reduce injuries in the hydromelioration production of Russia: Sat. scientific tr. SPb.: SPbGAU, 1996. - p. 4-7.
5. Kernozhytsky V.A. et al. Methods for assessing the safety of ergatic systems during their creation and operation. Vestnik Mashinostroeniya. 1983. -№10 - p. 67-70.

ӘОЖ 628.339

ОРАЛ ҚАЛАСЫНЫҢ ТӨГІНДІ СУЛАРЫН ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Набиоллина М.С. ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты,
Акимова И.Н. магистрант
 Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

Қазақстандағы қалалар мен жақсы жабдықталған елді мекендердің өсуі, қоршаған табиғи ортаның ластану қатерін тудыра отырып, төгінді сулардың орасан зор мөлшерлерінің пайда болуына алып келді. Төгінді суларды ашық су тоғандарына ішінара ағыза отырып, оларды қалалар мен елді мекендердің маңындағы тоғандарда, фильтрация алаңдарында жинақтау оларды пайдаға асыру мәселесін шешіп тастамайды.

Экологиялық және ауыл шаруашылық тұрғысынан алғанымызда ең көп қызығушылықты осылардың көлемі үздіксіз өсіп отырған қаланың төгінді сулары тудырып отыр.

Бүгінгі таңда республика қалаларының төгінді суларын орналастыруда күрделі жағдай қалыптасып отыр. Жуырдағы 15-20 жылда, төгінді сулардың көлемі 1,5-2,0 есе артқан кезде, тазартудың индустриалды тәсілдері тіптен тазартылған төгінді сулармен бірге ағызылатын қалдық ластанулардың үлкен көлеміне орай, төгінді сулардың қорғалуын қамтамасыз ете алмайтын болады [1].

Төгінді суларды тазарту – тұрмыстық және өндірістік төгінді сулардың құрамындағы ластаушы заттарды жою жөніндегі іс-шаралар кешені болып табылады. Орал қаласының төгінді суларды тазарту құрылғысы Саратов -Атырау жол торабынан 4,5 шақырым жерде орналасқан. Оның жобасын «КазВодоканалпроект» Мемлекеттік жоба институты әзірлеген және 1987 жылдан бастап пайдалануға берілген. Тазарту қондырғысының өнімділігі тәулігіне 50 000 м³ құрайды. Қазірде механикалық тазартуға түсетін ағынды судың нақты шығыны тәулігіне 27277 м³. Жобалық шешімдеріне байланысты 2030 жылға төгінді су көлемі тәулігіне орташа есеппен $Q_{\text{орт.тәу.}} - 67561,5 \text{ м}^3$ құрайды, сондықтан қолданыстағы канализациялық тазарту құрылғысының (КТҚ) алаңында өнімділігі тәулігіне 18 000 м³ болатын жаңа кәріздік тазарту құрылыстарын қосымша салу қажет.

Қаланың төгінді суларының ластаушы заттары болып қалқымалы заттар, хлоридтер, фосфаттар, сульфаттар, экстракциялаушы заттар, фосфор, хром, азот тобы табылады.

Орал қаласындағы төгінді суларды тазарту технологиясы төмендегідей сатылардан өтеді: механикалық, биологиялық, физикалық және химиялық. Төгінді суларды тазарту процесінде бейтараптандыруға, дезинфекцияға, сусыздандыруға және кептіруге жататын шөгінділер пайда болады. «Су кодексі» [2] шарттарына сәйкес патогенді микроорганизмдерді жою үшін жоғары дәрежеде өңделіп, су қоймасына жіберіледі [3].

КТҚ механикалық тазартуға арналған құрылымдары:

Қабылдау камерасы мен торлар блогы – ағынды сулармен келетін ірі дисперсиялы қоспаларды ұсақтауға арналған; Газдалған құм ұстағыштар, ені 3м. - құмды ұстау үшін; Бастапқы радиалды тұндырғыштар – қалқымалы заттарды азайту үшін; Тарату цистернасы – тазартылған ағынды суларды табиғи тазартуға жіберуге дейін жинауға арналған, резервуардың көлемі $V = 21,0$ мың м³.

Шламды тазарту құрылыстары:

Шлам платформаларының өлшемдері – тұнбаны сусыздандыруға, кептіруге және сақтауға арналған. 0,8-1,0 м-ден шлам қабаты;

Көмекші құрылыстар:

Сорап станциясы – ағынды суларды №1 резервуарға айдау; Кәріздік сорап станциясы – дренажды суды айдау.

Биологиялық тазарту кешеніне кіретіндер: Аккумулятор – ағынды суларды қабылдағыш; Биотоғандар – табиғи тазалауға арналған.

Тазалаудың барлық технологиялық циклінен өткен ағынды сулар №2 қоймада жинақталады.

Тазарту құрылыстары - қалалық ағынды сулар КТҚ қабылдау камерасына түседі және ірі қалдықтарды ұстау үшін қолданылатын ұнтақтағыш-ұсатқыштар блогы арқылы өтеді. Жиналған қалдықтар торлы штангалардан тырмамен шығарылады. Тордан шығарылатын қалдықтардың нормасы ерімейтін қоспалар үшін 6 литрді құрайды, соның ішінде құм және басқа да түйіршікті заттарға арналған. Судың айналмалы қозғалысы бар тік құм ұстағыштары бар, қазірде олар жұмыс істемей тұр. Табиғатты қорғау іс-шараларының жоспарына сәйкес КТҚ қайта құру жұмыстары жүргізілуде. Құм ұстағыштар дөңгелек пішінді, төменгі жағында орналасқан бункері бар, онда барлық жиналған шөгінділер жиналуы керек. Құрылымның бір жағында жеткізу құбыры, екінші жағында - су төгетін құбыр бар.

