

Сеть водохозяйственных организаций стран  
Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии



## Наука и инновационные технологии на службе водной безопасности

Сеть водохозяйственных организаций стран  
Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии

Ташкент 2019

**Сеть водохозяйственных организаций стран  
Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии**

**Наука и инновационные  
технологии на службе водной  
безопасности**

**Ташкент 2019**

**Наука и инновационные технологии на службе водной безопасности:  
Сб. научн. трудов Сети водохозяйственных организаций Восточной  
Европы, Кавказа, Центральной Азии, вып. 13. - Ташкент: НИЦ МКВК,  
2019. - 240 с.**

В сборнике представлены статьи, отражающие современное состояние научных исследований и применение инновационных технологий в водном хозяйстве в странах Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии.

Редакционная коллегия: проф. Духовный В.А., д-р Зиганшина Д.Р.,  
к.т.н. Беглов И.Ф.

Издается при финансовой поддержке Российской Федерации / Европейской экономической комиссии ООН

© Сеть водохозяйственных организаций стран ВЕКЦА, 2019

© Научно-информационный центр МКВК, 2019

# Содержание

Что мы оставляем потомкам? Духовный В.А. ....	7
Водная дипломатия и наука на службе водной безопасности Центральной Азии Зиганшина Д.Р. ....	13
Безопасность и эксплуатационная работоспособность гидротехнических сооружений на водных объектах крупных городов (на примере Московского мегаполиса) Козлов Д.В. ....	25
Проблемы водообеспеченности регионов России и пути их решения Кизяев Б.М. ....	32
Оценка водообеспеченности и эффективности использования водных и земельных ресурсов Центральной Азии на основе данных и инструментов дистанционного зондирования Сорокин А.Г. ....	42
Открытые мультиспектральные данные и основные методы дистанционного зондирования в изучении растительного покрова Зайтов Ш., Солодкий Г.Ф. ....	49
Приаралье – зона экологических инноваций и технологий Соколов В.И., Жураев И. ....	60
Целесообразность создания Международного водно-энергетического консорциума Центральной Азии в качестве устойчивого регионального механизма по комплексному использованию водно-энергетических ресурсов Бекмаганбетов С.А. ....	74
Концепция государственной политики по снижению воздействия диффузных источников загрязнения на качество поверхностных вод Беляев С.Д. ....	81
Подходы к оценке влияния ГЭС на экосистемные услуги речных бассейнов (на примере р. Днестр) Казанцева О.И. ....	90

Перспективы развития водного хозяйства Казахстана Балгабаев Н.Н. ....	102
Двойное регулирование стока как важный фактор водостойчивости орошаемых земель Мурадов Ш. О., Турдиева Ф.А.....	108
К вопросу об оценке взаимосвязи между водопоставкой, водопользованием и водоотведением Мирзаев Н.Н.....	115
Состояние и перспективы развития системы подготовки кадров для водохозяйственной отрасли Фазылов А.Р., Кобулиев З.В. ....	132
Опыт подготовки специалистов высшего образования для водохозяйственных организаций Кыргызской Республики в условиях ИУВР Другалева Е.Э., Маматалиев Н.П. ....	144
Научно-обоснованные методы расчёта норм и элементов полива Мухамеджанов Ш.Ш., Сагдуллаев Р.Р., Мухомеджанов А.Ш. ....	150
Опыт разработки Бассейновых планов по развитию, использованию и охране водных ресурсов речных бассейнов: главных и малых трансграничных Сахваева Е.П. ....	167
Прогресс в области интегрированного управления водными ресурсами Крутикова К.В., Насчетникова О.Б. ....	175
Стратегии адаптации к изменению климата в целях устойчивого управления водными ресурсами на малых островах Камило Л.Ф. ....	181
О проекте переброски водных ресурсов по трубопроводу из бассейна Верхней Оби в Китай Пузанов А.В., Безматерных Д.М., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Резников В.Ф. ....	191
Информационно-аналитическое сопровождение процедуры предоставления права пользования водными объектами (на примере зоны деятельности Амурского БВУ) Кролевецкая Ю.В. ....	199

Пространственно-временной анализ интенсивности использования территорий Забайкальского края, подверженных наводнениям, по данным дистанционного зондирования высокого разрешения с использованием алгоритмов глубокого обучения свёрточных нейронных сетей Курганович К.А., Шаликовский А.В.....	208
Водная безопасность как фактор стратегического планирования регионов России Рыбкина И.Д. ....	215
Причины и последствия наводнения в Забайкальском крае Шаликовский А.В.....	225
Система информационного обеспечения гидрологического моделирования в бассейне реки Амур Неров И.О., Бугаец А.Н., Краснопеев С.М., Мотовилов Ю.Г., Калугин А.С., Беликов В.В., Гончуков Л.В., Соколов О.В., Розанов В.В. ....	230



## **Что мы оставляем потомкам?**

### **Духовный В.А.**

**Научно-информационный центр МКВК Центральной Азии**

Наша большая страна, в которой мы родились и выросли, продолжает будоражить наши представления и возможности в рамках и масштабах когда-то огромной Родины. Наши корни в виде образования, воспитания, исторического прошлого (как бы его не исказили), наконец, неповторимых побед на полях великих сражений, спасших человечество, равно, как и великих свершений подобных освоению космоса, созданию уникальных сооружений и комплексному освоению новых орошаемых земель, которых не знала прежняя наука и практика, по-прежнему наполняют наши сердца гордостью. Гордостью не только свершений, но и гордостью единства поисков, результатов, достижений и коллективного результата, достигнутого обществом, где не было олигархов, но и не было нищих, где творчество, а не денежный кошелек были главным мерилom человеческого и общественного достоинства.

Для водников существует ещё один повод ощущать профессиональное единство – это неповторимая и исключительная по своему содержанию, научному уровню и багажу знаний платформа науки и практики, созданных на основе достижений водных и мелиоративных решений – сначала путём развития российского багажа, который начал собирать М.И. Ломоносов и продолжили его последователи, а затем упрочили уже в масштабах всей многонациональной страны в советское время. В результате возник тот фундамент, на котором бурное развитие водного хозяйства и мелиорации земель раскрылось во всей своей мощи и эффективности.

Двадцатилетие после исключительно перспективных и знаковых решений руководства страны (Майский пленум 1966 года) можно считать золотой эрой развития водохозяйственной отрасли, как по масштабам работ, так и по созданию уникальных по своим показателям объектов и по интенсивности разработки и внедрения научно-обоснованных новых технологий. В этот период были построены крупнейшие в мире на тот момент Братский, Нурекский, Токтогульский гидроузлы с водохранилищами многолетнего регулирования, Каракумский канал, Каршинский каскад насосных станций с массивами орошения, комплексно орошена и освоена Голландная степь с высокоэффективным технологическим оснащением. В этот

период были разработаны и внедрены научные основы, технологии и механизмы для широкого развития закрытого горизонтального, вертикального и комбинированного дренажей и методов освоения сильно засоленных территорий. Полив с помощью гибких и жестких трубопроводов, дождевание, мелкодисперсное, подпочвенное и капельное орошение пришли на смену поверхностному поливу по бороздам и полосам. Имена корифеев отечественной науки стали известны всему миру: А.Н. Костяков, Г.К. Ризенкамф, В.А. Ковда, В.Н. Кунин, А.Н. Аскоченский, В.В. Пославский, М.Ю. Львович, И.А. Шикломанов и многие другие.

Период перестройки и особенно «антиводохозяйственной истерии», спровоцированной силами, ориентированными на развал СССР, сначала затормозил развитие водной отрасли, а затем и принялся методически за её разрушение. Лишенная единого руководства, оставленная на мизерном финансировании, она была принуждена к жалкому выживанию и потере значительной части своего потенциала и производительной способности. Практически всё крупномасштабное водохозяйственное и гидротехническое строительство было заморожено, и в значительной степени растаскивалось. Площади орошения на территории СНГ сократились с 25 миллионов гектар орошаемых земель до 16,8 млн. га, в том числе на территории России – на 2,5 млн. га, Украине – на 1,5 млн. га, Казахстана – на 1,1 млн. га, Молдовы – на 0,4 млн. га, Узбекистана – на 250 тыс. га<sup>1</sup>. Вследствие разрыва экономических и финансовых связей, создавшейся организационной разрухи, ликвидации колхозов и совхозов резко сократилось производство продукции на мелиорированных землях. Характерно, что, несмотря на то, что государства Центральной Азии (без Казахстана) почти не потеряли площади орошения, по состоянию на начало 21 века это сокращение составило 54 % или 7702 млн. долларов США. Целые сегменты водно-мелиоративной отрасли или пришли в упадок или прекратили своё существование. Огромная индустрия, созданная Минводхозом СССР, с тысячами заводов, производящих миллионы километров ирригационных лотков и сборных деталей сооружений, десятками заводов по производству полимерных деталей для отрасли, механизмов и машин, в лучшем случае была перепрофилирована на другие изделия, а в худшем – исчезла с лица земли, растасканная жадными руками рыночных спекулянтов. В настоящее время водное хозяйство и мелиорация не имеют своего секторного машиностроения и обречено на приобретение всей необходимой техники, оборудования и приборов за рубежом, получая втридорога не всегда современную технику.

---

<sup>1</sup> По состоянию на 01.01.2018 г. объем сельхозпродукции на орошаемых землях составил 30 млрд. долл. США, что в два раза превышает уровень 1990 г. и в 5 раз – уровень 2000 г.

Такая же судьба постигла и наши проектные организации, которые в силу политики, проводимой международными финансовыми институтами и донорами, отсутствия возможности выполнить их надуманные требования и особо финансовые гарантии, вынуждены стать поденщиками у зарубежных коммерческих организаций и фирм, отдавая им за бесценно свои опыт, знания и накопленные годами проектные материалы. Сильнейшая проектная сеть бывшего Союзводпроекта, так же как и Гидропроекта, уменьшилась в десятки, а то и больше раз. Приезжая в Москву, я всегда с болью проезжаю мимо многоэтажного здания Гидропроекта, в котором теперь даже один этаж полностью не занят самим институтом. В Центральной Азии же турки захватили большинство крупных проектов по водному хозяйству, превратив наших проектировщиков в подмастерья и поставщиков информации, а иногда и своего ноу-хау.

Если учесть необходимость переосмысления состояния внутренних вод бывшей нашей страны, потребность приспособиться к новым факторам и причинам в глобальной и региональной водно-политической обстановки, снова появляются требования времени возобновить проект перераспределения стока сибирских рек, теперь уже чтобы спасти и Арктику и Европу от изменения климата, а заодно помочь безводной Центральной Азии. А ведь честно говоря, на всём нашем пространстве будет нелегко набрать команду, которая сможет повторить для новых условий тот гигантский труд, который тридцать лет тому сделали проектировщики во главе с Н. Грищенко, И. Герарди, Г. Воропаевым и О. Леонтьевым.

Все эти отрицательные тенденции в отрасли, возникшие на рубеже ослабления и последующего распада нашей великой страны, к сожалению, не исчезли и в настоящее время и сохраняют своё негативное влияние на состояние водного хозяйства, на его возможность обеспечить требования устойчивого развития всех стран региона и каждой страны в отдельности. Здесь надо иметь в виду ещё новый фактор, который превратился тоже в определённый вызов отрасли – превращение внутренних вод страны в трансграничные воды региона со всеми вытекающими отсюда последствиями международных водных отношений. Придётся остановиться на этом отдельно, отложив несколько анализ дальнейшей динамики отрасли на пространстве СНГ.

В отношениях между европейскими странами региона внутри себя, странами Кавказа практически особо осложняющих особенностей использования вод Днепра, Днестра, Припяти, Куры, Аракса и других рек не возникало до появления проблемы водоснабжения Крыма, которая должна найти своё справедливое решение, сохранив «статус кво» исходного периода с соответствующими, может быть, компенсационными мероприятиями. Совсем другое положение во взаимоотношениях между странами Цен-

тральной Азии внутри региона и с Россией. Здесь следует отметить, что немедленно после распада союза и объявления независимости страны Центральной Азии организовали совместное управление этими водами в виде Межгосударственной Координационной Водохозяйственной комиссии (МКВК). Несколько позже подобная двухсторонняя Комиссия была организована и между Казахстаном и Россией. Обе эти Комиссии успешно справились со своими задачами – предотвратить конфликты по оперативному водodelению и наладить совместное управление в своих рамках. Тем не менее, целый ряд вопросов и проблем сохранились, связанные с различием в экономическом положении между странами, различием исходных и последующих приоритетах, которые постоянно находятся в поле зрения и этих Комиссий, требуя согласованных предложений и решений высшего руководства стран. Бесспорно, это вызывает определённые сложности и торможения в наращивании регионального потенциала устойчивого права на развитие, как и синхронизации действий стран в этом направлении. Если страны в оперативном планировании и управлении достигли определённого порядка, хоть и требующего инженерного и организационного совершенствования, то в вопросах перспективного планирования, совместных действий по предотвращению нарастания дефицита воды, страны предпочитают отделяться красивыми фразами. Нет единого плана водосбережения как главного противодействия будущим вызовам. Нет общей стратегии перспективного многолетнего регулирования стока, нет региональных мер по адаптации к изменению климата, хотя в регионе имеются прекрасные наработки не только по приспособлению, но и к использованию повышенных температур для роста продуктивности земель. В основном, причина состоит в нежелании стран тратиться самостоятельно в пользу сотрудничества из-за боязни – как бы партнёр не отобрал кажущиеся преимущества суверенного права на воду и другие природные блага.

К сожалению, пока слабым оказался отклик в водохозяйственной сфере на инициативы нового Президента Узбекистана по совместному решению всех спорных проблем региона. Требуется время, чтобы все эти вопросы снять, но, усматривается здесь та же коренная причина, которая пока повсеместно привела к утрате потенциала отрасли.

Водное хозяйство потеряло своё отраслевое единство и мощь, а также значимость в государственном управлении и способность самой ставить межгосударственные цели и задачи, как это было в начале независимости. Во всех странах водное хозяйство и мелиорация земель оказались в подчинённом положении, раздробленными между различными министерствами и ведомствами, потеряли не только своё организационное единство, потеряли возможность планировать и осуществлять наращивание необходимого потенциала, создавать свой костяк кадров и материальное его

обеспечение, создавать финансовую и техническую основу единой отрасли, направлять её на техническое совершенство и инновации. В России вместо одного министерства водой России занимается несколько ведущих ведомств, лишённых какой-либо координации, десятки полугосударственных предприятий и сотни местных органов. То же самое мы видим в Беларуси, Украине и других странах ВЕКЦА. В Казахстане идёт соревнование между ведомствами – кто захватит водное хозяйство, не для его улучшения, а чтоб использовать щедрые подношения в его пользу между Министерством сельского хозяйства и ведомством окружающей среды. Президент Узбекистана Ш.М. Мирзиёев начал ломать вредную традицию, восстановив Министерство водного хозяйства по названию, но пока не восстановил во всех его правах. Надеемся, что он доведёт этот вопрос до логического совершенства, увеличения прав, финансирования и возможности строить своё будущее. А это означает восстановить самостоятельную (без иностранных консультантов) проектную отрасль водного хозяйства, восстановить научный и конструкторский потенциал (ибо Узбекистан всегда был флагманом водной отрасли Евразии), восстановить водную индустрию и прошлый порядок интегрированного управления!

Попытки создать национальную координацию водных проблем в каких-то национальных водных советах возможно и является благой целью, но из-за отсутствия опыта в подобных увязках и недостаточности административного ресурса эффективностью не отличается. Именно поэтому восстановление организационного единства водного планирования и управления стран на постсоветском пространстве является задачей номер один, что повлечёт за собой настоящее возрождение отраслевой значимости и потенциала с восстановлением промышленности, инновационного прогресса, проектного дела и бесспорно – науки.

Отставание науки особенно ощутимо, о чём свидетельствует анализ, проведенный НИЦ МКВК, ТИИМСХ, УзНИИВХ, который показал, что вследствие снижения финансирования в этом направлении более, чем в десять раз, потеряны десятки важнейших направлений науки и конструкторских работ, таких как регулирование русел, водозаборы, насосы и насосные станции, деминерализация, техника полива, реконструкция систем и много других. Даже там, где есть достижения и прогресс, как например разработка и внедрение ИУВР, новое нормирование водопотребления, использование космических снимков, всеобщего характера это не приобрело из-за недооценки руководством водных ведомств их возможностей и преимуществ. Наиболее вопиющим фактором является ликвидация Правительством России кузницы водных кадров и науки – Московского государственного университета природообустройства.

Чтобы возродить и умножить прежнее лидирующее место в водном хозяйстве и мелиорации земель, надо поднять престиж отрасли в государственном разрезе, а это означает кроме восстановления организационного единства отрасли придание приоритета отрасли по её месту в социально-экономическом развитии наших стран, привилегированном положении по доступу к капвложениям, кадрам и придании ей политического веса, которым она обладала прежде.

Необходимо организовать подготовку кадров, соответствующей этой роли в виде создания программы подготовки будущих лидеров и постоянного обеспечения роста повышения квалификации до уровня современных требований. Этим кадрам надо дать соответствующую их задачам и роли зарплату.

Приоритетными задачами должны стать: подготовка перспективных планов развития отрасли и обновления её механизмов и инструментов; программа водосбережения и комплекса мер по преодолению последствий изменения климата; программа воссоздания производственной базы отрасли. Принципы ИУВР должны стать основными принципами управления и развития отрасли. Надо возродить сеть проектных организаций и установить порядок, при котором зарубежные консультанты привлекаются лишь в случае крайней необходимости, если они сопровождают какие-то неизвестные у нас технологии или методы работ.

## **Водная дипломатия и наука на службе водной безопасности Центральной Азии**

**Зиганшина Д.Р.**

**Научно-информационный центр МКВК Центральной Азии**

Центральная Азия – это регион, перед которым уже сегодня стоят серьезные задачи по обеспечению водной безопасности, то есть по обеспечению устойчивого доступа населения к достаточному количеству воды приемлемого качества для поддержания благосостояния человека и социально-экономического развития стран, для защиты от связанных с водой загрязнений и бедствий и для сохранения экосистем в климате мира и политической стабильности (ООН, 2013). Эта непростая задача будет только усложняться под воздействием демографического роста, экономики, климатических изменений и других внешних и внутренних факторов. Например, комплексное исследование вопросов управления водными ресурсами трансграничных рек бассейна Амударьи на перспективу в условиях климатических и иных изменений в увязке с национальными планами развития орошаемого земледелия и гидроэнергетики показывает, что общий водный дефицит в бассейне Амударьи для года средней водности может составить 9,6–10 км<sup>3</sup> к 2040 году. Уменьшение ресурса может произойти за счет воздействий изменения климата (2,6 км<sup>3</sup>), увеличения водозабора Афганистаном (3 км<sup>3</sup>), роста населения (более 1 км<sup>3</sup>), роста промышленного производства и сферы обслуживания (1 км<sup>3</sup>). Но с учётом колебаний стока бассейна малой Амударьи даже за период 2010–2017 годов в диапазоне 51–73 км<sup>3</sup>, в отдельные годы Амударья будет иметь нехватку воды в 20 км<sup>3</sup> [1].

Лидеры стран Центральной Азии неоднократно подчеркивали важную роль дипломатии и сотрудничества в решении вопросов водопользования в регионе. Президент Таджикистана Э.Ш. Рахмон отметил ключевую роль водной дипломатии в «разумном управлении водными ресурсами в бассейнах трансграничных рек», которое «должно организоваться с учетом справедливого и взаимовыгодного использования не только водных, но и других природных ресурсов бассейна» (5-м Всемирном водном форуме, Стамбул). Президент Туркменистана Г.М. Бердымухамедов указал на возможности налаживания «системного диалога, нацеленного на рассмотрение всех проблем, связанных с формированием и восстановлением источ-

ников водных ресурсов, их разумным и экономичным потреблением», которые открываются путем развития водной дипломатии как «новой политико-дипломатической формы многостороннего общения» (7-м Всемирный водный форум, Тэгу). Президент Узбекистана Ш.М. Мирзиёев сказал о необходимости устранения конфликтного потенциала и поиске разумных компромиссов в решении вопросов водопользования (Международная конференция «Центральная Азия: одно прошлое и общее будущее», Самарканд, 2017). Такие призывы на самом высоком политическом уровне ставят четкую задачу по более активному и эффективному применению инструментов дипломатии в налаживании и поддержании трансграничного водного сотрудничества. При этом отрадно отметить, что много полезных уроков водной дипломатии можно почерпнуть из опыта 25-летнего сотрудничества по водным вопросам в Центральной Азии.

В этой связи, в первой части данной статьи дается краткий экскурс о развитии инструментов водной дипломатии и науки в рамках деятельности Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии Центральной Азии (МКВК). Во второй части статьи представлены основные направления по развитию водной дипломатии и науки в будущем.

### **Водная дипломатия в 1991-2019 гг.**

#### *Дипломатия водников*

Первые годы становления и развития сотрудничества по водным вопросам в Центральной Азии можно охарактеризовать как успех дипломатии водников. Дипломатические достижения недипломатических (в традиционном понимании) работников, а именно водников заслуживают особого внимания. Именно благодаря инициативе, профессионализму и мудрости пяти руководителей водохозяйственных ведомств стран Центральной Азии в 1992 году было подписано Соглашение между Республикой Казахстан, Кыргызской Республикой, Республикой Узбекистан, Республикой Таджикистан и Туркменистаном «О сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников» и создана МКВК.

В мире насчитывается более 263 трансграничных речных бассейна, и в 158 (60 %) из них нет никаких механизмов сотрудничества. А страны Центральной Азии уже в первые месяцы независимости по собственной инициативе и собственными силами создали Комиссию, которая все эти годы обеспечивает бесконфликтное управление трансграничными водными ресурсами региона. Поэтому первый урок, который мы можем извлечь

из опыта наших стран, демонстрирует, что дипломатия – это не всегда статус, но всегда способность своевременно и квалифицировано реагировать на возникшую кризисную ситуацию и находить взаимоприемлемые решения.

### *Площадка «беспереывности»*

Основной инструмент дипломатии – ведение переговоров. Как писал Ришелье в своем «Политическом завещании» 1638 г., необходимо «беспереывно вести переговоры, вести их открыто, повсеместно, не прерывать их даже, если они немедленно не приводят к желаемому результату, и нет полной уверенности в его достижении в будущем». Многие годы площадка МКВК – ежеквартальные заседания, работа ее исполнительных органов, совместно реализованные проекты – являлась местом для ведения беспереывных и открытых переговоров, хотя во многом ее участники не расценивали свою деятельность в таком ракурсе и терминах. В горячих дебатах рождались «Основные положения региональной водной стратегии», программы бассейна Аральского моря, проекты новых региональных соглашений, процедурные правила регулирования каскадов водохранилищ на реках и многие другие документы, традиционно являющиеся результатом дипломатических переговоров.

### *Дипломатия как искусство убеждения*

Дипломатия – это искусство убеждения, а не насаждения. Именно это умение оттачивали все эти годы работники водохозяйственной отрасли, включая исполнительные органы МКВК: БВО «Амударья», БВО «Сырдарья», Научно-информационный центр, Секретариат, Координационно-метрологический центр. В исполнительных органах МКВК и их территориальных подразделениях работает более 1500 человек, которые ежедневно управляют водой с тем, чтобы удовлетворить интересы всех сторон. Это нелегкая задача, но успехи есть.

Благодаря деятельности МКВК удалось создать систему взаимодействия и поддержки принятия решений, которая включает в себя ежегодное планирование, мониторинг и оперативное управление стоком рек; обмен информацией и данными; совместные региональные проекты и научные исследования; совместное обучение; оперативное взаимодействие в условиях маловодий и паводков и систему аналитических отчетов. Вся эта работа направлена на создание общего понимания имеющихся проблемных вопросов и, самое главное, общего видения их решения. В такой работе специалистам водного сектора приходилось выходить из тени и выступать

в самых разных аудиториях, оттачивая искусство дискутировать, убеждать и переубеждать.

### *Многосторонняя дипломатия*

Страны Центральной Азии интенсивно используют рычаги многосторонней дипломатии, включая сотрудничество с ООН. Три страны региона - Казахстан, Туркменистан и Узбекистан – являются Сторонами Конвенции ЕЭК ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер и активно сотрудничают в рамках этого глобального многостороннего инструмента. В 2007 году по предложению пяти Центрально-Азиатских стран Совет Безопасности ООН учредил Региональный центр ООН по превентивной дипломатии для Центральной Азии (РЦПДЦА) в Ашхабаде для реагирования на существующие и потенциальные угрозы, в том числе проблему ухудшения качества окружающей среды. Таджикистан выступил инициатором ряда глобальных водных инициатив, включая объявления «Международного десятилетия действия «Вода для устойчивого развития», 2018-2028 гг. (Резолюция ГА ООН от 21.12.2016 г. A/RES/71/222, 71-я сессия). В Узбекистане был создан Многопартнерский трастовый фонд по человеческой безопасности для региона Приаралья под эгидой ООН с целью создания единой платформы для международного сотрудничества и мобилизации средств донорского сообщества в целях улучшения экологической и социально-экономической обстановки в регионе Приаралья, а также продвижение совместных усилий по достижению глобальных Целей устойчивого развития.

### *Двусторонняя дипломатия: от сотрудничества в экстремальных условиях к планомерной работе по комплексу вопросов*

Зарождение двусторонней дипломатии и контактов происходило в условиях экстремальных по водности лет. После четырех многоводных лет (1991-1994) первое маловодье в период работы МКВК пришло в 1995 году. Водохозяйственные организации предпринимали все возможные меры для смягчения маловодья. В мае 1995 года в БВО «Амударья» было проведено первое техническое совещание по вопросам вододеления и режима работы Туямуюнского водохранилища с участием первых заместителей министров водного хозяйства Узбекистана и Туркменистана. На этом совещании была достигнута договоренность о регулярном проведении таких совещаний в условиях маловодья и с учетом складывающейся обстановки [1].

В последние годы активно работают двусторонние комиссии по водохозяйственным вопросам и между другими странами региона. Так, в ноябре 2016 года была создана Совместная рабочая группа Казахстана и Уз-

бекистана для выработки предложений по углублению двустороннего сотрудничества по всем направлениям водных отношений. В рамках Государственного визита Президента Узбекистана в Таджикистан 9-10 марта 2018 года была создана Рабочая группа по комплексному использованию водных ресурсов трансграничных рек Центральной Азии между Узбекистаном и Таджикистаном [2].

### *Науки и дипломатия*

Важность научной обоснованности принимаемых решений в вопросах оперативного и перспективного управления водными ресурсами региона была обозначена членами МКВК на одном из первых заседаний. Уже на 4-м заседании Комиссии 5 декабря 1992 года было принято решение определить Научно-производственное объединение Среднеазиатского научно-исследовательского института ирригации (НПО САНИИРИ) Научно-информационным центром МКВК по водохозяйственным проблемам (НИЦ МКВК). Таким образом, научные и прикладные достижения мощнейшего научно-исследовательского и производственного института САНИИРИ легли в основу новой организации. В 1996 году НИЦ МКВК был выделен в самостоятельную организацию и аккредитован при Министерстве иностранных дел Республики Узбекистан в качестве международной организации.

Все эти годы НИЦ является аналитическим и информационным органом МКВК в разработке принципов и путей перспективного развития водного хозяйства региона, совершенствования управления и улучшения экологической ситуации. За годы работы в сотрудничестве с ключевыми научными учреждениями стран Центральной Азии и мира НИЦ МКВК внедрял передовую практику и новейшие научные достижения в работу Комиссии по вопросам перспективного развития и водохозяйственной политики, совершенствования управления и использования вод, а также улучшения экологической ситуации в бассейне. Среди ключевых тематических направлений научно-практических и проектных работ НИЦ – интегрированное управление водными ресурсами [3, 4], вопросы водосбережения и повышения продуктивности земли и воды, [5-7] изменение климата [8], охрана водных экосистем, включая мониторинг водных экосистем Приаралья [9], международное водное право и политика [10-14], финансово-экономические вопросы в водном хозяйстве [15-17], социальные и гендерные исследования [18, 19].

За 25 лет работы многое удалось сделать, но есть и проблемы. Снижение финансирования на проведение научно-исследовательских работ во всех странах не могло не ослабить потенциал научных институтов и по-

влекать за собой отток высококвалифицированных кадров. Недостаток бюджетного финансирования для науки не смогли компенсировать и грантовые проекты международных партнеров, большей частью реализуемых через привлечение иностранных консультантов и институтов, что ослабляло научно-исследовательские и проектные институты. Также недостаточно активно ведется научное взаимодействие между специалистами стран региона.

### *Новые технологии и дипломатия*

В современном мире быстро развивающихся технологий и средств коммуникаций дипломатия перестала быть доминирующим каналом межгосударственного общения. Как известно, получив впервые телеграмму, английский премьер лорд Генри Палмерстон воскликнул: «Все, это конец дипломатии!». Интернет технологии и спутниковые данные стали еще более серьезными «соперниками» посольств, позволяя получать данные в реальном времени и без посредников. Но навыкам сбора и анализа информации мы все же обязаны именно дипломатии, искусство которой продолжает быть ключевым в налаживании механизмов ее обмена в сфере водных ресурсов.

В рамках МКВК был создан портал знаний о водных ресурсах и экологии Центральной Азии ([www.cawater-info.net](http://www.cawater-info.net)), который содержит свыше 60 гигабайт информации и посещается более чем 8000 человек в день. В нем имеется обширная база знаний с рубрикаторм; Региональная информационная система по водным и земельным ресурсам в бассейне Аральского моря с более 150 параметрами с 1980 г.; аналитические отчеты и обзоры; базы данных по водозаборам и модельный комплекс ASBmm.

Особого внимания заслуживает начало применения в водном хозяйстве методов дистанционного зондирования, которые значительно повышают прозрачность и доверие между странами. В 2017 году НИЦ МКВК в партнерстве с немецкими университетами запущен инструмент космического мониторинга WUEMoCA (Мониторинг эффективности использования воды в Центральной Азии - [wuemoca.net](http://wuemoca.net)), который позволяет сопоставлять многолетние данные по изменению водобеспеченности, размещению сельскохозяйственных культур, изменения коэффициента полезного действия. Надеемся, что данный инструмент будет по достоинству оценен водниками и дипломатами. Данное направление имеет большую перспективу проникновения в более детальные области не только дистанционной оценки показателей водного хозяйства и орошаемого земледелия, но и активное вовлечение в программирование урожая и онлайн оценки проводимых мероприятий по выращиванию сельхозкультур в сфере развития кон-

сультативных служб орошаемого земледелия. Новые возможности в создании информационных продуктов в целях мониторинга качества воды, состояния земель и дренажных сооружений, а также планирования эксплуатационных работ открываются в связи с развитием применения беспилотных малых летательных аппаратов (дронов) в комбинации с высокоточной видео аппаратурой.

С помощью достоверной и надежной информации можно создавать доверительные отношения между странами, что, безусловно, является одной из важнейших задач дипломатии.

### **Водная дипломатия и наука: Задачи на будущее**

*Дипломатия, правосознание и коллективная ответственность государств*

Дипломатия и международное право представляют собой один из важнейших элементов культурного наследия человечества, которые несут в себе многовековой опыт интернационального общения. Обеспечивая основу для цивилизованного общения государств, они содействуют формированию международно-правового сознания как важнейшего элемента культуры мира и добрососедства. Все больше растет понимание, что мы живем на одной планете, и индивидуальные интересы отдельных государств не могут противоречить глобальным и региональным интересам. Такого рода расширение национальных интересов должно быть отражением сопричастности к общим вызовам и пониманию коллективной ответственности международного сообщества в продвижении общечеловеческих ценностей и ориентиров.

В этом контексте вопросы рационального использования водных ресурсов и охрана окружающей среды приобретают особую значимость. Так, в статье 3 проекта «Международного пакта об окружающей среде и развитии» отмечается, что «Глобальная окружающая среда является общей заботой человечества. Соответственно, все его элементы и процессы должны регулироваться принципами международного права, диктатом общественного сознания и фундаментальными ценностями человечества» [20].

Такое же понимание единства и коллективной ответственности заложено в Алматинском соглашении 1992 года, статья 1 которого гласит: «Признавая общность и единство водных ресурсов региона, Стороны обладают одинаковыми правами на пользование и ответственностью за обеспечение их рационального использования и охраны». Только коллективные усилия по достижению общих целей могут способствовать пониманию

того, что национальные интересы не конфликтуют, а включают в себя региональные интересы. Такое понимание ответственности в свою очередь будет способствовать продвижению идей сотрудничества и гидро-солидарности.

### *Дипломатия науки и образования*

Три составляющие современного понимания научной дипломатии включают: научно-информационную поддержку внешней политики (наука в дипломатии); содействие международному научному сотрудничеству (дипломатия для науки); использование научного сотрудничества для улучшения отношений между странами (наука для дипломатии). Все эти три измерения критически важны для водной сферы. Управление водными ресурсами в Центральной Азии, как и во всем мире, все более осложняется такими факторами как изменение климата, истощение ресурсов, ограниченность продуктов питания, рост населения и потребностей стран. Именно наука является важнейшим поставщиком технических решений и, следовательно, незаменимым помощником дипломатии и внешней политики.

Отсюда вытекает основной вывод, что современные демографические, экономические, геополитические, экологические и климатические вызовы в Центральной Азии как никогда ранее требуют усиления стратегического межгосударственного сотрудничества. Как верно отметил Президент Узбекистана Ш.М. Мирзиёев на Саммите МФСА в Туркменбаши 24 августа 2018 года, «Сегодня невозможно обеспечить решение стоящих перед нами проблем без развития эффективной научной кооперации. В этой связи считаем важным организовать проведение совместных междисциплинарных исследований, в том числе на площадке научно-информационных центров Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии и Межгосударственной комиссии устойчивого развития». Ведущими элементами данного усиленного межгосударственного стратегического научно-исследовательского сотрудничества должны стать водная безопасность, устойчивое развитие и процветание.

Важно создать эффективную систему проведения научных исследований в области трансграничных вод, что потребует дальнейших скоординированных действий со стороны государств и научного сообщества. Необходимо расставить научные приоритеты, укрепить потенциал институтов, наладить процесс внедрения полученных результатов в политику и практику, обеспечить мониторинг и координацию исследовательских работ на национальном и региональном уровнях, а также инвестировать в науку. Такой обновленный подход будет способствовать развитию научной мысли и укреплению сотрудничества на всех уровнях.

В развитии данной инициативы НИЦ МКВК, НИЦ МКУР с партнерами из Голландии и Сети водохозяйственных организаций стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии вышли с предложением создать независимую Центрально-Азиатскую экспертную платформу перспективных исследований в области водной безопасности и устойчивого развития в поддержку новых процессов сотрудничества, в которых вода играет определяющую роль. Главный принцип создания этой платформы заключается в том, что коллективные усилия дадут более креативные и продуктивные результаты, чем наращиваемые, но разрозненные национальные работы. Это именно тот случай, когда наука нуждается в поддержке дипломатии для налаживания сотрудничества.

Наиболее важный и уникальный эффект от создания платформы заключается в том, что она позволит собрать вместе экспертов и ученых из разных институтов и организаций, которые будут работать независимо, как партнеры по вопросам, определенным общей региональной повесткой дня. Они будут подготавливать научно-обоснованные рекомендации, экспертные оценки и аналитические отчеты для демонстрации новых возможностей по взаимовыгодному использованию общих (водных) ресурсов для производства продовольствия, энергетики, климата, охраны природы и т.д. в целях устойчивого развития и безопасности. Данная платформа позволит отойти от узко-секторальных подходов и перейти к новым интеграционным процессам, где экспертные знания из различных областей будут способствовать созданию новых сценариев развития, которые в итоге приведут к новой политике. Платформа и ее программа действий позволят улучшить взаимодействие между институтами стратегических исследований, научно-исследовательскими организациями и отраслевыми ведомствами, вовлеченными в процессы выработки политики, планирования и поддержки принятия решений. Она также будет работать над повышением открытости информации, обмена данными и передового опыта для нахождения отраслевых и межотраслевых решений на региональном уровне.

Задача платформы не заменить или дублировать деятельность существующих институтов, а заполнить вакуум в комплексном подходе и экспертной оценке, а также привлечь новые сферы знаний. Независимый институт, как в случае аналогичных платформ и организаций в мире<sup>2</sup>, будет иметь тесные связи с ведущими организациями и отдельными представителями региона и, которые, в свою очередь будут основными участниками его программы исследований, разработок, наращивания потенциала и его финансирования. Важный результат этой инициативы заключается в том,

---

<sup>2</sup> Фонд Бертельсмана, Китайский институт международных исследований и Фонд Карнеги могут служить примером устремлений на долгосрочную перспективу предлагаемого здесь института.

что она позволит активизировать научные исследования, создать новые рабочие места в этих организациях и обеспечит новые перспективы карьерного роста для молодых ученых и специалистов.

Региональная экспертно-аналитическая платформа может стать площадкой, которая будет связывать и налаживать новые связи между лицами, принимающими решения, исследователями и практиками стран Центральной Азии и других стран и осуществлять междисциплинарные и межстрановые исследования по вопросам водных ресурсов и окружающей среды в более широком контексте геополитических и социально-экономических факторов и трендов. Она предложит отход от традиционных секторальных подходов к управлению водными ресурсами, открыв возможности для специалистов различных областей (сельское хозяйство, водное хозяйство, энергетика, окружающая среда, климат) и дисциплин (инженерное дело, право, экономика, социальные науки, управление данными и знаниями, международные отношения и т.д.) работать сообща для нахождения компромиссных решений и инновационных подходов.

## **Заключение**

Несмотря на очевидную трансформацию дипломатии, которая происходит у нас на глазах, остается твердое убеждение, что дипломатия как искусство мирного решения споров не исчезнет. Как отмечает Э.А. Галумов, «глубинных изменений в структуре самой дипломатии не произошло. Это связано с неизменностью человеческой природы. У человечества всегда будет единственный способ урегулирования возникающих международных разногласий – это слово порядочного человека, являющееся подтверждением мнения страны и обеспечивающее торжество этого мнения в процессе международного взаимодействия» [21]. Слово и действия порядочных людей – это именно то, что критически необходимо развивать и поддерживать применительно к воде – источнику нашей жизни и процветания.

## **Использованная литература**

1. Будущее бассейна Амударьи в условиях изменения климата / Под общ. ред. проф. В.А. Духовного. – Ташкент: НИЦ МКВК Центральной Азии, 2018. – 328 с.
2. Ежегодник «Вода в Центральной Азии и мире 2018» / Под общей ред. Духовный В.А. и Зиганшиной Д.Р., Ташкент: НИЦ МКВК, 2018. -326 с.