Шламды құм ұстағыштардан шығару қолмен қамтамасыз етіледі. Ылғалдылығы 60% және көлемдік салмағы 1,5 т/м³ болатын ұсталған құмның жылдық мөлшері 1759 м³ аспауы керек. Максималды ағын кезінде төгінді сулардың ағу ұзақтығы-30 секундты, қозғалыс жылдамдығы 0,3 м³/с құрайды. Төгінді суларды механикалық тазартудың соңғы сатысы – бастапқы радиалды тұнбалардағы тұндыру процесі. Су орталық көтергіштің үстіңгі жағындағы саңылаулар арқылы кіреді және перифериялық шығыс құбырына радиалды түрде ағады. Судың жоғарғы қабаттарындағы ағынның айналымын азайту үшін қабылдау тарату камерасы келіп жатқан ағынды төмен қарай бағыттайды.

Баяу айналатын қырғыш құрылғы су бұру науасының алдында орналасқан арақабырғаалынған қоқыстардың судың бетіне қалқып шығуына жол бермейді. Бұл қалдықтар су бетінен қырғышпен жиналады, содан кейін арнайы бункер арқылы құрылымның сыртында орналасқан құдыққа шығарылады. Тұндырғыштарға түсетін тұнбаның құрғақ заттарының ылғалдылығы 93% тәуліктік мөлшері 115 м³/тәу құрайды. Төгінді суларды тұндыру ұзақтығы – 2 сағат, қалқымалы заттардың түсу жылдамдығы 0,5 мм/сек, суспензияның түсуінің жобалық тиімділігі-53% құрайды.

Бастапқы тұндырғыштардан тазартылған төгінді сулар №1 резервуарға төгінді суларды айдаудың әркелкілігін реттеу үшін көлемі 21600 м³ болатын 2- секциялық тарату резервуарына құйылады. Қалған қатты заттарды механикалық тазалаудың жобалық дәрежесі 53% құрайды.

Тұнба карталары. Тұнбалар құм ұстағыштар мен тұндырғыштардан плунжерлі сорғылармен шөгінділер платформаларына айдалады. Тұнба алаңдарының әрқайсысының пайдалы ауданы 0,7 га, көлемі 100x80м болатын кәрізі бар асфальтбетон негізіндегі 6 картадан тұрады. Картаға тұнба беру қалыңдығы 1 м қабатқа жеткенде, ылғал толығымен буланғанша тоқтатылады. Мұздату кезеңінің ұзақтығы-80 күн. Кәріз сулары тұнба алаңдарынан қабылдау ыдысына түседі. Тұнба алаңдарына реконструкция жұмыстары 2009 жылы жасалынды.

Сорап станциялары. Оларға кәріздік және тұрмыстық - нәжістік ағынды суларды айдайтын сорап станциясы, төгінді суларды №1 резервуарға айдайтын сорап станциясы кіреді. Сорап станциясы табиғи газбен жұмыс істейтін ҚДБ-535 типті қазандықпен жабдықталған, жану өнімдерін шығаратын түтін құбырының биіктігі 6 м, диаметрі 0,1 м.

Әкімшілік үй-жайлар – бақылау-өткізу пункті (БӨП). Канализациялық тазарту құрылғыларын өндірістік қызметін жалпы басқаруға арналған. Ол табиғи газбен жұмыс істейтін ҚДБ 735 қазандығымен жабдықталған, жану өнімдерін шығаратын түтін құбырының биіктігі 8,5 м, диаметрі 0,1 м.

Төгінді суларды табиғи биологиялық тазарту кешені.

Тоғандар №1-2. Биотоғандар №1,2,3,4,5. (1-кесте). Биотоғандар мен тоғандар жүйесі механикалық тазартылған төгінді суларды табиғи биологиялық тазарту үшін қолданылады, онда суспензиядағы органикалық заттар азот, фосфор және көмірқышқыл газын бөлу арқылы бактериялармен жойылады.

Бұл бейорганикалық заттарды күн сәулесінің энергиясының әсерінен балдырлар өздерінің өсуіне пайдаланады, осы кезде олар ерітіндіге оттегін шығарады. Ерітілген оттегі, өз кезегінде, симбиотикалық циклді аяқтайтын бактерияларға сінеді. Желдету арқылы деаэрациялау кезінде де суға оттегі енгізіледі.

1 кесте - Су жинағыш пен биотоғандардың параметрлері

Су көзінің аталуы	Ұзындығы, км	ені, мах. м,	Тереңдігі мах. м,	Су айдынының ▼ҚТД, га	Көлем, млн.м ³			Су деңгейінің белгісі		
					Толық көлем		Пайдаланбайтын көлем деңгейі	Қалыпты ▼ҚТД	Пайдаланбайтын көлем деңгейі	Үдемелі деңгей
					▼ҚТД	▼УТД				
Су қоймасы №1	4,0	1500	12,6	400,0	16,0	20,0	0,35	85,20	76,0	86,0
Су қоймасы №2	7,0	4500	8,0	645,0	43,5	43,5	1,835	47,90	45,0	51,0
Биотоған №1	1,5	350	6,50	44,3	0,855	1,0	-	70,0	-	70,5

1 кестенің жалғасы

Биотоған №2	1,6	600	5,47	68,33	1,169	1,590	-	63,75	-	64,25
Биотоған №3	0,88	580	4,34	45,00	0,720	0,948	-	60,75	-	61,25
Биотоған №4	7,96	600	5,51	85,00	0,900	1,175	-	57,0	-	57,5
Биотоған №5	1,08	800	3,69	46,50	0,840	1,130	-	53,5	-	54,0

Бикомплекстің жұмыс режимі мыналарды қамтиды: көктемгі су тасқынынан бастап, №1 су қоймасы түптік сужібергіштерінкүзгі кезеңге дейін жабу, оны толық босату (су қоймасындағы қалдық көлемі 0,350 млн. м³ құрауы тиіс) және барлық ағындарды биотоғандар арқылы өткізіледі. №2 су қоймасының қалдық көлемі 1 қарашаға дейін 22 млн м³ құрауы керек. Төгінді сулар шығыны 1,3 м³/с аспайтын сифондар арқылы шығарылады [4,5].

Күзгі қолайсыз температуралар басталғанда №1 су қоймасының сужібергіштері жабылады, биотоғандар кезекпен толық №2 су қоймасына босатылады және биотоғандардың түптік сужібергіштері келесі су тасқынына дейін ашық қалады. №1 су қоймасы күзгі-қысқы кезеңдерде қалалық төгінді сулармен толтырылады және келесі су тасқынынан кейін процесс қайта жалғасады.

№2 су қоймасынан нормативтік таза суды жинау желісі.

№ 2 су қоймасының толып кетуіне жол бермеу мақсатында «Орал қаласының ағынды суларын бұру құрылыстарын пайдалану қағидаларында» Лопатино көлтабаны бағытында қолданыстағы ағызу трассасы бойынша шартты таза суларды ағызу көзделген.

Әдебиеттер

1. О.Зубаиров. Төгінді сулар және оларды пайдалану. –Алматы, 2012.
2. Су кодексі.–Астана 2003.
3. А.П.Карманов, И.Н.Полина. Технология очистки сточных вод. Учебное пособие.–Сыктывкар, 2015.
4. Правил приема сточных вод в системы водоотведения населенных пунктов. Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 20 июля 2015 года № 546..
5. Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитной зоны производственных объектов от 20 марта 2015 года № 237.

UDC 581.5;631.82

LONG-TERM EFFECTS OF ARTIFICIAL FERTILIZER APPLICATIONS ON NATURAL GRASSLANDS WITHIN THE ASPECT OF ECOLOGICALLY SUSTAINABLE GRAZING SYSTEMS IN THE HIGHLANDS OF THE EASTERN TURKEY

Yalcin Bozkurt prof.dr., **Alina Vagapova** candidate of technical sciences
Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Turkey
Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan
Email: yalcinbozkurt@isparta.edu.tr

It was estimated that 28% of Turkey is covered by pastures and grasslands. The variety in grasslands is very high: from salty steppe grasslands till upland grasslands. The total coverage of grasslands was estimated at 21 million ha. In the thirties, the total coverage was about 44 million ha. It means that the total surface was decreased with 50% over 70 years (Akman et al., 2000).

Degradation of existing grassland is the number one problem facing agricultural production, rural development and environmental improvement in Turkey. Degraded grassland produces much less and poorer quality herbage biomass. Consequently, it causes serious problems with livestock production and environmental protection (FAO, 1998).

East Anatolia region is very rich in forage and pasture plants and a gene centre for a number of them such as lucerne (*Medicago*), clover (*Trifolium*), vetch (*Vicia*), sainfoin (*Onobrychis*), and chickling vetch (*Lathyrus*). The area is generally at high altitude and the pastures are severely degraded by heavy grazing. The most persistent grass species of the pastures are fescue (*Festuca*) and wheat grass (*Agropyron*). Although this is the coldest part of the country and heavy grazing has been going on for many decades causing serious genetic erosion, it is still possible to find very valuable plants in the pastures. This is because the native pasture plants are highly persistent and very well adapted to the conditions of the area (FAO, 1998).

Present conditions of natural pasture in the region: About 37% of the pastures of Turkey are here. There are fewer livestock in this area so pasture condition is better than in the rest of the country. The climate is also very well suited to pasture growth. The flora is very rich in most of the desired pasture plant species: *Agropyron* spp., *Festuca ovina*, *Koeleria cristata*, *Bromus* spp., *Poa bulbosa*, *Medicago* spp., *Onobrychis* spp., *Trifolium* spp., *Sanguisorba* spp., *Artemisia fragrans*, *Thymus squarrosus*, and *Teuchrium* spp. are the major plant species. Because of the harsh topographic and climatic conditions in most of the region, Eastern Anatolia is essentially an animal husbandry region (Buyukburc et al., 1990).

Several fertilizer experiments were carried out on natural meadow and pastures, mainly in the central and eastern parts of Turkey. However, it is not studied to evaluate whether the use of fertilizer on natural grasslands is worthwhile in utilising for animal production in terms of environmental concern. Therefore, this study was aimed to evaluate the use of fertilizer application on natural grasslands within the aspects of sustainable animal production systems.

Experimental location and climate

This research was conducted in a village community owned pastures in Kars Province in the Eastern part of Turkey. Experimental area is located between 40°-33' North and 43°-21' East with 2090 latitude. In the east of Turkey, climate in the area is very harsh and rainfall occurs in spring; winter temperatures are much lower than the rest of the country, particularly in the highlands of this region nearly the whole area is under snow from November to March or April.