3. Духовный В.А. и соавторы Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии. Ташкент, НИЦ МКВК, 2008.
4. V.A. Dukhovny et al. Integrated water resources management in Central Asia: The challenges of managing large transboundary rivers. Global Water Partnership Technical Focus Paper, 2014.
5. G.Montanaro et al., Heat Units-Based Potential Yield Assessment for Cotton Production in Uzbekistan. Journal of Arid Environments, July 2018.
6. Sh. Mukhamedjanov et al, Optimizing Use of Water for Cotton Production using Evapotranspiration-based Irrigation Scheduling Technique in the Fergana Valley, Uzbekistan;
7. M. Reddy et al. Analysis of cotton water productivity in Fergana Valley of Central Asia. Agricultural Sciences, Vol.3, No.6, 822-834 (2012).
8. Stulina, G. and Solodkiy, G. (2015) The Effect of Climate Change on Land and Water Use. Agricultural Sciences, 6, 834-847. doi: 10.4236/as.2015.68081.
9. Аральское море и Приаралье / под общ.ред. проф. В.А. Духовного. Baktria Press. Ташкент, 2017 – 120 с.. Южное Приаралье — новые перспективы / под ред. проф. В.А. Духовного и инж. Ю. де Шуттера. - Ташкент, 2003. - 154 с.
10. Рысбеков Ю.Х. Трансграничное сотрудничество на международных реках: проблемы, опыт, уроки, прогнозы экспертов // Под ред. В.А. Духовного. - Ташкент: НИЦ МКВК, 2009. - 203 с.
11. Ziganshina D. Aral Sea Basin in Central Asia. In S. McCaffrey & C. Leb (eds.) Research Handbook on International Water Law (Edgar, 2019)
12. Ziganshina D. Management (Article 24). In L.B. de Chazournes et al (eds.) The United Nations Convention on the Law of the Non-Navigational Uses of International Watercourses. A Commentary (OUP, 2018)
13. Зиганшина Д.Р. Общественное сознание как основа развития и эффективности международного права / Культурные и образовательные аспекты водного хозяйства стран ВЕКЦА. Сб.научн.трудов Сети водохозяйственных организаций Восточной Европы, Кавказа, Центральной Азии, вып. 9. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2016. С.80-87
14. Ziganshina D. Promoting transboundary water security in the Aral Sea basin through international law (Brill/Nijhoff, 2014).
15. Muminov S. et al. (2017): Cost Effectiveness of Growing Cotton Depending on Irrigation Source and Groundwater Salinity in the Ferghana Valley, Uzbekistan. Agricultural Sciences, 8, 729-742. <https://doi.org/10.4236/as.2017.88054>
16. Muminov, S. (2014): Financial mechanism for sustainable water management in irrigated agriculture of Uzbekistan. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/212558/2/MUMINOV%20-2014%20RECCA.pdf>
17. Yusupov, N., Muminov, S., Ibragimov, I., Gojenko, B. (2012). Present problems of water management and agrarian reforms in Uzbekistan. Agricultural Sciences Vol.3, No.4, 524-530. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2012.34062>
18. Зиганшина Д.Р. Гендерные аспекты в управлении земельно-водными ресурсами в Центральной Азии. Ташкент: НИЦ МКВК, 2005

19. Гендерные аспекты интегрированного управления водными ресурсами: Отчет об исследовании репрезентативных домохозяйств в республиках Азербайджан, Армения, Грузия, Казахстан, Кыргызстан, Туркменистан, Таджикистан, Узбекистан. Ташкент: GWP CASENA, 2005.

20. IUCN. Draft International Covenant on Environment and Development. Third Edition: Updated Text. Environmental Policy and Law Paper No 31 Rev 2.

21. Э.А. Галумов. Имидж и дипломатия. <http://evartist.narod.ru/text10/80.htm>

## **Безопасность и эксплуатационная работоспособность гидротехнических сооружений на водных объектах крупных городов (на примере Московского мегаполиса)**

**Козлов Д.В.**

**Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет**

**Российская Федерация**

Ключевыми факторами, влияющими на надежную работу гидротехнических сооружений (ГТС), являются проектные, строительные и эксплуатационные условия. Случаи проявления дефектов конструкций и аварий гидросооружений, учитываемые при анализе работоспособности ГТС в наиболее развитых странах мира, показывают, что наибольшее значение для надежной работы сооружений имеет качество производства работ при возведении ГТС. Этот факт подтверждается и данными отечественного опыта гидростроительства об аварийных случаях и значительных повреждениях сооружений в России, причинах их низкой надежности.

**Таблица**

**Данные по случаям значительных аварий ГТС**

<b>Причины низкой надежности:</b>	<b>Число аварий и дефектов сооружений, %</b>
Проектирование	13
Строительство	69
Эксплуатация	18

Из данных таблицы [1] видно, что наибольшее число аварий и дефектов сооружений происходит из-за ошибок при строительстве, в первую очередь вследствие низкого качества выполнения строительных работ и используемых при строительстве материалов и конструкций.

Причины появления дефектов сооружений и снижения их надежности позволяют указать на основные факторы, влияющие на надежность сооружений [1, 2], в том числе гидротехнических: недостаточный учет конкретных условий производственной среды и эксплуатационных факторов при проектировании; отсутствие экспериментальных данных о фактических темпах износа и действительных физико-механических свойствах строительных материалов в период эксплуатации; низкий производственный уровень контроля качества сырья и материалов, нарушение режима изготовления изделий; отсутствие надлежащего авторского надзора за качеством производства работ; нарушение технических условий при производстве строительных работ, в том числе монтажных; отступление от проектных решений; несоблюдение технических условий производства работ в зимнее время; коррозия металлических деталей и металла стыков, образование трещин в железобетонных элементах (особенно на объектах, которые долгое время находились в числе незавершенных); отсутствие системы планово-предупредительных ремонтов эксплуатируемого сооружения; возраст сооружения и значительный износ основных конструкций; нарушение правил эксплуатации сооружения.

Основой современной теории надежности является статистический подход к изучению таких событий, как отказ и восстановление. Этим вопросам посвящен ряд специальных работ [1, 3]. Поддержание сооружения в исправном состоянии и пригодном для использования по основному назначению является основной задачей эксплуатирующих организаций и соответствующих служб [1].

Важность, сложность и актуальность технической эксплуатации ГТС заключается в ее же особенностях [1]. Эксплуатация ГТС осуществляется весьма длительное время (по сравнению с проектированием и возведением) с различной периодичностью выполнения текущего (от 3 до 6 лет) и капитального ремонтов (до 30 лет), случайным характером места, объема и времени выполнения этих работ. Эксплуатация ГТС затрагивает интересы значительной части населения территории (т.е. носит социальный характер) и связана с постоянным физическим износом, а следовательно с большими затратами средств, увеличивающимися с течением времени, и привлечением все новых сил и средств для осуществления своевременного технического обслуживания и ремонта.

В соответствии с федеральным законом 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» (117-ФЗ) [4], обеспечение безопасности ГТС осуществляется на основании следующих общих требований, а именно [1, 5, 6]: необходимого обеспечения допустимого уровня риска аварий ГТС; представления декларации безопасности ГТС; непрерывности эксплуатации сооружений; постоянного осуществления мероприятий по

обеспечению безопасности сооружений и установлению критериев их безопасности, оснащению сооружений техническими средствами для постоянного контроля их состояния. Кроме того, служба эксплуатации ГТС должна быть укомплектована работниками необходимой квалификации и ответственна за действия (бездействия), которые повлекли за собой снижение безопасности ниже допустимого уровня. Должны быть достаточным финансирование мероприятий по обеспечению безопасности сооружений и современность организации системы технического обслуживания и ремонта ГТС.

Основными причинами аварий ГТС являются: неудовлетворительное техническое состояние сооружений и низкий уровень эксплуатации, дефекты при строительстве, неправильная оценка размеров паводков, ошибки при проектировании. Нередко причиной аварий становится пренебрежение собственником сооружений принципами приоритетного финансирования мероприятий, направленных на обеспечение безопасности ГТС в период их эксплуатации. На многих ГТС возрос риск аварий в связи с потерей собственника или его банкротством (несостоятельностью).

Надежность сооружения определяют его эксплуатационные качества, а техническое состояние ГТС оценивается путем проведения эксплуатационных наблюдений, обследований и определения действительных параметров эксплуатационных качеств. Сравнивая действительные параметры эксплуатационных качеств, риск аварии с нормативными, определяется степень физического износа и техническая надежность сооружения, т.е. техническое состояние ГТС. На основании чего принимаются соответствующие решения. Если действительные значения параметров эксплуатационных качеств и значения риска аварий не отвечают нормативным требованиям, то это свидетельствует о повышенной опасности возникновения аварийных ситуаций. Дальнейшая эксплуатация ГТС в проектном режиме по условиям риска аварий и значениям параметров эксплуатационных качеств недопустима и должна осуществляться в режиме, обеспечивающем безопасную их работу [1].

Таким образом, надежность сооружения и его эксплуатационная работоспособность не только взаимосвязаны, но и являются залогом безопасной работы ГТС, а, следовательно, всего комплекса сооружений, входящих в водохозяйственную систему любого масштаба от небольшой территории и населенного пункта до крупных городских мегаполисов, регионов и государств.

Поэтому вопросы надежности, работоспособности и безопасности ГТС стоят на повестке дня как на федеральном, так и региональном и муниципальном уровнях. Согласно протоколу оперативного совещания Совета Безопасности Российской Федерации от 31.01.2019 г. Ростехнадзору

совместно с Росводресурсами и другими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации было поручено обеспечить контроль за безопасным состоянием и эксплуатацией ГТС всех форм собственности и ведомственной принадлежности и особое внимание уделить состоянию бесхозяйных ГТС. В апреле 2019 года на региональном московском уровне были даны поручения по уточнению перечня бесхозяйных, а также ГТС, имеющих низкий уровень безопасности; назначению должностных лиц, ответственных за их безаварийную работу, а также принятию решений по каждому из них с целью обеспечения безопасной эксплуатации.

Современная гидротехническая система столичного мегаполиса – это целая сеть водных объектов и гидротехнических сооружений.

Сегодня в Москве в пределах МКАД находится около 150 малых рек и ручьёв и более 300 открытых водоёмов (прудов и озёр). Свыше 90 водотоков столицы забраны в коллекторы, а ряд прудов и мелких рек полностью или частично засыпаны. В пределах исторической части города сохранились отдельные водоёмы – остатки богатой некогда московской гидросистемы: Чистый и Патриарший пруды, Пресненские пруды. Хорошо сохранились более 40 прудов в общедоступных парках и садах, организованных городом для гулянья еще в XIX веке (Сокольники и Измайлово), а также на территории крупных садово-парковых ансамблей дворцовых комплексов (Коломенское, Царицыно) и бывших городских и подмосковных дворянских и купеческих усадеб (Ясенево, Узкое, Михалково, Грачёвка, Воронцово, Покровское-Стрешнево, Останкино, Алтуфьево, Кусково, Люблино) [5]. Ряд городских прудов ранее являлись пойменными озёрами: озерное происхождение имеют Голицынский пруд в Парке имени Горького, Новоспасский и Новодевичий пруды, Лефортовские пруды в пойме р. Яузы. Сегодня природный облик сохранили только пойменные озера Серебряного бора.

В связи с расширением границ г. Москвы и развитием территорий Троицкого и Новомосковского административных округов, освоением промышленных зон и депрессивных участков вдоль кольцевых железных и автомобильных дорог число водных объектов, находящихся в зоне интересов и ответственности Правительства Москвы с каждым годом только увеличивается. За последние годы в городскую черту попали пруды в бывших усадьбах Чернево, Бутово, Захарьино, Виноградово; в районах Куркино, Щербинке, Митино; в промышленной зоне микрорайона Очаково и др. Водную систему Троицкого и Новомосковского административных округов (ТиНАО) Новой Москвы образуют более 400 водных объектов, в том числе 47 рек, из них 20 – длиной более 10 км.

Последнее крупное комплексное обследование более 400 водоемов Старой Москвы, т.е. до расширения ее границ с организацией ТиНАО, для оценки технического состояния ГТС выполнялось на рубеже столетий в 1998...2008 годы. Большая часть водных объектов (около 280 прудов Москвы) обследовались сотрудниками МГУПриродообустройства [7...10]. Результаты этой работы показали, что на тот момент 176 водоемов были образованы грунтовыми плотинами и дамбами высотой от менее 3 до 12 м. На прудах имелось 164 водосбросных сооружения, в том числе 23 – открытого типа. Большинство ГТС к моменту обследования эксплуатировались более 40-45 лет. Около 30 % прудов являются непроточными водоемами. Порядка 40 водоемов – это пруды-копани объемом 0,5-0,1 млн м<sup>3</sup>, и большая часть прудов имеет объем менее 0,1 млн м<sup>3</sup>. Назначение московских прудов самое различное: 37 % выполняют рекреационные, купальные и противопожарные функции, 6% имеют специальное, в том числе научное назначение. Чаще всего такие водные объекты используются для решения водоотводящих, регулирующих и других водохозяйственных задач. Столичные водоёмы на тот момент принадлежали различным ведомствам и организациям: ГУП «Мосводосток» (более 200), АО «ВДНХ», Главному Ботаническому саду и другим хозяйствующим субъектам.

Учитывая ситуацию с расширением границ Москвы и практически удвоением числа водных объектов на территории города, а также во исполнение поручения Совета Безопасности Российской Федерации от 31.01.2019 г., Правительство Москвы совместно с ГУП «Мосводосток», как основным балансодержателем ГТС столичного региона, продолжая практику последних двадцати лет организовал работу по актуальной инвентаризации гидротехнических и инженерных сооружений, имеющих признаки гидротехнических сооружений, в составе водных объектов, расположенных на территории города Москвы, в том числе на водных объектах, находящихся в хозяйственном ведении ГУП «Мосводосток». В настоящее время сформирован перечень инженерных сооружений (250 объектов), имеющих признаки гидротехнических сооружений. Данный перечень не окончательный и будет корректироваться в результате выявления новых ГТС без установленных на них прав собственности или установления фактов того, что отношения по выявленным ГТС не регулируются Федеральным законом от 21.07.1997 г. №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений», а сами ГТС являются сооружениями централизованной системы водоотведения с изменением их функционального назначения.

Ввиду того, что финансирование выполнения полного комплекса работ по обеспечению безопасности ГТС будет осуществляться из городского бюджета, необходимо достоверно определить перечень таких объектов, чтобы обеспечить целевое использование выделенных денежных средств и

после окончания работ по инвентаризации и обследованию ГТС утвердить окончательный перечень гидротехнических сооружений с последующей их передачей эксплуатирующим организациям и внесением сведений о них в Российский регистр гидротехнических сооружений.

В результате работы по инвентаризации и обследования гидротехнических и инженерных сооружений, имеющих признаки гидротехнических сооружений, в составе водных объектов, расположенных на территории города Москвы должно быть:

- определено функциональное состояние объекта как «гидротехнического сооружения» (ГТС), подпадающего под действие 117-ФЗ, и тогда выполнена оценка возможности возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) (аварии) на данном объекте;
- определение класса опасности ГТС (I класс - ГТС чрезвычайно высокой опасности; II класс – ГТС высокой опасности; III класс - ГТС средней опасности; IV класс - ГТС низкой опасности);
- определение необходимости внесения или невнесения сведений о ГТС в Регистр ГТС Российской Федерации.

Кроме того, выполнению расчета вероятного вреда должно предшествовать обоснование сценариев реализации наиболее вероятной и наиболее тяжелой аварии ГТС, на начальном этапе которого производится идентификация опасностей ГТС, а значит определение возможности возникновения ЧС.

При отсутствии каких-либо исходных данных, т.е., например, для условий бесхозяйного ГТС, необходимо проведение полевого (экспедиционного) обследования состояния участков столичной территории, подвергающихся вероятному аварийному воздействию.

Выбор метода определения вероятного вреда (детальной оценки, планшетный, укрупненных показателей) производится в зависимости от масштаба прогнозируемых аварий ГТС и их последствий. Так как для бесхозяйных ГТС желательное использование приемов экспедиционного обследования, к ним применим метод детальной оценки.

### **Использованная литература**

1. Щедрин В.Н., Косиченко Ю.М., Шкуланов Е.И. Безопасность гидротехнических сооружений мелиоративного назначения. Под общей редакцией В. Н. Щедрина и Ю. М. Косиченко . Москва, 2011, 268 с.
2. Косиченко Ю.М. Вопросы безопасности и эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений мелиоративного назначения. Природообустройство. 2008. № 3. С. 67-71.

3. Волков В.И., Снежко В.Л., Козлов Д.В. Прогноз уровня безопасности низконапорных и бесхозяйных гидротехнических сооружений. Гидротехническое строительство. 2018. № 11. С. 35-41.
4. Федеральный закон 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21 июля 1997 г.
5. Козлов Д.В., Матвеев Ф.В. Современные аспекты государственного регулирования безопасности гидротехнических сооружений. Природообустройство. 2016. № 3. С. 45-51.
6. Kozlov D.V. WATER SECURITY AND THE TASKS OF HYDRAULIC CONSTRUCTION IN RUSSIA. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction - The Formation of Living Environment. 2018. С. 052004.
7. Черных О.Н., Сабитов М.А., Алтунин В.И., Алтунина А.В. Современное состояние и проблемы восстановления водных систем старых усадеб Москвы. //Вопросы мелиорации. 2007. № 3-4.
8. Каганов Г.М., Волков В.И., Секисова И.А. Анализ состояния низконапорных гидротехнических сооружений Российской Федерации на примере обследования гидроузлов Московской области. Гидротехническое строительство. 2008. № 8. С. 26-37.
9. Каганов Г.М., Волков В.И. К оценке состояния низконапорных гидротехнических сооружений при отсутствии проектной документации. Природообустройство. 2008. № 3. С. 41-48.
10. Каганов Г.М., Волков В.И., Евдокимова Е.И., Секисова И.А. Оценка технического состояния небольших (малых) плотин (по данным инвентаризации в Московской области). Мелиорация и водное хозяйство. 2009. № 2. С. 42-45.
11. Волков В.И., Каганов Г.М. Обобщение результатов обследования состояния гидроузлов в Московской области за 2002-2012 гг. Мелиорация и водное хозяйство. 2012. № 3. С. 5-8.
12. Черных О.Н., Волков В.И., Бурлаченко А.В. Проблемы безопасности территорий нижнего бьефа столичных прудов. Природообустройство. 2017. № 1. С. 47-55.

## **Проблемы водообеспеченности регионов России и пути их решения**

**Кизяев Б.М.**

**ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова**

**Россия**

При значительных объемах водных ресурсов, характерных для России в целом, регионы на юге Европейской территории России и Западной Сибири испытывают дефицит воды, прежде всего, для хозяйственно-питьевого водоснабжения сельского, рыбного хозяйства и судоходства. Фактическая ситуация в сфере использования водных ресурсов, назревшие проблемы водохозяйственного комплекса страны и происходящая аридизация климата в этих регионах обостряют вопросы водообеспечения населения, сельскохозяйственного производства и других отраслей экономики.

Особоострые проблемы с водообеспеченностью в этом году ощущаются в Нижнем Поволжье, Калмыкии, Ставропольском и Краснодарском краях, южных регионах Московской области, Татарстана, Крыма и других регионов. В то же время, весенние и летние паводки нанесли значительный урон в Иркутской области, на Дальнем Востоке, в Крыму и Краснодарском крае. Большие проблемы с рациональным водообеспечением стоят в Волжско-Камском бассейне из-за нерационального использования водных ресурсов по отраслям в течение года. Так, в зимний период из-за значительного снежного покрова и ожидаемого весеннего половодья водохранилища срабатываются ГЭС для покрытия пиковой потребности электроэнергии, а в весенние и летние периоды из-за сработанных водохранилищ снижаются попуски расходов, что значительно влияет на нерест рыбного хозяйства, орошения земель и эксплуатации водного транспорта. Поиск решений необходимо вести в разных направлениях. Одним из основных является водосбережение, рациональное использование имеющейся воды, совершенствование систем водоподачи и водоотведения, мелиоративных систем и др.

Гарантированное обеспечение населения качественной питьевой водой, сельское и рыбное хозяйство и судоходство становится одной из при-

оритетной проблем государственной политики, направленной на сохранение здоровья, продовольственной безопасности, экологии и туризма.

Эффективное развитие водного хозяйства в целом необходимо для более полной реализации человеческого потенциала России посредством обеспечения водными ресурсами надлежащего качества, улучшения состояния окружающей среды и повышения экологической безопасности, а также сыграет важную роль в закреплении и расширении конкурентных преимуществ России, в том числе в аграрном секторе и переработке природных ресурсов путем вовлечения в хозяйственный оборот неосвоенных водных ресурсов при обязательном соблюдении природоохранных требований [2].

Возобновляемые ресурсы поверхностных вод оцениваются объемом годового стока, который в 2013 году составил 4614,6 км<sup>3</sup>, превысив среднее многолетнее значение на 8,3%. Большая часть этого объема - 4330,8 км<sup>3</sup> - сформировалась в пределах России, и 283,8 км<sup>3</sup> воды поступило с территорий сопредельных государств [1]. Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2013 году в большинстве случаев значительно отличались от средних многолетних значений (табл.) что связано с ритмическими изменениями поверхностного стока. Распределение рек по территории России, как известно, неравномерно, в наименее водообеспеченных регионах речной сток характеризуется наибольшей многолетней вариацией. Поэтому в отдельные годы сток может сократиться на 60 %. Если говорить о минимальном межгодовом стоке, обеспечивающем устойчивое водоснабжение объектов экономики и населения, то он может составлять только 19 % от среднегодовых ресурсов речного стока, в том числе для таких рек как Волга, Дон, Кубань, Урал, а также Иртыш, Тобол. Эти объемы меньше потребностей в воде в данных бассейнах. По экспертной оценке, водные ресурсы большинства рек Европейской зоны - Дона, Кубани, Самура, Волги, Урала - практически полностью исчерпаны, а остальных рек России: Печоры, Северной Двины, Невы, Сулака, Терека, Оби, Енисея, Амура, Лены - уже освоены на три четверти и более. Эти выводы получены для условий современной технологии водопользования, которая характеризуется в значительной мере нерациональным и неэкономным использованием водных ресурсов.

Значительная часть стока основных крупных рек страны аккумулируется в водохранилищах сезонного или многолетнего регулирования. Так, в водохранилищах многоцелевого использования Волжско-Камского каскада (Иваньковском, Угличском, Рыбинском, Горьковском, Чебоксарском, Куйбышевском, Камском, Боткинском, Нижнекамском, Саратовском и Волгоградском), сосредоточено более 60% зарегулированного стока территории европейской части России. За годы эксплуатации значительно воз-

росла заиленность ложа водохранилищ, так, например, Куйбышевское водохранилище заилено на 60 % площади, площадь мелководий достигает 25 % акватории. В результате процессов заиления Саратовского водохранилища полный объем водохранилища сократился на 22 %, полезный – на 14 %. Таким образом, современное состояние снижает эффективность использования действующих водохранилищ.

Таблица

## Водные ресурсы по основным речным бассейнам Российской Федерации

Бассейн реки	Площадь речного бассейна, тыс. км <sup>2</sup>	Средние многолетние значения водных ресурсов (за 1936-1980 гг). км <sup>3</sup> /год	Водные ресурсы 2013 года, км <sup>3</sup> /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северная Двина	357	101,0	100,0	-1,0
Печора	322	129,0	121,7	-5,7
Волга	1360	238,0	270,6	13,7
Дон	422	25,5	16,5	-35,3
Кубань	57,9	13,9	9,9	-28,8
Обь	2990	405,0	372,1	-8,1
Енисей	2580	635,0	584,6	-7,9
Лена	2490	537,0	610,0	13,6
Колыма	647	131,0	196,5	50,0
Амур	1855	378,0	638,1	68,8

Россия остается регионом мира, где потепление климата в течение XXI в. будет существенно превышать средние глобальные показатели. Текущие изменения следует охарактеризовать как продолжающееся потепление со скоростью, составляющей 0.43°C/10 лет, что более чем в два с половиной раза превышает скорость глобального потепления. Изменения проявляются во всех компонентах климатической системы, в том числе в изменениях радиационного, температурного, гидрологического режимов, ледяного покрова российских морей, экстремальности климата. По прогнозам заметное смягчение температурного режима ожидается в холодное время года. В течение всего XXI в. при всех сценариях отмечается устойчивая тенденция к увеличению количества осадков в зимний период повсеместно на территории России, а в летний осадки возрастут на большей

части территории, за исключением южных регионов, где к концу века ожидается уменьшение осадков до 25 % по сравнению с концом XX в.

К 2050 г. в соответствии с прогнозом [4] нет оснований ожидать каких-либо значительных изменений годового стока основных рек России в результате изменения климата. Для большей части территории страны наиболее вероятно незначительное (в пределах 5 %) увеличение годового стока, что находится в пределах его естественной изменчивости.

Как показывают модельные расчеты водный режим рек России в ближайшие два десятилетия по своим основным параметрам будет близким к наблюдавшемуся в последние 30-35 лет. Ожидаемое повышение температуры воздуха зимой позволяет полагать, что наблюдающийся увеличенный зимний сток рек сохранится и в ближайшие два-три десятилетия. При этом относительная доля весеннего стока в годовом стоке будет уменьшаться.

Годовой приток к водохранилищам Волжско-Камского каскада вследствие увеличения осадков в бассейне Волги в последние три десятилетия, увеличился на 8-26%, причем в зимний период, вследствие повышения температуры воздуха, — на 70-120%. По прогнозу эти тенденции сохранятся на ближайшие 20-30 лет, что требует пересмотра традиционной структуры водохозяйственного баланса, а также принципов управления водными ресурсами водохранилищ для создания оптимальных условий регулирования стока. Для целей агропромышленного комплекса и с точки зрения энергетики и судоходства, а также использования водных ресурсов Волги в народном хозяйстве, в целом, в прежнем объеме, ситуация складывается благоприятная на территории основной части ЕТР, за исключением южных регионов.

Существующие водохозяйственные проблемы хорошо известны. Проблемы, возникающие в связи с природными факторами обусловлены неравномерным распределением водных ресурсов, когда в ряде регионов страны ощущается существенный недостаток воды, прежде всего, пригодной для хозяйственно-питьевого водоснабжения. На протяжении десятилетий сохраняются экологические проблемы, связанные с ухудшением качества поверхностных водных объектов, а в последнее время и подземных, из-за загрязнений. Сокращение, начиная с 1986-1990 гг. техногенной нагрузки на водные объекты не определяет возврат качества поверхностных вод к исходному. В настоящее время большая часть рек относится по оценке экологического состояния к категориям «загрязненные» и «сильно загрязненные». Развита процесс истощения водных ресурсов, сформировались региональные воронки депрессии, площадью до сотен км<sup>2</sup> и глубиной порядка 70-100 м в экономически развитых регионах страны, как на европейской территории, так и в Сибири.

К экономическим проблемам относится несовершенство экономических механизмов управления водохозяйственным комплексом страны, регулирования водопользования, стимулирования водосбережения и охраны вод. Остро стоит вопрос с привлечением инвестиций в развитие водохозяйственного комплекса, что связано с низкими инвестиционными возможностями водохозяйственных объектов, неразвитостью механизмов государственно-частного партнерства.

Технические проблемы связаны с износом и старением основных производственных фондов, включая основные фонды по охране и рациональному использованию водных ресурсов. По данным Доклада [3] общая стоимость водоохраных и водосберегающих фондов в целом по России в настоящее время составляет свыше 500 млрд руб. (или менее 1 % от стоимости всех основных фондов страны). Общая степень их износа практически неизвестна (статистика отсутствует), но по оценкам составляет около 50-51 %. Водохозяйственный комплекс характеризуется несовершенством водохозяйственных систем, непроизводительными потерями и расходами воды, несовершенством технологии водосбережения, водоподготовки, очистки и регулирования качества воды в подсистемах водопотребления и водоотведения, отсутствием системы учета количества и качества потребляемой и отводимой воды. Технический уровень водохозяйственного комплекса не отвечает современным требованиям. Особенно хорошо это видно на мелиоративных системах, где износ основных фондов выше, чем в целом по стране, составляет 50-60 %, преобладают каналы в земляных руслах без антифильтрационных покрытий и непроизводственные потери воды доходят до 70 % от водоподачи.

В ближайшей перспективе часть означенных проблем предстоит решить в процессе реализации соответствующих концепций, целевых программ. Однако можно предположить, что для решения потребуется больший, чем предполагалось срок, связанный с текущим состоянием экономики: слабостью экономической базы водного хозяйства, низкой эффективностью управления, вяло текущей модернизацией объектов экономики, нестабильностью рынка и цен. Ущерб качеству водохозяйственных мероприятий и исследований возникает и в связи с недостаточным финансированием НИОКР, а также и с принятой системой проведения торгов по водохозяйственным заказам. В 2014 г. финансирование мероприятий в рамках ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012-2020 годах» по плану и по факту составило около 10 млрд. руб. Основной объем средств, по данным отчетного доклада Федерального агентства водных ресурсов, пошел на капитальное строительство (71,4 %), субсидии субъектам Российской Федерации на осуществление капитального ремонта ГТС – 12,5 %, меньшие объемы – на капитальный ремонт феде-

ральных ГТС (3,4 %), экологическую реабилитацию водных объектов (5 %), разработку СКИОВО (около 5 %) и др. Финансирование НИОКР составило только порядка 0,5 % от общего объема финансового обеспечения.

К существующим проблемам, значительная часть которых сохранит свою актуальность в период после 2020 г., добавятся и связанные с потеплением климата. Прежде всего, это аридизация климата на юге Европейской части страны и Западной Сибири, что сделает проблему водообеспечения регионов, особенно питьевого водоснабжения, особенно острой.

Поиск решений необходимо вести в разных направлениях. Одним из основных является водосбережение, рациональное использование имеющейся воды, совершенствование систем водоподдачи и водоотведения, мемлиоративных систем, переход на замкнутые циклы водопользования, переход на закрытые трубопроводы для поддачи питьевой воды, разделение водоподдачи питьевых вод и технических и другие. Меры очевидно необходимые, не решающие проблемы водообеспечения в целом, но создающие основу для ее решения в случае дополнительного поступления водных ресурсов, в том числе при перераспределении стока рек. Варианты источников и объема стока могут быть проработаны.

Вариантом является расширение использования подземных вод в комплексе с поверхностными. По проработкам ВНИИГиМ по вопросам оценки водообеспеченности сельского хозяйства в Российской Федерации водными ресурсами, предположительно к 2020 г. общая потребность агропромышленного комплекса в воде составит порядка 40 км<sup>3</sup> в год [2]. При этом, с учетом прогнозируемой динамики сельского населения и действующих норм водопотребления, общая потребность в воде для хозяйственно-питьевого водоснабжения составит 2,8 км<sup>3</sup>/год, из которых 2,4 км<sup>3</sup>/год может быть обеспечено подземными водами. На орошение по прогнозу потребуется 29 км<sup>3</sup>/год, для обводнения пастбищ – более 0,8 км<sup>3</sup>/год; на водоснабжение животноводства и птицеводства – 0,2 км<sup>3</sup>/год, предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию – 0,38. Оценки выполнены по федеральным округам. Приведенные цифры не учитывают потребности республики Крым, которая, по данным департамента Государственной политики и регулирования в области водных ресурсов Минприроды России, составляет до 2 км<sup>3</sup>/год.

Дополнительным источником водных ресурсов могут стать и опресненные воды, прежде всего, Азовского моря. Опреснение минерализованных, морских вод является стратегическим направлением развития водообеспечения во многих странах мира. Самые мощные опреснительные установки расположены в странах Ближнего Востока [5]. За счет опреснения воды осуществляется все водоснабжение Кувейта (порядка 2,1 млн.м<sup>3</sup>/сут), интенсивно используются такие установки в Саудовской

Аравии (более 7,4 млн. м<sup>3</sup>/сут), на долю которой приходится 18 % всей опресненной воды в мире, в Объединенных Арабских Эмиратах (7,3 млн. м<sup>3</sup>/сут), а Испании (3,4 млн. м<sup>3</sup>/сут), Алжире (1,1 млн. м<sup>3</sup>/сут), Израиле, где опресненная вода покрывает 10 % годового потребления пресной воды, и в других странах. Рынок технологий опреснения морской воды в России активно развивается, индивидуальные опреснительные установки уже находят свое применение и в Крыму. Недостатком процесса опреснения является большое потребление электроэнергии и, преимущественно поэтому, высокая себестоимость получаемой воды. Самая низкая в мире стоимость опресненной воды – в Израиле, где она составляет 0,5 \$ США за 1 м<sup>3</sup>.

Учитывая существующую ситуацию и прогнозы, связанные с глобальным изменением климата, можно констатировать, что водные ресурсы постепенно занимают одно из центральных мест в системе планирования и управления развитием страны и регионов. К 2070 году дефицит водных ресурсов будет ощущаться также в Центральной и Южной Европе и коснется 44 миллиона человек, что ставит вопрос об эффективном управлении водными ресурсами во главу угла решения всех вопросов экономики, социальной сферы и политики в регионах мира.

Среди путей решения проблемы водообеспечения регионов с условиями дефицита водных ресурсов в зарубежных странах используется и территориального перераспределения речного стока. Общий объем существующих и предлагаемых перебросок в мире составляет примерно 595 млрд. м<sup>3</sup>/год, и 1,100 млрд. м<sup>3</sup>/год, в 35 странах мира.

Вопросы переброски части стока северных рек в нашей стране рассматривались более 40 лет назад. Основная цель в тот период – обеспечение водой среднеазиатский республик, что определяло значительные объемы изымаемого для переброски речного стока без надежного экологического и экономического обоснования. За истекшие годы произошло много изменений в политической сфере, в экономических условиях развития страны, в том числе и в водном хозяйстве, на наших глазах меняются природно-климатические условия регионов, особенно заметные на юге Европейской территории России (ЕТР) и Западной Сибири. В такой ситуации постановка вопроса о частичном перераспределении речного стока на территории страны для обеспечения вододефицитных районов становится правомерной. Но вопрос о возможности переброски и ее целесообразности в перспективе должен быть решен ученым сообществом, а не политиками. И уже сегодня необходимо сформулировать соответствующее задание научно-исследовательским институтам, чтобы быть готовыми к тому, что, возможно, потребуется через 5-10 лет.

Очевидно, что при решении данной задачи должны быть преодолены недочеты, которые имели место при обосновании и разработке проектной документации переброски части речного стока Севера ЕТР в 1960-1980 гг. Необходимо учесть ряд положений, изложенных ниже.

Обязательность усиления научного обоснования переброски стока и привлечения научной общественности на всех этапах определения путей решения проблем, связанных с переброской стока и сопряженных с этим задач охраны окружающей среды, социальных и экономических в зоне переброски.

Обязательность экосистемного подхода при обосновании переброски части речного стока, предполагающего обеспечение экологической устойчивости речного бассейна исходя из определения величины допустимого объема изъятия стока рек-доноров. При этом надо иметь в виду, что отнюдь не всегда, когда речь касается природной или социальной среды, затраты на компенсацию ущерба могут ликвидировать его последствия. Опыт показывает необратимость экологических катастроф. Для сохранения водных ресурсов, гидрологического режима, гидрохимических, гидробиологических условий реки-донора, необходимо определить баланс между водохозяйственными потребностями и природоохранными ограничениями.

Работы, выполненные во ВНИИГиМ (Н.И. Парфенова, 1997-2004) показали, что экологически безопасным можно считать отбор поверхностных водных ресурсов в объеме, не превышающем 25-30 % от величины среднегогодового стока. С такой нагрузкой геосистема речного бассейна справится, в многолетнем (60-80-летнем) цикле колебаний сток, за счет многоводных лет, восстановится, и катастрофических изменений в речном бассейне не произойдет. Очевидно, что величина водоотбора дифференцируется в зависимости от местоположения водозабора относительно речного бассейна. При водоотборе сверх этой величины, происходит необратимое истощение поверхностных водных ресурсов. Обоснование мест допустимого изъятия части стока, экологически и экономически рационального объема и способа транспортировки, как и многие другие вопросы, прежде всего для переброски части стока рек севера ЕТР, требуют детальной и взвешенной проработки.

Если рассматривать вариант переброски вод (с применением водоводов) из р. Обь вблизи Ханты-Мансийска на юг, то среднегодовой сток Оби вблизи Ханты-Мансийска составляет порядка  $410 \text{ км}^3/\text{год}$  ( $13 \text{ тыс. м}^3/\text{с}$ ). Общий объем изъятия речных вод по самым предварительным оценкам с учетом приведенных выше ограничений не должен превышать  $102 \text{ км}^3/\text{год}$  или  $3,2 \text{ тыс. м}^3/\text{с}$ . Этот объем, несомненно, должен быть уточнен в процессе обоснования варианта и должен быть предназначен, прежде всего, для

нужд России. Первоочередное назначение полученной воды – это обеспечение хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Таким образом, можно заключить, что проблемы обеспечения водными ресурсами регионов юга ЕТР и Западной Сибири в связи с уже существующим вододефицитом и аридизацией климата в ближайшей перспективе, требуют комплексного и надежно обоснованного решения. Исследования и предварительные оценки показывают, что определенная часть стока северных рек может быть изъята для нормализации, прежде всего, хозяйственно-питьевого водоснабжения населения указанных регионов России. Однако, при этом требуется параллельное обоснование вопросов, связанных с обеспечением адекватных инженерных решений по трассе переброски, в том числе для предотвращения потерь изъятого стока при транспортировке, с созданием условий для поступления объемов стока в водохранилища-реципиенты, что потребует увеличения их фактического полезного объема за счет очистки от заиления, при необходимости – с изменением конструктивных решений гидротехнических сооружений на водохранилищах и др.

Важным аспектом водообеспечения является пересмотр принципов управления водными ресурсами каскадов водохранилищ для создания оптимальных условий регулирования стока с учетом потребностей всех водопользователей, но прежде всего, для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также сельского хозяйства, промышленности, энергетики, рыбоводства, транспорта.

При всех возможных решениях водохозяйственные системы, в том числе и мелиоративные, южных регионов как в Европейской части России, так и в Западной Сибири должны отвечать современным техническим и технологическим требованиям на уровне лучших мировых достижений для сохранения водных ресурсов, получаемых не благодаря, а вопреки существующим природно-климатическим условиям.

### **Использованная литература**

1. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. Утв. Правительством РФ 27 августа 2009 г. N 1235-р. Информационный ресурс: <http://www.mnr.gov.ru/regulatorv/detail.php?ID=128717>

2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. Утв. Правительством РФ 17.11.2008 г. №1662-р (в ред. от 08.08.2009). Информационный ресурс: <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/593274/>

3. Госдоклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 г.» Информационный ресурс: <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/6c7/gosdokladeco.pdf>

4. ФЗ Российской Федерации «О водоснабжении и водоотведении» от 7.12.2011 г. №416-ФЗ. Информационный ресурс: <http://www.rg.ru/2011/12/08/voda-site-dok.html>

5. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / <http://voeikovmgo.ru/download/2014/od/od2.pdf>

## **Оценка водообеспеченности и эффективности использования водных и земельных ресурсов Центральной Азии на основе данных и инструментов дистанционного зондирования**

**Сорокин А.Г.**

**Научно-информационный центр МКВК Центральной Азии**

Инструмент эффективности водопользования в Центральной Азии (WUEMoCA) был задуман как онлайн-платформа дистанционного зондирования – постоянного автоматизированного космического мониторинга, обеспечивающего пространственную динамическую информацию по землепользованию для стран Центральной Азии, включая оценку орошаемых площадей, урожайности с/х культур, эвапотранспирации, полученных на основе открытых спутниковых данных MODIS 250 м и общедоступных глобальных климатических данных.

В настоящее время инструмент WUEMoCA максимально приближен к пользователю, и является системой учета, сбора, анализа и распространения данных по оценке водохозяйственной ситуации отдельных контуров – областей, районов, крупных оросительных систем стран бассейна. Сегодня пользователю доступна информация не только по показателям землепользования (орошаемая площадь нетто, посевная площадь, коэффициент использования орошаемых земель и др.), но также показателям продуктивности и эффективности водопользования.

На основе требований потенциальных пользователей (был выполнен опрос в БУИС) была разработана система показателей (Д. Сорокин), и разработан специальный инструмент – «Полигон пользователя» (А. Сорокин, Р. Ташпулатов), позволяющий самому пользователю выделять на карте объект (контур) исследования, вводить дополнительную информацию по водопользованию (например, водозабор на границах контура) и получать необходимую ему информацию – например, о том, как эффективно используются водные ресурсы в пределах выделенного контура (с какими потерями), на сколько обеспечены орошаемые земли оросительной водой по сравнению с потребностями с/х культур (полученными на основе обработки климатических данных) – где не хватает воды, а где ее излишек, и наконец, сколько воды по данным космических снимков высвобождается в атмосферу за счет испарения и транспирации (так называемая фактическая эвапотранспирация).

Пользователь может задействовать инструмент расчета продуктивности и получить информацию по ряду соответствующих индикаторов (урожайность с/х культур в тоннах на гектар, валовый доход в тоннах, доход от реализации с/х продукции в \$ и \$/га), а также выполнить расчеты по текущей (подекадной) оценке эффективности использования водных и земельных ресурсов, ранней оценке продуктивности и возможных потерь с/х продукции.

Таким образом, платформа WUEMoCA может помочь руководителям водохозяйственных организаций понять, как эффективно они управляют водой (планируют распределение воды, контролируют водозаборы, назначают нормы водопотребления с/х культур и др.), куда уходит и где теряется вода, и в конечном итоге – подсказать пути экономии воды и повышения водобеспеченности, продуктивности воды и земли, найти дополнительные резервы, эффективные решения.

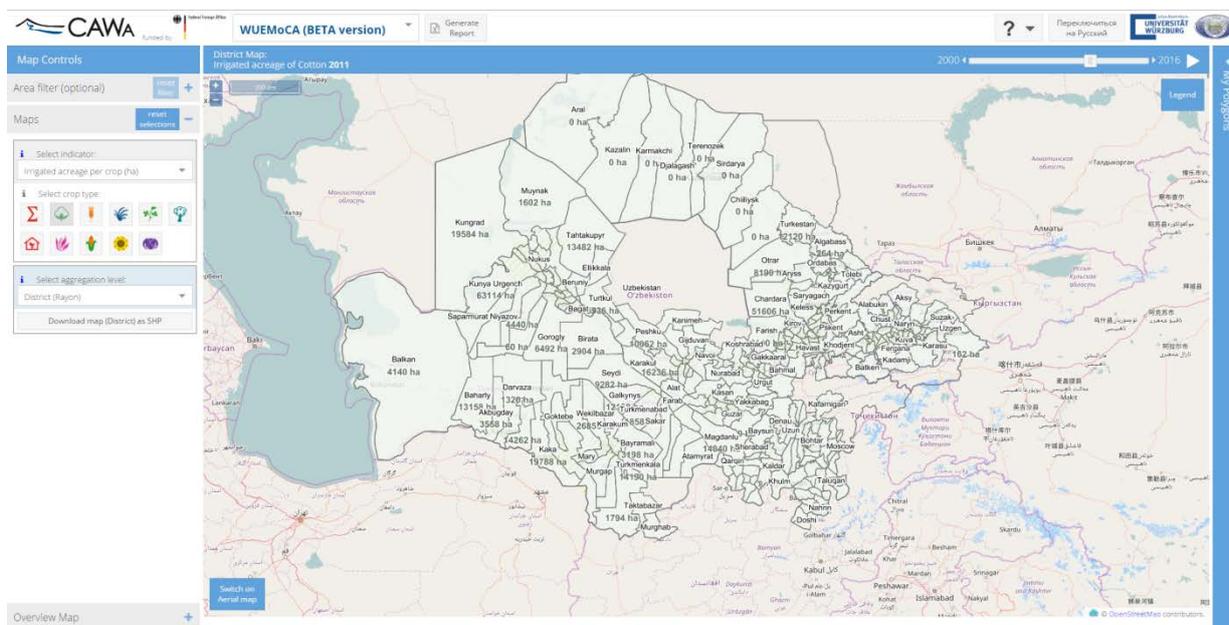


Рис. 1. Общий вид интерфейса WUEMoCA

Платформа WUEMoCA разработана и протестирована специалистами University of Wuerzburg, Institute of Geography and Geology, Department of Remote Sensing, Green Spin GmbH в сотрудничестве с НИЦ МКВК. Рабочая версия WUEMoCA доступна по адресу [wuemoca.net](http://wuemoca.net).

Одним из вкладов НИЦ МКВК является написание для архитектуры WUEMoCA нового кода (программист – Р. Тошпулатов), основанного на технологии Model-View-Controller (MVC), разделяющей логику представ-

ления (интерфейса пользователя) и логику приложения, что позволило модернизировать интерфейс, приспособив его к требованиям пользователя. Интерфейс WUEMoCA написан на основе JavaScript фреймворка ExtJS версии 6.0.1. Расчетные данные сохраняются в базе данных PostgreSQL и используются для визуализации ГИС-слоев с помощью сервера для управления источниками данных географических информационных систем GeoServer, передаются в интерфейс посредством технологии JSP, используя текстовый формат обмена данными JSON. Для визуализации карт использована библиотека OpenLayers.

Основой калибровки алгоритмов WUEMoCA (покрывающих все территориальные уровни) и наполнения БД фактической информацией являлись данные полевых экспедиций (Г. Стулина), а также статистические данные, собранные по районам стран бассейна (Ш. Муминов). Калибровка алгоритмов «Полигона пользователя» была выполнена на фактических данных пилотного объекта: АВП «Каттакурган Политимент БХ», расположенной в Каттакурганском районе Самаркандской области Республики Узбекистан.

Тестирование показало, что по площадям орошения в границах отдельных районов Республики Узбекистан, значения, показанные по космическим снимкам (данные WUEMoCA) и статистические данные совпадают. Расхождения наблюдаются по отдельным с/х культурам (для большинства культур в пределах 10-15 %, для отдельных – до 40 %) и урожайности с/х культур (до 20-25 %). Рекомендация: для практической работы инструмента «Полигон пользователя» размер контура изучаемого объекта должен быть не менее 50 га.

Для отображения индикаторов WUEMoCA был разработан онлайн инструмент (<http://cawater-info.net/data>), позволяет визуализировать табличную информацию в формате карт с различной цветовой градацией в зависимости от имеющегося диапазона данных (Д. Сорокин). Отображение информации на карте происходит по административным границам районов государства.

**Показатель обеспечения водой орошаемых земель в WUEMoCA** представляет собой частное от деления фактической эвапотранспирации –  $E_{Ta}$ , [м] полученной на основе обработки космических снимков выделенного контура (района, области) и эвапотранспирации, показывающей потребность в воде для растений –  $E_{Tc}$  [м].

Отношение  $E_{Ta}/E_{Tc}$  характеризует обеспеченность водой растений в данном контуре орошаемых земель, но также отражает и возможное влияние других факторов, угнетающих растения (болезни, вредители, засоленность земель). Условно (при пренебрежении другими факторами, кроме

водного) данный показатель может характеризовать: дефицит воды (при  $ET_a/ET_c < 1$ ), избыток воды, т. е. непродуктивные ее потери (при  $ET_a/ET_c > 1$ ).

Эвапотранспирация, показывающая потребность с/х культур в воде рассчитывается по линейной зависимости:

$$ET_c = K_c * ET_0$$

Где:  $K_c$  – коэффициент культуры,  $ET_0$  [м] – испаряющая сила атмосферы, выраженная в виде эталонной эвапотранспирации (со стандартной растительной поверхности), является климатическим параметром (т. е. зависит только от климатических данных) и рассчитывается по методологии ФАО (расчет по формуле Пенмана-Монтейта).

**Показатель эффективности орошения** рассчитывается по следующему выражению:

$$ET_a * F_{ir} / (W + W_g)$$

Где:  $ET_a$  [м] – фактическая эвапотранспирация, полученная в результате обработки космических снимков,  $F_{ir}$  – орошаемая площадь [м<sup>2</sup>],  $W$  [м<sup>3</sup>] – подача оросительной воды в контур (на границе области, района),  $W_g$  [м<sup>3</sup>] – подпитка растений из грунтовых вод (расчет по Хардченко-Лактаеву)

Данное отношение характеризует потери воды в контуре, т.е. показывает насколько эффективно используются водные ресурсы от водозабора на границе контура до растений.

Ранняя оценка потерь продукции каждой с/х культуры от дефицита воды основывается на расчете снижения урожайности с/х культуры, т.е. разницы между потенциальной (максимальной) урожайности –  $Y_m$ , и расчетной (прогнозируемой) –  $Y$ . Фактическую потерю урожайности можно определить из относительной урожайности  $Y/Y_m$ , которая рассчитывается по линейной зависимости (сборник ФАО № 33):

$$Y/Y_m = 1 - K_v * (1 - ET_f/ET_c),$$

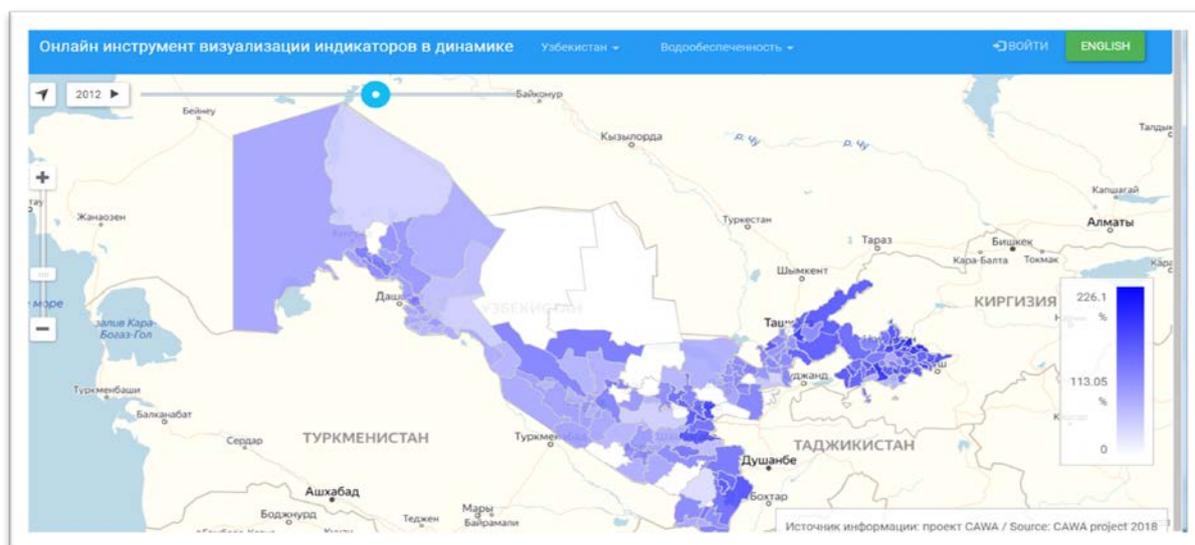
Где:  $K_v$  – коэффициент (фактор) стресса, показывающий снижение относительной урожайности  $Y/Y_m$  по мере уменьшения относительной эвапотранспирации  $ET_f / ET_c$ , вызванного ростом дефицита воды,  $Y_m$  – реальная для данной местности максимальная урожайность с/х культуры.

Здесь  $ET_f$  – прогнозируемая эвапотранспирация в начале вегетации (может быть определена как функция  $ET_c$  и ожидаемой водности на вегетацию, или как  $ET_c$  при имеющемся прогнозе климатических показателей – температура, осадки и др., согласно методики ФАО), которая по мере появления декадных данных по фактической эвапотранспирации ( $ET_a$ ) уточняется от декады к декаде (происходит замена декадных значений  $ET_f$  на  $ET_a$ ).

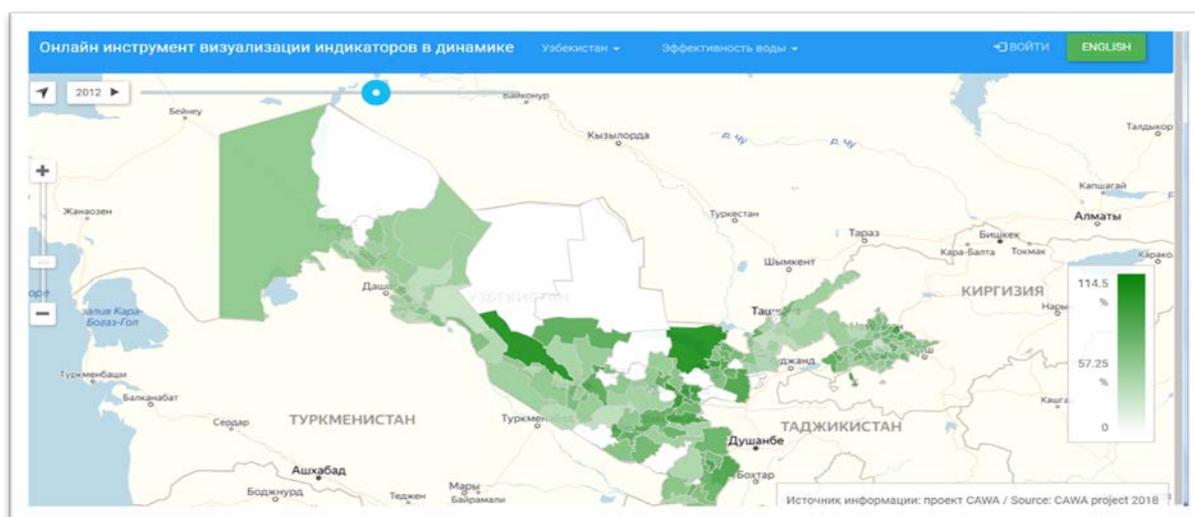
Анализ водохозяйственной обстановки по индикатору обеспеченности орошаемых земель ( $ET_a/ET_c$ ) показал, что наименьшие значения этого показателя (что означает дефицит воды по отношению к нормативной подаче для с/х культур), наблюдаются в районах Сырдарьинской, Навоийской, Хорезмской областей и Северной части Каракалпакистана. Наибольшие значения индикатора наблюдаются в Ферганской долине (Наманганская, Андижанская и Ферганская области), где превышение фактической эвапотранспирации к норме (рассчитанной по ФАО) может достигать 20-30 %.

Анализ водохозяйственной обстановки по индикатору эффективности использования водных ресурсов ( $ET_a * Fir / (W + W_g)$ ) показал, что наибольшие потери воды наблюдаются в районах Навоийской, Бухарской областей и в Каракалпакистане.

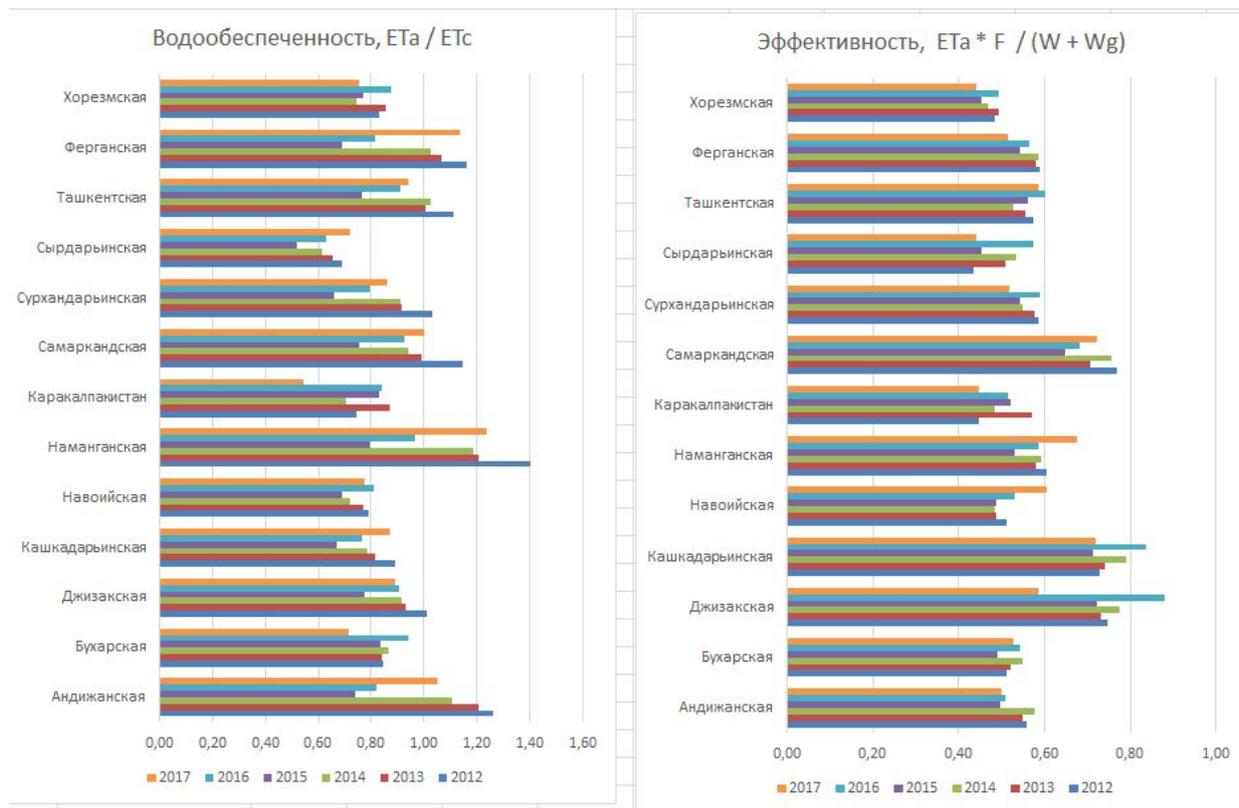
Приведенные данные носят предварительный характер и будут уточняться по мере проверки полноты и достоверности статистических данных (например, отсутствия данных учета по некоторым источникам водных ресурсов) и совершенствования алгоритма обработки данных космических снимков.



**Рис. 2** Распределение индикатора  $ET_a/ET_c$  по районам Республики Узбекистан в динамике с 2012 по 2017 гг .



**Рис. 3.** Распределение индикатора  $ET_a * Fir / (W + Wg)$  по районам Республики Узбекистан в динамике с 2012 по 2017 гг.



**Рис. 4. Распределение индикаторов обеспеченности орошаемых земель ( $ET_a/ET_c$ ) и эффективности использования водных ресурсов ( $ET_a * F / (W + W_g)$ ) по областям Республики Узбекистан за 2012–2017 гг.**

## **Открытые мультиспектральные данные и основные методы дистанционного зондирования в изучении растительного покрова**

**Зайтов Ш., Солодкий Г.Ф.**

**Научно-информационный центр МКВК Центральной Азии**

Анализ данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) – перспективный метод изучения растительного покрова (Xie et al., 2008; Nomolova et al., 2013). Космические снимки отличаются от всех других пространственных данных (топографических карт, лесоустроительных карт и др.)

разнообразием информации, которую можно получить на их основе, большей доступностью и актуальностью за счет регулярности обновления. Они незаменимы как основа для экстраполяции данных в региональных и глобальных исследованиях, а также в случаях, когда необходимо проследить изменение свойств растительного покрова во времени (Расказов, Гагаганова, 2014), в мониторинговых исследованиях и при анализе угроз (Пузаченко и др., 2011, Gavier-Pizarro et al., 2012; Nagendra et al., 2013; Petrou et al., 2015; Chen et al., 2015; Turner et al., 2015;). Как следствие, в последние годы появляется все больше исследований растительного покрова и его отдельных свойств на основе данных дистанционного зондирования. Космические снимки заняли свое законное место в изучении лесных сообществ, широко применяются для изучения водной и околосводной растительности, растительного покрова болот (Klemas, 2011; Антипин, Токарев, 2012; Gallant, 2015), высокогорий и тундр. Активно развиваются методы оценки биологического разнообразия (Kuenzer et al., 2014; Leitão et al., 2015) и распространения отдельных видов, как правило, редких (Cord et al., 2014 и др.) или инвазивных с привлечением ДЗЗ.

Длительное время и по настоящий момент в сельском хозяйстве используются снимки спутников серии Landsat. По этим снимкам разработаны многочисленные технологии коррекции значений пикселей с целью минимизации влияния атмосферных явлений на качество снимков. Кроме того, в состав снимка входят дополнительно два канала рассчитанных вегетационных индексов – NDVI и SAVI.

**Landsat 8** — американский спутник ДЗЗ, выведенный на орбиту 11 февраля 2013 года, в рамках программы Landsat, поддерживаемой совместно Геологической службой США (USGS) и Национальным Аэрокосмическим Агентством (NASA). Данные Landsat используются в качестве исходного материала для мониторинга и исследований земных покровов в региональном масштабе (рис. 1).

<b>Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)  Launched February 11, 2013</b>	<b>Bands</b>	<b>Wavelength (micrometers)</b>	<b>Resolution (meters)</b>
	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

**Рис. 1. Технические характеристики Landsat 8**

Вместе с тем, в свободном доступе появились снимки спутников серии Sentinel. Эти снимки более перспективны в силу большей разрешающей способности и более частых по времени снимков. Однако, снимки Sentinel требуют дополнительной обработки – проведения атмосферной и радиометрической коррекции, радиометрической калибровки снимков и пр.

Sentinel 2A — спутник, выведенный на орбиту 23 июня 2015 г. в рамках программы Copernicus Европейским космическим агентством (ESA). Sentinel-2A оснащен оптико-электронным мультиспектральным сенсором, который выполняет съёмку в 13 спектральных каналах от видимого и ближнего инфракрасного до коротковолнового инфракрасного диапазона спектра (рис. 2).

<b>Sentinel-2 Bands</b>	<b>Central Wavelength (µm)</b>	<b>Resolution (m)</b>
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

**Рисунок-2. Технические характеристики Sentinel 2**

Снимки Sentinel 2 по сравнению со снимками Landsat 8 имеют следующие преимущества:

1. Спутниковые снимки Sentinel 2 имеют большее разрешение 10x10м, чем Landsat который имеют разрешения 30x30 метр. Это дает возможность с большей точностью оконтуривать относительно небольшие объекты
2. Временное разрешение у Sentinel 2 каждые 5 дней, а у Landsat 16 дней. При удачных погодных условиях можно использовать снимки для мониторинга вегетации посевов.

Спутниковые снимки Sentinel 2А приближают к решению оперативных задач по контролю за состоянием посевов и раннему оповещению фермеров о возникающих угрозах.

### **Методика исследования**

Для сравнения результатов использования снимков Landsat 8 и Sentinel 2А был применен следующий подход:

1. За объект исследования было взято АВП «Куштепа Зилол Чашмаси», находящееся на юге Ферганской области.
2. В пределах АВП были выделены поля с сельхозкультурами. Определение полей проводилось на основании снимка Sentinel за 02.05.2019. Красными линиями выделены границы полей (рис. 3).



**Рис. 3. Определение полей на основании снимка Sentinel 2A**

Затем по двум близким по времени снимкам Landsat 8 OLI (съемка за 08.05.2019) и Sentinel 2A (съемка за 12.05.19) были рассчитаны вегетационные индексы NDVI.

**NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности - простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (один из так называемых вегетационных индексов). Один из самых распространенных и используемых индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова.

Вычисляется по следующей формуле:

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

где

**NIR** - отражение в ближней инфракрасной области спектра

**RED** - отражение в красной области спектра

Согласно этой формуле, плотность растительности (NDVI) в определенной точке изображения равна разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленной на сумму их интенсивностей.

Расчет NDVI базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках спектральной кривой отражения от растений. В красной области спектра (0,6-0,7 мкм) лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом высших сосудистых растений, а в инфракрасной области (0,7-1,0 мкм) находится область максимального отражения клеточных структур листа. То есть высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с густой растительностью) ведет к меньшему отражению в красной области спектра и большему в инфракрасной. Отношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделять и анализировать растительность от прочих природных объектов. Использование же не просто разности, а нормализованной разности между минимумом и максимумом отражений увеличивает точность измерения, позволяет уменьшить влияние таких явлений как различия в освещенности снимка, облачности, дымки, поглощение радиации атмосферой и пр.

Для отображения индекса NDVI используется стандартизованная непрерывная градиентная или дискретная шкала, показывающая значения в диапазоне от -1.1 в % или в так называемой масштабированной шкале в диапазоне от 0 до 255 (используется для отображения в некоторых пакетах обработки ДЗЗ, соответствует количеству градаций серого), или в диапазоне 0.200 (-100.100), что более удобно, так как каждая единица соответствует 1% изменения показателя. Благодаря особенности отражения в NIR-RED областях спектра, природные объекты, не связанные с растительностью, имеют фиксированное значение NDVI, что позволяет использовать этот параметр для их идентификации (табл. 1)

Затем были вычислены средние значения NDVI всех полей АВП «Куштепа Зилол Чашмаси».

Для этого были построены grids с прямоугольными полигонами, соответствующими пикселям как снимкам Landsat 8, так и снимкам Sentinel 2A.

Для каждого поля определялось средневзвешенное значение NDVI, где за вес была взята часть площади пикселя, попавшая в пределы поля. При этом рассматривались только те пиксели, центроиды которых лежали в пределах поля.

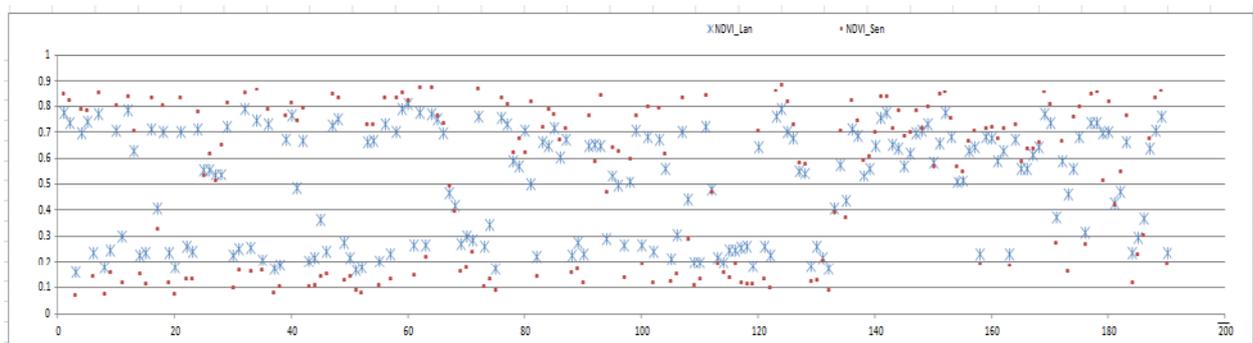
Ниже приведены сравнительные графики рассчитанных средневзвешенных значений NDVI по ряду полей АВП «Куштепа Зилол Чашмаси».

Собственно, это один график в виде точечных значений (рис. 4) и линейный значений (рис. 5).

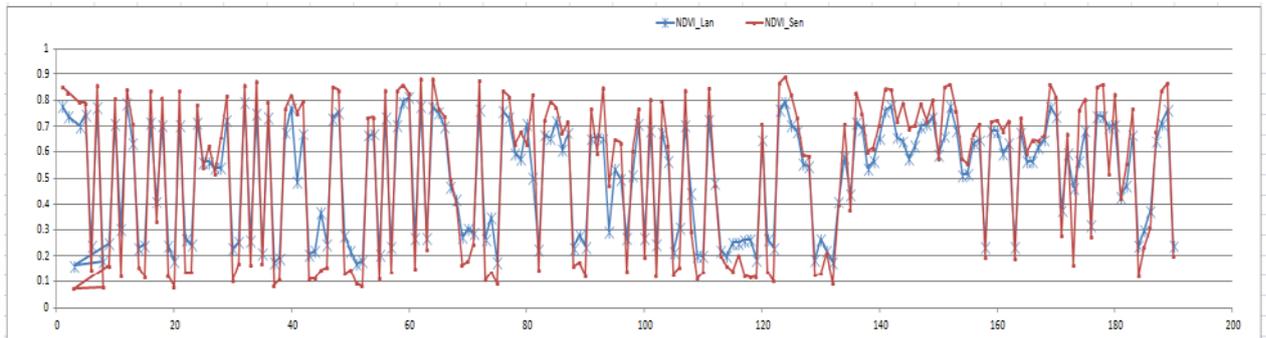
Таблица 1

**Параметр для идентификации растительность**

Тип объекта	Отражение в красной области спектра	Отражение в инфракрасной области спектра	Значение NDVI
Густая растительность	0.1	0.5	0.7
Разряженная растительность	0.1	0.3	0.5
Открытая почва	0.25	0.3	0.025
Облака	0.25	0.25	0
Снег и лед	0.375	0.35	-0.05
Вода	0.02	0.01	-0.25
Искусственные материалы (бетон, асфальт)	0.3	0.1	-0.5

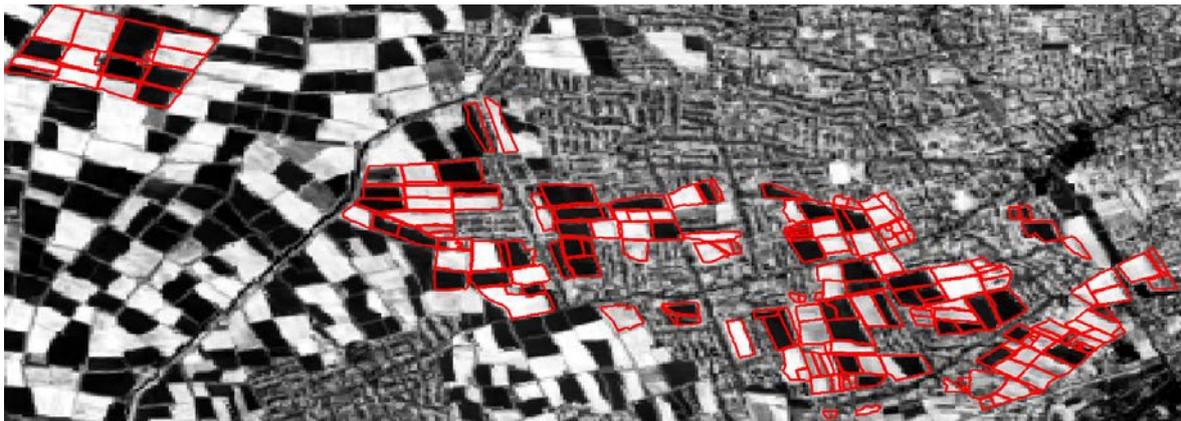


**Рис. 4. Сравнения точечных значений растительного индекса NDVI по двум спутниковым снимкам**

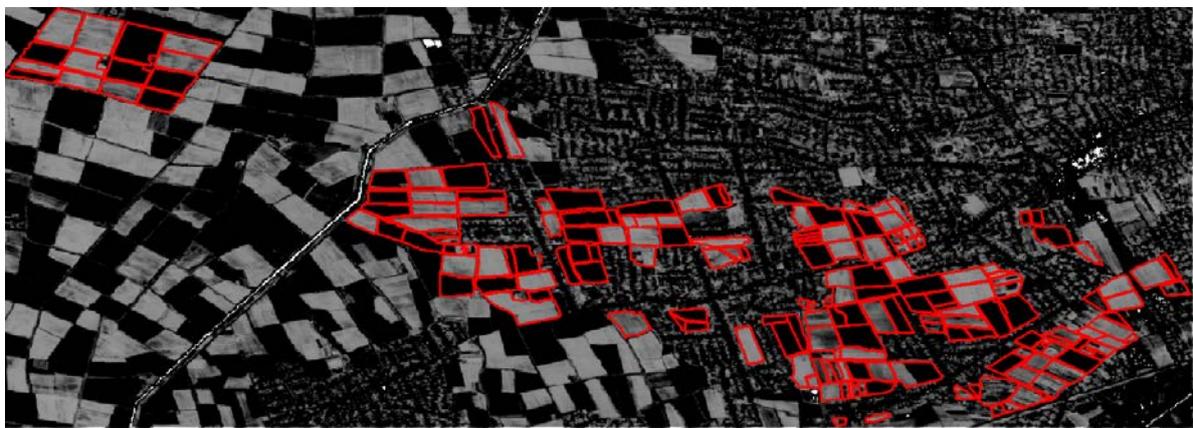


**Рис. 5. Сравнения линейных значений растительного индекса NDVI по двум спутниковым снимкам**

Графики подтверждают идентичность расчета. Различия возникают вследствие меньших размеров пикселей на снимках Sentinel, что обеспечивает более точный учет тех пикселей, которые попадали в то или иное поле.



**Рисунок 6. NDVI Landsat 8**



**Рисунок 7. NDVI Sentinel 2A**

## **Основные задачи, решаемые с помощью данных дистанционного зондирования**

В зарубежной литературе существует ряд обзоров, отражающих использование данных дистанционного зондирования для решения различных задач в области инвентаризации, мониторинга и охраны растительных сообществ (Xie et al., 2008; Nagendra et al., 2013; Homolova et al., 2013; Kuenzer et al., 2014; Petrou et al., 2015 и др.). В отношении изучения растительного покрова выделим группы задач, в решении которых может существенно помочь использование космических снимков:

1. Инвентаризация растительного покрова, то есть получение первичной информации о его составе и структуре. Это может быть, как собственно картографирование в узком смысле (создание карт), так и получение информации о распространении единиц растительного покрова разного масштаба, от формаций до отдельных видов (последнее, как правило, возможно при использовании снимков высокого разрешения или методами индикационного картографирования с использованием технологий моделирования распространения видов *Species Distribution Modelling*).

2. Количественная оценка, то есть получение метрик, численно отражающих требуемый параметр, на основе спектральных индексов (Kuenzer et al., 2014).

С помощью космических снимков можно оценить большое число параметров: биологическое разнообразие, биомассу, сомкнутость крон, фотосинтетическую активность, индекс LAI и даже содержание некоторых элементов, например, азота (Homolova et al., 2013).

3. Моделирование и прогнозирование распределения отдельных элементов растительного покрова, изменения границ сообществ и т. д. В этих процессах данные дистанционного зондирования могут выступать как количественные или качественные входные данные или как основа для экстраполяции результатов моделирования.

4. Оценка и картографирование параметров среды (например, влажности почв; водоемов или болот – как мест обитания определенных видов или типов растительности), антропогенного влияния (дороги, вырубки и другие нарушения, влияющие на распределение элементов растительного покрова), угроз.

5. Оценка пространственного распределения характеристик растительного покрова (связности/фрагментированности территории, климак-

совых/производных сообществ), выявление коридоров, пригодных для местообитаний редких видов, и т. п. (Petrou et al., 2015).

6. Совместный ГИС-анализ данных дистанционного зондирования и других данных (например, параметров рельефа, гидросети и т. п.) открывает возможности статистического анализа закономерностей распределения растительного покрова, т. к. на основе космических снимков (в отличие от точечных полевых данных) можно получить пространственно непрерывные данные о встречаемости, например, растительного сообщества.

### **Заключение или выводы**

Обработка данных дистанционного зондирования Земли – актуальный и важный метод биологических исследований. При выборе типа данных и программы для их обработки следует руководствоваться принципом «от простого к сложному»: если не стоит задачи изучить много разных программ и методов дистанционного зондирования (что, конечно, может быть очень полезно, но предполагает для начала ознакомление со специальной литературой), стоит сначала узнать, могут ли более простая программа и данные глубокой обработки выполнить требования исследователя. Уже самые простые программы открывают большие возможности для планирования исследований. Если же необходимо использовать данные дистанционного зондирования не только как подложку, но и как источник данных, приведенные выше примеры проектов и методов исследований помогут сориентироваться и определить, какие именно космические снимки, какое программное обеспечение и какие методы работы необходимо выбрать для решения поставленной задачи.

Ниже приведены простые алгоритмы для выбора данных и программы для исследования. Для выбора космического снимка нужно определить необходимые характеристики данных, ответив на следующие вопросы:

- Каков размер объектов, которые нужно обнаружить на снимке?
- Как часто должны обновляться данные? Когда, по Вашему предположению, возникли объекты/явления, которые необходимо обнаружить?
- Насколько глобально распространен объект изучения? Какой должен быть размер сцены?
- Каковы необходимые спектральные диапазоны? Нужна ли возможность использовать спектральные каналы по отдельности? Нужны ли ин-

фрактальные каналы? Планируете ли Вы использовать индексы вегетации, математические операции с каналами или классификацию?

Как выбрать программу для работы?

– Посмотреть, сопоставить снимки с собственными векторными данными, визуальное дешифрирование и оцифровка объектов с четкими границами – GoogleEarth, SAS-планета;

– Необходимость работы со спектральными каналами, визуальное дешифрирование и оцифровка объектов со сложными границами, создание картосхем, простейшая классификация (автоматизированное выделение объектов с четкими границами) – ArcGIS, QuantumGIS;

– Сложная классификация (автоматизированное выделение объектов с размытыми границами), извлечение скрытой информации, применение алгоритмов DataMining – ScanEx Image Processor, QuantumGIS+GDAL, PCI Geomatica, ENVI.

Дистанционное зондирование – мощный инструмент, который позволяет, с одной стороны, облегчить работу, а с другой – получить информацию, которую другим путем получить практически невозможно. Конечно, этот метод имеет разную эффективность в приложении к разным объектам исследования. Космические снимки незаменимы в мониторинговых исследованиях и для глобальных оценок; они очень эффективны при изучении лесных сообществ, что подтверждается огромным количеством исследований. Применение этого метода при изучении нелесных сообществ или отдельных видов несколько сложнее (и, как следствие, в этих областях ДЗЗ используется не так широко), но и тут космические снимки дают много полезной информации, и с увеличением доступности и разнообразия методов обработки проекты с использованием ДЗЗ в этих областях встречаются все чаще.

### **Использованная литература**

Антипин В. К., Токарев П. Н. Структурная организация картирование болот национального парка «Водлозерский» // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. № 1–6. С. 1584–1586.

Пузаченко М. Ю., Черненко Т. В., Басова Е. В. Природно-антропогенная вариабельность растительного покрова центральной части Мурманской области и ее картографическое отображение // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: Материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. СПб., 2011. Т. 1. С. 408–411.

Расказов А. А., Галаганова Л. А. Использование данных Landsat для оценки динамики изменений растительного покрова на территории Мещеры // Научные труды Института непрерывного профессионального образования. 2014. № 3. С. 236–239.