Experimental design and sample collection

The experiment lasted from mid-May to mid-August in 2015. Every year two grassland areas were chosen next to each other and an area of 6 ha was fenced with wires and fertilised with CAN fertilizer (Calcium Ammonium Nitrate) and TSP (granular Triple Super Phosphate) at the rate of 180 and 190 kg/ha respectively, in late Autumn in 2004, the other area was set without fertiliser application. In order to monitor chemical composition of grass 3 sub-plots (16 m²) were fenced within both areas to collect the soil and grass samples from non-grazed areas every two weeks in order for monitoring vegetation cover. Herbage biomass was measured by hand clipping herbage at ground level within quadrats (1 m × 1 m) then biomass per hectare was calculated on fresh and dry matter basis. Sward height was measured as the height of the top surface of the leaf canopy using wooden sward stick calibrated at 1 cm intervals. Soil samples were collected using stainless steel soil sampling tube as described by Bahia (1978) at the same time and site as grass samples. Botanical composition was determined by transect method with 10 points grids.

Chemical analysis

The hand-clipped grass samples taken each year from each quadrats were weighed on fresh basis, sub-sampled and dried at 60 °C for 48 hours and then ground to pass through 1 mm screen. Forage samples were analysed using the proximate analysis as outlined by AOAC (1990) for DM, CF and Ash while NDF concentrations were determined using the detergent system as described by Georing and Van Soest, (1970). Nitrogen was determined by the Kjeldahl method CP equalled N × 6.25. Both forage and soil samples were analysed for Ca, P, Mg, Na, Mn, Fe, Cu, K, Al, Zn, pH,

and OM (organic matter) using atomic absorption spectrophotometry according to procedure described by AOAC (1990).

Statistical analyses

Data were subjected to normality test by Ryan Joiner and analysed by Student's *t* test using statistical package Minitab (2003). Statistical significance of probability level was taken as 5%.

Results and Discussion

There was no significant ($P < 0.05$) variation in botanical composition between both pastures since they were at the same location. However, the Graminea was the most predominant plant type in NG (40% Graminea, 30% Leguminosea and 30% other families) while Leguminosea was the most predominant in FG pasture (35% Leguminosea, 30% Graminea and 35% other families). Kaya et al. (2004) also not found any significant variation in botanical composition of pastures in locations with elevations ranging from 1500 to 2000 m in Kars province. Herbage mass (HM) and sward height (SH) were significantly ($P > 0.05$) different between both pastures. Herbage mass, mean sward height and nutrient composition change of pastures during vegetation period are shown in Table 1.

Table 1 - Herbage mass, sward height and Nutrient composition change of pastures during grazing period

Harvest Time	Pastures	HM Fresh (g)	HM Dried (g)	SH cm	DM %	CP %	CF %	NDF %	Ash %
1.cut Mid-June	NG	364	130	10.5	35.7	15.10	20.85	51.23	9.84
	FG	1322	330	24.8	25.2	11.53	18.9	50.85	9.78
2.cut Early July	NG	696	241	21	34.6	10.90	22.08	52.46	9.47
	FG	1956	523	28	26.7	13.32	24.1	53.1	9.62
3.cut Mid-July	NG	506	215	21	42.5	12.44	26.0	53.4	8.92
	FG	1107	412	44	37	12.53	26.3	58.53	9.34
4.cut Early August	NG	349	128	9	36.6	12.31	31.85	59.44	8.97
	FG	664	261	20	39.3	12.38	33.86	61.36	9.12

CP, CF NDF, NFE and Ash is expressed as % of DM

Herbage mass was measured on fresh and dry basis as per square meter and there was a significant differences in HM fresh, HM dried and in sward height between NG and FG pastures as it was expected since fertilizer application resulted in higher herbage mass productivity and sward heights. However, DM% of NG pastures was significantly ($P < 0.05$) higher than those of FG pastures and DM content of both pasture increased until the third harvesting time as vegetation reached at its peak point then declined after following harvesting times.

There were also significant differences in CP, CF, NDF and ash content of both pastures. This was also expected due to the increase in herbage mass. As expected CP concentration declined while NDF and DM increased as the stage of maturity advanced during the vegetation period as reported by Kaya et al. (2004).

Soil macro-mineral and pH concentrations together with EC (Electrical Conductivity) and organic matter change of NG and FG pastures during experimental period are shown in Table 2.

Table 2 - Soil mineral content change of pastures during grazing period[‡]

	OM	%CaCO ₃	pH	EC	Mn	Fe	Cu	Na	K	Mg
NG	8.77	0.81	6.4	76	13.6	18.4	0.14	25.4	211.9	10.9
FG	9.53	0.74	6.9	63.5	13.0	12.3	0.17	36.3	630.8	12.8
	Al	Zn	N%	Clay%	Silt%	Sand%	Texture			
NG	6.8	1.66	0.49	28.86	45.03	26.12	CL			
FG	5.9	2.37	0.31	38.27	34.61	27.12	CL			

[‡]O.M. is organic matter %, EC_e is the electrical conductivity and the units of other minerals are expressed as ppm.

There were no significant differences ($P > 0.05$) in OM%, CaCO_3 , pH, Mn, Cu, Mg, Al concentrations of soil samples between NG and FG pastures while K, Fe, Zn, % of clay and silt was statistically significant. K concentration of FG pasture was increased by fertilizer application which was significantly higher ($P < 0.05$) than that of NG pasture.