Chen Y., Dengsheng L., Geping L., Jingfeng H. Detection of vegetation abundance change in the alpine tree line using multitemporal Landsat Thematic Mapper imagery // *Int. J. of Rem. Sens.* 2015. Vol. 36:18. P. 4683–4701. DOI: 10.1080/01431161.2015.1088675.

Cord A. F., Klein D., Mora F., Dech S. Comparing the suitability of classified land cover data and remote sensing variables for modeling distribution patterns of plants // *Ecological Modelling.* 2014. Vol. 272. P. 129–140. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2013.09.011.

Gallant A. L. The Challenges of Remote Monitoring of Wetlands // *Rem. Sens.* 2015. Vol. 7(8). P. 10938–10950. DOI: 10.3390/rs70810938.

Gavier-Pizarro G. I., Kuemmerle T., Hoyo L. E., Stewart S. I., Huebner C. D., Keuler N. S., Radeloff V. C. Monitoring the invasion of an exotic tree (*Ligustrum lucidum*) from 1983 to 2006 with Landsat TM/ETM+ satellite data and Support Vector Machines in Córdoba, Argentina // *Rem. Sens. of Env.* 2012. Vol. 122. P. 134–145. DOI: 10.1016/j.rse.2011.09.023.

Homolova L., Malenovský Z., Clevers J. G., Garcia-Santos G., Schaepman M. E. Review of optical-based remote sensing for plant trait mapping // *Ecological Complexity.* 2013. Vol. 15. P. 1–16. DOI: 10.1016/j.ecocom.2013.06.003.

Klemas V. Remote sensing of wetlands: case studies comparing practical techniques // *Journal of Coastal Research.* 2011. Vol. 27. № 3. P. 418–427. DOI: 10.2112/JCOASTRES-D-10-00174.1.

Kuenzer C., Ottinger M., Wegmann M., Guo H., Wang C., Zhang J., Dech S., Wikelski M. Earth observation satellite sensors for biodiversity monitoring: potentials and bottlenecks // *Int. J. of Rem. Sens.* 2014. Vol. 35:18. P. 6599–6647. DOI: 10.1080/01431161.2014.964349.

Leitão P. J., Schwieder M., Suess S., Catry I., Milton E. J., Moreira F., Osborne P. E., Pinto M. J., van der Linden S., Hostert P. Mapping beta diversity from space: Sparse generalised dissimilarity model-ing (SGDM) for analysing high-dimensional data // *Methods Ecol. Evol.* 2015. Vol. 6. P. 764–771. DOI: 10.1111/2041-210X.12378.

Nagendra H., Lucas R., Honrado J. P., Jongman R. H., Tarantino C., Adamo M., Mairota P. Remote sensing for conservation monitoring: Assessing protected areas, habitat extent, habitat condition, species diversity, and threats // *Ecological Indicators.* 2013. Vol. 33. P. 45–59. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.09.014.

Petrou Z. I., Manakos I., Stathaki T. Remote sensing for biodiversity monitoring: a review of methods for biodiversity indicator extraction and assessment of progress towards international targets // *Biodiversity and Conservation.* 2015. Vol. 24. № 10. P. 2333–2363. DOI: 10.1007/s10531-015-0947-z.

Turner W., Rondinini C., Pettorelli N., Mora B., Leidner A. K., Szantoi Z., Buchanan G., Dech S., Dwyer J., Herold M., Koh L. P., Leimgruber P., Taubenboeck H., Wegmann M., Wikelski M., Woodcock, C. Free and open-access satellite data are key to biodiversity conservation // *Biological Conservation.* 2015. Vol. 182. P. 173–176. DOI: 10.1016/j.biocon.2014.11.048.

Xie Y., Sha Z., Yu M. Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review // *Journal of plant ecology.* 2008. Vol. 1. № 1. P. 9–23. DOI: 10.1093/jpe/rtm005.

## Приаралье – зона экологических инноваций и технологий

**Соколов В.И.<sup>1</sup>, Жураев И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Агентства по реализации проектов МФСА в Узбекистане,

<sup>2</sup> Исполнительный комитет Международного Фонда спасения Арала

Существует множество различных мнений относительно причины исчезновения Арала. Кто-то говорит о разрушении донного слоя Арала и перетекании его в Каспийское море и прилегающие озера. Кто-то утверждает, что исчезновение Арала — процесс естественный, связанный с всеобщим изменением климата планеты. Некоторые видят причину в деградации поверхности горных ледников, их запылении и минерализации осадков, питающих реки Сырдарью и Амударью. Однако наиболее распространенной является все же изначальная версия — неправильное распределение водных ресурсов, питающих Арал. Реки Амударья и Сырдарья, впадающие в Аральское море, ранее являлись основными артериями, питающими водоем. Когда-то они доставляли в замкнутое море 60 кубокилометров воды в год. Ныне — около 4-5.

Как известно, обе реки берут свое начало в горах и проходят через территории Таджикистана, Киргизии, Узбекистана, Казахстана и Туркмении. С 60-х годов основная часть водных ресурсов этих рек стала уходить на орошение сельхозугодий и водоснабжение Центрально-Азиатского региона.

Антропогенные факторы (главные из которых интенсивная ирригация и развитие гидроэнергетики) совместно с естественными факторами (аридность климата – сочетание высоких температур воздуха, высокой испаряемости и незначительного количества осадков) привели к гибели Арала. Чем меньше воды притекало в море по Амударье и Сырдарье – тем меньше становилась его глубина и объем воды, тем быстрее оно прогревалось, испарение шло легче, что и ускоряло его высыхание.

Имея значительную водную поверхность (около 68,9 тыс. км<sup>2</sup>) и объем воды около 1080 км<sup>3</sup>, Аральское море служило до середины 1960-х годов климаторегулирующим водоемом и смягчало резкие колебания погоды в Центрально-Азиатском регионе. Вторгавшиеся, главным образом, с запада в регион воздушные массы в зимний период прогревались, а в летний

период охлаждались над акваторией Аральского моря. Благодаря такому температурному режиму влага, переносимая воздушными потоками, выпадала в виде осадков над горами Тянь Шаня и Памира в осенне-зимний период, пополняя снегозапасы и объем ледников.

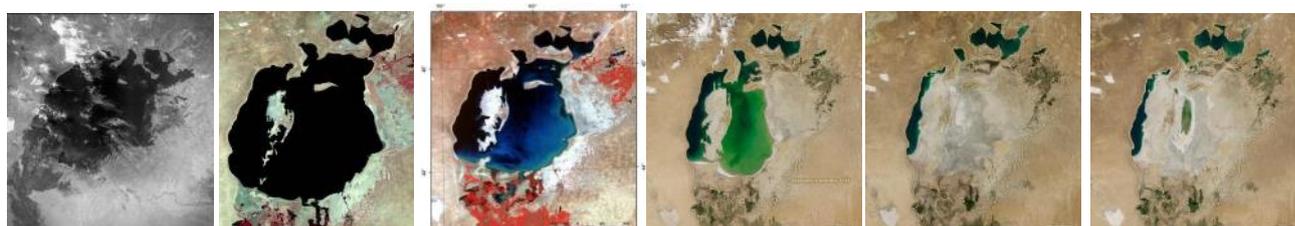
Средний приходно-расходный годовой водный баланс Аральского моря был рассчитан А.Е. Асариным за период 1926-1969 годы (до резкого снижения его уровня) и складывался следующим образом:

<b>Приход:</b>	<b>км<sup>3</sup></b>	<b>мм</b>
Атмосферные осадки	8,7	130
Поверхностный приток	54,5	820
Изменения уровня	0,6	9
<b>Расход:</b>		
Испарение с водной поверхности	63,8	955

#### Водный баланс Аральского моря, км<sup>3</sup>/год

Период, годы	Приход		Потери воды на испарение	Баланс
	Сток рек	Осадки		
1911-1960	56,0	9,1	66,1	-1,0
1961-1970	43,3	8,0	65,4	-14,1
1970-1980	16,7	6,3	55,2	-32,2
1981-1990	3,9	6,2	43,7	-33,6
1991-1994	21,0	4,6	33,6	-8,0
1995-2002*	4,81**	3,5	28,6	-20,29

\*Оценки ИГГ МОН Казахстана; \*\* приток в Малое море



На рисунке показаны снимки Аральского моря из космоса в период с 1964 по 2018 годы

Аральское море разделилось в 1989 году на Северное и Южное в результате снижения уровня воды и высыхания пролива Берга. К концу 1990-х годов Большой (Южный) Арал превратился в гипергалинный (солёный) водоём. Солёность в 1997 году составила 57‰ (промилле). В 1997 го-

ду соединился с сушей остров Барсакельмес, в 2001 году — остров Возрождения.

В 2003 году Южное Аральское море разделилось на восточную и западную части, которые соединены узким проливом Узун-Арал, находящимся на высоте 29 м над уровнем моря. Такое расположение не позволяет смешиваться воде из двух водоемов. В 2004 году от Восточной части отделилось небольшое озеро Тущибас, которое ранее было одноимённым заливом Аральского моря. В 2005 году Малое Аральское море было отгорожено от Большого моря Кокаральской плотиной – на территории Казахстана. Оба водоёма были окончательно разъединены.



**Кокаральская плотина с регулирующим сооружением (вид с юга)**

Кокаральская плотина, пресекающая пролив Берга между Северным Аральским морем (Малое море) и Южным Аральским морем (Большое море) предназначена для регулирования уровня воды в Малом море. Длина плотины — 13 034 м, ширина 100-150 м. Высота гребня плотины — 6 м (45,5 м абс), наполнение Малого моря предполагается до отметок 42,2 м абс. На плотине построено водопропускное сооружение с девятью водосбросами с пропускной способностью  $600 \text{ м}^3/\text{с}$ , предназначенное для защиты её от разрушения путём сброса излишков воды, поступающих по Сырдарье в Северный Арал.

Сегодня площадь зеркала остатков Аральского моря составляет менее 10% от уровня 1960 года. Оставшаяся часть распределена между тремя водоемами – Западное море площадью 3,27 тыс. км<sup>2</sup>, Восточное море площадью 0,96 тыс. км<sup>2</sup>, и Малый (Северный) Арал – с площадью 3,4 тыс. км<sup>2</sup>. Соответственно, объем воды уменьшился почти в 15 раз.

## Аральское море в настоящее время



Для полного восстановления Аральского моря потребуется 1080 км<sup>3</sup> воды (объем моря на уровне 1950-х годов) плюс около 50 км<sup>3</sup> ежегодно для компенсации потерь от испарения. Общий годовой сток рек Амударья и Сырдарья составляет около 120 км<sup>3</sup>. Таким образом, для того, чтобы восстановить море таким оно было, необходимо будет полностью прекратить всю экономическую деятельность в бассейне, по крайней мере, на 30-40 лет – что практически нереально!

**Признание трагедии Арала проблемой глобального масштаба.** Начиная с 1990-х годов, Узбекистан - как страна, наиболее сильно испытывающая разрушительные последствия Аральской катастрофы, с трибуны Организации Объединенных Наций и других международных и региональных организаций постоянно привлекает внимание мирового сообщества к Аральской проблеме и ее тесной взаимосвязи с вопросами региональной и глобальной безопасности.

28 августа 1992 года в Нукусе прошла Международная научно-практическая конференция по проблемам Арала и Приаралья, на которой было принято Обращение к Президентам, парламентам и общественности государств Центральной Азии и других стран СНГ о необходимости создания Международного Фонда по проблемам Арала и подписания соглашения по проблемам Аральского бассейна, правовых и нормативных документов по управлению водными ресурсами.

На встрече Глав государств Центральной Азии в г. Кызылорде 26 марта 1993 года главами государств Центральной Азии было принято «Соглашение о совместных действиях по решению проблем Аральского моря и Приаралья, экологическому оздоровлению и обеспечению социально-экономического развития Аральского региона», и подписано Положение о Международном Фонде спасения Арала (МФСА).

Созданному Международному Фонду спасения Арала была поставлена задача – сократить губительное воздействие Аральского кризиса на окружающую среду и жизнедеятельность проживающих в Приаралье миллионов людей, в том числе путем реализации глубоко продуманных, адресных и обеспеченных надлежащими источниками финансирования проектов.

В июне 2017 года Генеральный секретарь ООН Антониу Гутерриш во время визита в Узбекистан посетил Каракалпакстан. 10 июня Гутерриш облетел на вертолете Аральское море, а также посетил Муйнак, где пообщался с местным населением.

19 сентября 2017 года Президент Узбекистана Шавкат Мирзиёев выступил на 72-й сессии Генеральной ассамблеи ООН, рассказав о ключевых направлениях внутренней и внешней политики Узбекистана. Касясь сложной и глобальной темы водных ресурсов, Мирзиёев в очередной раз подчеркнул необходимость компромиссного подхода к этой проблеме под эгидой ООН с учетом интересов всех стран региона.

Президент Узбекистана особо обратил внимание мирового сообщества на трагедию Аральского моря, для наглядности продемонстрировав карту высохшего моря. Он призвал продолжать программу помощи жителям региона, пострадавшего от этой природной катастрофы, и сообща решать возникшую экологическую проблему.

**Узбекистан последовательно вносит свой значительный вклад в решение проблем Аральского бассейна** и программ Международного фонда спасения Арала (МФСА). Так, постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан № 255 от 29 августа 2015 года была запущена «Комплексная программа по смягчению последствий Аральской катастрофы, восстановлению и социально-экономическому развитию Приаралья на период 2015-2018 годов» (в качестве вклада в ПБАМ-3). Программа включает 235 проектов общей стоимостью 1920,8 млн. долл. США, из которых 736,4 млн. долл. США поступили из государственного бюджета Узбекистана и 1184 млн. долл. США от международных финансовых учреждений.

В феврале 2017 года Президент Узбекистана утвердил «Стратегию действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбе-

кистан на 2017-2021 годы». В документе отмечается важность принятия системных мер по смягчению негативных последствий глобального изменения климата и высыхания Аральского моря для развития сельского хозяйства и жизни людей. С этой целью Президент Узбекистана утвердил своим постановлением № 2731 от 18.01.2017 государственную программу развития Приаралья на 2017 — 2021 годы. Программа предусматривает реализацию 67 проектов путем привлечения и освоение более 8,4 трлн. сумов за счет различных источников финансирования, включая бюджетные ассигнования, целевые фонды, грантовые фонды и кредиты основных МФУ (АБР, ВБ, и др.). Она направлена на:

- осуществление комплексных мер по созданию новых рабочих мест, обеспечению занятости населения, а также повышению инвестиционной привлекательности региона;
- развитие системы водоснабжения и повышение уровня обеспечения населения чистой питьевой водой, улучшение систем канализации, санитарии и утилизации бытовых отходов;
- мероприятия по дальнейшему развитию в регионе системы здравоохранения и сохранению генофонда населения;
- дальнейшую реализацию мер, направленных на улучшение жилищных условий проживающего в регионе населения;
- развитие транспортной, инженерной и коммуникационной инфраструктуры населённых пунктов региона, совершенствование оросительной сети и внедрение современных энергосберегающих технологий.

В составе этой программы Правительством Узбекистана утверждено Постановлением № ПП-2754 от 2 февраля 2017 года о реализации проекта «Строительство водовода «Кунград-Муйнак» с узлом распределения воды. Строительство сооружения стоимостью 26,6 млрд. сумов и протяженностью 101 км велось пять месяцев (с февраля по июль 2017 г.). Чистой питьевой водой теперь обеспечен более 25 тысяч человек Нукусского, Берунийского, Муйнакского, Кунградского и Караузьякского районов.

В декабре 2018 года, Президент Узбекистана посетил Муйнак, а также инициировал дополнительные действия, чтобы изменить ситуацию к лучшему. По итогам этого визита Кабинет Министров Республики Узбекистан выпустил постановление № 37 от 16 января 2019 года, которым была утверждена «Комплексная программа развития Муйнакского района Республики Каракалпакстан на 2019-2021 годы». Программа включает 75 про-

ектов для реализации в 2019-2021 годах общей стоимостью 26,974 трлн. сумов (около 3,2 млрд. долларов США).

20-21 августа 2019 года Президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев посетил Республику Каракалпакстан для ознакомления с ходом реформ. На прошедшем 21 августа 2019 года в Нукусе совещании под председательством Президента Узбекистана определены пять приоритетных направлений по дальнейшему развитию Каракалпакстана:

1. Развитие промышленности, организация крупных и малых производств во всех отраслях.
2. Создание благоприятных условий для развития предпринимательства.
3. Широкое внедрение передовых технологий в сельском хозяйстве, увеличение объемов производства, повышение урожайности и расширение ассортимента продукции.
4. Создание современной, удобной для производства и населения инфраструктуры.
5. Принятие всеобъемлющих мер для повышения уровня и качества жизни населения Приаралья.

Даны рекомендации по ориентированию каждого района Каракалпакстана с учетом их специфики и возможностей: Караузьякский район будет специализирован на производстве строительных материалов, Берунийский, Ходжейлийский, Нукусский районы – на плодо-овощеводстве, Тахтакупыр – животноводстве, Шуманай – птицеводстве, Элликкала – виноградарстве и туризме, Муйнак – рыбоводстве и животноводстве, Кегейли – животноводстве, переработке солодки и на бумажной промышленности, Канлыккуль – выращивании бобовых и риса. Кунградский район – на нефтехимическую промышленность и животноводство, Чимбайский район – на выращивание и переработку солодки, Турткуль – производство стекльной и продовольственной продукции, Амударьинский район – садоводство, текстильное и шелковое производство, город Нукус – на фармацевтику и электротехнику, а также превратить Тахиаташский район в промышленную зону.

**Саммит глав государств-учредителей МФСА 24 августа 2018 в Туркменистане.** Благодаря активной деятельности Международного Фонда спасения Арала в 2018 году было проведено два заседания Правления Фонда и в августе прошел первый за последние 10 лет Саммит глав-государств, который придал новый импульс в решении проблем Аральского моря.

Президент Республики Узбекистан, Шавкат Миромонович Мирзиёев выдвинул целый ряд важных инициатив, которые при их воплощении в жизнь смогут «кардинально улучшить неблагоприятную экологическую ситуацию в нашем регионе». Для этого «нужны решительные и нестандартные меры».

Первая инициатива Президента Узбекистана – объявить «Приаралье - зоной экологических инноваций и технологий». Мы в корне изменяем идеологию решения Аральской катастрофы: не просто привлекаем внимание к экологическому кризису с целью снижения негативных его последствий, а создаем практический механизм его устранения и дальнейшего развития региона Приаралья. Страны сделали многое за последние 25 лет для смягчения последствий катастрофы на Аральском море, изменились социально-экономические условия в странах региона, резко изменилась ситуация с водой в регионе. В бассейне Арала, как и во всем мире, последствия изменения климата действительно наблюдаются. Многие другие факторы также указывают на то, что пришло время изменить практику в отношении создания устойчивости экосистем в увязке с экономическим ростом.

16 октября 2018 года Президент подписал постановление № ПП-39 «О создании Международного инновационного центра Приаралья» при Президенте Республики Узбекистан, с научно-технической поддержке Исламского банка развития и Международного центра биокультур на засоленных землях.

Приоритетные направления деятельности этого центра:

- улучшение экосистемы и устойчивой жизнедеятельности в засоленных землях осушенного дна Аральского моря;
- организацию работ по сотрудничеству с международными организациями для разработки и внедрения инноваций и решений многообразных проблем в засоленных средах;
- создание экспериментальных полей для проведения испытаний;
- определение, продвижение и передачу инновационных технологий и подходов, в том числе агролесомелиорация, облесение, аквакультуры, биоэнергетика, диверсификация культур, возделывание комплексные культуры, животноводство, улучшение пастбищ, управление засухой и смягчение последствий, адаптация к изменению климата;
- развитие государственно-частного партнерства в области преодоления последствий высыхания Арала и экологического оздоровления бассейна Аральского моря.

Вторая инициатива Президента Узбекистана – продвижение выращивания сеянцев пустынных и кормовых растений. «При надлежащей координации мы сможем покрыть все высохшее морское дно лесными насаждениями в течение 10–12 лет». С 2000 года в этой работе участвуют международные организации, в частности Германия (GIZ), Международный фонд спасения Арала, Японский экологический фонд, Франция и др.

За последние 17 лет лесные насаждения в регионе Южного Приаралья покрыли более 350 000 гектаров. В том числе на площади 321 800 га – за счет бюджета Узбекистана, 27 000 га – финансируется GIZ (Германия), 1500 га – неправительственной организацией Kofütis (Франция), на 20 000 га - МФСА.

На высохшем дне Аральского моря и на территории в Южном Приаралье до сих пор есть около 2 млн. га, пригодных для лесных насаждений и крепления подвижных песчаных дюн.

Во время визита в Муйнак в декабре 2018 года Президент Узбекистана также дал указания на ускорение посадок защитных лесных насаждений – создание «зеленого покрова» на высохшем дне Аральского моря. В декабре 2018 года, начались работы с целью охватить к концу 2019 года более 1 млн. гектаров дне высохшего Арала. Мобилизовано более 530 тракторов, грузовиков, экскаваторов и два самолета Ан-2.

С привлечением местного населения было подготовлено 1532 тонны семян саксаула и 73 тонны карабурака (соляноколосника Каспийского).

До 1 апреля 2019 года из запланированных лесопосадочных работ на общей площади 500 тыс. гектаров проведена работа на площади 451,6 гектаров, в том числе:

- 323 150 гектаров засеяны с помощью 2-х самолетов АН-2.
- 119 440 гектаров засеяны с помощью сельхозтехники.
- 3000 гектаров засеяны с помощью дельтапланов.

Посажено 8 108 450 саженцев солеустойчивых растений на общей площади 15 473 гектаров, в том числе 4 855 100 саксаула, 2 495 600 тамарикса и 759 750 соленоколосника. Подготовлены для посадки еще 8 154 250 саженцев саксаула.

Для фиксации песчаного рельефа установлены механические защиты из камыша протяженностью 85,7 км.

На территории Арала функционируют 15 единиц установок для бурения гидрогеологических скважин. Завершено бурение и строительство

27 скважин, глубина которых составляет 300-350 метров. Минерализация подземных вод составляет от 1,4 до 25 граммов в одном литере, которая используется для орошения и технических нужд. До конца 2019 года предусматривается бурение и строительство дополнительно 23 аналогичных скважин.

Данные меры позволяют создать благоприятные условия для восстановления биоразнообразия растительного мира и развития базы для животноводства, а также сохранения уникальной фауны, находящейся на грани исчезновения.

Третье предложение Президента Узбекистана – создать в зоне Приаралья трансграничные охраняемые природные территории. «Сохранение биоразнообразия должно стать нашей общей задачей». Президент предложил найти общерегиональный подход для сохранения уникальной фауны региона (исчезающих видов животных, таких как гепард, кулан, сайгак): например, «очертить» в Приаралье трансграничные охраняемые природные территории.

Четвертое предложение Президента Узбекистана: «Необходимо кардинально повысить уровень регионального сотрудничества в области сохранения водных ресурсов, рационального использования трансграничных водных ресурсов». С этой целью Президент предложил принять Региональную программу по рациональному использованию водных ресурсов в Центральной Азии.

В Узбекистане за последние 5 лет внедрены новые водосберегающие технологии на 207 тыс. га орошаемых земель.

Техника полива	2018 год	2030 год
Бороздковый полив чередованием междурядий (через борозду)	724,7	0
Полив по укороченной борозде	2561,6	520,48
Полив по экранированной борозде полиэтиленовой пленке	58,9	850,72
Бороздковый полив с использованием гибких шлангов	164,1	1148,04
Полив напуском (люцерна и кормовые культуры)	232,4	872,9
Полив затоплением (рис)	307,8	55,9
Капельное орошение	34,9	860,1
Прочие	207,1	0
Всего орошаемые площади	4291,0	4308,14

1 ноября 2018 года Президент Республики Узбекистан по данному вопросу подписал специальный указ, согласно которому в ближайшие пять лет Узбекистан планирует охватить почти 30% орошаемых площадей современными передовыми водосберегающими технологиями (что составляет более 1млн. 200 тыс. гектаров).

Совместное внимание стран к водосбережению приведет к постепенному снижению подачи воды на гектар, на человека, на единицу продукции. Для этого также необходимо в рамках МКВК четко реализовать графики и планы распределения воды, что является важным и необходимым индикатором общих интересов для экономии воды.

Пятое предложение Президента Узбекистана – это развитие эффективной научной кооперации. Президент Узбекистана дословно сказал: «В этой связи считаем важным организовать проведение совместных междисциплинарных исследований, в том числе на площадке Научно-информационных центров Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии и Межгосударственной комиссии устойчивого развития».

Для действенной реализации инициатив Президента было принято Распоряжение Кабинета министров Республики Узбекистан №965-ф от 16.11.2018 г. Распоряжением утвержден план практических действий («Дорожная карта») по обеспечению реализации инициатив и предложений Президента Республики Узбекистан, озвученных на Саммите глав государств-учредителей МФСА.

При координации Министерства инновационного развития Узбекистана работает Межведомственная рабочая группа с участием представителей ряда министерств и ведомств, а также депутатов Олий Мажлиса Республики Узбекистан и Международного инновационного центра Приаралья при Президенте Республики Узбекистан. Группой разработана Концепции «Приаралье – зона экологических инноваций и технологий», которая 14 апреля 2019 года направлена через МИД Республики Узбекистан для обсуждения странами Центральной Азии и последующего ее принятия под эгидой МФСА.

При координации Госкомэкологии начата подготовка проведения в октябре 2019 года в Узбекистане Международной конференции высокого уровня на тему: «Приаралье – зона экологических инноваций и технологий».

**Многopартнерский Тpaстовый фонд по безопасности человека в Приаралье.** 27 ноября 2018 года в штаб-квартире ООН в Нью-Йорке состоялась специальная Ассамблея высокого уровня ООН на тему «Содействии региональному и международному сотрудничеству в направлении

комплексных стратегий в поддержку устойчивого развития» на которой был создан Многопартнерский Трастовый фонд по безопасности человека в Приаралье.

Цели и задачи Трастового фонда по безопасности человека в Приаралье:

- Разработка и реализация Единой стратегии содействия региону Приаралья совместно с донорскими организациями на основе оценки потребностей в регионе.
- Повышение регионального и международного диалога между донорами и Правительством о решении проблем Приаралья на качественно новый уровень, что приведет к усилению интереса партнеров к проблеме Арала;
- Мобилизация и увеличение средств под зонтичной программой, а также укрепление координации деятельности между донорскими организациями;
- Внедрение универсального и эффективного режима отбора и утверждения проектов;
- Обеспечение прозрачности финансовых транзакций и повышение доверия международных финансовых институтов по отношению к организациям-партнерам в Республике Узбекистан;
- Повышение потенциала национальных организаций в разработке качественных проектных документов, их реализации по международным стандартам;
- Проведение постоянного мониторинга, оценки и проверки отчетности по всей деятельности Фонда и по каждому проекту в соответствии с международными и национальными требованиями и законодательством.

Средства МПТФ будут формироваться за счет средств международных доноров и финансовых институтов, Правительства Республики Узбекистан, индивидуальных пожертвований, взносов бизнес сообщества, и т.д. Сформированные средства будут направляться на реализацию проектов/программ в рамках «Единой стратегии развития региона Приаралья».

8 января 2019 года Президент Узбекистана подписал указ № 4099 «О мерах поддержки многопартнерского Трастового фонда по безопасности человека в Приаралье», в рамках которого Правительством Узбекистана и ООН были завершены институциональные мероприятия по созданию и

функционированию фонда и принята Дорожная карта действий по его поддержке.

1 марта 2019 года Узбекистан внес свой вклад в Трастовый фонд (первый транш в размере 2,0 млн. долларов США). 28 марта 2019 года правительство Норвегии выделило 1,1 млн. долл.

Главный советник по внешней политике Президента Европейского Совета Рийна Кёнка (15 июля 2019 года) подчеркнула заинтересованность ЕС в поддержке многостороннего трастового фонда ООН по безопасности человека для региона Аральского моря в Узбекистане. В связи с этим было решено выделить 5 миллионов евро на финансирование проектов в рамках этого фонда.

**Сотрудничество с Глобальным институтом зеленого роста.** Президент Узбекистана 27 ноября 2018 года в Ташкенте принял бывшего Генерального секретаря ООН Пан Ги Муна, который сейчас возглавляет Ассамблею Глобального института зеленого роста. Г-н Пан Ги Мун поддержал инициативы главы Узбекистана по созданию многостороннего Трастового фонда по безопасности человека.

В феврале 2019 года Узбекистан присоединился к соглашению о создании Глобального института зеленого роста. В период 2-9 апреля 2019 года состоялся визит экспертов Института, чтобы помочь нам привлечь финансовые ресурсы из Зеленого климатического фонда и других международных финансовых учреждений. На начальном этапе узбекская сторона совместно с Институтом зеленого роста предложила для реализации 13 проектов на сумму свыше 250 млн. долл. США в рамках этого сотрудничества.

**Программа действий по оказанию помощи странам бассейна Аральского моря (ПБАМ-4).** 30 января 2018 года на заседании Правления Международного фонда спасения Арала было принято решение: «Разработать Программу действий по оказанию помощи странам бассейна Аральского моря (ПБАМ-4)»

23 августа 2018 года на внеочередном заседании Правления Фонда была утверждена Концепция ПБАМ-4, которая отражает основные цели и принципы этой Программы. Направления ПБАМ-4 следующие:

- Интегрированное управление водными ресурсами;
- Экологическое направление;
- Социально-экономическое развитие;
- Совершенствование институциональных и правовых механизмов.

Эти области охватывают весь спектр существующих проблем бассейна Аральского моря и логически вытекают из предыдущей практической деятельности в рамках МФСА.

30-31 июля 2019 года в Ашхабаде, Туркменистан, состоялось второе заседание Региональной рабочей группы по разработке «Программы действий по оказанию помощи странам бассейна Аральского моря (ПБАМ-4)». На встрече присутствовали представители Исполнительного комитета Международного фонда спасения Арала, члены Региональной рабочей группы по разработке ПБАМ-4 из Казахстана, Таджикистана, Туркменистана, Узбекистана, представители исполнительных органов МКВК, а также консультанты Региональной программы «Управление трансграничными водными ресурсами в Центральной Азии» в рамках проекта «Диалог Европейского Союза в Центральной Азии».

Был достигнут полный консенсус в отношении состава ПБАМ-4 – было включено 32 региональных комплексных проекта, которые будут детально проработаны для представления странам и донорам для финансирования в ноябре 2019 года.

## **Целесообразность создания Международного водно-энергетического консорциума Центральной Азии в качестве устойчивого регионального механизма по комплексному использованию водно-энергетических ресурсов**

**Бекмаганбетов С.А.**

**Исполнительный комитет Международного Фонда спасения Арала**

*Президенты подчеркнули необходимость дальнейшего развития и укрепления отношений равноправного и взаимовыгодного сотрудничества в сфере использования и охраны межгосударственных водотоков.*

*Совместное коммюнике Саммита МФСА-2018*

Два вопроса – «вода» и «границы» – остаются наиболее острыми и сложными, краеугольными проблемами, тормозящими развитие Центральной Азии. И если вопросы с определением государственных границ, делимитации и демаркации постепенно решаются (*например, Казахстан завершил юридически оформленную делимитацию госграницы, осуществляют демаркационные работы*), то водные вопросы пока находятся «в тупике».

Автор публикации хотел вновь поднять тему Международного водно-энергетического консорциума (МВЭК), которая в регионе периодически обсуждается с 1997 г. Для решения будущих задач Центральной Азии важны не объемы имеющихся водных ресурсов в регионе, а насколько страны будут сотрудничать в процессе их использования и распределения [1]. Государства Центральной Азии имеют немало социальных и экономических проблем. Тем не менее, они обладают значительными ресурсами, при грамотном использовании которых могут начать стремительно развиваться. Особенно если объединят свои силы [2]. Отсутствие МВЭК можно рассматривать как нереализованный потенциал и упущенные возможности.

24 августа 2018 г. в г. Туркменбаши (Туркменистан) на заседании Совета Глав государств-учредителей Международного фонда спасения Арала Первый Президент Казахстана Н. Назарбаев отметил, что в нынешних условиях важно вернуться к вопросу создания МВЭК [3]. В Совмест-

ном коммюнике этот тезис звучит в формулировке: «Казахстанская сторона предлагает проработать возможность создания устойчивого регионального механизма по комплексному использованию водно-энергетических ресурсов Центральной Азии» [4].

Необходимо исходить из того, что во всех государствах нашего региона понимают взаимосвязь между водными ресурсами и энергетикой. В период СССР стабильность деятельности механизма «вода – энергия» поддерживалась административно-командным методом из союзного центра, т.е. без применения рыночных элементов. В регионе функционировала объединенная система водно-энергетических объектов пяти республик, включавшая 83 электростанции. Позволяла максимально повысить (путем регулирования пиковых нагрузок и перетоков электроэнергии) устойчивость работы энергосистем каждой из входящих в нее республик и рационально использовать основные водохранилища для нужд агросектора [5]. С 1990-х гг. предпринимались попытки реанимировать полноценное сотрудничество по трансграничным рекам, поиска оптимальных решений. Предлагались различные варианты и опции, но прогресс не достигнут.

О МВЭК подробно описывается у В.А. Духовного, Ю. де Шуттера [1], Д.Р. Зиганшиной [6].

### **Исторический экскурс**

Предложение о создании МВЭК инициировано в соответствии с решением Межгосударственного совета (МГС) Казахстана, Кыргызстана и Узбекистана «О практических мерах по дальнейшему углублению экономической интеграции государств-участников Договора о создании единого экономического пространства» (24 июля 1997 г., Чолпон-Ата) и Концепцией о принципах взаимодействия Республики Казахстан, Кыргызской Республики и Республики Узбекистан по созданию международных консорциумов. В 1997 г. в Акмоле в ходе трехстороннего совещания президенты обсудили вопросы экономического сотрудничества, создания единого рыночного пространства. По итогам заседания одобрена Концепция сотрудничества трех стран по созданию международных консорциумов, предполагающих активную экономическую интеграцию, в т.ч. принято решение о создании МВЭК. В марте 1998 г. Положение о МВЭК утверждено решением СГП трех республик.

26 марта 1998 г. в Ташкенте на МГС подписано Решение «О Международном водно-энергетическом консорциуме». Президенты четырех стран согласились «создать на данном этапе Международный водно-энергетический консорциум» и поручили Совету премьер-министров госу-

дарств-участников «подготовить и подписать на очередном заседании межправительственное соглашение о создании МВЭК».

В 1999 г. на заседании экспертной группы по рассмотрению проектов учредительных документов выявлены различия по определению задач консорциума, обусловленные отличиями в национальных законодательствах и правовых актах, регулирующих водные отношения. Сближения позиций сторон не произошло и в 2000 г. на экспертном уровне принято решение снять этот вопрос с повестки дня предстоящего заседания МГС.

С 2002 г. этот вопрос стал обсуждаться в рамках Организации «Центрально-азиатское сотрудничество» (ОЦАС). Привлечены эксперты и возможности международных финансовых институтов (МБРР, ЕБРР, АБР, ИБР). В 2004 г. на встрече представителей водохозяйственных и энергетических отраслей государств ОЦАС одобрен подготовленный МБРР проект Концепции о создании МВЭК, но позже на заседании СМВД одна из сторон представила свой вариант документа. В том же году на заседании СГГ одобрена концепция создания МВЭК. Согласно проектам документов, перед Консорциумом ставились задачи:

- формирование системы взаимовыгодных совместных действий участников по эффективному использованию и развитию водно-энергетических ресурсов региона;
- углубление процессов производственной и технологической кооперации водохозяйственных и топливно-энергетических отраслей, создание условий для расширения экспортного потенциала;
- привлечение инвестиций в развитие водно-энергетического потенциала региона;
- обеспечение стратегии экономии водно-энергетических ресурсов;
- разработка и внесение предложений по внедрению прогрессивных технологий использования водных и энергетических ресурсов;
- разработка и реализация совместных взаимовыгодных проектов по строительству новых и реконструкции действующих водно-энергетических объектов [6; С.23].

Страны начали обсуждать варианты проектов межправительственного соглашения о создании МВЭК, в т. ч. разработанный совместно с Всемирным банком. Главы правительств поручили доработать и согласовать проект четырехстороннего документа до 1 января 2006 г. Но из-за отсутствия делегаций ряда стран на встречах межведомственных рабочих групп по проекту соглашения процесс вновь застопорился.

В конце 2005 г. ОЦАС ликвидирована в связи с объединением с Евразийским экономическим сообществом (ЕврАзЭС). Разработка и согласование проекта соглашения по МВЭК приостановлена до завершения работы организационных вопросов. Работа возобновилась и в августе 2006 г. МГС ЕврАзЭС на уровне глав государств поручил Интеграционному комитету представить на очередное заседание проект концепции эффективного использования водно-энергетических ресурсов центрально-азиатского региона. Из числа руководителей управлений энергетикой и водным хозяйством сформирована группа высокого уровня по вопросам выработки согласованного механизма водно-энергетического регулирования в бассейнах рек Сырдарья и Амударья. Наметилась положительная тенденция, но разногласия в позициях сторон не позволили завершить работу в последующие два года в рамках ЕврАзЭС. Более того, в октябре 2008 г. Узбекистан приостановил членство и до 2012 г. работа проводилась без узбекской стороны.

### **Политическая воля**

Изначально идея создания МВЭК находила понимание и поддержку у руководств стран (высший и высокий уровень). Однако на экспертном уровне у сторон возникли расхождения позиций, которые привели к затягиванию сроков по реализации предложений глав государств и, в конечном итоге, срыву всего процесса.

### **Правовая основа**

Идея реализации создания МВЭК основывались на ряде межгосударственных документов, в частности:

- Соглашение между Республикой Казахстан, Кыргызской Республикой, Республикой Таджикистан, Республикой Узбекистан и Туркменистаном о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников (Алматы, 1992 г.);

- Декларация государств Центральной Азии и международных организаций по проблемам устойчивого развития бассейна Аральского моря (Нукус, 1995 г.);

- Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Узбеки-

стан об использовании топливно-энергетических и водных ресурсов, строительстве, эксплуатации газопроводов центрально-азиатского региона (Ташкент, 1996 г.);

- Заявление глав государств Республики Казахстан, Кыргызской Республики и Республики Узбекистан об использовании водно-энергетических ресурсов (Бишкек, 1996 г.);

- Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Правительством Кыргызской Республики и Правительством Республики Узбекистан об использовании водно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья (Бишкек, 1998 г.) с Протоколом о внесении изменений и дополнений (Бишкек, 1999 г.);

- Декларация о Специальной программе ООН для экономик Центральной Азии (Ташкент, 1998 г.);

- Решение о концепциях создания водно-энергетического, продовольственного и транспортного консорциумов в рамках ОЦАС (Душанбе, 2004 г.);

- Решение о международных консорциумах, Положение по созданию и функционированию международных консорциумов, Положение о МВЭК, одобренные и утвержденные Советом Премьер-министров Республики Казахстан, Кыргызской Республики и Республики Узбекистан (Бишкек, 1998 г.)

- документы, принятые в рамках ЕврАзЭС и МФСА.

### **Современная ситуация**

Страны верховья трансграничных рек не откажутся от развития гидроэнергетического потенциала, как и низовья от орошаемого земледелия. Энергетический потенциал в странах будет увеличиваться за счет ГЭС, ТЭЦ и т.д. На Саммите МФСА-2018 кыргызский лидер С.Жээнбеков заявил, что выступает за возобновление сотрудничества в рамках соглашения об использовании водно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья от 1998 г., которое предусматривает компенсационный механизм использования водных и энергетических ресурсов. Республика остается открытой для обсуждения водно-энергетических вопросов в целях обеспечения устойчивого развития во благо стран и народов. Президент Таджикистана Э.Рахмон подчеркнул, что рациональное использование водно-энергетических и других природных ресурсов – ключевой фактор достижения устойчивого развития Центральной Азии [7].

Несмотря на имевшиеся сложности, Казахстан не переставал заниматься товарообменом электроэнергией с Кыргызстаном, поставлять энергоресурсы в обмен на гарантии своевременных попусков воды. Узбекистан в рамках единого энергетического кольца стал активно работать со всеми странами. Туркменистан также заинтересован в полноценном участии и развитии единого энергетического кольца в Центральной Азии. Для успешного развития сотрудничества Центрально-Азиатских государств в области электроэнергетики достигнута договоренность до конца 2019 г. обсудить возможность разработки совместной стратегии развития генерирующих мощностей во всем регионе [8]. Более того, Министерство энергетики Узбекистана выступило с инициативой создания биржи/оптового рынка по продаже электроэнергии в Центральной Азии [9].

Для обеспечения эффективной работы нужна соответствующая, институционально-правовая, организационно-техническая, финансово-экономическая, информационная, методологическая база. МВЭК должен быть конкурентоспособным на рынке. Государства будут настороженно относиться к идее его создания по разным причинам: даже внутри одной страны, стремясь обеспечить энергетическую и водную безопасность, отрасли энергетики и водного хозяйства преследуют разные интересы. Между странами требуется устранить технические несоответствия энергосистем, увязать тарифные политики, решить вопрос – водные ресурсы предмет торга или общее достояние [2]. Душанбе и Бишкек имеют обязательства по CASA-1000, хотя при желании проект можно интегрировать в МВЭК. Предстоит решить принципиальные вопросы:

- статус и форма собственности, структура, штат, кадры;
- нормативно-правовое обеспечение деятельности;
- взаимоотношения с национальными/региональными структурами;
- предмет и экономический механизм деятельности;
- формирование основных и оборотных средств, инвестиционная составляющая.

Таким образом, несмотря на то, что в водно-энергетической сфере региона интеграционные инициативы, в т. ч. МВЭК, сложно реализуемы, нельзя утверждать об их невозможности. Имеется общее понимание: вода – ключевой фактор устойчивого развития. Главная задача – путем конструктивного диалога найти баланс интересов, т.к. на одну и ту же проблему смотрят по-разному, как и видят ее решение. Нужно иметь наднациональный взгляд и настроиться на региональный подход, уметь делиться возможностями и доходами, прийти к пониманию, что в жизни при сотрудничестве или его отсутствии срабатывают другие арифметически неверные правила:  $1+1=3$  и  $3-1=1$ . Решение проблем совместного использо-

вания водно-энергетических ресурсов в Центральной Азии имеет не только огромное экономическое, но и экологическое, политическое и международное значение. Это один из факторов поддержания в регионе стабильности, экономического роста и экологической безопасности [10]. Как подчеркнул С. Жээнбеков, от кооперации выиграют все страны, а Центральная Азия станет одним из самых стабильных и процветающих регионов мира [7].

### Использованная литература

1. Духовный В., де Шуттер Ю. Вода в Центральной Азии: прошлое, настоящее, будущее. Алматы: Казак университеті, 2018. - 469 с. - 239 с.
2. Бокарев Д. Центральная Азия восстанавливает общую энергосистему / ru.journal-neo.org/2018/07/28/tsentral-naya-aziya-vostranavlivaet-obshhuyu-e-nergosistemu/.
3. Назарбаев предложил создать водно-энергетический консорциум Центральной Азии / vlast.kz/novosti/29137-nazarbaev-predlozil-sozdat-vodno-energeticeskij-konsorcium-centralnoj-azii.html.
4. Совместное коммюнике Совета Глав государств–учредителей МФСА / tdh.gov.tm/news/articles.aspx&article14225&cat11.
5. Смирнов С. Энергосистема Центральной Азии: в одном хоре, но с разными партитурами / <https://www.ritmeurasia.org/news--2018-04-29--energosisistema-centralnoj-azii-v-odnom-hore-no-s-raznymi-partituriami-36236>.
6. Зиганшина Д., Рысбеков Ю. Международный водно-энергетический консорциум / Серия «Публикации проекта CAREWIB», вып. 2, Ташкент: НИЦ МКВК, 2005. - 28 с.
7. Главы Центральноазиатских государств обсудили Аральскую проблематику / <http://turkmenistan.gov.tm/?id=16943>.
8. Страны Центральной Азии хотят участия Туркменистана в энергетическом партнерстве / [orient.tm/strany-centralnoj-azii-hotyat-uchastiya-turkmenistana-v-energeticheskom-partnerstve/](http://orient.tm/strany-centralnoj-azii-hotyat-uchastiya-turkmenistana-v-energeticheskom-partnerstve/).
9. Минэнерго Узбекистана предлагает создать биржу по продаже электроэнергии в ЦА / [www.gazeta.uz/ru/2019/06/28/energy/](http://www.gazeta.uz/ru/2019/06/28/energy/).
10. Международная практика сотрудничества и проблемы развития гидроэнергетики в бассейнах трансграничных рек / В.Ясинский, А.Мироненков, Ю.Стеклов, Т.Сарсембеков. - Алматы: ЕАБР, 2011. - 192 с. С.138.

## **Концепция государственной политики по снижению воздействия диффузных источников загрязнения на качество поверхностных вод**

**Беляев С.Д.**

**ФГБУ Российский НИИ комплексного использования  
и охраны водных ресурсов**

**Российская Федерация**

Многочисленные свидетельства существенного влияния стока с сельхозугодий, селитебных территорий и т.п. на качество поверхностных вод привели к существенному повышению статуса задач борьбы с диффузным загрязнением на государственном уровне. Об этом, в частности, свидетельствует отдельное упоминание проблемы диффузного загрязнения в Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г, включение разработки Концепции по снижению диффузного загрязнения водных объектов в Приоритетный проект «Оздоровление Волги» (утв. Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол от 30.08. 2017 г. № 9) и пр.

Снижение воздействия диффузных источников загрязнения на качество поверхностных вод должно быть неотъемлемой частью государственной природоохранной политики. Однако учитывая специфику как самих источников диффузного загрязнения, так и методов сокращения их негативного воздействия на водные объекты, полагаем целесообразным, основываясь на российском и зарубежном опыте, сформулировать Концепцию государственной политики по снижению воздействия диффузных источников загрязнения на качество поверхностных вод.

Предлагаемая к обсуждению Концепция содержит основные цели, принципы и общее описание механизмов реализации государственной политики.

**Цель:** обеспечение измеримого улучшения состояния поверхностных водных объектов за счет снижения установленного негативного влияния диффузных источников загрязнения.

Основные принципы:

1. бассейновое программирование;
2. территориальное планирование;
3. отраслевое совершенствование;
4. государственное поощрение.

Установка целей, определение приоритетных направлений и разработка долгосрочных программ действий по снижению диффузного загрязнения водных объектов производится по речным бассейнам. Эта задача находится в компетенции уполномоченного федерального органа исполнительной власти, который обеспечивает широкое информирование и вовлечение в процесс принятия решений всех заинтересованных сторон (в настоящее время это Бассейновые водные управления Росводресурсов).

Разработка планов мероприятий в рамках согласованной бассейновой программы и контроль их реализации осуществляется по субъектам РФ. Эта задача находится в компетенции уполномоченного органа исполнительной власти субъекта РФ. Водопользователи и муниципальные образования участвуют в реализации планов в той мере, в которой это обусловлено действующим законодательством.

Министерства и ведомства ведут работу по совершенствованию и внедрению способов хозяйствования и технологий, обеспечивающих наименьшее воздействие на окружающую среду (в частности – путем участия в разработке и корректировке Справочников НДТ).

Государство, в лице федеральных органов власти, определяет и реализует меры поощрения к разработке и внедрению способов хозяйствования и технологий, при которых сокращается негативное воздействие на водные объекты, в том числе и за счет снижения диффузного загрязнения.

Раскроем подробнее содержание и механизмы реализации предложенных принципов.

### **Бассейновое программирование**

В соответствии с Водным кодексом РФ основным инструментом долгосрочного планирования водохозяйственной деятельности являются Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО). Разработка и утверждение СКИОВО для речных бассейнов России (или их крупных участков; например, Волжский бассейн разбит на

4 участка) были в основном завершены к 2015 г. СКИОВО утверждены Бассейновыми водными управлениями. Процедура утверждения СКИОВО включает согласование с бассейновыми советами, в которых представлены все заинтересованные стороны, а также государственную экологическую экспертизу. Предусмотрена корректировка СКИОВО, в случае необходимости.

В СКИОВО, в числе прочего, устанавливаются целевые показатели качества воды, которые, по существу, являются индикаторами целевого состояния водных объектов речного бассейна, определяется программа водоохраных мероприятий, ориентированная на достижение этого целевого состояния.

Таким образом, инструменты бассейнового программирования уже функционируют. Однако реализация настоящей Концепции может потребовать внесения изменений в действующие программы мероприятий, так же как и в другие компоненты СКИОВО. Эти изменения могут быть произведены в рамках регламентной корректировки СКИОВО, или при разработке новых СКИОВО (после завершения сроков реализации действующих).

В качестве основных принципов, обеспечивающих адекватное внимание источникам диффузного загрязнения водных объектов при разработке/корректировке СКИОВО, можно предложить следующие:

1) *инклюзивность* – обязательное включение в СКИОВО мер по исследованию и снижению негативного воздействия диффузных источников загрязнения на состояние водных объектов;

2) *территориальность* – учет территориальных (по участкам бассейна) особенностей природных и антропогенных условий формирования стока при оценке воздействия диффузных источников загрязнения на водные объекты;

3) *приоритетность* – определение приоритетных направлений водоохранной деятельности в речном бассейне с учетом оценки степени воздействия выявленных источников загрязнения на качество воды, состояния водных объектов и преимущественных видов их использования;

4) *интегрированность* – учет планов социально-экономического развития территорий при разработке СКИОВО, учет СКИОВО в планах социально-экономического развития;

5) *цикличность* – регламентированное уточнение всех параметров СКИОВО в рамках 3-х летних циклов (в соответствии с циклами федерального бюджетного планирования): реализация комплекса мероприятий  $\Rightarrow$  оценка результатов и анализ вновь накопленной информации  $\Rightarrow$  уточнение целей, приоритетов и программы мероприятий.

Следует отметить, что во время разработки СКИОВО отсутствовало утвержденное методическое обеспечение установления целей и приоритетов водоохранной деятельности в речных бассейнах с учетом природных и антропогенных особенностей формирования стока. Для разработки эффективной водоохранной стратегии чрезвычайно важно устранить этот пробел [1]<sup>3</sup>.

Итак, на бассейновом уровне (в рамках СКИОВО) определяются долгосрочные цели и приоритетные направления водоохранной деятельности (в том числе, в обязательном порядке, по снижению воздействия диффузных источников загрязнения на качество поверхностных вод), разрабатывается общая долгосрочная программа действий. В СКИОВО в обязательном порядке включаются основные направления совершенствования системы мониторинга, НИР и пр.

### **Территориальное планирование**

Специфика источников диффузного загрязнения водных объектов, пространственные масштабы необходимых водоохранных мер, а также общая схема распределения полномочий в сфере управления водными ресурсами и водопользованием позволяет заключить, что планирование мероприятий по снижению негативного воздействия диффузных источников загрязнения следует осуществлять на уровне субъектов РФ.

В соответствии с Водным кодексом РФ, СКИОВО являются обязательными к исполнению всеми органами власти. Предлагается на основе Программы водоохранных мероприятий СКИОВО в каждом субъекте РФ, расположенном в бассейне, разрабатывать планы мероприятий по сокращению негативного воздействия на водные объекты диффузных источников загрязнения. Планы разрабатываются на весь срок реализации СКИОВО, с разбиением на 3-х летние этапы (см. «цикличность»).

Водоохранные мероприятия, входящие в планы субъектов РФ, могут быть разбиты на 4 уровня:

---

<sup>3</sup> В рамках государственного задания ФГБУ РосНИИВХ были разработаны [2]: Рекомендации по установлению целевых показателей качества воды поверхностных водных объектов; Рекомендации по выбору приоритетных водоохранных мероприятий, направленных на достижение целевых показателей качества воды. Эти рекомендации снимают указанную проблему. Они прошли глубокую научную экспертизу, имеют примеры успешного практического внедрения и рекомендуются к скорейшему утверждению в качестве официальных инструктивных документов.

- федеральные (или бассейновые) – мероприятия, реализация которых не входит в компетенцию субъектов РФ;
- региональные (в компетенции субъекта РФ);
- муниципальные;
- водопользователей.

Финансирование мероприятий осуществляется за счет бюджетов соответствующих уровней и собственных средств водопользователей. Очередность реализации и вопросы финансовой поддержки мероприятий определенного уровня из бюджетов более высокого уровня решаются с учетом приоритетности мероприятий, установленной в СКИОВО.

Планирование и контроль находятся в компетенции уполномоченного органа исполнительной власти субъекта РФ. Программа мероприятий согласуется с федеральным уполномоченным органом (Бассейновым водным управлением). Финансовая поддержка тех или иных мероприятий программы из средств бюджета РФ осуществляется по рекомендации БВУ.

### **Отраслевое совершенствование**

В 2019 г. вступила в законную силу система нормирования воздействий на окружающую среду на основе технологических нормативов, которые, в свою очередь, опираются на показатели наилучших доступных технологий (НДТ) [3]. Справочники НДТ формируются по отраслевому принципу. К настоящему времени разработаны 50 справочников НДТ [4].

В справочниках приводятся такие показатели НДТ, как характеристики выбросов в атмосферу, требования к организации промплощадок, отвалов, шламохранилищ и т.п., нормы расходования воды и других ресурсов на единицу продукции и пр. Улучшение перечисленных характеристик в той или иной степени скажется на снижении уровня диффузного загрязнения. Таким образом, отраслевое совершенствование технологий становится важной составляющей общей водоохранной стратегии.

Однако в новой системе остается много нерешенных вопросов.

1) Система выдачи разрешений на основе НДТ не связана с целями и бассейновыми программами СКИОВО.

Действительно, например, для действующих предприятий вопросы выдачи комплексных экологических разрешений (КЭР) никак не связаны с оценкой воздействий в пределах технологических нормативов (сбросы, выбросы, размещение отходов и пр.) на конкретные водные объекты [1].

Следует устранить этот явный недостаток внедряемой системы. Например, поставить выдачу повторного (после достижения показателей НДТ) КЭР в зависимость от наличия программы мероприятий по достижению целевых показателей качества воды в контрольных створах водных объектов, на которые оказывается негативное воздействие [5]. При этом следует разработать методическое обеспечение по оценке диффузного загрязнения водных объектов от различных типов источников негативного воздействия.

В рамках действующей системы следует включать мероприятия по достижению нормативных показателей воздействия на окружающую среду объектами негативного воздействия 1 и 2 категории в планы мероприятий соответствующих субъектов РФ. При этом решение вопросов финансовой поддержки реализации таких мероприятий из бюджетов различных уровней следует ставить в прямую зависимость от их соответствия приоритетам, установленным в СКИОВО. Есть все основания полагать, что затраты на достижение технологических нормативов могут оказаться весьма существенными, и финансовая поддержка понадобится многим.

2) Не обеспечена мотивация к постоянному развитию технологий, обеспечивающих сокращение воздействий на окружающую среду.

Поскольку одним из критериев отнесения технологии к НДТ является промышленное внедрение на 2-х и более объектах в РФ [3], то не вполне ясны механизмы обновления Справочников НДТ. Для функционирующих объектов при достижении показателей воздействия на окружающую среду, соответствующих технологическим нормативам, плата за негативное воздействие не вменяется, независимо от возможных последствий для окружающей среды. Следовательно, у владельцев действующих предприятий нет никаких стимулов к разработке и внедрению технологий, обеспечивающих показатели воздействия на окружающую среду, лучшие чем в утвержденных Справочниках НДТ. Такая потребность может возникнуть только у владельцев «проектируемых» объектов, поскольку по ним производится расчет НДС. Представляется, что такой «узконаправленной» мотивации недостаточно для регулярного обновления справочников НДТ.

Эта проблема устраняется, если принять изложенные в предыдущем п. требования по увязке выдачи КЭР с достижением целевых показателей качества воды в водных объектах

3) Справочники НДТ не охватывают такие направления хозяйственной деятельности, как организация сбора и очистки дождевого стока и снега на селитебных территориях; сельское хозяйство (за исключением свино- и птицеферм).

Разработка справочников по организации сбора и очистки талого и дождевого стока, при всей специфике, все же вполне укладывается в общую концепцию справочников НДТ: объекты можно классифицировать «по мощности» (площадь, численность населения, климатические условия), имеются известные апробированные технологии (снегосплавные пункты, ливневая канализация, станции очистки ливневых стоков и пр.). Следует запустить разработку таких справочников незамедлительно.

По животноводству: можно рекомендовать расширить перечень справочников для охвата хозяйств по выращиванию КРС, лошадей и т.д.

*Регулирование негативного воздействия сельхозугодий* имеет ряд особенностей, которые требуют специального подхода. Например, на водосборе одного водного объекта может находиться большое число примыкающих друг к другу мелких земельных хозяйств, каждое из которых оказывает незначительное воздействие на окружающую среду, и, в рамках общей логики, не подлежит регулированию. При этом их совокупное воздействие может быть существенным. Имеются и другие особенности.

По этой причине представляется целесообразной разработка серии обновляющихся справочников по экологически-ориентированному земледелию, специфицированных по сельскохозяйственным культурам, природно-климатическим условиям и пр. В них должны быть представлены научно-обоснованные рекомендации по агротехническим приемам, которые обеспечивают наименьшее воздействие на окружающую среду.

Учитывая специфику и социальную значимость сектора, рекомендуется в качестве основного механизма внедрения эко-приемов земледелия рассматривать не принуждение, а информирование, разъяснение выгод и представление предпочтений.

## **Государственное поощрение**

Поскольку диффузное загрязнение водных объектов представляет серьезную угрозу устойчивости социально-экономического развития страны, то налицо необходимость самого активного участия государства (в лице федеральных и региональных органов власти) в решении проблемы.

Схематично государственные меры регулирования любой сферы деятельности можно разбить на две группы: ограничение и поощрение. Для регулирования точечных источников негативного воздействия на водные объекты применяются, в первую очередь, ограничительные меры.

Источники диффузного загрязнения водных объектов имеют ряд особенностей, которые затрудняют использование ограничительных мер:

- затрудненность инструментального контроля показателей воздействия на окружающую среду;
- сложности при определении круга юридических лиц, которым может быть вменена ответственность (накопленный экологический ущерб, несколько объектов аэротехногенного загрязнения водосборной площади и пр.);
- неразвитость научно-методического обеспечения оценок негативного воздействия (при объективной сложности проблемы).

По этой причине целесообразно расширить применение инструментов государственного поощрения к разработке и *повсеместному* внедрению способов хозяйствования и технологий, при которых сокращается негативное воздействие на водные объекты диффузных источников загрязнения.

В мировой практике хорошо зарекомендовали себя, например, налоговые льготы и прямые субсидии сельхозпроизводителям, применяющим рекомендованные агротехнические приемы (интересен, например, британский опыт: [6]). В целенаправленной государственной поддержке нуждается развитие информационной и научно-методической базы предотвращения диффузного загрязнения, построение сети научно-технических консультационных центров по применению экологически-ориентированных технологий хозяйствования и пр.

Означенная выше специфика проблем и их масштаб определяет необходимость и в прямом финансировании крупных мероприятий. Например, таких, как рекультивация заброшенных объектов, сбор и очистка ливневых стоков населенных пунктов с низкой бюджетной обеспеченностью и пр.

Таковы основные принципы и очертания механизмов решения задачи снижения негативного воздействия на водные объекты диффузных источников загрязнения.

Еще раз подчеркнем, что поставленная задача может решаться только в контексте общей государственной политики в сфере охраны окружающей среды. Однако для скоординированности усилий, систематизации работ и повышения обоснованности расходования бюджетных средств целесообразно утвердить предложенную, или подобную Концепцию, хотя бы в виде Руководящего документа Минприроды России.

### Использованная литература

1. Беляев С. Д. К вопросу учета пространственной дифференциации природной среды при планировании водоохранных мероприятий // Географический вестник = Geographical bulletin. 2017. №4(43). С.81–96. doi 10.17072/2079-7877-2017-4-81-96.
2. Совершенствование научно-методического и информационного обеспечения разработки и корректировки Схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) [Текст]: отчет о НИР: (заключ.) / РосНИИВХ; рук. Беляев С.Д. – Екатеринбург, 2018. – 135 с. – №ГР НИОКТР: АААА-А17-117031050028-2.
3. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.04.2019).
4. Сайт Бюро наилучших доступных технологий. Режим доступа: <http://burondt.ru> (дата обращения: 15.04.2019).
5. Беляев С. Д. Технологические нормативы и целевые показатели качества поверхностных вод // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2015. № 6. С. 18-36.
6. Rules for farmers and land managers to prevent water pollution / Официальный сайт Правительства Ее Величества. Режим доступа: <https://www.gov.uk/government/publications/farming-rules-for-water-from-april-2018> (дата обращения 01.03.2018).

## **Подходы к оценке влияния ГЭС на экосистемные услуги речных бассейнов (на примере р. Днестр)**

**Казанцева О.И.**

**Международная ассоциация хранителей реки Есо-TIRAS**

**Институт зоологии**

**Республика Молдова**

### **Введение**

Гидроэнергетика является возобновляемым источником энергии и обеспечивает около 20% мировых потребностей. В результате в мире всего лишь менее четверти всех больших водотоков еще не перегорожены плотинами.

И, несмотря на то, что общественные организации со всего мира выступают против признания гидроэнергетики возобновляемым источником энергии и поощрения ее дальнейшего развития в рамках Парижского климатического соглашения и других институтов ООН, практика строительства гидроэлектростанций остается одним из приоритетов в развитии энергетики.

Инициатива ООН «Устойчивая энергетика для всех» направлена на достижение к 2030 году трех основных целей:

- обеспечение всеобщего доступа к современным энергетическим услугам;
- снижение интенсивности мирового энергопотребления на 40%;
- увеличение доли возобновляемых источников энергии в мире до 30%.

В связи с этим принята программа «Производство энергии с помощью гидроэнергетики в будущем — сценарий-2050», которая предусматривает создание множества типов сооружений, использующих энергию вод.

Вместе с тем, гидротехническое строительство, осуществляемое для удовлетворения растущих нужд населения, промышленности, сельского

хозяйства в воде, приводит не только к положительным, но и к отрицательным последствиям, которые нередко настолько существенны, что наносят непоправимый ущерб водным экосистемам и их экосистемным услугам. Проблема усугубляется, когда речь идет о трансграничных водах, что приводит к необходимости решения вопросов регулирования использования водных ресурсов на межправительственном уровне.

### **Материалы и методы исследования**

В качестве исходной информационной базы использовали фондовые и картографические материалы по бассейну Днестра, данные Земельного кадастра Республики Молдова (2015), а также результаты обобщения литературных источников и проектных материалов.

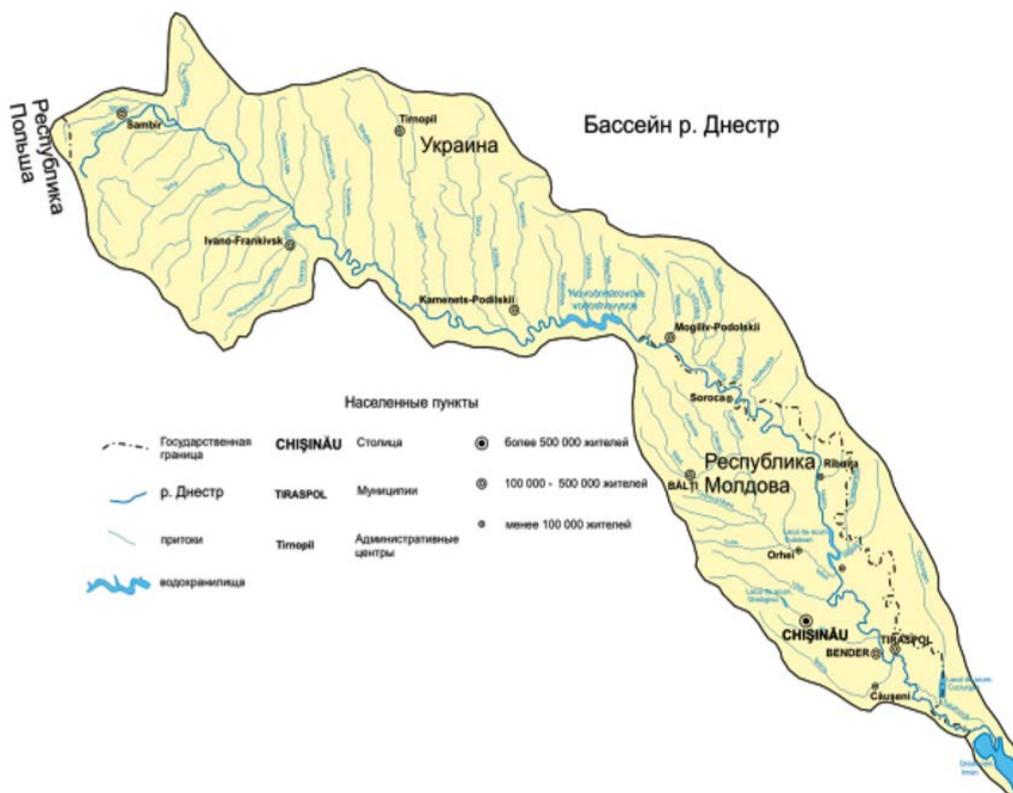
Для проведения исследований использовали ГИС-технологии – программа ArcGIS, а также статистические методы.

Стоимостная оценка продуцирующей и связанных экосистемных услуг осуществлялась с использованием:

- а) методического подхода, основанного на определении интегральной стоимостной оценки экосистемных услуг;
- б) методического подхода, основанного на поэлементной стоимостной оценке экосистемных услуг.

### **Результаты и обсуждение**

Днестр является самой большой рекой Западной Украины и Молдовы. Общая длина реки 1362 км, в границах Украины она составляет 925 км, а в границах Молдовы - 652 км. Площадь бассейна Днестра составляет 72,1 тыс. км<sup>2</sup>, из них в границах Украины находится 52,7 тыс. км<sup>2</sup> или 73,1 %, а в границах Молдовы – 19,4 тыс. км<sup>2</sup> или 26,9% (рис. 1).



**Рис. 1. Бассейн р. Днестр**

Бассейн Днестра охватывает значительные части территорий семи областей Украины (Львовской, Ивано-Франковской, Черновицкой, Тернопольской, Хмельницкой, Винницкой и Одесской) и большую часть (56,34%) территории Республики Молдова (19 районов и Приднестровье). На территории бассейна в границах Украины расположено 62 города и 95 поселков городского типа, а в пределах Молдовы – 4 муниципия и 41 город, расположенные на левом и правом берегах.

На смежных территориях Украины и Молдовы проживает почти 8 млн. человек, из них свыше 5,0 млн. чел. - на территории Украины и 2,74 млн. - на территории Молдовы. Плотность населения очень велика для зоны восточной Европы - более 110 человек на 1 кв. км, причем велика доля сельского населения. Среди наиболее крупных потребителей воды в молдавской части бассейна Днестра - города Бельцы, Кишинёв, Сороки, Орхей, Рыбница, Дубоссары, Тирасполь, Бендеры [8].

Длина бассейна Днестра - около 700 км, средняя ширина около 100 км. В бассейне Днестра преобладают малые реки длиной до 10 км общим количеством более 14 тысяч. Почти полное отсутствие больших и наличие большого количества малых притоков - одна из характерных особенностей гидрографической сети Днестра.

В 80-х годах в Украине на границе с Молдовой был сооружён Днестровский гидроэнергокомплекс, а в настоящее время в его пределах достраивается гидроаккумуляционная электростанция (рис. 2). Это гидростроительство вызвало в среднем Днестре на участке, протекающем по границе Молдовы и Украины и ниже – по территории Молдовы, принципиальные нарушения экосистем.

Основные воздействия гидроэнергетики на биоразнообразие включают прямые и косвенные воздействия.

*К прямым воздействиям* относятся:

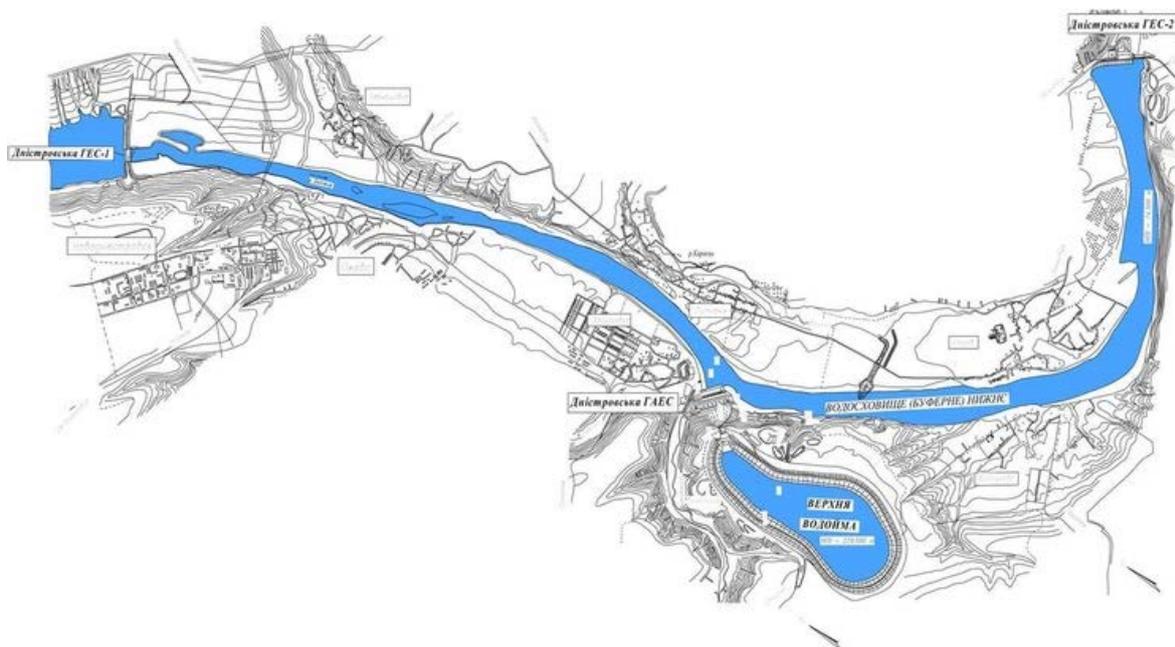
- а. Утрата среды обитания
- б. Фрагментация среды обитания
- в. Прямая потеря видов
- г. Препятствия на пути миграции видов
- д. Генетическая изоляция популяций
- е. Распространение инвазивных видов

*К косвенным воздействиям* относятся:

- а. Ухудшение качества воды
- б. Изменение гидрологического режима течения
- в. Изменение температурного режима
- г. Усиление заиления
- д. Изменения в составе донных отложений
- е. Изменения в режимах паводков
- ж. Изменения естественных береговых линий в прибрежных экосистемах
- з. Усиление нагрузки на природные ресурсы

Происходящие глубокие нарушения экосистем требуют совместных скоординированных усилий двух государств по снижению негативных последствий для реки с использованием международного опыта и современных инновационных подходов к управлению водными ресурсами.

Стандартной практикой оценки влияния ГЭС является ОВОС - процесс сознательного планирования и принятия решений на основе идентификации и оценки экологических и социальных последствий предлагаемых проектов. Данная практика позволяет включить в процесс принятия решений оценку экосистемных услуг и их потерь.



**Рис. 2. Схема Днестровского гидроузла**

Экосистемные услуги – это выгоды, которые люди получают от экосистем. Важно оценить эти выгоды с точки зрения их экономической ценности, т.к. основной причиной деградации экосистем является недооценка их реальной экономической ценности, стоимости природных ресурсов и услуг в целом. На данном этапе экосистемный подход рассматривается как концепция, которая объединяет управление земельными, водными и биологическими ресурсами и направлена на достижение баланса между тремя целями: сохранение биоразнообразия; его устойчивое использование; справедливое распределение выгод от использования природных ресурсов.

Руководящий документ ГЭФ по экономической оценке экосистемных услуг [4] предусматривает следующие процедуры по определению и оценке экосистемных услуг:

- выделение экосистем, услуги которых будут оцениваться;
- определение размера территории, на которых расположены данные экосистемы;
- определение экосистемных услуг, потенциально поставляемых этими территориями;
- поиск достоверной информации об объеме поставляемых услуг и их возможная оценка (самый сложный этап), с использованием рыночных цен или трансфера выгод.

Выявление экосистемных услуг водных объектов является наиболее сложной задачей вследствие их тесной связи с прибрежными территориями, речными поймами, дельтами, формированием водно-болотных угодий, а также с разнообразием наземных экосистем на водосборах. Взаимосвязанность комплекса экосистемных услуг отражается в применении термина «экосистемы, связанные с водой» в рекомендациях Европейской комиссии, касающихся платы за услуги экосистем [6]. К ним относят леса, водно-болотные угодья, пастбища и сельскохозяйственные земли, которые выполняют важные функции в гидрологическом цикле в силу обеспечиваемых ими услуг.

Определение районов, которые обеспечивают связанные с водой экосистемные услуги в бассейне реки Днестр, было основано на принципах Европейской водной рамочной директивы [3]. В соответствии с этим документом Молдова расположена в двух экорегионах: Понтийская провинция (12) и Восточные равнины (16). Доминирующая геология бассейна реки Днестр является кремнистой; в северной части преобладают известняковые породы. В пределах рассматриваемой территории в Молдове расположены два Рамсарских сайта – «Унгурь-Холошница» и «Нижний Днестр».

В результате выделены 8 подбассейнов реки Днестр, которые включают как участки реки, так и водохранилища. Из них 7 подбассейнов расположены ниже плотины Днестровской ГЭС, а 5 - ниже плотины Дубоссарской ГЭС.

Рассматриваемая территория (785,62 км<sup>2</sup>) включает следующие экосистемы (более 1200 участков) – водные (25,4%), лесные (8,35%), травяные (47,64%), водно-болотные угодья (2,5%), а также многолетние насаждения (7,49%), пахотные земли (3,49%), застроенные территории (5,15%).

По существующей классификации в документе ЮНЕП «Оценка экосистемных услуг на пороге тысячелетия» [5] услуги, предоставляемые экосистемами, могут относиться к одной из четырех широких категорий:

- обеспечивающие (продовольствие, сырье, материалы, вода);
- регулирующие (регулирование климата, регулирование качества воздуха, очистка воды, опыление растений);
- культурные услуги, которые непосредственно влияют на людей (образовательные, эстетические, духовные, культурное наследие, рекреация);
- поддерживающие услуги, необходимые для сохранения других услуг (почвообразование, фотосинтез).

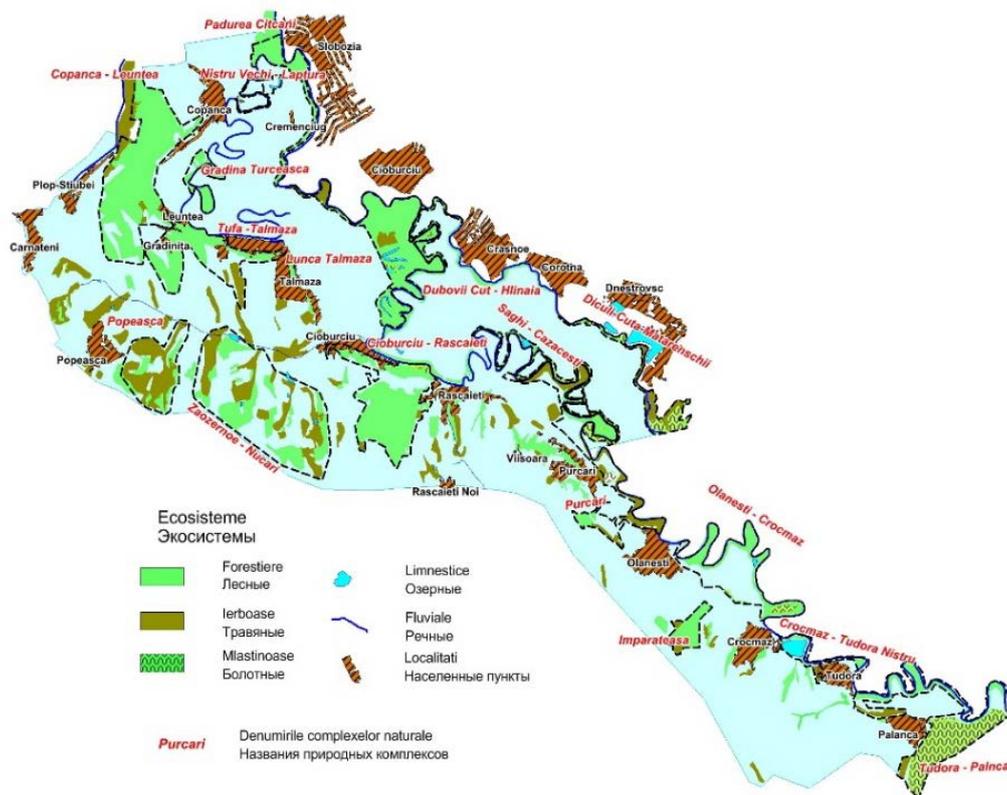
Таким образом, перечень экосистемных услуг водных объектов и водноболотных угодий включает следующее:

- рыба
- лекарственные растения
- древесина, волокна
- поставка воды (питьевые нужды населения, ирригация, охлаждение)
- регулирование качества воздуха
- регулирование климата
- очистка воды
- поддержание жизненных циклов мигрирующих видов
- обеспечение генетического разнообразия (биоразнообразия)
- туризм и рекреация
- эстетическая информация, вдохновение, духовный опыт, образование.

Экономические подходы для оценки экосистемных услуг базируются на: рыночной оценке, ренте; затратном подходе; альтернативной стоимости; общей экономической ценности (стоимости).