The effect of fertilizers on the yield of natural pasture and meadows was examined in Central Anatolia by Alinoglu and Mülâyim (1976). Encouraging results were obtained in meadow areas. Green forage yield increase was up to 8 t/ha with N100, P60 and K20. In addition to yield increase, fertilizer had a positive effect on the quality of hay. While hay yield increased with fertilizer application on natural pasture, the response to fertilizers was not economically feasible. In another experiment fertilizing natural pasture in the same area was successful together with a rest treatment (Büyükburç, 1983). Hay yield of the pasture was 3-4 times greater than the control plots with N100, P100 application together with a complete rest treatment in spring. Eastern Anatolian pastures responded more strongly to fertilizers. Application of P50 in autumn together with N75 in spring resulted in over six-fold increase in productivity (Büyükburç et al., 1990). Gökkus and Altin (1986) state that harrowing the pasture before fertilizer application results in better uptake of nutrients by the plants. In other experiments, depending on the quality of the pastures, Altin (1975) recommends N50-100 and P40-80; Manga et al. (1986) N60, P30-60 for the recovery of Eastern Anatolian pastures. It is also recommended that fertilizer is only effective on pastures in reasonable condition under suitable management practice. Efficient fertilizer use depends on the quality of the pastures; to get an adequate response the pasture should be in good condition and grazing pressure should be at the correct level.

Research results indicate clearly that fertilizer application is quite an effective way of improving the productivity of the pastures and meadows; however it is still not widely accepted in the country yet. The government fertilizes pastures on a limited scale for extension but these results brought about some disputes and controversial issues whether the use of fertilizer should be recommended or not, considering the long term adverse affects of artificial fertilizer on environment.

Pasture growth is rapid during the early growing season and herbage quality is high, but later drops to low levels; animals gain weight during the growing season and lose in the dry season. Beef production is the only major land use.

Therefore, it was concluded that there was no use in applying fertiliser to improve grazing performance of beef cattle in the highlands of the eastern part of Turkey in order to sustain the quality of animal production systems and environment.

References

1. Akman, N., K. Özkütük, S. Kumlu and S. M. Yener. 2000. Cattle Raising in Turkey and its Future. In: Vth Technical Congress of the Agriculture, 17-21 Jan., 2000. P:741-764. Chamber of Agricultural Engineers.
2. Alinoglu, N., M. Mülâyim. 1976. Investigation on effects of some fertilizers on green forage yields of natural pasture and meadow in Ankara conditions. Grassland and Animal Husbandry Research Institute Pub. No: 54. Ankara.
3. Altin, M. 1975. Effect of N, P and K fertilizers on hay, crude protein yield, crude ash ratio and botanical composition of natural pasture and meadows under Erzurum conditions. Atatürk Univ. Pub. No: 159, research Series No: 95. Erzurum.
4. A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 15th ed., Arlington, Virginia.
5. Büyükburç, U. 1983. Investigation on the effects of fertilizers and rest treatments on the pasture of Yavrucak Village. Grassland and Animal Husbandry Research Institute Pub. No: 79. Ankara.
6. Büyükburç, U., S. Sengül and L. Tahtacıoglu. 1990. Improvement possibilities of natural pastures of Erzurum Province. In: Serin, Y. and A. Gökkus. Results of pasture and forage crops re-

searched carried out at Eastern Anatolia. P:8. 2 Atatürk University Agricultural Faculty Press. Erzurum.

7. FAO Production Yearbook, 1998. V 52. ISBN 92-5-004288-4.

Georing, H.K. and VanSoest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis Agric. Handbook No. 379, Washington, D.C., (Agricultural Research Service) U.S. Dep. Agric.

8. Gökkus, A. and M. Altin. 1986. Effect of various pasture rehabilitation practices on herbage, crude protein yield and botanical composition. DOGA TU. Agric. For. Journal. 10(3):333-342.

9. Kaya, I., A. Oncuer, Y. Unal and S. Yıldız. 2000. Nutritive value of pastures in Kars district. I. Botanical and Nutrient composition at different stages of maturity. Turk J. Vet. Anim. Sci. 275-280.

10. Manga, I., M. Altin and A. Gökkus. 1986. Experiments on the effect of long years fertilization on the yield, vegetation and some soil properties of Erzurum natural pastures. DOGA TU. Agric. For. Journal. 10(2):235-244.

UDC 631.432

MODELING HYDROLOGICAL ECOSYSTEM SERVICES AND TRADE-OFFS UNDER LAND USE LAND COVER CHANGE SCENARIOS IN THE SYRDARYA RIVER BASIN, CENTRAL ASIA

Meldebekova G.S. Koibakov S.M.

Newcastle University, Newcastle Upon Tyne, United Kingdom

M.H. Dulaty Taraz Regional University, Taraz

Syrdarya is highly exploited for agriculture irrigation and hydroelectric power generation. Water is an essential resource across the basin, providing hydropower for the mountainous Kyrgyzstan and Tajikistan during the summer season; downstream, the river is critical to support the livelihoods of local people supplying water for agricultural production and local fisheries. As the basin's population and per capita consumption increases, so does the urgency to protect and enhance the environments where people reside. One way to achieve this goal is to apply Ecosystem-Based Management (EBM), which implements integrated, holistic approach to link the interactions within an ecosystem including humans, considering the whole set of benefits rather than ecosystem services in isolation (Christensen et al., 1996).

The key concept behind the EBM is ecosystem services (ES) framework, the benefits people obtain from ecosystems (MA, 2005), which is increasingly being considered crucial for decision-makers in the search for sustainability. Ecosystem services maps are powerful tools for decision makers and managers, enabling them to spatially identify which areas should be maintained due to their high supply of ecosystem services (Balvanera et al., 2001). These maps are also important to assess spatial trade-offs and/or synergies among multiple ecosystem services, as well as to prioritize areas that will allow governing multiple conservation goals. In this regard, Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST) is a useful tool for the creation of the future scenarios of how land use change is likely to impact the ecosystems.