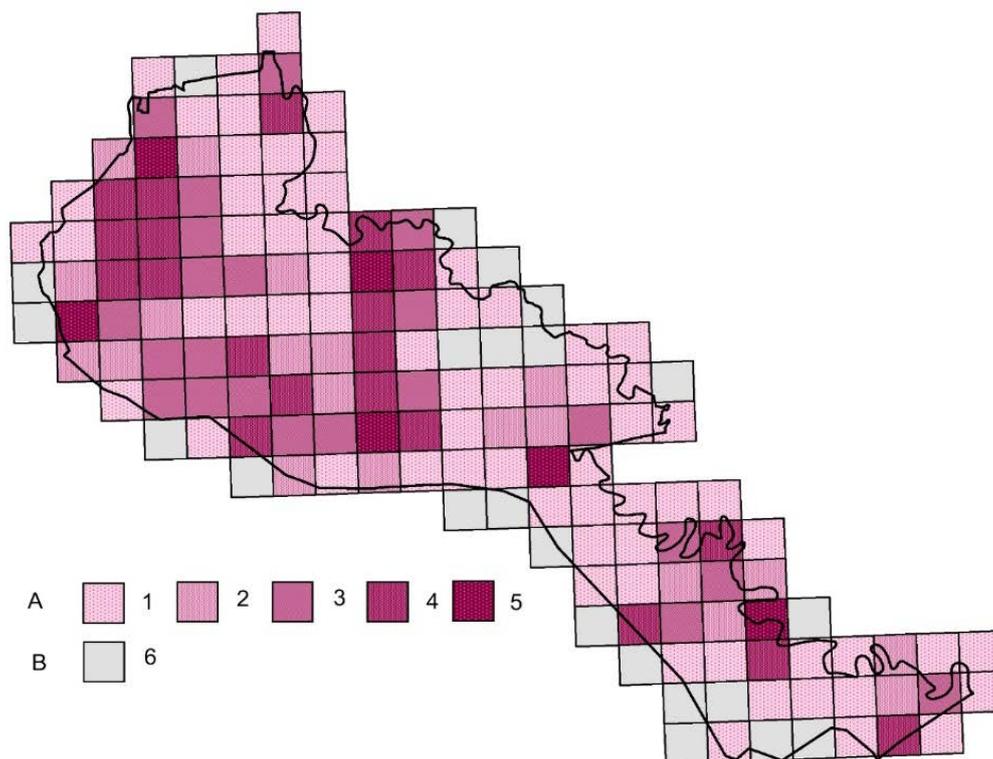
Не все предлагаемые подходы хорошо разработаны, в них имеются противоречивые моменты, однако они позволяют в первом приближении оценить экономическую ценность экосистемных услуг.

Для оценки воздействия ГЭС на экосистемы Днестра возможно использование опыта реализации проекта «Мероприятия по устойчивому развитию связанных с водой экосистем в Рамсарском сайте Нижнего Днестра» при финансовой поддержке Австрийского агентства по развитию, в рамках которого проводилось оценивание экосистемных услуг Рамсарского сайта «Нижний Днестр» (рис. 3) [2, 7].



**Рис. 3. Природные комплексы Рамсарского сайта «Нижний Днестр»**

По результатам проведенных исследований рассчитана общая стоимость оцениваемых 4 групп экосистемных услуг: обеспечивающих (продуцирующих), регулирующих, услуг по сохранению биоразнообразия и туристских услуг экосистем. Она составила около 192,5 млн. леев (11,3 млн. долл. США), или в расчете на 1 га территории – 3,2 тыс. леев (около 187 долл. США) (рис. 4).



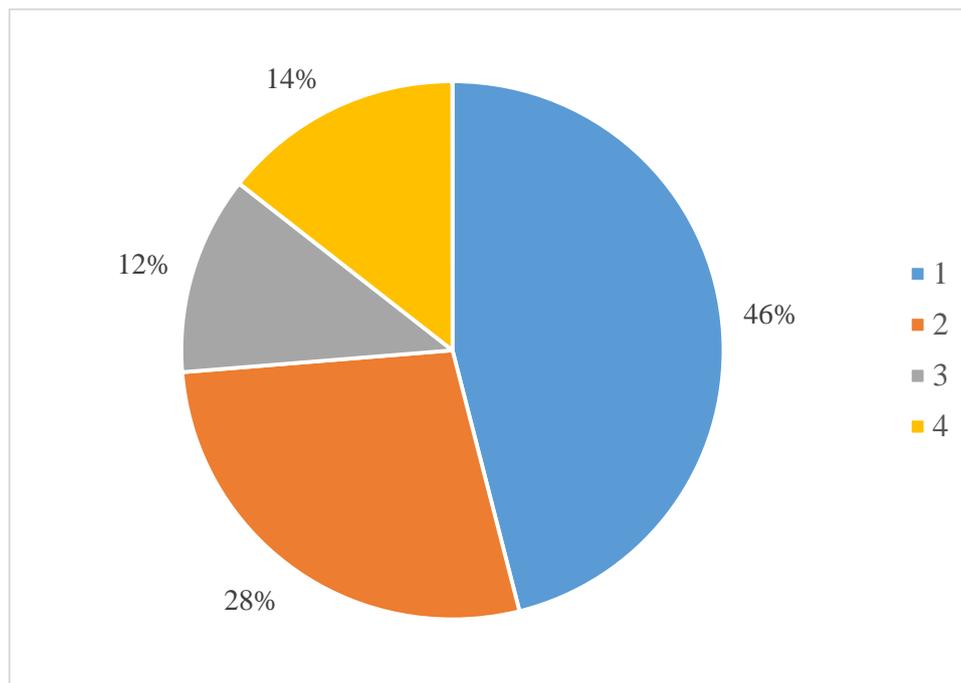
**Рис. 4. Стоимость экосистемных услуг Рамсарского сайта «Нижний Днестр»**

А – общая стоимость экосистемных услуг по единицам картографирования (тыс. лей):  
1 – менее 500; 2 – 500-1000; 3 – 1000-2500; 4 – 2500-5000; 5 – более 5000;  
В – экосистемные услуги, подлежащие оценке, отсутствуют

В качестве единицы картографирования применена разграфка листов топографических карт масштаба 1:5000, размер одного листа которой имеет площадь 5,51-5,55 км<sup>2</sup> со сторонами в среднем 2,3 x 2,4 км и периметром около 9,4 км.

Территория сайта представлена 157 такими единицами, включая 98 вошедших полностью и 59 – частично.

В структуре экосистемных услуг обеспечивающие услуги (производящие) составляют 46%; регулирующие – 28%; услуги по сохранению биоразнообразия – 12%; туристские услуги экосистем – 14% (рис. 5).



**Рис. 5. Структура экосистемных услуг Рамсарского сайта «Нижний Днестр», %:**  
1 - обеспечивающие (производящие), 2 – регулирующие,  
3 - услуги по сохранению биоразнообразия, 4 - туристские услуги экосистем

Стоимостная оценка биоразнообразия базировалась на методике Алексея Андреева, представляющей собой оригинальную систему оценки ключевых территорий национальной экологической сети, разработанной в ЭО VIOTISA. Возможность использования оценочной шкалы получена при исследовании более 150 потенциальных и признанных ядер Национальной экологической сети Республики Молдова [1].

При этом следует отметить особую ценность территорий-ядер, характеризующихся высоким уровнем биоразнообразия (рис. 6).

Их доля в общей стоимости экосистемных услуг составляет 76,5% при том, что они занимают лишь 20% территории Рамсарского сайта «Нижний Днестр». Это свидетельствует о ведущей роли биоразнообразия в предоставлении экосистемных услуг.

Общая стоимость оцениваемых экосистемных услуг в расчете на 1 га территорий-ядер сайта составляет 12,2 тыс. леев (около 720 долл. США), что в 3,8 раза выше, чем в среднем по сайту (рис. 7).

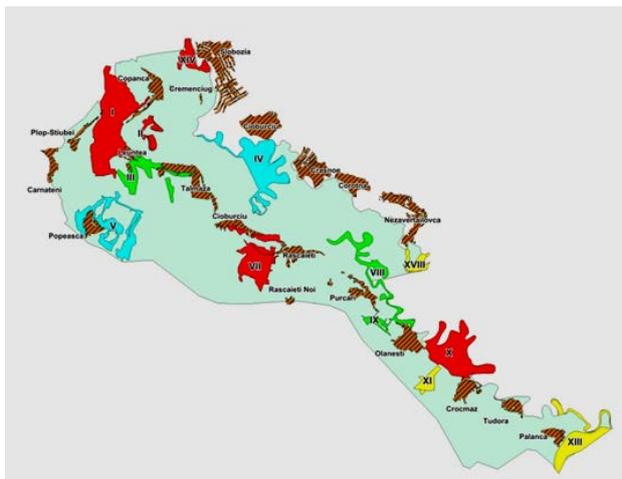


Рис.6. Ключевые территории-ядра Рамсарского сайта «Нижний Днестр»: красный – международного, синий - национального и желтый – локального (местного) значения

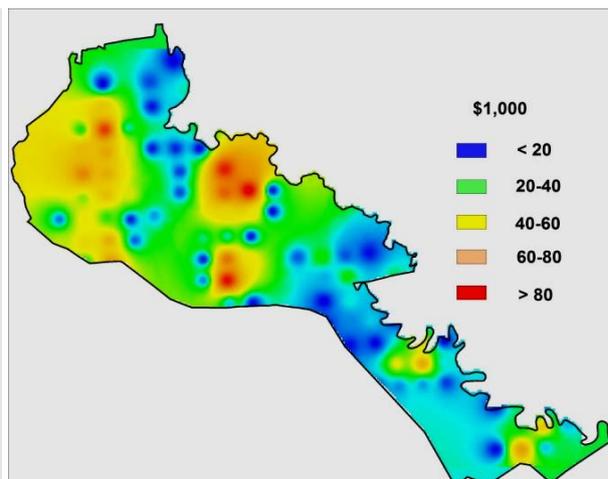


Рис. 7. Экономическая стоимость биоразнообразия Рамсарского сайта «Нижний Днестр»

Использование полученных данных позволило рассчитать минимальную оцениваемую стоимость экосистемных услуг рассматриваемой территории бассейна Днестра, которая составляет около 15,5 млн. долл. США в год.

## Заключение

Экономическая оценка очень важна для понимания относительной важности экосистемных услуг. Решения на любом уровне, связанные с воздействием на окружающую среду, особенно, когда речь идет о гидроэнергетике, должны быть экономически обоснованы, что возможно только при полной экономической оценке экосистемных услуг, что позволит определить реальную их стоимость. В связи с этим, экономическая оценка экосистемных услуг должна играть ключевую роль в принятии управленческих решений, так как придает конкретную стоимость (цену) важным экосистемным услугам, способствуя сохранению и предохраняя от разрушения значительных территорий, что, в конечном счете, значительно экономит финансовые ресурсы.

Исследование выполнено при поддержке проекта BSB 165 «Создание системы инновационного трансграничного мониторинга трансформации экосистем рек Черноморского бассейна под воздействием гидроэнергетики и изменения климата» (HydroEcoNex). в рамках «Совместной Опе-

рационной Программы Черноморского бассейна 2014-2020» (Joint Operational Programme Black Sea Basin 2014-2020) Европейского Союза.

### Использованная литература

1. Andreev A. și a. (2014): Îndrumar privind evaluarea zonelor-nucleu ale rețelei ecologice. Chișinău. BIOTICA. 48 p. - URL: [http://www.biotica-moldova.org/library/CoreAreasAssessment\\_Guide\\_ro.pdf](http://www.biotica-moldova.org/library/CoreAreasAssessment_Guide_ro.pdf)
2. Cazanteva O., Sirodov G., Corobov R., Trombitsky I. Some approaches to the economic valuation of the wetlands biodiversity in Moldova. Journal of Scientific Research and Studies Vol. 6(3), pp. 34-45, June, 2019.
3. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy. URL:<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20141120&from=EN>
4. GEF IW:LEARN, 2018. GEF Guidance Documents to Economic Valuation of Ecosystem Services in IW Projects, 171 p. URL: <https://iwlearn.net/resolveuid/92e22309-a581-4d77-a425-32da298e8582>
5. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being. UNEP, Island Press, Washington DC, 2005.
6. Recommendations on Payments for Ecosystem Services in Integrated Water Resources Management UN, New York and Geneva, 2007. - 64 p. URL:[http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/documents/PES\\_Recommendations\\_web.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/documents/PES_Recommendations_web.pdf)
7. Андреев А.В., Казанцева О.И., Сыродоев Г.Н. Оценка стоимости услуги сохранения биоразнообразия для Рамсарского сайта «Нижний Днестр». Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра. Мат. научн.-практ. конф. (с междунар. участием). Тирасполь, 16-17 нояб. 2018 г. Tiraspol: Eco-TIRAS, 2018. – С. 465-471. ISBN 978-9975-56-578-3
8. Создание системы инновационного трансграничного мониторинга трансформации экосистем рек Черноморского бассейна под воздействием развития гидроэнергетики и изменения климата. Проект HydroEcoNex. — Chișinău: Eco-TIRAS, 2019. — 35 с. ISBN 978-9975-9611-8-9.

## **Перспективы развития водного хозяйства Казахстана**

**Балгабаев Н.Н.**

**Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства**

**Республика Казахстан**

Водное хозяйство – одна из базовых отраслей, от успешного функционирования которой зависят стабильность всей экономики, жизнеобеспечение населения, устойчивость окружающей природной среды и национальная безопасность Республики Казахстан. Основным водопотребителем страны является сельское хозяйство, которое ежегодно потребляет более 60% объема водных ресурсов используемого экономикой Казахстана. Во время переходного периода в 90-е годы водное хозяйство пришло в глубокий упадок, а площадь и продуктивность орошаемых земель резко снизились.

В настоящее время развитие водного хозяйства является приоритетным и актуальным. Правительством РК была утверждена Государственная программа развития АПК на 2017-2021 года, в которой основной акцент делается на развитие орошаемого земледелия, а именно увеличения площадей орошения почти в 1,5 раза. Задачами данной программы предусмотрено эффективное использование водных ресурсов и создание условий для эффективного использования земельных ресурсов. Целевые индикаторы Госпрограммы предполагают:

- снижение расхода поливной воды на 1 га орошаемой площади на 20% к уровню 2015 года (снижение с 9180 м<sup>3</sup> в 2015 году до 7348 м<sup>3</sup>);
- увеличение дополнительных поверхностных водных ресурсов на 1,9 км<sup>3</sup> к уровню 2015 года;
- объем воды в системах повторного и оборотного водоснабжения в промышленности: повторное с 0,69 км<sup>3</sup> в 2015 году до 0,77 км<sup>3</sup>; оборотное с 7,3 км<sup>3</sup> в 2015 году до 7,62 км<sup>3</sup>.

План мероприятий по реализации Госпрограммы предусматривает в рамках задач по эффективному использованию водных ресурсов и создания условий для эффективного использования земельных ресурсов реализовать меры по реконструкции 41 аварийной водохозяйственной системы и

гидротехнических сооружений, строительство 22 новых водохранилищ и восстановление инфраструктуры ирригационных и дренажных систем.

Реализация вышеуказанных мер позволит исполнить поручения Главы государства по вводу в оборот более 600 тыс. га земель регулярного орошения и довести ее площадь к 2021 году до 2 млн. га.

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства (КазНИИВХ), имеющий более чем 65-летнюю историю, является ведущей научной организацией Республики Казахстан в области управления водными ресурсами, мелиорации земель и орошения, технологий и техники полива, сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ, экологии и экономики водного хозяйства. Потенциал КазНИИВХ высокий, и характеризуется наличием высококвалифицированных специалистов, широкой материально-технической базой, наличием современных приборов и оборудования.

Коллектив КазНИИВХ имеет большой опыт в исследовании проблем водного хозяйства Казахстана и специализируется на разработке принципов национальной водной политики и устойчивого развития водного хозяйства РК; разработке и внедрении эффективных методов управления водными ресурсами, ресурсосберегающих технологий и технических средств орошения и обводнения пастбищ, сельскохозяйственного и питьевого водоснабжения; совершенствовании организации водообеспечения отраслей АПК; адаптации лучших зарубежных технологий применительно к практике водного хозяйства РК.

Специалистами института разработана Региональная Программа реконструкции ирригационных систем и восстановления орошаемых земель Жамбылской области с применением ресурсосберегающих технологий на 2014-2020 годы и в перспективе до 2030 года. Целью этой программы является: обеспечение водной и продовольственной безопасности Жамбылской области на основе устойчивого развития мелиорации и интегрированного управления водно-земельными ресурсами, повышение занятости и уровня жизни сельского населения; сохранение и воспроизводство водно-земельных ресурсов, используемых в сельском хозяйстве; повышение конкурентоспособности сельхозтоваропроизводителей на основе получения высококачественной продукции с орошаемых земель.

В Казахстане весенний период отличается резким повышением температуры воздуха и обильными дождями, что совместно с глубоким промерзанием грунта, засоренностью арычной сети, нарушениями правил застройки прибрежных территорий приводит к подтоплению населенных пунктов. В рамках реализации Плана мероприятий Госпрограммы развития АПК специалистами КазНИИВХ разработан Технико-экономический до-

клад (ТЭД) по противопаводковым мероприятиям и предложениям по сбору и накоплению паводковых вод в Южно-Казахстанской области, охватывающий 42 водных объекта. В ТЭД выполнено обоснование перспективных схем создания водоемов в виде малых водохранилищ и прудов и их местоположения с целью уменьшения вредного воздействия паводков, предотвращения чрезвычайной ситуации в паводковый период, гарантированного обеспечения водой населения, окружающей среды и отраслей экономики. Это особо актуально в условиях глобального изменения климата и роста числа катастрофических природных явлений, в частности, паводков и половодий.

Свыше двадцати приборов учета воды, разработанных в КазНИИВХ, внедрены на водных объектах Южно-Казахстанской и Жамбылской областей. Данные приборы учета воды ДУВ 2/0,005-10, обеспечивают непрерывный учет уровня воды на гидростаях в автоматическом режиме, при этом фиксируется уровень воды на гидростое через определенный период времени, а затем он пересчитывается на расход по программе, заложенной в устройстве.

Разработана и создана гребневая сеялка, которая позволяет для тяжелых почв Казахстана осуществлять гребневой и гребне-нулевой посев зерновых культур. На юге Казахстана была внедрена такая технология на общей площади более 12 тыс. га.

Использование нетрадиционных источников энергии, в частности энергии потока воды, перспективно в предгорных районах южного Казахстана для чего были разработаны различные конструкции гидротаранов для орошения и водоснабжения фермерских хозяйств, расположенных выше источников воды. Основные условия для работы гидротаранов – наличие водоисточника с запасом воды, превышающим необходимый для подъема и перепад воды не менее 1,0 м. Преимущества: не потребляет электроэнергию и другой вид топлива; не требует сложного технического обслуживания; используется возобновляемый источник энергии; эксплуатация может быть непрерывной; не требуются дополнительных затрат; поднимается вода на высоту до 50 метров и более. В настоящее время институт имеет лицензионное соглашение с предпринимателями по производству разработанных нами гидротаранов.

Для улучшения деградированных земель и уменьшения их засоленности нами разработана технология химической мелиорации щелочных и солонцеватых почв, которая была внедрена в хозяйствах на общей площади более 5 тыс. га.

Для скважин орошения и вертикального дренажа предлагается технология откачки воды. Основной отличительной чертой этой технологии

является откачка воды из скважины по обсадной колонне без водоподъемных труб с герметизацией устья скважины и изоляцией водоносного пласта от действия атмосферы. В настоящее время эта технология внедрена в Южно-Казахстанской и Жамбылской областях.

В Казахстане имеется много минерализованных подземных вод, а так как, зачастую, они являются единственной возможностью для обводнения пастбищ, поэтому КазНИИВХ была разработана и внедрена в хозяйствах Казахстана технология обессоливания минерализованных подземных вод.

Одним из основных направлений деятельности института является разработка и внедрение водосберегающих технологий орошения в РК. В настоящее время водосберегающие технологии орошения (дождевание и капельное орошение) составляют около 13% или свыше 180 тыс. га используемых орошаемых земель страны, что достигнуто, в основном, за счет программы инвестиционного субсидирования на создание и расширение оросительных систем. Для дальнейшего развития ресурсосберегающих технологий необходимо переход на льготное кредитование сельхозтоваропроизводителей. К 2021 году планируется доведение площадей с водосберегающими технологиями орошения до 250 тыс. га. Это позволит обеспечить дополнительным объемом орошаемой воды и увеличить до 2-х раз урожайность сельскохозяйственных культур.

В настоящее время в Казахстане эффективно внедряются системы капельного орошения, показав 10-ти кратный рост только за последние 5 лет. Немного меньше внедряются системы дождевания из-за дороговизны дождевальной техники и эффективности их лишь на больших площадях орошения. Однако при пересчете на гектар орошаемой площади удельные затраты на приобретение данной техники меньше чем для систем капельного орошения.

Для развития новых инновационных технологий КазНИИВХ в рамках проекта «Агропарк Каскелен» осуществляет внедрение водосберегающих технологий капельного, дождевального, внутрпочвенного и поверхностного орошения, увязанных с другими операциями технологии возделывания сельскохозяйственных культур в системе точного земледелия.

КазНИИВХ имеет лицензию 2 категории на проектирование различных систем орошения и водоснабжения, поэтому для сельхозтоваропроизводителей на договорной основе были спроектированы различные системы орошения. Например: дождевальные машины кругового действия в ТОО «Гамбург» Жуалинского района Жамбылской области, каждая из которых орошает площадь 50 га, всего такими машинами орошается 700 га; системы капельного орошения в ТОО "Шахтерское" Карагандинской области на площади 320 га, ТОО "Март-Агро" Алматинской области на площади 200

га; системы мелкодисперсного дождевания в ТОО «Самгау» Жабылской области на площади 200 га и др.

Наиболее распространенный способ орошения сельскохозяйственных культур — дождевание, создание искусственного дождя над полями. Дождевание – высокомеханизированный, высокопроизводительный способ полива с использованием дождевальных машин, дождевальных установок и других дождевальных устройств, при котором вода подается на орошаемую территорию в виде искусственного дождя. Целесообразно прежде всего: в районах неустойчивого увлажнения, где орошение является дополнением к естественным осадкам; на землях с повышенными уклонами и неоднородным рельефом; на землях с близким залеганием грунтовых вод; при орошении культурных пастбищ.

Широкозахватные дождевальные машины кругового действия обладают следующими преимуществами: высокое качество, простота и надежность; высокая ветроустойчивость полива: шадящий режим полива растений; сохранение структуры почвы и предохранение от вымывания; автономность работы; увеличение урожайности сельскохозяйственных культур в 1,5 – 3 раза. Барабанный тип данных дождевальных машин отличается: высокой мобильностью и трансформируемостью; универсальностью, многофункциональностью и простотой эксплуатации; высокопрочной конструкцией обеспечивающей долгий срок их службы (свыше 15 лет) и не требующей больших затрат на обслуживание; невысокими требованиями к качеству воды (можно вносить даже жидкие стоки); возможностью орошения полей с границами любой сложной конфигурации; безусловным выполнением технологических задач по орошению; удобством постановки оборудования на зимнее хранение.

При КазНИИВХ с 2012 года функционирует Международный учебный центр по безопасности гидротехнических сооружений. Целью которого является усиление кадрового потенциала в сфере водного хозяйства путем переподготовки и повышения квалификации кадров по менеджменту и надзору за безопасностью гидротехнических сооружений в соответствии с международным опытом и содействие решению актуальных проблем по безопасности ГТС. За период 2013-2018 гг. было проведено 10 семинаров-тренингов, на которых прошли обучение 290 специалистов водного хозяйства Центральной Азии, в т. ч. из Кыргызстана 16 человек, из Таджикистана 6 человек, из Узбекистана 3 человека. Из Казахстана повысили квалификацию 265 человек, в основном из филиалов РГП «Казводхоз», Бассейновых инспекций, Комитета по ЧС МВД РК, вузов, НИИ др. организаций. Лекторами семинаров-тренингов явились ведущие специалисты в области безопасности ГТС из Казахстана, России, Узбекистана, Кыргызстана, Таджикистана, Швейцарии и др.

При институте создан Международный учебный центр по водосберегающим технологиям орошения, в котором проходят повышения квалификации специалисты агропромышленного комплекса Казахстана.

КазНИИВХ предлагает широкий перечень услуг по разработке и внедрению новых технологий и технических средств области водного хозяйства и мелиорации орошаемых земель Республики Казахстан.

## **Двойное регулирование стока как важный фактор водоустойчивости орошаемых земель**

**Мурадов Ш. О., Турдиева Ф.А.**

**Каршинский инженерно-экономический институт**

**Республика Узбекистан**

В настоящее время проблема рационального природопользования, и в частности водопользования, в аридных регионах представляется более сложной, чем это было несколько десятилетий назад [18]. В водохозяйственном комплексе особая роль должна принадлежать водооборотным технологиям, которые являются одним из инструментов решения основной задачи интегрированного управления (комплексного использования) водных ресурсов. В ирригационно-мелиоративном мероприятии (по В.Р.Вильямсу и А.Н.Костякову) это усиление биологического и замедление геологического круговорота воды и химических веществ [16]. Одним из источников экономии водных ресурсов является использование при соответствующих технико-экономических обоснованиях грунтовых вод для подпитки растений. Технология полуводооборотного мелиоративного цикла включает три стадии: «орошение - накопление грунтовых вод - увлажнение», является полузамкнутым процессом, что позволяет часть стока из большого геологического круговорота направлять в малый биологический круговорот.

Поверхностный сток и подземные воды образуют единый комплекс природных водных ресурсов. Однако, несмотря на провозглашенный принцип единства природных вод, они изучаются, оцениваются и эксплуатируются, как правило, как самостоятельные источники водоснабжения [6]. Поэтому регулирование взаимосвязи поверхностных и подземных вод, их комплексное использование играет определяющую роль в обеспечении благоприятной экологической обстановки на орошаемых землях. Для этой цели в первую очередь необходимо сократить или исключить инфильтрационное питание грунтовых вод, т. е. создать и поддерживать в почвах определённое соотношение влаги и тепла [15].

Для повышения водоустойчивости орошаемых земель одним из резервов являются грунтовые воды. Однако эффективное их использование

сдерживается отсутствием технических решений по регулированию стока в открытых сетях. В основном эти проблемы рассматривались при использовании дренажного стока на переувлажненных осушаемых землях в гумидной зоне. Здесь все большее применение находят осушительно-увлажнительные системы с использованием, когда это необходимо, дренажного стока на орошение. В аридной зоне новым поколением являются оборотные мелиоративно-увлажнительные системы двойного регулирования.

Мировой опыт водохозяйственных работ и наши многолетние региональные исследования (1975–2018) подтверждают, что внедрение модернизированных способов регулирования стока позволяет управлять грунтовыми водами, способствующими внедрению субиригации, и тем самым улучшить мелиоративно-гидрологические условия, водообеспеченность орошаемых земель и, главное, уменьшить интенсивность геологического и увеличить биологический круговорот воды и веществ. Ещё в 1970 г. Н.Н. Веригин и Г.К. Асланов отмечали, что целесообразно создавать подъем уровня до нижней части корнеобитаемого слоя и осуществлять таким образом подземное орошение земель (субиригации) [4]. Это и есть адаптивно-модернизированная мелиоративно-гидрологическая технология повышения водустойчивости орошаемых земель.

Системы двойного регулирования (субиригации) в аридной зоне необходимо осуществлять при пресных грунтовых водах. Уровень их не следует понижать. Наоборот, при таких условиях идет луговой процесс, сопровождающийся накоплением гумуса и улучшением структуры почв. Потребность в оросительной воде в этих случаях снижается в 1,5–2 раза. Техничко-экономический анализ показал, что при гидрокарбонатном типе засоления почв, без дополнительных профилактических мероприятий, применение субиригации возможно на землях с минерализацией грунтовых вод – 1,5 г/л, а при сульфатном – 2,0 г/л [14]. По достижении грунтовыми водами мелиорируемой территории и минерализации  $\leq 2–3$  г/л целесообразно начать сокращение оросительных норм и числа поливов за счет субиригации. При опресненности грунтовых вод до 3 г/л в толще водоносного горизонта 8–10 м субиригация может составить примерно 50–60% суммарного водопотребления хлопчатника, люцерны. Наземные оросительные нормы можно сократить при этом до 1–3 тыс. м<sup>3</sup>/га [20]. Отдельные исследователи, например, М. Иброхимов, Р. Ишчанов и Х. Жаббаров [8], С. Исаев [10], Б. Суванов, Ж. Машарипов [19] рекомендуют использовать субиригацию при минерализации ГВ до 3 г/л, а Е. Койбакова [12] – до 7 г/л. При среднем уровне грунтовых вод на супесчаном и песчаном полях, около 1,4 м и 0,7 м, величина подпитки из грунтовых вод составила 12–47% от водопотребления культуры [13]. По иссле-

дованиям С. Исаева в Центральной Фергане, за счет полива методом субиригации урожайность хлопка увеличилась на 1,5–3 ц/га, число поливов уменьшилось в 1,5 раза и более [9]. Опыты в Кашкадарьинской области (Касбинский район) определили экономию оросительной нормы, которая составила 3150 м<sup>3</sup>/га и повышение урожайности хлопчатника на 7 ц/га [10]. В Хорезмской области при слабозасоленных грунтовых водах двойное регулирование ГВ позволило уменьшить оросительную норму в 1,2–1,5 раза и повысить урожайность хлопчатника на 6–13 ц/га [7].

Перспективность субиригации обосновывается многими учеными и специалистами. Ф. Караджи, В. Мухамеджанов, Ф. Вышпольский убедительно подчеркивают, что применение подпорных сооружений неизбежно повысит водообеспеченность орошаемых земель (особенно в маловодные годы) за счет увеличения расхода подземных вод на субиригацию.

Как отмечают А. Каримов, К. Мирзаджанов и С. Исаев, дренажно-сбросные воды представляют значительный объем в Центральноазиатском регионе. С одной стороны, это связано со значительными площадями орошаемых земель, более 7.0 млн га только в бассейне Аральского моря, с другой – неэффективностью ирригационных систем, в результате чего только 30–35% воды, забранной из источников, расходуется продуктивно. Около 40% воды, забранной из источников, участвует в формировании дренажно-сбросных вод. Учитывая объемы этих вод, следует признать, что проблема продуктивной утилизации этих стоков является весьма актуальной [11].

Ещё прозорливее утверждают А.П. Айдаров и А.И. Голованов [3]: «Строительство коллекторно-дренажных систем, обеспечивая поддержание уровня грунтовых вод на необходимой глубине, одновременно играет отрицательную роль, так как резко увеличивает интенсивность геологического круговорота и геохимической миграции». Как бы дополняя эту мысль, А. Сапаров и Ф. Вышпольский отмечают, что параметры ирригационных систем должны предусматривать, не только вымыв солей, но и накопление органо-минеральных соединений в почвах за счет усиления малого биологического круговорота веществ [4].

Это ещё в большей степени требует модернизации дренажной сети. Анализ мелиоративно-гидрологических условий Узбекистана показал, что на орошаемых землях республики возможно внедрение субиригации, это Ташкентская, Ферганская долина, Самаркандская, Кашкадарьинская и Сурхандарьинская области. Исследования показали, что наиболее благоприятными условиями для этого обладают Верхние Эколого-водохозяйственные районы Узбекистана – районы пресных грунтовых вод (сазовая зона).

Как показал анализ динамики ГВ региона, наблюдается иссушение зоны аэрации (почвенная засуха), водообеспеченность этих районов в маловодный год (1925, 1926, 1927, 1941, 1986, 2000, 2001, 2011, 2016, 2018) колеблется в пределах 52–67%. Идентична картина истощения ГВ, понижение их уровня наблюдается во многих странах мира, прежде всего в Индии, Ливии, Саудовской Аравии, США. В Северном Китае произошло понижение уровня ГВ более чем на 30 м на территории, где проживает свыше 100 млн. человек. Определено, что 10% мирового урожая зерновых производится с использованием ГВ [17].

Мы придерживаемся того мнения, что в ряде районов снижение уровней грунтовых вод и уменьшение объёма испарения может привести к нежелательным изменениям общих ландшафтных условий. По рекогносцировочным обследованиям (1975–2018) верхнего и среднего ЭВХР установлено резкое высыхание отдельных садов и виноградников, основной причиной которого является уменьшение водообеспеченности, понижение уровня ГВ ниже критического интервала, что привело к ухудшению мелиоративно-гидрологических условий зоны аэрации.

Учитывая практику гиперирригации прошлых лет, пресный характер грунтовых вод и превалирование сульфатных солей в ГВ верхних и средних районов юга Узбекистана, в целях экономии водных ресурсов, регулирования водно-воздушного и водно-солевого режимов и улучшения мелиоративно-гидрологических условий орошаемых земель, считаем необходимым мероприятием внедрение субирригации путем сооружения модернизированных устройств для регулирования стока с учетом рельефа, водохозяйственных и мелиоративно-гидрологических условий, каскада сооружений.

Термин и первые конструкции водооборотных осушительно-увлажнительных систем, как отмечает К.В. Губер [5], предложены И.В. Минаевым (1977).

Регулирование стока поверхностных вод с целью рационального их использования в значительной степени исследовано. В то же время вопросы управления подземным стоком, химическим составом и режимом подземных вод разработаны еще недостаточно. Это зачастую приводит к крупным просчетам в гидромелиоративном строительстве.

Предлагаемое устройство для регулирования дренажного стока, устанавливается на основе расчета и включает в себя регулирующий орган, выполненный в виде порога с продольными прорезями, отличающимся тем, что с целью обеспечения саморегулирования стока, суммарная площадь прорезей уменьшается по глубине.

Многолетними исследованиями А. Шольца (1966) на песчаных почвах с коэффициентом фильтрации 13–17м/сут в Германии установлена зона эффективного подпора при шлюзовании, равная 200м.

Таким образом, можно осуществлять управление (менеджмент) поверхностными и подземными, в частности грунтовыми, водами. Лучше чем Э. Эрикссон и С. Йоханссон, наверное, не скажешь, разведование, использование и управление грунтовыми водами – постоянные процессы, обеспечивающие потребности в воде настоящего и будущих поколений и исправляющие ошибки прошлого (2000).

На примере реки Кашкадарья выявлено, что в нижней части по многолетним данным (1938-2014) гидропоста Больничный (ныне Карши) в не-вегетационный период сток составляет около 200 млн. м<sup>3</sup>. Они сбрасываются в пустыню Кызылкум через акведук Аму-Бухарского канала где образуются временные искусственные озера и загрязняют окружающую среду. Помимо этого, эти холостые сбросы усиливают русловую эрозию.

Следует отметить, что регулирование стока рек и оросителей в этих районах необходима не только для улучшения мелиоративно-гидрологических условий, повышения водообеспеченности сельскохозяйственных культур, но и для полного осуществления процесса ирригации через гипер - и субирригацию, увеличения биологического и уменьшения геологического круговорота веществ (Подобные устройства [1,2 ] построены на дрене Акрабат (1990 г.) и канале Айрум (2012) при поддержке ПРООН проект УКРУ). Данные устройства рекомендуются сооружать на речной и ирригационно-мелиоративной сети с целью интегрированного управления водными ресурсам как меры по адаптации к изменению климата.

Многолетние исследования (1975-2018) подтвердили, что в связи с изменением климата сопровождающийся учащенными засухами как атмосферы, так и почвы (ожидается, что в следующие 50 лет температура в Узбекистане повысится на 2-3 градуса, William R., Sutton, Jitendra P., Srivastava and James E. Neumann, 2013) появилась необходимость наряду с регулированием стока дренажной сети устраивать идентичные сооружения для регулирования стока рек и оросителей не в единичном, а в каскадном порядке.

Резюмируя, следует считать, что субирригация в этих районах необходима не только для улучшения мелиоративно-гидрологических и гидро-экологических условий, повышения водообеспеченности сельскохозяйственных культур, но и для полного осуществления процесса ирригации совместно с гиперирригацией, увеличения биологического и уменьшения геологического круговорота веществ. Данные устройства рекомендуются

сооружать на оросительной и речной сетях с целью управления стоком и выработки электроэнергии, т.е. для водостойчивого ведения работ путем интегрированного управления водными ресурсам.

### Использованная литература

1. А.С. 990952. Устройство для регулирования дренажного стока / Валуконис Г.Ю., Мурадов Ш.О. // 1980.
2. А.С. 1656053. Устройство для регулирования дренажного стока / Мурадов Ш.О., Валуконис Г.Ю. и др. // 1987.
3. Айдаров И.П., Голованов А.И. Мелиорация земель в России: Научное обоснование, современный подход// Мелиорация и водное хозяйство. – Москва, 2005. – №5. – С. 22 – 27.
4. Веригин Н.Н., Васильев С.В., Куранов Н.П., Саркисян В.С., Шульгин Д.Ф. Методы прогноза солевого режима грунтов и грунтовых вод / Под ред. Веригина Н.Н. – М.: Колос, 1979. – 336 с.
5. Гранат О., Магнуссон К., Мальмквист И. Менеджмент грунтовых вод. В кн.: Менеджмент речного бассейна. – Минск: Технопринт, 2000. – Т.3. С. 97 – 112.
6. Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. – М.: Научный мир, 2010. – 232 с.
7. Джалилова Т., Маткаримов Ж. Изучение влажностного режима почв при двойном регулировании в целях экономии воды в условиях Хорезмского оазиса // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. Ташкент, 2008. № 3. – С. 38 – 40.
8. Исаев С. Закбур суви ва субиригация// O'zbekiston qishloq xo'jaligi. – Тошкент, 2007. – № 6. – С. 21.
9. Исаев С. Субиригация// O'zbekiston qishloq xo'jaligi. – Тошкент, 2007. – № 1. – С. 12.
10. Исаев С., Ражабов Т. Такирсимон тупроклар шароитида субиригация усулида суғрилганда ғўза ҳосилдорлиги таъсири// O'zbekiston qishloq xo'jaligi. – Тошкент, 2008. – № 3. – С. 11 – 12.
11. Караджи Ф., Мухамеджанов В., Вышпольский Ф. Совместное использование поверхностных и грунтовых вод на орошение – стратегия преодоления засоления почв и дефицита воды // Материалы международного семинара ИКАРДА. – Тараз: ИЦ «АКВА», 2002. – С. 28 – 38.
12. Койбакова Е. Оросительные нормы при орошении водой повышенной минерализации// Материалы международного семинара ИКАРДА. – Тараз, ИЦ АКВА, 2002. – С. 110 – 118.
13. Крылов М.М. Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. – Ташкент, АН РУз, 1959. – 236 с.
14. Осушительно-увлажнительная мелиоративная система: патент РФ № 2233075, ПМК А01G / П.И.Пыленок, В.В. Бородычев, А.М. Салдаев. № 2003104219/12; заявл.12.02.2003; опубл. 27.07.2004.
15. Парфенова Н.И., Исаева С.Д., Рыбина Н.Н., Бондарик И.Г. Взаимосвязь поверхностных и подземных вод при мелиорации и экологическая устойчивость природных систем // Мелиорация и водное хозяйство. – Москва, 2009. – № 5. – С. 35 – 38.