This research aims to develop the reference model for ecosystem-based management to protect the human benefits without sacrificing hydrological ecosystem services in Syrdarya basin. It is aimed at estimating upstream land use change impacts on downstream ESs in order to identify potential trade-offs. Three InVEST models were used: Sediment Delivery Ratio (SDR), Nutrient Delivery Ratio (NDR), and Seasonal Water Yield (SWY) and applied two different land use change scenarios, namely Riparian Reforestation and Agricultural Expansion.

A conceptual framework of Ecosystem Services

By the simplest definition, ecosystem services are the benefits people obtain from ecosystems (MA, 2005). Because these services are produced in bundles everywhere on the planet, the

ability to locate, quantify and qualitatively assess the synergistic effect of multiple ES is essential to fully understanding changes and their impact on human well-being

To aid with the ecosystem services study, ecosystem services were classified along functional lines into four categories. According to Millennium Ecosystem Assessment, these include:

1. Provisioning services such as food, fresh water, wood and fiber, fuel, etc.
2. Regulating services, namely water purification, sediment retention, climate regulation, floodcontrol, disease regulation, etc.;
3. Supporting services such as soil formation, nutrient cycling, primary production;
4. Cultural services that provide recreational, educational, aesthetic benefits.

Taken together, they are responsible for providing every attribute needed to sustain life and ecological well-being throughout all biomes.

Study site description.The Syrdarya river, a part of the Aral Sea basin, is one of the largest and most important water arteries in former Soviet Central Asia. It originates in the Tien Shan Mountains in the east, running about 2,212 km through the upstream countries Kyrgyzstan, Tadjikistan, Uzbekistan and Kazakhstan, and finally flowing into the Aral Sea in the north-west (Figure 3). The climate is typically arid continental with extreme differences between winter and summer temperatures with average temperature of 14.2 °C. It ranges from -15 °C–8 °C in winter to 18 °C–38 °C in summer. The annual precipitation ranges from 60 mm at the Kyzylorda meteorological station (midstream) to 502 mm at the Dzhalalabad meteorological station (upstream). Evapotranspiration range is from 1,150 mm to 1,420 mm throughout the basin (Abdullaev et al 2014).

Modelling approach and data requirements. This study maps and quantifies the ecosystem-services states in Syrdarya river basin using the Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST). InVEST model is a set of biophysical and economic tools that model marine, terrestrial, or freshwater ecosystem services to support ecosystem-based management developed by researchers from Stanford University. InVEST models use ecological production functions that determine how changes in an ecosystem's structure and function will affect the flows and values of ecosystem services across a land- or a seascape.

A broad range of geographic information systems (GIS) data was used for modeling. Once obtained, all data were preprocessed in ESRI's GIS software ArcMap 10.5 - hereafter referred to as ArcGIS and converted to the WGS 84 UTM zone 42N projection.

Seasonal Water Yield model. Water yield in InVEST is determined on the basis of simple waterbalance estimation - precipitation minus storage and evapotranspiration losses. Model assumes that water yield can be estimated by the interaction of precipitation and potential evapotranspiration given water storage properties of the soil. Seasonal water yield (Y) for each pixel on the landscape (x) was calculated using Budyko equation.

Nutrient Delivery Ratio model. The InVEST Nutrient Delivery Ratio model is structured to identify the sources and retention areas of pollutants from non-point sources; it quantifies nutrient load and export based on geomorphological, vegetative, hydrological and climatic conditions of the area on every pixel and sums nutrient export per watershed, employing mass balance approach; The loads are routed along topographically defined flow-paths.

Sediment Delivery Ratio model. The InVEST Sediment delivery ratio model maps overland soil loss and delivery by runoff. Sediment flow in the catchments are determined by topography (steep slopes contribute more), climate (rain intercity), soil properties (susceptibility to eroding), vegetation and anthropogenic factors.

Sediment delivery ratio is calculated as following: first, soil loss from each cell is estimated using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Next, the sediment delivery ratio which is the proportion of soil loss reaching the catchment outlet was calculated.

Data Preparation

Digital Elevation Model. For the InVEST hydrology models using a wellprepared DEM is critical. DEM map for Syrdarya basin has been obtained from United States Geological Survey (USGS) website. High-resolution topographic data is generated from NASA's Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) in February 2000. SRTM DEM is used with the consensus view that it has

a minimum vertical accuracy of 16 m absolute error at 90% confidence (Root Mean Square Error (RMSE) of 9.73 m worldwide.

Land Use Land Cover. For this study using high spatial resolution LULC map was crucial since Riparian Reforestation scenario requires 30 m buffer width. 30 m resolution LULC map GlobeLand30-2010 was obtained from The State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, Chinese Academy of Sciences (Chen et al., 2015) and mosaicked using ArcGIS.

Watershed and subwatersheds. To delineate watershed boundary file in ArcGIS, I used the Hydrology-> Watershed tool. I generated Flow Accumulation and then Flow Direction grid from the Digital Elevation Model and used point data for the locations of reservoirs and dams derived from Global Reservoir and Dam (GRanD) database, snapped to the nearest stream using the Snap Pour Point tool (Sharp et al., 2016). After subwatersheds are generated, each one is assigned a unique ID in the attribute table.

Precipitation. The model required at least five years of rainfall data. Annual precipitation data from 1970 to 2000 was obtained from WorldClim Organization website at 1-km resolution. Accuracy for precipitation dataset is $p=0.86$.

Evapotranspiration. Evapotranspiration in the catchment depends on the landuse, solar radiation, variations in temperature, precipitation, etc. Potential evapotranspiration was estimated using Hargreaves method using WorldClim.

Soil Hydrologic Groups. When rain falls over land a portion of it runs off into stream channels and storm water systems while the remainder is absorbed into the soil or returns to the atmosphere directly through evaporation. Physical properties of soil affect the rate that water is absorbed and the amount of runoff produced by a storm. Hydrologic soil group provides an index of the rate that water infiltrates a soil and is an input to rainfall-runoff models that are used to predict potential stream flow.

Rainfall Erosivity factor (R). There is no site specific rainfall erosivity data available for the Syrdarya basin. Therefore, Renard and Freimund's (1994) equations were used to estimate the rainfall Erosivity factor for the basin. The projected rainfall erosivity is based on WorldClim Precipitation dataset.

Erodibility factor (K). In order to determine the sensitivity of soil to erosion in Syrdarya basin FAO Digital Soil Map of the World was used and the K values were calculated according to Williams et al. (1975). Table 1 shows the soil Erodibility factor (K) values calculated based on the soil texture classes and organic matter content. They were added to Attribute Layer of vector dataset in ArcGIS and converted to raster layer. Figure 11 shows the Erodibility factor raster layer used as input to InVEST SDR model.

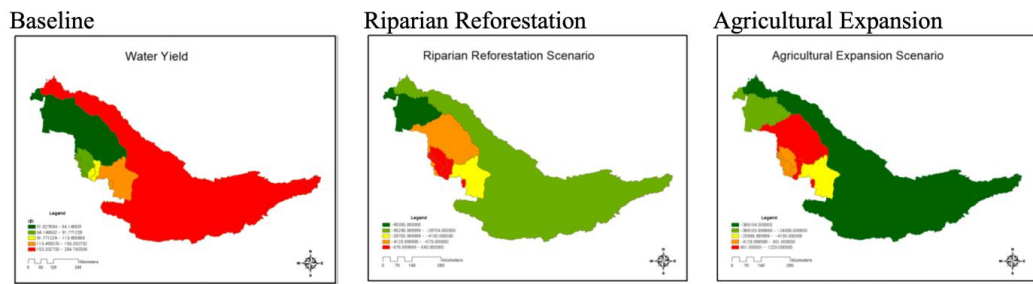
Biophysical Table. Biophysical table values are based on literature review of empirical studies. Sharp et al., (2016), Canadell et al., (1996) and Natural Capital Project (2006) provide an exhaustive database of values that summarize observations in the literature by land cover, biome and plant species. Table 2 show the list of the biophysical values used for this study.

Scenarios Design

1. Riparian reforestation. A 30-m riparian buffer zone was established on both sides along the river. Woody riparian buffer strips along rivers provide multitude of ecosystem services, provide habitat and support biodiversity.

2. Agricultural expansion scenario. The direct income for community in Syrdarya basin comes mostly from agriculture. That is, the bigger the area of croplands, the more the profit the locals will gain.

Results show that each sub-watershed contributes in different proportion to water yield as a result of the variation of the parameters such as precipitation and evapotranspiration through the watershed. Water yield values varied from 4,593.9 m³/yr to 86,292,704 m³yr, accounting for 164*10⁶m³/yr for the entire basin. Water yield and surface runoff mainly depend on rainfall and, to a lesser extent, evapotranspiration. Syrdarya basin exhibits strong precipitation gradient thus leading to uplift highly humid conditions whereas downslope plains are arid and dry.



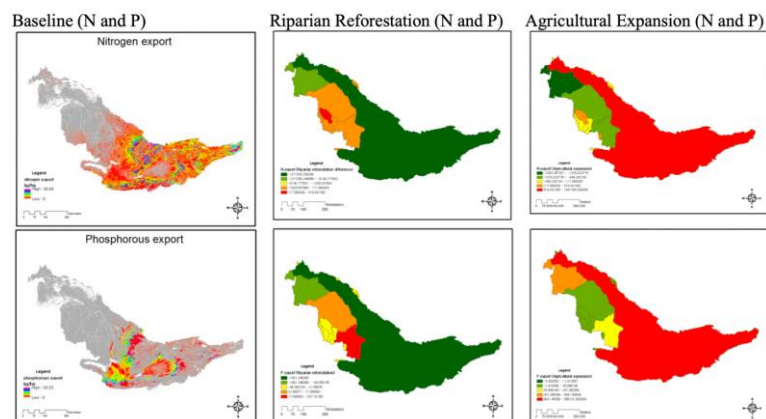
Under two LULC change scenarios:

1. Riparian reforestation scenario. Water Yield predicted under Riparian Reforestation scenario decreased by 4,693,075 m³ for the entire basin. The most important process affecting water yield as a result of land cover changes at the mean annual scale is evapotranspiration. The Zhang curves provide (Zhang et al., 2005) a very good guide to the runoff - the difference between rainfall and evapotranspiration that can be expected under different vegetation types. It demonstrates that evapotranspiration from forested catchments is generally greater than that from grassed catchments with the same annual rainfall reducing the runoff.

2. Agricultural Expansion scenario. Water yield decreased by 4,427,615 m³ under this scenario. These findings are consistent with the findings of Bai et al., 2014, in his study water yield decreased by 37% under Agricultural expansion scenario in Baiyangdian watershed, China. Also, Geng et al., 2014 findings suggest that water yield change is highly correlated to the change of cultivated land. Simulated water yield under two scenarios exhibited a distinguishable decreasing pattern associated with vegetation change, particularly increased evapotranspiration. Liu et al., 2013 showed that total ET is greatest for mixed forests accounting for 624.0 mm/yr, followed by crops 510.0 mm/yr, grass 345.4 mm/yr and shrubland 200.1 mm/yr. According to Gao et al. 2009, vegetation change in catchments in arid regions lead to increased number of zero-flow days.

Non point-source export of nutrients varied significantly across the study area, highlighting areas that are more (or less) important for determining water quality, and where management could be prioritized.