16. Пыленок П.И. Обоснования водооборотных мелиоративных технологий // Сб. науч. трудов ВНИИГиМ РАСХН.– Рязань, 2004. – С. 148
17. Пыленок П.И., Бородычев В.В., Салдаев А.М. Осушительно-увлажнительная мелиоративная система// Государственное патентное ведомство РФ. Свидетельство № 2233075. 27.07.2004.
18. Савельев В.Ю. Экологический менеджмент. – М.: Логос, 2001.–126 с.
19. Суванов Б., Машарипов Ж. Ғўзани субиригация усулида суғориш // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. – Ташкент, 2008. – № 12. – С. 14.

## **К вопросу об оценке взаимосвязи между водопоставкой, водопользованием и водоотведением**

**Мирзаев Н.Н.**

Научно-информационный центр МКВК Центральной Азии

### **Введение**

Процесс управления оросительной водой включает три основные производственные функции: водопоставка, водопользование и водоотведение. Все эти функции, взаимосвязаны: от состояния водопоставки зависит состояние водопользования и водоотведения, а от состояния водопользования зависит состояние водопоставки и водоотведения. В условиях отсутствия дефицита воды, как правило, нет стимулов для повышения качества управления водой. Избыточная водопоставка компенсирует низкий уровень управления водой и вызывает избыточное водопользование и, как следствие, избыточное водоотведение, так как появляется необходимость в промывки засоленных земель и, значит, появляется необходимость в дополнительной водопоставке. Таким образом, повышение водопоставки ведет к дальнейшему ее повышению. Выход из этого заколдованного круга возможен через повышение качества водопоставки на основе принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) [1, 2] с использованием технических, институциональных, правовых, финансовых и других инструментов. Ниже рассмотрены некоторые технические аспекты этой проблемы.

### **Водопоставка**

В условиях орошаемого земледелия эффективность сельскохозяйственного производства и экологическая обстановка окружающей среды в значительной степени зависит от качества водопоставки оросительной воды [3–5] осуществляемой водохозяйственными эксплуатационными организациями (ВХО). На всех уровнях водной иерархии каждая ВХО проводит забор воды, транспортировку ее и, наконец, подачу воды пользовате-

лям или водопотребителям в соответствии с установленным планом<sup>4</sup>. О качестве работы ВХО можно судить по качеству водоподачи, которая зависит как от внешних, так и от внутренних факторов.

Качество водоподачи определяется такими показателями как адекватность, стабильность, равномерность, эффективность. Эти показатели являются важными инструментами для:

- Принятия как краткосрочных, так и средне- и долгосрочных решений по улучшению управления водой. Продуманное сочетание показателей помогает увидеть, насколько правильно (справедливо и эффективно) учитываются цели, стоящие перед водниками и водопользователями, принять решения по улучшению управления водными ресурсами в системе.
- Обеспечения прозрачности и дают возможность стейкхолдерам оценивать уровень исполнения принятых решений и эффективно осуществлять руководство водой.
- Выявления слабых сторон в руководстве и управлении и водой.
- Обнаружения сознательных или бессознательных ошибок в отчетности водохозяйственных организаций.

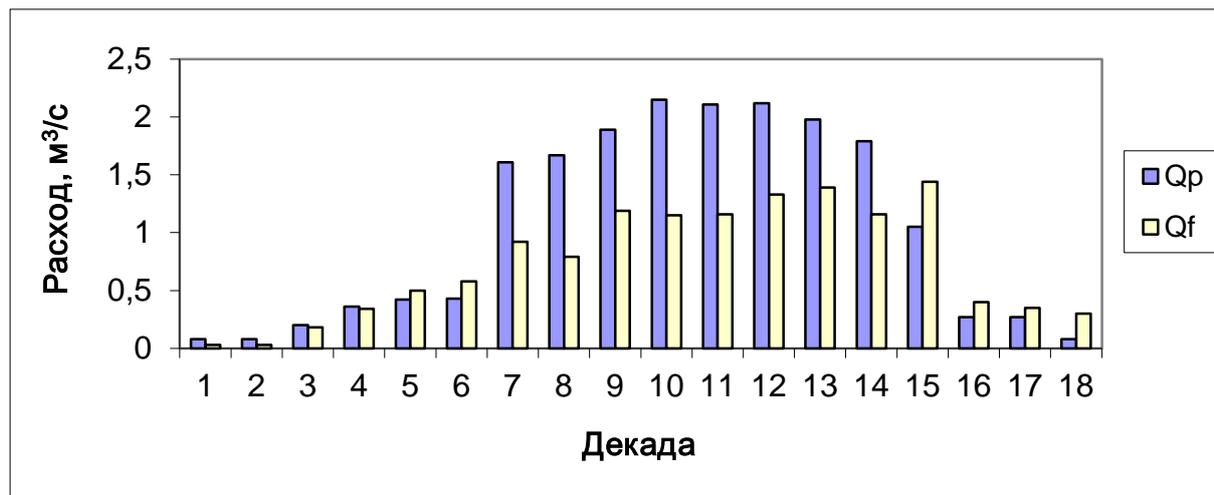
Показатель адекватности<sup>5</sup> – показатель, значения которого зависят от степени отклонения графика фактической водоподачи от планового за расчетный период<sup>6</sup> (рис. 1): чем ниже степень отклонения, тем выше коэффициент адекватности.

---

<sup>4</sup> В зависимости от цели анализа под планом можно иметь в виду согласованные лимитные или заявочные данные о расходах (стоках) воды.

<sup>5</sup> Расчет других показателей (стабильность, равномерность, эффективность транспортировки и т.д.) рассмотрены в работах [6, 7].

<sup>6</sup> Далее в качестве расчетного периода принимается вегетационный период (апрель-сентябрь).



**Рис. 1. Диаграмма декадных водоподач в вегетационный период (план, факт)**

Расчетная формула показателя адекватности водоподачи имеет следующий вид:

$$A = V * R, \quad (1)$$

где:

A - показатель адекватности водоподачи.

V - параметр, зависящий от водообеспеченности водопользователя (водопотребителя) в целом за вегетационный период.

R - параметр, зависящий от водообеспеченности водопользователя (водопотребителя) в разрезе декад расчетного периода.

$$V = 1 - \frac{|W_p - W_f|}{W_p}, \quad (2)$$

где:

$W_f$  – фактическая водоподача за вегетационный период.

$W_p$  – плановая водоподача за вегетационный период.

f – признак фактической водоподачи.

p – признак плановой водоподачи.

Из формулы видно, что любое отклонение (в большую или меньшую сторону) фактической водоподачи за вегетацию от плановой ведет к снижению значения параметра V и, соответственно, максимальное значение

параметра  $V$ , равное единице, имеет место при равенстве фактической и плановой водоподач.

Параметр  $R$  равен линейному коэффициенту корреляции [8] между фактическими и плановыми декадными водоподачами по объекту в течение вегетационного периода.

Анализ показывает, что:

- Величина параметра  $A$  зависит от того, насколько выдерживается план водоподачи в целом за вегетационный период и в разрезе декад.
- В случае, когда фактическая водообеспеченность водозабора (водоподачи) равна плановой, параметр  $V$  равен единице и, соответственно,  $A = R$ .
- При нормальной водообеспеченности максимальное значение параметра  $A$ , равное единице достигается при равенстве плановых и фактических декадных водоподач.
- При дефиците воды максимально возможное значение параметра  $A$  при данном уровне водообеспеченности достигается при соблюдении принципа пропорциональности, при котором  $R$  равен единице.

Ниже приведен пример расчета показателя адекватности. Исходная информация: плановая водоподача за вегетационный период составляет  $W_p = 13\,858$  тыс.  $m^3$ . Рассмотрим 3 варианта фактической водоподачи за вегетационный период:  $W_{f1} = 16\,303$  тыс.  $m^3$ ,  $W_{f2} = 11\,630$  тыс.  $m^3$ ,  $W_{f3} = 13\,858$  тыс.  $m^3$ . Информация о декадных водоподачах в таблице 1.

Таблица 1

**Информация о декадных водоподачах**

Показатель	Декадная водоподача, $m^3/c$								
	Апрель			Май			Июнь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
$Q_p$	0,07	0,07	0,17	0,07	0,07	0,17	0,07	0,07	0,17
$Q_{f1}$	0,08	0,08	0,2	0,08	0,08	0,2	0,08	0,08	0,2
$Q_{f2}$	0,03	0,03	0,18	0,03	0,03	0,18	0,03	0,03	0,18
$Q_{f3}$	0,07	0,07	0,17	0,07	0,07	0,17	0,07	0,07	0,17
	Июль			Август			Сентябрь		
$Q_p$	1,83	1,79	1,80	1,83	1,79	1,80	1,83	1,79	1,80
$Q_{f1}$	2,15	2,11	2,12	1,98	1,79	1,05	0,27	0,27	0,08

Показатель	Декадная водоподача, м <sup>3</sup> /с								
	Апрель			Май			Июнь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Q <sub>f2</sub>	1,15	1,16	1,33	1,39	1,16	1,44	0,4	0,35	0,3
Q <sub>f3</sub>	1,83	1,79	1,80	1,83	1,79	1,80	1,83	1,79	1,80

Вариант 1. Имеет место несанкционированный перебор воды.

- Расчет параметра V.

$$V = 1 - \frac{|W_p - W_f|}{W_p} = 1 - \frac{|13858 - 16303|}{13858} = 0,82.$$

- Параметр R равен 1,00 (рис. 2).

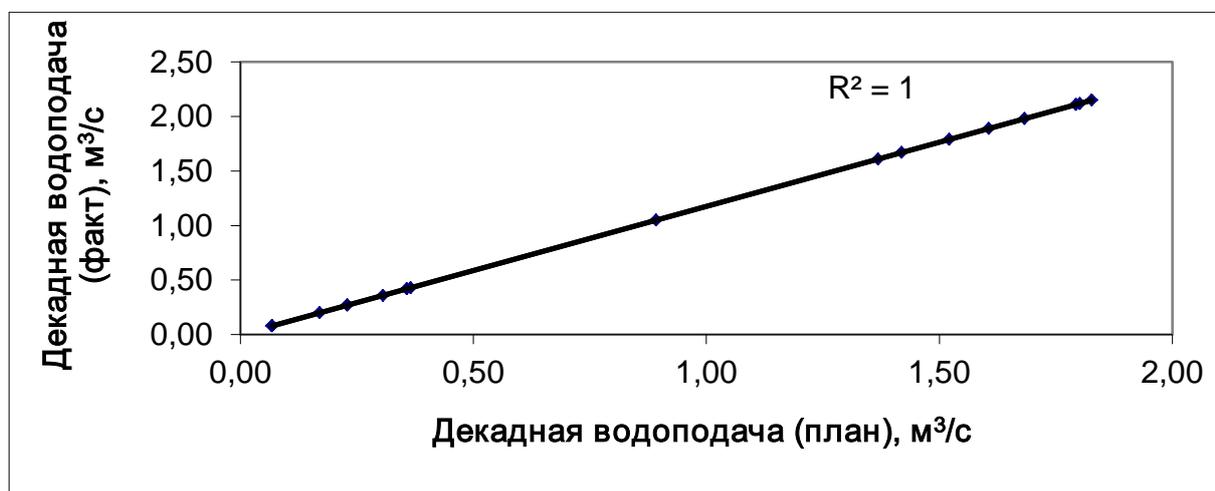


Рис. 2. Расчет параметра R

Таким образом,

$$A = V * R = 0,82 * 1,00 = 0,82.$$

Вариант 2. Имеет место недобор воды.

- Расчет параметра V.

$$V = 1 - \frac{|W_p - W_f|}{W_p} = 1 - \frac{|13858 - 11630|}{13858} = 0,84.$$

- Значение параметра  $R$  равно 0,90 (рис. 3).

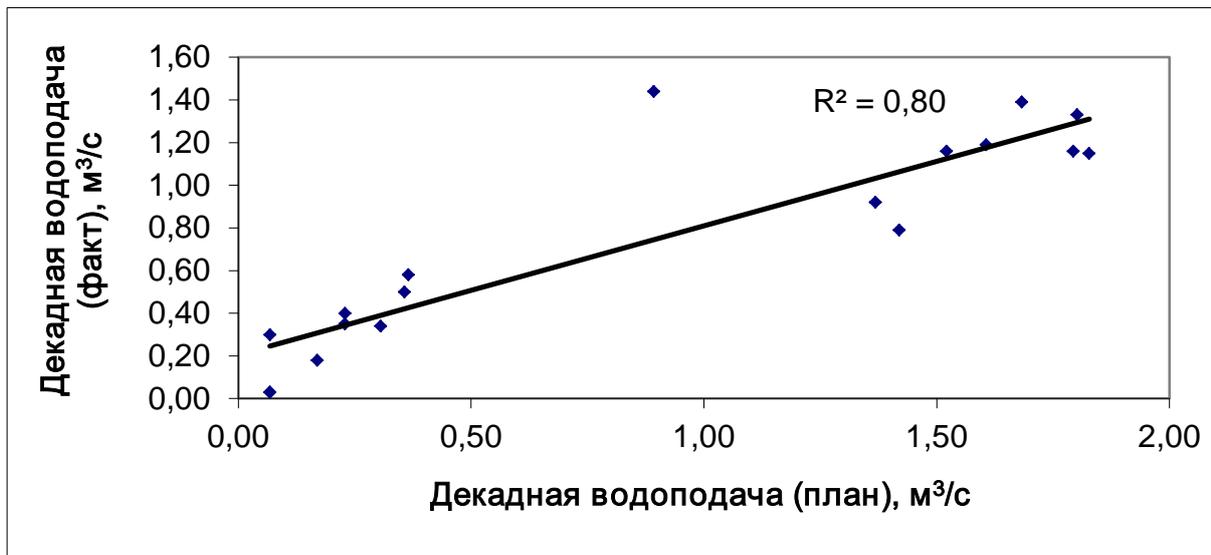


Рис. 3. Расчет параметра  $R$ .

Таким образом,

$$A = V * R = 0,84 * 0,90 = 0,75.$$

Вариант 3. Не имеет место отклонение фактической водоподачи за вегетационный период от плановой как в целом за вегетационный период, так и по декадам<sup>7</sup>.

- Расчет параметра  $V$ .

$$\text{Так как } W_f = W_p, \text{ то } V = 1,00.$$

- Значение параметра  $R$ , как в варианте 1 равно 1,00.

Таким образом,

$$A = V * R = 1,00 * 1,00 = 1,00.$$

<sup>7</sup> Судя по данным ВХО такая ситуация нередко имеет место на оросительных системах, что свидетельствует или о высоком уровне адекватности водоподачи или о недостоверности данных мониторинга, так как в ходе эксплуатации оросительной сети (особенно, если источник орошения не зарегулирован) часто бывают форс-мажорные ситуации (остановка канала для поиска утолщений, сели,...).

## Водопользование

### *Урожайность сельхозкультуры и продуктивность использования воды*

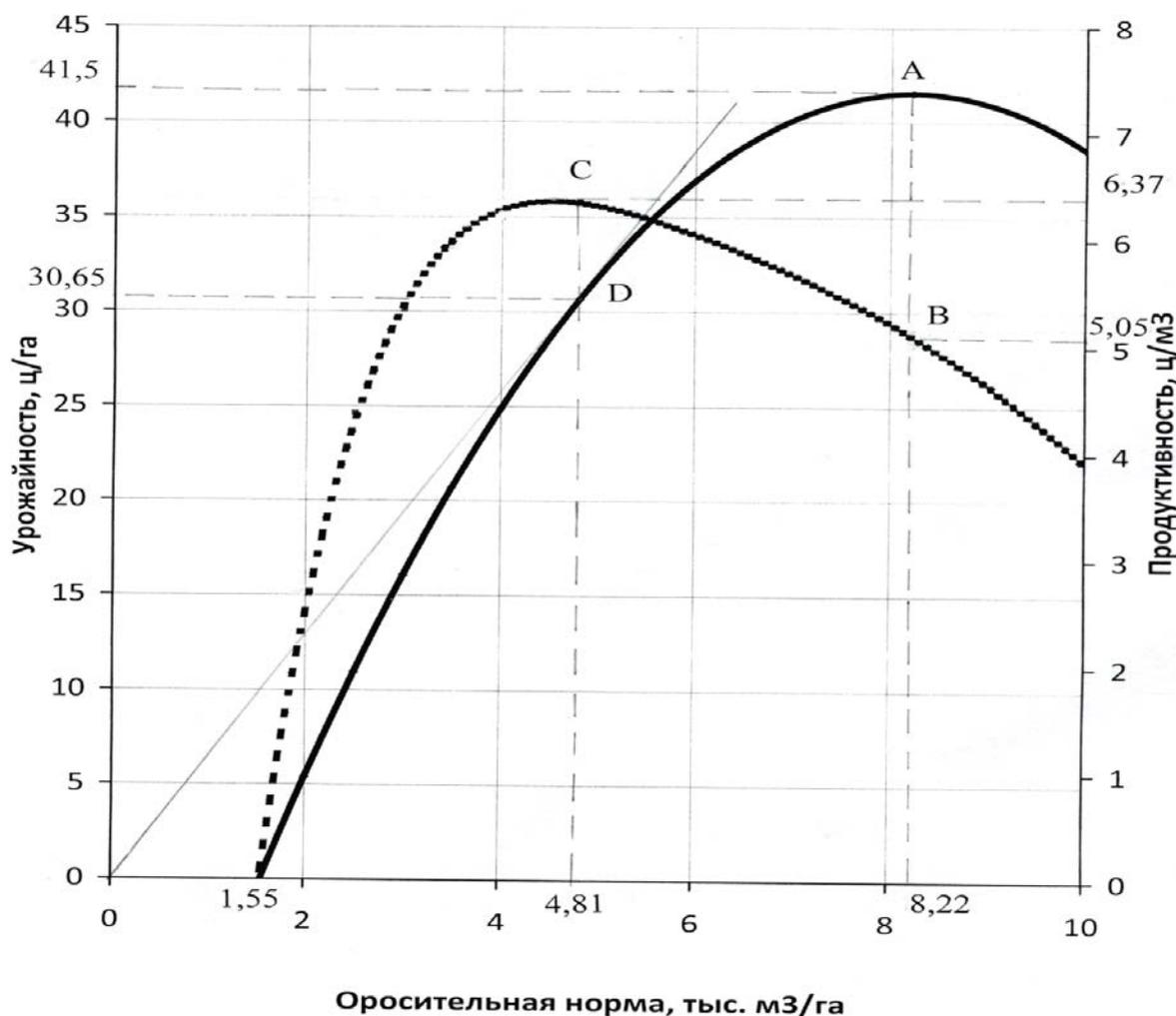
При разработке мер по повышению водообеспеченности орошаемых земель и оценке ущерба от дефицита водоподачи большое значение имеют данные об отзывчивости сельскохозяйственных культур на дефицит увлажнения. Известно, что типичная форма кривой функции  $Y = F(M)$  (урожай – оросительная норма) имеет параболический вид (рис. 4).

График зависимости урожая от оросительной нормы сельхозкультуры показывает, что сначала кривая идет круто вверх, то есть рост урожая опережает рост водоподачи. Затем она постепенно выполаживается, то есть прирост урожая становится таким же, как прирост объема воды. После этого происходит насыщение, когда прирост урожая все более сокращается по сравнению с приростом объема водоподачи. И, наконец, прирост урожая падает до нуля и урожай достигает максимума. Далее возможны два предельных случая – кривая либо переходит в горизонталь, если почва хорошо дренирована, либо дальнейший рост объема воды дает отрицательный результат – кривая резко падает, то есть урожай снижается, если почва не дренирована и перенасыщается влагой [9].

Из графика видно, что максимальная урожайность сельхозкультуры ( $Y_{\max} = 41,50$  ц/га) имеет место в точке «А» при оросительной норме  $M_{Y_{\max}} = 8,22$  тыс. м<sup>3</sup>/га, а максимальная продуктивность использования оросительной воды ( $P_{\max} = 6,37$  ц/м<sup>3</sup>) в точке «С» при оросительной норме  $M_{P_{\max}} = 4,81$  тыс. м<sup>3</sup>/га. Точка «D», находится в точке пересечения зависимости  $Y = F(M)$  и касательной к ней.

Таким образом, с точки зрения повышения продуктивности использования оросительной воды целесообразно орошать сельхозкультуры оросительными нормами, которые существенно ниже биологически оптимальных оросительных норм.

Традиционная практика полива сельхозкультур нормами, обеспечивающими максимальный урожай, приемлема при отсутствии дефицита воды и платы за воду. В условиях дефицита воды возникает задача по экономически оптимальному распределению оросительной воды между сельхозкультурами для получения максимального дохода.



$$\text{---- } Y = F(M) \quad \text{— } P = F(M)$$

**Рис. 4. - Схемы зависимостей урожайности сельхозкультуры и продуктивности использования воды от оросительной нормы**

Y – урожайность сельхозкультуры.

M – оросительная норма.

P – продуктивность использования оросительной воды.

$$P = Y / M.$$

Экономически оптимальные оросительные нормы сельхозкультур (с точки зрения получения максимума дохода) зависят от уровня обеспеченности сельскохозяйственных структур (кооператив, фермерское хозяйство, ...) водными, земельными и другими ресурсами, а также от состава сельхозкультур и других факторов. Например, когда имеются дополнительные площади для орошения, с точки зрения продуктивности использования оросительной воды экономически выгоднее поливать сельхозкультуры не

биологически оптимальными оросительными нормами, а гораздо меньшими нормами. Освободившуюся (сэкономленную) воду выгоднее использовать для орошения сельхозкультур на дополнительных площадях. Этим обстоятельством, очевидно, объясняется тот факт, что, не смотря на угрозу дефицита водных ресурсов, на практике продолжается освоение новых площадей для орошения.

Поиск экономически оптимальных значений оросительных норм сельхозкультур с учетом всех основных факторов - задача разной степени сложности. В некоторых случаях она может быть решена путем элементарных арифметических расчетов, а в других случаях - путем использования методов экономико-математического моделирования и математического программирования [10, 11].

В советское время эти методы практически не прижились, но сейчас, с внедрением рыночных принципов в сельское и водное хозяйство, создаются предпосылки для того, чтобы значительно повысить эффективность использования воды на базе экономико-математических оптимизационных подходов.

Наряду с задачей экономической оптимизацией распределения оросительной воды между сельхозкультурами при дефиците воды, представляет интерес также задача оптимизации распределения оросительной нормы по фазам развития в течение вегетационного.

### ***Зависимость «урожай-оросительная норма»***

Для решения задач по поиску экономически оптимальных значений оросительных норм сельхозкультур необходимы зависимости  $Y = F(M)$ , учитывающие многие факторы<sup>8</sup>: вид сельхозкультуры, климат, почву, агротехнику возделывания и другие. Функции продуктивности оросительной воды (в относительном и абсолютном величинах) предложены многими авторами [12–16]

В ряде работ [17–24] предложены обобщенные зависимости «урожай-водопотребление» в относительных величинах. В частности, в работах [23, 24] предложена зависимость, в которой учтены принципы климатиче-

---

<sup>8</sup> Факторы сельхозкультуры: вид, распределение корневой системы, засухоустойчивость, фаза развития.

Климатические факторы: осадки, солнечная радиация, продолжительность светового дня, температура и относительная влажность воздуха, скорость и направление ветра.

Почвенные факторы: текстура, глубина залегания водоупора и грунтовых вод, засоление, дренированность, водоудерживающая способность.

Агротехнические факторы: способ обработки почв, планировка поля, техника полива.

ского и гидромодульного районирования, положенные в основу расчетов режимов орошения сельхозкультур в Центральной Азии [25–28]<sup>9</sup>.

Ниже даны предложения по усовершенствованию этой формулы. Она приобретает следующий вид после внесения изменений в формулу для учета влияния на урожайность сельхозкультуры дефицита увлажнения в различные фазы ее развития:

$$\Psi = Z / R^x, \quad (3)$$

$$Z = -\alpha (T - 1)^2 + 1, \quad (4)$$

$$Z = Y / Y_{\max} \quad (5)$$

$$\alpha = \alpha_0 \beta^2. \quad (6)$$

$$\beta = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 \quad (7)$$

$$T = M / MY_{\max}. \quad (8)$$

Где

$\Psi$  - это величина  $Z$  при  $R^x = 1$ , то есть в случае, когда максимально возможная урожайность сельхозкультуры имеет место тогда, когда при дефиците воды ограничение водопотребления по фазам развития осуществляется пропорционально биологически оптимальным показателям влажности. Например, для хлопчатника, согласно режимам орошения, в зависимости от ряда факторов может быть рекомендована следующая схема увлажнения расчетного слоя почво-грунтов (в процентах от полевой влагоемкости) по фазам развития (бутонизация – цветение-плодообразование – созревание): 70-70-60.

---

<sup>9</sup> Если имеются надежные опытные данные и соответствующие уравнения зависимости «урожай-оросительная норма» для конкретной местности и конкретной сельхозкультуры, то, безусловно, ими и следует пользоваться в расчетах. В случае же их отсутствия можно использовать предлагаемый метод.

$R$  – параметр, равный линейному коэффициенту корреляции между фактическими и оптимальными значениями влажности почвы (в % от полевой влагоемкости) в различные фазы развития сельхозкультуры.

$\chi$  – показатель степени, определяющий влияние отклонений фактической влажности почвы (в % от предельно-полевой влагоемкости) от оптимальной влажности в различные фазы развития сельхозкультуры. Значения  $\chi$  необходимо установить экспериментальным путем.

$Z$  – относительная урожайность сельхозкультуры.

$У$  – урожайность сельхозкультуры.

$У_{\max}$  – максимальная урожайность сельхозкультуры, достигаемая при биологически оптимальной оросительной норме.

$K_1$  – коэффициент, зависящий от вида возделываемой сельхозкультуры.

$K_2$  – коэффициент, зависящий от климатической зоны.

$K_3$  – коэффициент, зависящий от высотной зоны.

$K_4$  – коэффициент, зависящий механического состава почвогрунтов и уровня залегания грунтовых вод (гидромодульного района) в зоне выращивания сельхозкультуры.

$\alpha_0$  – значение параметра  $\alpha$  при  $K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = 1$ , то есть в случае, когда зависимость между урожаем и оросительной нормой устанавливается для хлопчатника, который выращивается в климатической зоне Ц-II, в поясно-высотной зоне - В, в III гидромодульном районе.

$T$  – относительная оросительная норма сельхозкультуры в вегетационный период.

$M$  – оросительная норма сельхозкультуры.

$MU_{\max}$  – биологически оптимальная оросительная норма сельхозкультуры, при которой наблюдается максимальная урожайность сельхозкультуры.

Таблица 2

Значения коэффициента  $K_1$ 

№№	Наименование сельхозкультуры	$K_1$
1.	Хлопчатник	1
2.	Люцерна (на семена)	1,35
3.	Кукуруза и джугара (на зерно)	0,85
4.	Кукуруза + повторные посевы	1,00
5.	Сады	0,92
6.	Виноградники	0,77
7.	Сады и виноградники	0,70
8.	Кенаф	1,15
9.	Бахчевые	0,80
10.	Бахчи и огороды	1,20
11.	Зерновые озимые	0,25
12.	Рис	6,00

Таблица 3

Значения коэффициента  $K_2$ 

Климатическая зона	С - I	С - II	Ц - I	Ц - II	Ю - I	Ю - II
$K_2$	0,83	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08

Таблица 4

Значения коэффициента  $K_3$ 

Поясно-высотная зона	А (переходные к сероземам)	Б (светлые сероземы)	В (типичные сероземы)	Г (темные сероземы)
$K_3$	1,08	1,04	1,00	0,94

Таблица 5

Значения коэффициента  $K_4$ 

ГМР	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$K_4$	1,15	1,10	1,00	0,80	0,75	0,60	0,55	0,45	0,40

В работе [23] значение  $\alpha_0$  было принято равным 1,07, позже в работе [24] по результатам специально проведенного мелкоделяночного эксперимента оно было уточнено и  $\alpha_0$  стало равным 1,23.

### ***Примеры применения функции «урожай-оросительная норма»***

Ниже приведены примеры использования  $Z = F(T)$  для расчета 1) ущерба от дефицита воды и 2) прибавки урожая сельхозкультуры от повышения водообеспеченности.

#### 1) Оценка ущерба от снижения водообеспеченности.

Предположим, что

- Оросительная норма сельхозкультуры снижена на 30% от биологической оптимальной нормы.
- Вид культуры - кукуруза зерно.
- Климатическая зона – Центральная (Ц-2).
- Высотная зона – В.
- Гидромодульный район - 3.

Тогда:

$$Z = -1,23 (K_1 * K_2 * K_3 * K_4)^2 (T - 1)^2 + 1 =$$

$$= -1,23 (0,85 * 1 * 1 * 1)^2 * (0,7 - 1)^2 + 1 = 0,935.$$

То есть ущерб у кукурузы на зерно при дефиците воды в 30 % составит

$$(1 - 0,935) * 100\% = 6,5 \%$$

#### 2) Оценка прибавки урожая от повышения водообеспеченности.

Предположим, что

- Оросительная норма сельхозкультуры повышена на 30 % и стала равна биологически оптимальной оросительной норме.
- Вид культуры - хлопчатник.

- Климатическая зона – Центральная (Ц-2).
- Высотная зона – В.
- Гидромодульный район - 3.

Тогда:

$$Z = - 1,23 (K_1 * K_2 * K_3 * K_4)^2 (T - 1)^2 + 1 =$$

$$= - 1,23 (1 * 1 * 1 * 1)^2 * (0,7 - 1)^2 + 1 = 0,91.$$

То есть, прибавка урожая хлопчатника от повышения оросительной нормы на 30 % составит

$$(1 - 0,91) * 100\% = 9 \%$$

### **Водопоставка и проблемы орошения**

Оросительная норма сельхозкультуры зависит от водообеспеченности водопотребителя, которая в свою очередь зависит от качества водопоставки на границе водопотребителя, то есть от уровня равномерности (справедливости) и стабильности водопоставки. Также оросительная норма сельхозкультуры зависит от ценности сельхозкультуры для водопотребителя и/или государства.

Предположим, что, в силу проблемы «голова-конец» и низкого качества водопоставки, земли трех водопотребителей (по 1 га) политы различными оросительными нормами:

- У первого водопотребителя сельхозкультура полита оросительной нормой на 30% больше  $MU_{max}$ , то есть  $M = 10,69$  тыс. м<sup>3</sup>/га (водообеспеченность составляет 130% - имеет место регулярный переполив),
- У второго водопотребителя сельхозкультура полита оросительной нормой  $MU_{max} = 8,22$  тыс. м<sup>3</sup>/га, (водообеспеченность составляет 100%)
- У третьего водопотребителя сельхозкультура полита оросительной нормой на 30% меньше  $MU_{max}$ , то есть  $M = 5,75$  тыс. м<sup>3</sup>/га (водообеспеченность составляет 70% - имеет место регулярный недополив).

Случай с первым водопотребителем – явление достаточно распространенное в силу того, что водопотребитель не уверен в надежности водопоставки и поэтому полив осуществляет «про запас», «магазинируя» оросительную воду в зоне, расположенной ниже корнеобитаемой зоны. Этим способом, «переполивая» сельхозкультуру, водопотребитель, традиционно, пытается обезопасить сельхозкультуру от низкого качества водопоставки. Этот способ используют как те водопотребители, которые не знают об отрицательном влиянии переполивов на урожайность сельхозкультуру, так и те водопотребители, которые знают об этом, но считают, что при таком подходе ущерба будет меньше.

Урожайность сельхозкультур у трех водопотребителей (используем зависимость  $Y = F(M)$  на рис. 4) составляет соответственно 35,97 ц/га, 41,25 ц/га, 35,97 ц/га, а в среднем у трех водопотребителей - 37,81 ц/га, то есть ущерб от неравномерности водопоставки составляет 3,69 ц/га (9 %).

Кроме того, повышение качества водопоставки создает условия для внедрения водопотребителями инновационных технологий орошения. Дело в том, что широкое внедрение, например, системы капельного орошения сдерживается не только институциональными и финансовыми факторами, но и техническими: низким уровнем водопоставки.

### **Водопоставка и проблемы мелиорации**

Переполивы отрицательно сказываются не только на урожайности сельхозкультур, но и на мелиоративном состоянии земель. Традиционные значительные затраты на дренаж лишней воды – это расплата за низкое качество эксплуатации и технического обслуживания (Э и ТО) на всех уровнях оросительной системы, включая уровень поля.

Повысив Э и ТО и, как результат, повысив качество водопоставки до границ водопотребителей и обеспечив всем водопотребителям одинаковую водообеспеченность, можно не только повысить урожайность сельхозкультур как в вышеприведенном примере, но и значительно снизить нагрузку на коллекторно-дренажную сеть. Пришло время для того, чтобы больше внимания уделять проблемам повышения качества водопоставки и водопользования, а не традиционной борьбе с последствиями низкого качества водопоставки и водопользования.

**Использованная литература**

1. Духовный В.А., Соколов В.И., Мантритилаке Х, Мирзаев Н.Н. Принципы интегрированного управления водными ресурсами. Глава 1 книги «Интегрированное управление водными ресурсами: от теории к реальной практике. Опыт Центральной Азии». Ташкент, 2008, с.18 – 37.
2. Мирзаев Н.Н. Интегрированное управление водными ресурсами (институциональные аспекты). НИЦ МКВК, Проект «ИУВ-Фергана», Ташкент, 2010, 196с.
3. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника. – М., Колос, 1978.
4. Джурабеков И.Х., Лактаев Н.Т., Совершенствование оросительных систем и мелиорации земель Узбекистана. – Ташкент, Узбекистан, 1983.
5. Мирзаев Н.Н. Методика сравнительной оценки качества управления оросительной водой. В сб. «Экологическая устойчивость и передовые подходы к управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря». Материалы центрально-азиатской научно-практической конференции. Алматы/Ташкент, 2003.
6. Мирзаев Н.Н., Эргашев И. Управление водой на ирригационных системах НИЦ МКВК, Проект «ИУВ-Фергана», Ташкент, 2009, 120с.
7. Dukhovny V, Mirzajev N, Sokolov V. IWRM implementation: experiences with water sector reforms in Central Asia. Rahaman, M.M.&Varis, (eds.): Central Asia Waters, pp 19-31. Helsinki university of Technology, 2008.
8. Венецкий И.Г., Венецкая В.И. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе. – М., Статистика, 1979, с. 319-320.
9. Мелирация и водное хозяйство. Серия 1. Орошение и оросительные системы. Экспресс-информация / ЦБНТИ Минводхоза СССР. М., 1987. Выпуск II/.
10. Воропаев Г.В. Методы установления экономически целесообразных размеров оросительных норм для полива сельхозкультур / Доклады КазАСХН, 1960. - вып. 3. - с. 98-103.
11. Кардаш В.А., Пряжинская В.Г. Линейная модель оптимальной внутрихозяйственной организации использования оросительных систем / Экономика и математические методы. - М.: Наука, 1966. Т. 2. - вып. 3.
12. Коваленко Б.Г., Деркинбаев Т.К. О порядке ограничения сельскохозяйственных культур в поливах при дефиците воды //В сб.Вопросы водного хозяйства. – Фрунзе: Кыргызстан, 1965.
13. Закусилов Н.А. Экономическая оценка оросительных норм. Г и М, №7, 1967.
14. Амежанова Р.В., Воропаев Г.В. Влияние ущемлений в водопотреблении на урожайность сахарной свеклы // Труды КазНИИВХ. - Алма-Ата, 1969. - т. 5.
15. Баграмян Г.А. Об эффективном использовании ограниченных водных ресурсов на орошение // Гидротехника и мелиорация. – Москва, 1970. - № 11.
16. Воропаев Г.В. Резервы ирригации, связанные с оптимизацией использования водных ресурсов // В сб. Проблемы регулирования и использования водных ресурсов. – Москва: Наука, 1973.

17. Радионов В.В. О повышении экономической эффективности использования оросительной воды. Сб. «Экономика орошения и осушения земель СССР», вып. 1, М., 1973.
18. Yaron D., Bresler E. Economic analysis of on-farm irrigation using response functions of crops. – Adv.in Irrigat New York etc., 1983, 2:223-255 (англ.) Н 82-5722.
19. Харченко О.В. Расчет прибавки урожая от орошения. Г и М, 1987.
20. Кабаков М.М., Горбачева Р.И. Влияние уровня влагообеспеченности на величину урожая // В сб. Вопросы водного хозяйства. – Фрунзе: Кыргызстан, 1972.
21. Вырлев И. Исследование зависимости «вода-урожай» и ее применение в орошении (НРБ). Международный сельскохозяйственный журнал. 1981, № 3.
22. Горбачева Р.И. Зависимости «урожай-влагообеспеченность» для водохозяйственных расчетов. Гидротехника и мелиорация, 1986, №3.
23. Мирзаев Н.Н. Расчётный способ построения связей «урожай - оросительная норма» для оптимизации планов водопользования // Сб. науч. тр./ САНИИРИ. - Ташкент, 1979. - вып. 158. <http://www.cawater-info.net/library/rus/hist/sb-tr-saniiri-158-1979/pages/044.htm>.
24. Мирзаев Н.Н. К вопросу о зависимости хлопчатника от снижения оросительной нормы. Тр. САНИИРИ, Ташкент, 1980, вып. 161, с. 44-52. <http://www.cawater-info.net/library/rus/hist/sb-tr-saniiri-161/pages/044.htm>.
25. Еременко В.Е. Принципы дифференциации режима орошения и техника полива хлопчатника // В сб. Биологические основы орошаемого земледелия. – Москва: Наука, 1967.
26. Шредер В.Р. и др. Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарья и Амударья. - Ташкент, 1970.
27. Режимы орошения и гидромодульное районирование по Узбекской ССР. Под. ред. В.М. Легостаева и М.П. Медниса. «Узбекистан», Ташкент, 1971.
28. Шредер В.Р., Васильев И.К., Трунова Т.А. – Гидромодульное районирование и расчет оросительных норм для хлопчатника в условиях аридной зоны. Сборник СГВХ и САНИИРИ, вып.8, Ташкент, 1977 г., с.28 - 44.

## **Состояние и перспективы развития системы подготовки кадров для водохозяйственной отрасли**

**Фазылов А.Р., Кобулиев З.В.**

**Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
Академии наук Республики Таджикистан**

Дефицит водных ресурсов в Центральной Азии является одним из главных ограничивающих факторов развития стран региона как в современных условиях так и в перспективе. Прогнозируемое увеличение водопотребления ведёт к возникновению конкуренции за воду между секторами экономики и в частности между ирригацией и энергетикой, как на региональном так и на локальном уровнях. Потребность орошаемого земледелия реализуется за счет более чем 90% водозабора из бассейнов рек региона. Немаловажным фактором является также и изменение климата, вынуждающее активно изучать проблемы, связанные с уязвимостью экономики и населения, разрабатывая при этом, различные сценарии последствий его изменения и способы, позволяющие реального адаптирования водохозяйственной отрасли к ним.