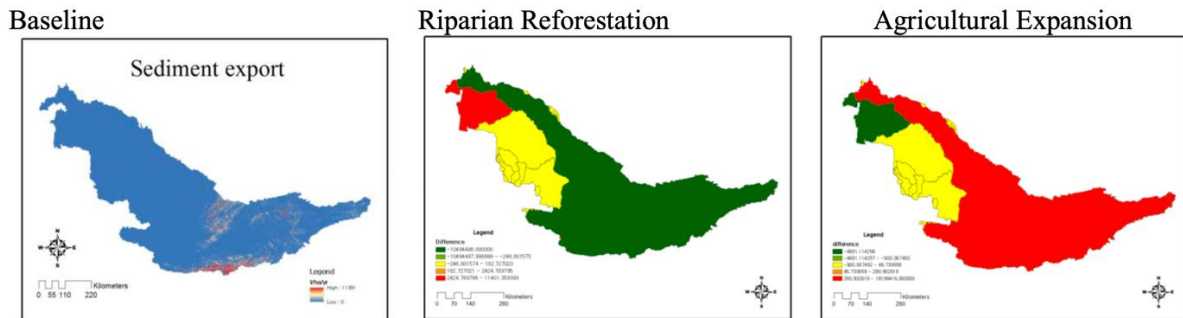
Total nitrogen and phosphorous exports for whole watershed account for 28,443,873.03 kg/ha and 1,667,994.147 kg/ha respectively, under baseline assessment. Spatial distribution of both nitrogen and phosphorous high export values coincide with cultivated land and urban areas. Model results explicitly show the flow path of the nutrient export until it gets retained by intervening land cover as it flows downslope.



For each of the scenarios described above, the differences in nitrogen and phosphorus export from the Baseline LULC were mapped. Maps of differences of alternative scenarios from baseline reveal distinct patterns of nutrient export change. Results show that widespread use of riparian buffers could potentially lead to decreases in stream exports to mitigate the effects of agriculture. As expected, agricultural expansion led to increased nitrogen by 1426218kg and phosphorous export

by 806219 kg for the entire watershed. Riparian reforestation resulted in nitrogen and phosphorous exports decrease by 1281844 kg and 1127 kg, respectively.

The spatial representation of the simulated sediment export is produced using the RUSLE and SDR methods described above; units are in tons/ha/yr. Sediment export is influenced by the extent and type of vegetation of a given unit of land. It is also predicted to be highest in the areas of highest water yield and high altitude areas that are characterized by high rainfall and sloping topography. In addition to steep terrain features, poor land management, land cover cultivation, over-grazing also lead to great vulnerability to soil loss.

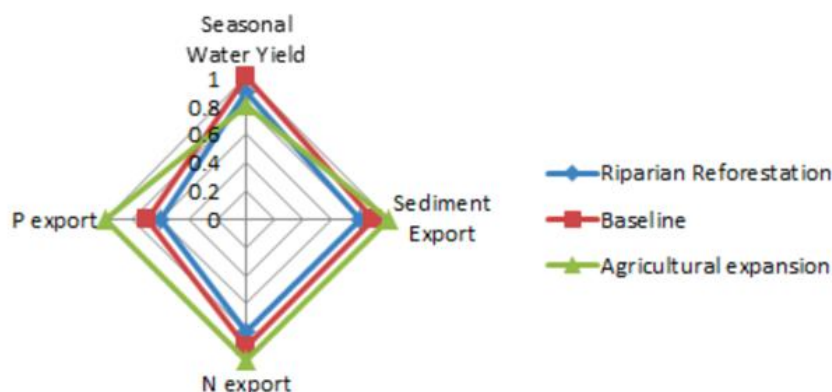


The mean annual sediment export from the area is 397,886.05 t/yr for entire watershed, which makes a total soil loss of 3,523,897,92 t/yr. The mean annual sediment retention comprised 53,441,026.11 t/yr, whereas total retention for Syrdarya accounts for 1,923,876,940.21 t/yr.

The differences in sediment export from the Baseline LULC to assess the impact of land use change on ecosystem services flow was mapped and shown in Figure 4. Total watershed sediment export decreased by 10,478,751.12 t under Riparian Reforestation and increased by 18189645.46 t under Agricultural Expansion scenarios.

The findings identified trade-offs between water yield and nutrient/sediment retention services under Riparian Reforestation Scenario.

Until relatively recently riparian buffers seemed like a win-win situation. Trees are usually represented as an opportunity to simultaneously reduce erosion and nutrient pollution, provide shelter and also generate income (Zhang et al., 2007). However, we now recognize that some of the alterations to the hydrologic balance caused by trees can have unfavourable outcomes if policy-makers do not anticipate and thoroughly plan for them.



ТОО «КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»
(ТОО «КазНИИВХ»)

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
«КЛИМАТ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ: МЕЛИОРАЦИЯ И ЭКОЛОГИЯ»,
ПОСВЯЩЕННАЯ ПАМЯТИ АКАДЕМИКА КАСХН, Д.С.-Х.Н. Б.М. КОЙБАКОВА
(12 января)**

Ответственный за выпуск: Ибраев Т.Т.

Компьютерная корректура и редактирование: Кудайбергенова И.Р.

Организаторы конференции не несут ответственности за содержание докладов

Подписано к печати 2021 г.

Формат А4. Тираж 100 экз.

ТОО «Казахский НИИ водного хозяйства»
080003, г. Тараз, ул. К. Койгельды, 12
тел.: +7(7262)425540, +7(7262)426071
e-mail: kiwr-t@mail.ru, iwre@bk.ru