Цели в области устойчивого развития являются своеобразным призывом к действию, исходящим от всех стран - бедных, богатых и средне-развитых. Он нацелен на улучшение благосостояния и защиту нашей планеты. Государства признают, что меры по ликвидации бедности должны приниматься параллельно усилиям по наращиванию экономического роста и решению целого ряда вопросов в области образования, здравоохранения, социальной защиты и трудоустройства, а также борьбе с изменением климата и защите окружающей среды.

При реализации Целей, в том числе шестой Цели (6.3 Качество воды; 6.4. Эффективность использования воды; 6.5 Интегрированное управление водными ресурсами – ИУВР) потребность в высококвалифицированных специалистах по водным ресурсам будет возрастать.

Инновационное социально-ориентированное развитие водохозяйственной отрасли предопределяет необходимость обеспечения населения, орошаемых земель в качественных водных ресурсах, обеспечение безопасности ГТС, защита населения и объектов экономики от рисков стихийных бедствий связанных с водой с учетом решения социально-экономических

проблем, сохранения и охраны окружающей среды и природно-ресурсного потенциала.

Для реализации Водной стратегии необходимо опережающее интенсивное инновационное развитие научно-технической и технологической базы на основе передовых мировых достижений и прорывных технологий. Научное обеспечение водной стратегии должно быть направлено на реализацию стратегической цели и задач, по приоритетным направлениям развития водохозяйственного комплекса, выполнения экспериментальных пилотных проектов, обеспечивающих отработку методик, механизмов нормативно-правового, технического, технологического и информационного обеспечения научных работ, а также выполнения работ по научному сопровождению внедренных результатов<sup>10</sup>

Еще одним приоритетом является рациональное использование водных ресурсов, внедрение водосберегающих технологий в сельском хозяйстве, промышленном производстве в энергетике и ЖКХ.

На наш взгляд необходимо также иметь в виду, что необходимость совершенствования и инновационного развития системы образования в ВУЗах, функционирующих по подготовке специалистов для водной отрасли также имеет первостепенное значение.

Инновационное развитие водохозяйственной отрасли всецело зависит от уровня подготовки специалистов в ВУЗах для данной отрасли. Следует отметить, что применение инновационных технологий в учебном процессе является отличительной чертой современного образования. При этом под инновацией в образовании следует понимать целенаправленный процесс, направленный на формирование личности, ее способности к научно-технической и инновационной деятельности, на обновление содержания образовательного процесса.

В современных условиях развития экономики, основанной на знаниях, образование становится одним из факторов экономического успеха государства. Развитие общества, обеспечение безопасности общества и государства, качество жизнедеятельности людей, достижение мирового уровня экономики, освоения новых технологических возможностей и социальный прогресс в целом, напрямую зависят от уровня образования, организации планомерного и качественного процесса обучения и воспитания учащихся и студентов, словом – от уровня грамотности нации. Таким образом, возрастает роль и ответственность образования за глобальное социально-экономическое развитие, демократическое переустройство, форми-

---

<sup>10</sup> <http://www.ecca-water.net/content/view/51/51/lang,russian/>

рование справедливых общественных систем и национальный успех государства.

Важная роль образования в социально-экономическом развитии современного Таджикистана, предопределяет понимание того, что будущее страны зависит от того, насколько эффективно национальная система образования будет способна создать интеллектуальный потенциал как основу для развития способностей большинства граждан и для обеспечения их благополучия. Национальная стратегия развития образования Таджикистана до 2020 года определяет её роль как ключевого ресурса социально-экономического развития страны и ее граждан, характеризует текущее состояние образования, проблемы и вызовы, а также формулирует цели и задачи её развития<sup>11</sup>.

Главный результат образовательного процесса - это полученные знания, ценность которого заключается в том, что они не исчезают со временем, но в современных условиях, когда быстро меняется внешняя среда, они могут устаревать, что обуславливает необходимость в постоянном обновлении.

Внедрение инноваций в ВУЗах, является существенным, основополагающим фактором по обеспечению высокого качества услуг системы высшего образования. При этом, необходимо отметить, что возрастание конкуренции в инновации, в условиях технического и технологического прогресса, становится важным средством для завоевания рынка.

Конкурентоспособность любого высшего учебного заведения можно обеспечивать использованием положительного опыта предыдущей системы образования, а также ведущих ВУЗов страны и зарубежных стран в области высшего профессионального образования. Вместе с тем, конкурентоспособность должна базироваться на внедрении новых, инновационных методов обучения; информационно-коммуникационных технологий, управленческо-экономических и институциональных форм.

Степень востребованности выпускников ВУЗов на рынке труда, определяемая развитием национальной экономики является одним из существенных факторов в деле развития высшего профессионального образования. Вместе с этим, органичная взаимосвязь между системами высшего образования и рынком труда достижима при наличии производства отвечающего требованиям современной технологии и техники, а также развитых отраслей национальной экономики.

---

<sup>11</sup> [https://www.ilo.org/dyn/youthpol/en/equest.fileutils.dochandle?p\\_uploaded\\_file\\_id=511](https://www.ilo.org/dyn/youthpol/en/equest.fileutils.dochandle?p_uploaded_file_id=511)

В виду, того что Республика Таджикистан является трудоизбыточной страной, выпускники ВУЗов республики должны также соответствовать требованиям мирового рынка труда.

Следует отметить, с учетом того, что средний возраст основного контингента специалистов в водохозяйственной отрасли страны составляет выше 50 лет, то совершенствование общей системы высшего образования применительно к водным ресурсам и подготовка высококвалифицированных кадров, владеющих основами проектирования, строительства и эксплуатации водных объектов и водохозяйственной инфраструктуры, является актуальнейшей задачей.

В соответствие с данными ГУ «ТаджикНИИГиМ» в структурах государственного управления, связанные с водными ресурсами (по состоянию на начало 2017г.) задействованы (чел.):

- Агентство мелиорации и ирригации - свыше 6.5 тыс.;
- ГУП «Хочагии манзилию коммунали» - около 2 тыс.;
- Министерство энергетики и водных ресурсов - свыше 2.5 тыс., из них по водной части 240 сотрудников;
- Комитет по охране окружающей среды - свыше 1.6 тыс., из них по водной части 46 сотрудников.

Возрастная категория действующих сотрудников госструктур водного сектора и вовлеченности молодых специалистов в производство и науку: до 30 лет (молодежь) - 10,2%; от 30 до 50 лет - 40,98%; 50 лет и выше - 48,82%; молодежь, занятая наукой - 0,3%.

В таблице далее показано, в каких ВУЗах осуществляется подготовка специалистов по специальностям:

- 1-70 04 01 01 - Гидротехническое строительство
- 1-70 04 01 03 - Строительство и эксплуатация гидроэлектростанций
- 1-70 04 03 Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов
- 1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство
- 1-74 05 01 2602 - Мелиорация земель и менеджмент водного хозяйства
- 1-74 05 01 05 Сельское хозяйство
- 1-70 04 01-04 Строительство - Рациональное использование и охрана водных ресурсов
- 1-31 02 02-02 09 – Метеорология и климатология

- 51010110 - Гидрология и гляциология

Таблица

## ВУЗы по подготовке специалистов по специальностям

Специальность	ВУЗ
1 - 70 04 01 01 - Гидротехническое строительство	Таджикский Аграрный Университет им. Ш. Шотемура Таджикский энергетический институт Хорогский государственный университет им. М. Назаршоева Дангаринский государственный университет
1-70 04 01 03 – Строительство и экс- плуатация гидроэлек- тростанций	Таджикский Технический Университет им. М.С. Осими Таджикский энергетический институт
1-70 04 03 Водоснаб- жение, водоотведение и охрана водных ре- сурсов	Таджикский Технический Университет им. М.С. Осими
1-74 05 01 - Мелиорация и водное хозяйство	Таджикский Аграрный Университет им. Ш. Шотемура Хорогский государственный университет им. М. Назаршоева
1-74 05 01 2602 - Мелиорация земель и менеджмент водного хозяйства	Таджикский Аграрный Университет им. Ш. Шотемура
1-74 05 01 05 - Рациональное исполь- зование и охрана вод- ных ресурсов	Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемура Таджикский технологический университет
1-70 04 01-04 - Рациональное исполь- зование и охрана вод- ных ресурсов	Таджикский технический университет им. М.С. Осими Таджикский технологический университет
1-31 02 02-02 09 – Метеорология и кли- матология 51010110 - Гидрология и гляцио- логия	Таджикский национальный университет

На рис. 1 приведена диаграмма динамики численности подготовки специалистов для водного сектора РТ, в Таджикском аграрном университете им. Ш. Шотемура. Как видно из графика, подготовка инженеров для сектора водных ресурсов в 2016 г. уменьшилось по сравнению с аналогичным показателем в 2012г. почти на 40%.

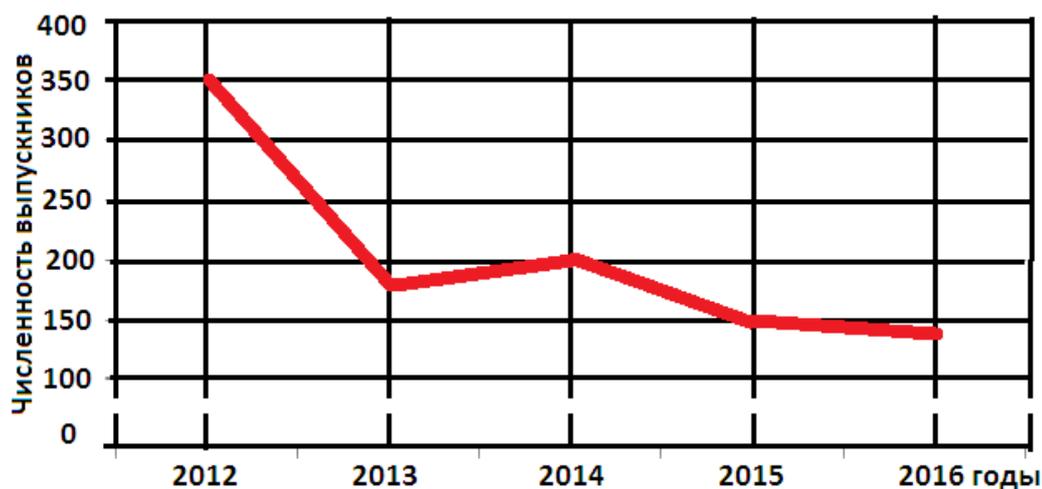


Рис. 1. Динамика численности выпускников в ТАУ им. Ш. Шотемура за период 2012-2016 гг.

Несколько иная ситуация сложилась в ТТУ им. М.С. Осими. Данный ВУЗ готовит специалистов по следующим направлениям:

На факультете «Строительства и архитектуры»:

- Рациональное использование и охрана водных ресурсов;
- Системы водоснабжения и водоотведения.

а также по специальности 1-70 04 01 03 – Строительство и эксплуатация электрических станций.

На энергетическом факультете осуществляется подготовка инженеров по специальности - Электрические станции.

На рис. 2 приведена диаграмма динамики численности подготовки специалистов для водного сектора РТ, в Таджикском техническом университете им. М.С. Осими. Как видно, из графика, подготовка инженеров для сектора водных ресурсов в 2016 г. увеличилось по сравнению с аналогичным показателем в 2012г. на 52%.

На рис. 3 приведена диаграмма динамики численности подготовки специалистов для водного сектора РТ в других высших учебных заведениях страны. Как видно из графика, подготовка инженеров для сектора вод-

ных ресурсов в 2016 г. уменьшилось по сравнению с аналогичным показателем в 2012 г. почти на 52%.

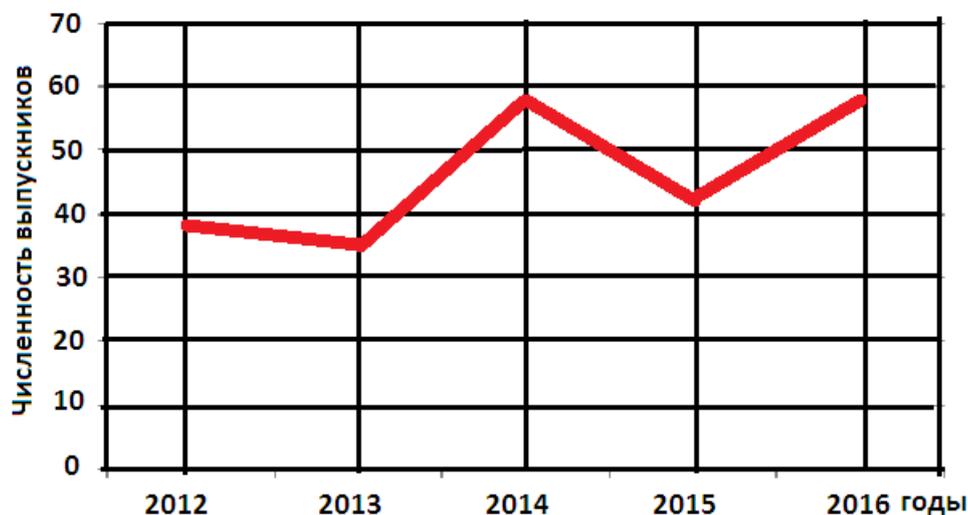


Рис. 2. Динамика численности выпускников в ТТУ им. М.С. Осими за период 2012-2016 гг.

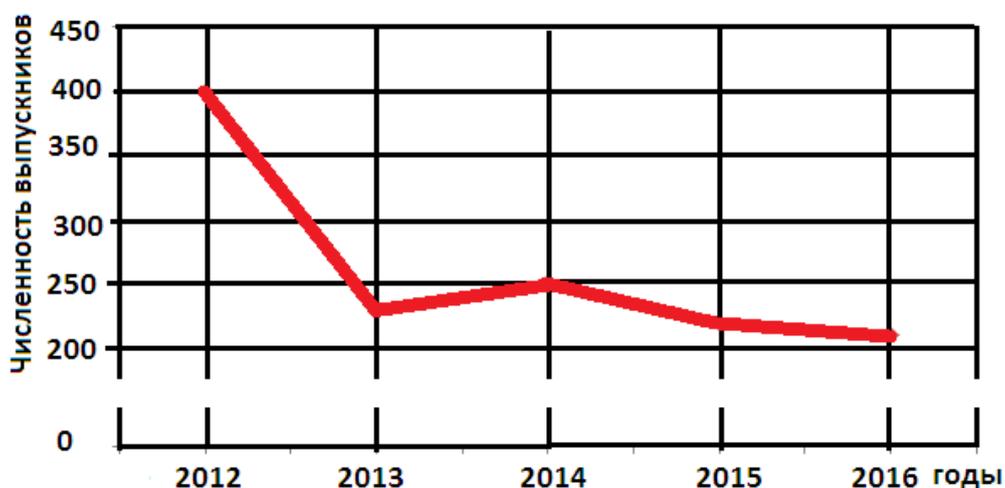


Рис. 3. Динамика численности выпускников в других ВУЗах Таджикистана за период 2012-2016 гг.

Подготовка специалистов по специальности 1-70 04 01 01 - Гидротехническое строительство осуществляется также в Хорогском государственном университете им. М. Назаршоева. По состоянию на ноябрь 2018 г, в этом ВУЗе проходят подготовку: Очное обучение - 66 студентов; Заочное обучение – 94 студента; Дистанционное обучение - 6 студента.

В 2016 г. ВУЗы РТ окончили **245** специалистов-водников. По прогнозам, с учетом специалистов пенсионного возраста потребное количество в высококвалифицированных кадрах в водохозяйственной отрасли составляет **не менее 500-600 чел.**

Представителями работодателей на встречах однозначно констатировали, что выпускники высших учебных заведений готовящих специалистов для водного сектора не на должном уровне отвечают требованиям предъявляемые к специалистам данной отрасли.

К сожалению, на сегодняшний день практически в большинстве ВУЗов отсутствует практика целенаправленного мониторинга потребности специалистов-водников и трудоустройства выпускников по полученной специальности.

Таким образом, совершенствование образовательной системы по подготовке высококвалифицированных специалистов, с учетом потребности рынка труда водного сектора Республики Таджикистан является актуальной задачей.

Качество подготовки специалистов зависит от многих факторов, к которым можно отнести: качество абитуриентов; качество управления вузом; качество содержания образовательных программ; качество профессорско-преподавательского состава; качество организации учебного процесса; качество научно-исследовательской и инновационной деятельности; качество международного сотрудничества; качество информационно-методического обеспечения; качество образовательных технологий и средств; качество социальной, воспитательной и внеаудиторной деятельности.

Следует отметить, что повышение качества высшего образования зависит не только от качества труда профессорско-преподавательского состава вузов, но и от качества труда самих студентов.

Результатом внедрения инноваций в высших учебных заведениях, явиться подготовка специалистов-профессионалов нового типа, не только профессионально подготовленного к работе по избранной специальности но также обладающего широким мышлением как в естественно-научном так и в гуманитарном плане. Динамично изменяющейся рынок труда требует от выпускника ВУЗа, быть психологически подготовленным к быстрому изменению специализации в рамках своего базового образования. И очевидным является то, что востребованность специалиста будет зависит от умения выпускника свободно применять возможности современных информационно-коммуникационных средств и владеть новейшими технологиями.

Реальное участие работодателей в разработке и реализации государственной образовательной политики, может быть реализовано посредством участия в разработке предложений по совершенствованию нормативно-правовых актов, государственных стандартов образовательных программ, а также принять участие в оценке и контроле качества образовательных услуг. Всё это позволит готовить современных специалистов в области управления водными ресурсами не только в Таджикистане, но также для сотрудничества со специалистами всего Центрально-Азиатского региона.

На наш взгляд следовало бы в раздел специальных дисциплин по специальности «Гидротехническое строительство» из списка элективных дисциплин перевести в этот раздел «Теоретическую механику», «Строительные материалы», «Строительные конструкции», «Гидравлические машины», «Основы автоматизации гидротехнических сооружений», в специальность «Мелиорация и водное хозяйство «Интегрированное управление водных ресурсов». В тоже время в специальности «Рациональное использование и охрана водных ресурсов» отсутствует дисциплина «Гидрология».

В факультативные дисциплины следует включить специализацию «Риски стихийных бедствий связанные с водой» и «Основы управления рисками стихийных бедствий связанные с водой». К сожалению в государственных образовательных стандартах данное весьма существенное направления образования не нашло своего отражения. Тогда как, в Таджикистане, за последние 20 лет общий ущерб от стихийных бедствий, связанных с водными ресурсами, составил несколько миллиардов долларов, а потери среди населения превысили одну тысячу человек»<sup>12</sup>.

Отрадно отметить, что в Таджикском технологическом университете проводятся занятия по специальной дисциплине «Дипломатия управления и использования водных ресурсов», что имеет важное значение для подготовки специалистов-водников Таджикистана, трудовая деятельность которых будет в условиях трансграничного управления водными ресурсами.

Рассматривая состояние собственных образовательных ресурсов ВУЗов Таджикистана, следует отметить, что прогресс, хотя и не значительный, но наметился. Но анализ данной ситуации показал, что уровень владения студентами русского языка очень низкий, что вынуждает преподавательский состав заниматься переводом первоисточников (в основном на русском языке) на государственный язык. Но назрела острая необходимость подготовки новых учебников, написанных с учетом реальной ситуации в Таджикистане в области управления, использования и охраны водных ресурсов.

---

<sup>12</sup> <http://www.president.tj/ru/node/18238#asht>

ВУЗам необходимо практиковать приглашение высоко-профессиональных специалистов, НИИ, академического сообщества, производства не только в качестве председателей государственных экзаменационных комиссий, но также для проведения лекционно-практических занятий со студентами, а также для повышения квалификации профессорско-преподавательского состава.

Подготовка специалистов для водного сектора невозможно представить без наличия в ВУЗах соответствующего профиля, лабораторий оснащенных современным установками, оборудованием, приборами, различных модельных площадок (русловые процессы, водозаборные сооружения, фильтрационные лотки и т.д.). На основе заключаемых, договоров о сотрудничестве с водохозяйственными организациями, НИИ и проектными институтами использовать существующие у них лаборатории.

Выпускники ВУЗов свои практики проходят в структурах Министерства энергетики и водных ресурсов РТ; Комитета по охране окружающей среды при Правительстве РТ; Агентство мелиорации и ирригации при Правительстве РТ; НИИ ГУ «ТаджикНИИГиМ»; Государственного унитарного предприятия «Таджикгипроводхоз» Агентства мелиорации и ирригации при Правительстве РТ; Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук РТ; «Таджикводоканалпроект» при Агентстве по строительству и архитектуре при Правительстве РТ и т.д.

На основе анализа полученных данных можно сделать вывод о том, объем практик целесообразно увеличить минимум до 30-40%.

Относительно обучения в магистратуре и аспирантуре можно обратиться к опыту Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук РТ.

В Институте работают 8 докторов наук и 16 кандидатов наук, из них 6 докторов наук и 10 кандидатов наук - основные сотрудники. Функционируют докторантура, аспирантура, магистратура. Второй год осуществляется приём на доктора PhD.

В 2018 году проведен приём в докторантуру PhD, принято 8 докторантов, из них на бюджетной основе - 5, а на договорной основе - 3. В Институте пятый год проводится набор в магистратуру. В 2018 году выпущено 11 магистрантов, зачислено на учебу 29 магистрантов, из них 24 на бюджетной основе, 5 - на договорной основе.

Процесс переподготовка и повышение квалификации профессорско-преподавательского состава, в высших учебных заведениях страны осуществляется в основном посредством Центров повышения квалификации организованный при ВУЗе. Вместе с тем, практикуется осуществление

данного направления также на межвузовских центрах повышения квалификации.

На основе договора о сотрудничестве между ВУЗах РТ и стран СНГ осуществляются разовые выезды преподавателей Таджикистана за пределы республики. Например, такая практика существует в Таджикском техническом университете им. М.С. Осими, Таджикском аграрном университете имени Ш. Шотемура и др. Переподготовка и повышение квалификации осуществляется в ВУЗах России, Белоруссии.

### **Выводы и рекомендации**

#### **1. Недостатки:**

- слабая оснащённость лабораторий современным оборудованием и недостаточное финансирование;
- отсутствие достаточного количества спецлитературы;
- отсутствие механизма организации производственных практик;
- недостаточный уровень контактов между вузами соответствующего профиля (ТИИИМСХ, КНАУ, Новочеркасская мелиоративная Академия, Волгоградский АГРУ, Кубанский АГРУ, ТарГУ, КазНИИВХ, Бишкек КРСУ, Душанбе ИВП АНТ, ТАУ);
- недостаточное финансирование по подготовке и переподготовке профессорско-преподавательского состава.

#### **2. Необходимо:**

- совершенствовать государственные образовательные стандарты учебных программ;
- оптимизировать соотношение лекционных, практических и лабораторных часов;
- увеличить объёма курсового проектирования до 30-40%, лабораторных занятий на 20-30% , практических - до 30-40%;
- увеличить объём всех видов практик (минимум до 30-40%);
- восстановить и создать новые учебные заведения по подготовке специалистов-водников среднего звена;
- создать достаточные условия для проведения научно-исследовательских работ магистров, аспирантов и соискателей на базе подразделений системы водного хозяйства;

- организовать целенаправленный мониторинг потребности специалистов-водников и трудоустройства выпускников по полученной специальности;

- обеспечить реальное участие работодателей в разработке и реализации государственной образовательной политики, в разработке предложений по совершенствованию нормативно-правовых актов, государственных стандартов образовательных программ, их участие в оценке и контроле качества образовательных услуг;

- разработать и реализовать программу организации стажировки преподавателей, позволяющая повысить потенциал преподавательского состава, отвечающие современным требованиям;

- разработать инвестиционные проекты в области водохозяйственного комплекса с учетом образовательных аспектов для повышения потенциала молодых кадров.

## **Опыт подготовки специалистов высшего образования для водохозяйственных организаций Кыргызской Республики в условиях ИУВР**

**Другалева Е.Э., Маматалиев Н.П.**

**Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина**

**Кыргызская Республика**

Общеизвестно, что в Центрально Азиатском регионе угроза дефицита водных ресурсов нарастает. Но дефицит водопотребления часто вызван не дефицитом водных ресурсов, а дефицитом мудрого руководства водой. Принятие решений относится к важнейшему этапу управленческой деятельности, во многом определяющем ее эффективность. Решения по управлению эксплуатацией мелиоративных систем осуществляются на трех организационных уровнях управления: стратегическом, тактическом и оперативном, каждый из которых характеризуется своим перечнем проблем и задач.

Поэтому необходимо со студенческих лет готовить специалистов новой формации - специалистов, понимающих не только инженерные проблемы управления водой, но и институциональные.

С массовым внедрением компьютерных систем практически во все сферы жизнедеятельности человека появились новые возможности для реализации информационных технологий управления. В зависимости от технологии связывания информации можно выделить четыре типа управляющих информационных систем: информационно-справочная система; диагностическая или экспертная система; система поддержки принятия решений; автоматическая информационная система (АИС). Организационные уровни управления определяют типы требующихся информационных систем: более высокая категория информационной системы соответствует более низкому уровню управления. Так, АИС не подходят для руководителей высшего уровня и более пригодны на оперативном уровне (например, автоматизация процедур гидрометрии и водоучета). Руководители тактического уровня управления, которым нужно выбирать альтернативу, нуждаются в информационных системах, способных отвечать на вопросы «что,

если» и «что самое лучшее». Руководители высшего уровня нуждаются в более общей агрегированной информации для установления целей формирования политических программ. Им требуются информационные системы для ответов на вопросы типа «что» и «что, если». На практике для них, как правило, достаточно установки системы категории информационно – советующей с хорошими интерфейсными возможностями. Для людей, принимающих решения, важно знать используемую ими категорию информационной системы во избежание получения отказов от системы на необработываемые запросы, что обычно приводит к конфликтам с разработчиками информационных систем.

ИУВР, само по себе, не является краевым процессом, а больше средством достижения трех стратегических задач – эффективность, справедливость и устойчивость к воздействиям окружающей среды. ИУВР – это система знаний, внедрение которой повышает качество управления водой.

ИУВР вынуждает рассматривать воду как экономический товар, который не может быть свободно доступным всем конкурирующим потребителям. Потребности неизбежно превзойдут возможности оказания услуг ресурсной базы, если не будут найдены механизмы оповещения потребителей о стоимости оказываемых услуг (включая экологические расходы).

Целостность ИУВР требует постоянного обмена знаниями между заинтересованными сторонами и, в особенности, между специалистами водного хозяйства. Процесс выработки политики и тактики ИУВР требует широких дискуссий, консультаций, а также повышения осведомленности о важности интеграции, объединения разработчиков политики, тактики, заинтересованных сторон и общественности.

В 2015 году при поддержке офиса ОБСЕ в Бишкеке в соавторстве с тремя университетами Кыргызстана: Ошским, Таласским и Нарынским, было издано учебное пособие по ИУВР, предназначенное для студентов высших учебных заведений естественнонаучного профиля с целью изучения основ ИУВР в региональных учебных заведениях Кыргызстана. В данном учебном пособии рассмотрено современное состояние управления водными ресурсами в контексте изменения климата, использования качественной оросительной и питьевой воды для устойчивого развития народного хозяйства Кыргызской Республики. Представлены основные принципы Интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) в мировой практике и в Кыргызстане. Даны основы проектирования водохозяйственных систем и гидротехнических сооружений на них. Показан опыт управления водными ресурсами трансграничных водотоков и изложены политические подходы и законодательство в области управления водными ресурсами. Разработан лабораторно-практический курс ИУВР и силлабус.

Ориентируясь на требования современного производства, в задачи образовательного учреждения входит создание учебных пособий, способных будущему специалисту изучить все необходимые дисциплины в определенном объеме.

Анализируя опыт преподавания дисциплины «ИУВР» на кафедре «Мелиорация и управление водными ресурсами», мы пришли к выводу, что при подготовке специалистов по направлению «Природобустройство и водопользование» для водного хозяйства, выпускник не только должен знать основы ИУВР, но и отлично владеть математическим моделированием процессов, происходящих на ирригационных системах, а также теорией и практикой разрешения конфликтов и споров. Эти знания позволят специалисту быть более востребованным на современном рынке труда, сделать убедительную управленческую карьеру во многих отраслях народного хозяйства.

В результате освоения математического моделирования компонентов природы будущий специалист должен знать методы построения детерминированных и стохастических моделей природных компонентов при природобустройстве и водопользовании с целью прогнозирования изменений состава и свойств природных компонентов в результате антропогенной нагрузки, качественного и количественного описания процессов массо- и теплопереноса в природных средах, процессов поступления и трансформации веществ в компонентах природы, подвергающихся целенаправленному изменению под воздействием антропогенной деятельности, основные теоретические предпосылки, планирование и проведение моделирования процессов применительно к природно-техногенным системам, способы визуализации и интерпретации результатов моделирования, владеть методами решения задач при моделировании процессов в компонентах природы. Для этого в КНАУ им. К.И. Скрябина создана лаборатория «CD-моделирования», в которой специалистами кафедры «Мелиорация и управление водными ресурсами» проводятся лабораторно-практические занятия по программе подготовки магистров по направлению «Природобустройство и водопользование».

Вопросы изучения теории конфликтов и споров за воду направлены, с одной стороны, на формирование научно-теоретического мышления студентов, а с другой – имеют непосредственное отношение к реальной жизни и событиям, происходящими с ними. Необходимо ознакомить студентов с психологическими теориями и подходами к конфликтным явлениям, обучить их методам профилактики и разрешения социально-психологических конфликтов, возникающих не только между людьми, но и между государствами за воду. При изучении теории конфликтов и споров студент на практических занятиях в ролевых играх учится задавать вопросы, оппони-

ровать, доносить свою точку зрения, поскольку это не только помогает усвоить предмет, но и развивает научно-теоретическое мышление, речь, профессиональное видение явления. Самостоятельная (творческая) работа – это прежде всего работа, направленная на развитие способности к постановке задач и определению методов ее достижения, что является важной составляющей личности специалиста.

Учебный процесс при подготовке специалистов для водного хозяйства Кыргызстана по направлению «Природообустройство и водопользование» в Кыргызском национальном аграрном университете им. К.И. Скрябина состоит из аудиторных занятий, самостоятельной (творческой) работы студента, учебных и производственных практик и защиты выпускной квалификационной работы.

По направлению «Природообустройство и водопользование», начиная с 2012 года, выпускаются специалисты с академической степенью «бакалавр» и «магистр». Нормативный срок обучения для бакалавров составляет 4 года, для магистров – 2 года.

К разработке Государственного образовательного стандарта и учебного плана по направлению «Природообустройство и водопользование» были привлечены представители Департамента водного хозяйства и мелиорации Министерства сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации. Департамент водного хозяйства и мелиорации является основным работодателем выпускников данного направления.

При КНАУ им. К.И. Скрябина было создано Учебно-методическое объединение по сельскому хозяйству, членами которого до настоящего времени являются представители Департамента водного хозяйства и мелиорации Министерства сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации (ДВХиМ МСХППиМ). Между КНАУ им.К.И Скрябина и ДВХиМ подписано Соглашение о сотрудничестве в вопросах учебной и научно-исследовательской деятельности при подготовке выпускников направления «Природообустройство и водопользование», которое пролонгируется каждые 5 лет.

Студенты направления «Природообустройство и водопользование» проходят производственные практики на базе предприятий ДВХиМ МСХППиМ, участвуют в выездных практических занятиях на объектах данного департамента. Ведущие специалисты ДВХиМ проводят обучающие тренинги для студентов в рамках своих проектов, а также ежегодно принимают участие в итоговой государственной аттестации в качестве председателя и заместителя председателя Государственной аттестационной комиссии.

ДВХиМ МСХППиМ заинтересован в укреплении материально-технической базы кафедры «Мелиорация и управление водными ресурсами» КНАУ им. К.И.Скрябина, которая выпускает специалистов направления «Природообустройство и водопользование». На базе лабораторий «Мелиорация» и «Сельскохозяйственное водоснабжение» кафедры «Мелиорация и управление водными ресурсами» при поддержке офиса ОБСЕ в Бишкеке и ДВХиМ был создан единственный в Центральной Азии «Музей воды». В настоящее время «Музей воды» стал не только современным учебным центром, но и примечательным культурным и туристическим объектом города Бишкек. В помещениях Музея воды проводятся лабораторные и практические занятия для студентов, обучающихся в КНАУ им. К.И. Скрябина по направлениям «Природообустройство и водопользование», «Гидротехническое строительство», и экскурсии по эковоспитанию, бережному отношению и рациональному использованию водных ресурсов для студентов, школьников, других организованных групп населения и гостей столицы Кыргызстана.

Ситуация с трудоустройством выпускников направления «Природообустройство и водопользование» относительно благополучна. Предприятия ДВХиМ МСХППиМ, подразделения Министерства по чрезвычайным ситуациям КР, подразделения Министерства экологии КР принимают бакалавров и магистров на конкурсной основе на работу.

Проблема состоит в том, что начальная заработная плата выпускника ВУЗа очень низкая, не соответствует официальному прожиточному минимуму.

При подготовке специалистов высшей квалификации для водного хозяйства и мелиорации КР нужно широко пропагандировать роль сельского хозяйства в экономике страны, в частности, роль водных ресурсов для развития всего Центрально-Азиатского региона.

С этой целью развивается широкое сотрудничество с работодателями. Для целевой подготовки кафедра «Мелиорации и управление водными ресурсами» в рамках Соглашения о сотрудничестве ежегодно подписывается трехсторонний договор между студентом, ВУЗом и ДВХиМ МСХППиМ КР о подготовке специалиста по заказу производства, прохождения производственных практик и проведения научных исследований. Чтобы этот процесс развивался, необходимо:

- более широко внедрять целевую подготовку специалистов, чтобы была 100%-ная закрепляемость кадров на местах;
- разработать программу социальной помощи молодому специалисту (материальная помощь (подъемные), жилье, льготные кредиты и т.п.).

В заключении можно сказать, что процесс совершенствования подготовки специалистов водного хозяйства, соответствующих современным требованиям рынка труда, находится в развитии. Современный подход к обучению управлением процессами на мелиоративных системах с внедрением принципов ИУВР позволяет оптимально использовать водные и энергетические ресурсы для усовершенствования структуры системы, и в рамках данной структуры управлять расходами и запасами оросительной воды без конфликтов как между людьми как внутри страны, так и при трансграничном вододелении.

### **Использованная литература**

1. Другалева Е.Э., Аскаралиев Б.О., Бекбоева Р.С. Внедрение дисциплины «Интегрированное управление водными ресурсами» в учебный процесс в КНАУ им. К.И.Скрябина //- Вестник КАУ №5(16), Бишкек – 2009 - С.53-55.

## **Научно-обоснованные методы расчёта норм и элементов полива**

**Мухамеджанов Ш.Ш.<sup>1</sup>, Сагдуллаев Р.Р.<sup>1</sup>,  
Мухомеджанов А.Ш.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Научно-информационный центр МКВК Центральной Азии

<sup>2</sup> Министерство водного хозяйства Республики Узбекистан

Производство сельскохозяйственных культур сопровождается комплексом мероприятий, каждый из которых для различных почвенно-климатических условий имеет свои особенности и нормативы.

Для аридной зоны наиболее важным из мероприятий в сельхозпроизводстве является проведение поливов. При планировании и использовании воды для растений имеет особое значение вид культуры, почвенные, мелиоративные и климатические условия.

В практике планирования и нормирования оросительной воды наиболее важными показателем являются сочетание уклонов местности и водопроницаемости подстилаемых грунтов. В зависимости от сочетания этих двух показателей подбираются элементы техники полива и объем водоподачи.

Н.Т. Лактаевым в производственных условиях изучены элементы техники полива для различных сочетаний уклонов и водопроницаемости и предложены их значения для использования.

Для изучения и определения эффективных норм орошения и отдельных показателей полива нами на орошаемых землях, подвешенных к пилотным каналам проекта «ИУВР-Фергана» во II фазе проекта были определены сочетания водопроницаемости и уклонов местности (табл. 1).

На основе разработок Н.Т. Лактаева, с учетом сочетаний водопроницаемости и уклонов по табл. 1 и материалов проекта нами проведена выборка элементов техники полива и предлагались для использования на орошаемых землях (табл. 2).

Таблица 1

**Сочетание водопроницаемости почвогрунтов и уклонов местности  
демонстрационных полей по республикам**

Подвешенные земли канала	Тип почвы	Мощность Покровного мелкозема	Подстилаемые грунты	<u>Индекс-</u> уклон	<u>Водопроницаемость</u> скорость инфильтрации (м/ч)
Таджикистан, Согдийская область, Джабар-Расуловский, Б.Гафуровский районы					
Гулякандоз	Легкий суглинок	0,5-1,5 м	галечник	I – зона больших и очень больших уклонов 0,014- 0,03	A B – сильная, средняя водопроницаемость 0,0138-0,0042
Узбекистан, Ферганская область, Кувиенский, Ташлакский, Ахунбабаевский районы					
ЮФК	Легкие средние суглинки Супесчаный серозем	0,5-0,7 м местами мощный	галечник	II – зона больших и средних. уклонов 0,003-0,012	A B – сильная, повышенная водопроницаемость 0,0102- 0,0198
Узбекистан, Андижанская область, Булакбошинский район					
ЮФК	Легкие средние суглинки Супесчаный серозем	0,5-0,7 м местами мощный	галечник	II – зона больших и средних уклонов 0,003-0,012	A B – сильная, повышенная водопроницаемость 0,0102- 0,0198
Кыргызстан, Ошская область, Карасуйский, Араванский районы					
Араван- Акбуторинский	Легкие и средние суглинки	0,5-0,7 м местами мощный	галечник	I – зона очень больших уклонов 0,042-0,06	A B – сильная и повышенная водопроницаемость 0,006-0,0402

Таблица 2

**Рекомендации по выбору элементов техники полива хлопчатника и пшеницы для земель,  
подвешенных к пилотным каналам проекта «ИУВР-Фергана»**

Наименование области, района	Почвенные условия	Водопроницаемость	Уклон	Длина борозд L <sub>б</sub>	Расход в борозду q	Поливная норма (брутто) M <sub>б</sub> м <sup>3</sup> /га	Поливная норма (нетто) M <sub>п</sub> м <sup>3</sup> /га	Кол-во поливов	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Междурядье В <sub>б</sub>
Ошская область, Араванский и Карасуйский районы	Легкие и средние суглинки с переменной мощностью покровного мелкозема подстилаемые галечником	А Б - сильная и повышенная водопроницаемость 0,006-0,0402	I - зона очень больших уклонов (0,042-0,06)	40-80	0,1	1100	600-700	Хлоп-5-6 Пшен.-4	Хлоп-6600-7700 Пшен. 4400	0,6
Согдийская область, Дж. Расуловский район	Легкие суглинки с покровным мелкоземом 0,5-0,7м., подстилаемые галечником.	А В - сильная, средняя водопроницаемость 0,0138-0,0042	I-зона больших и очень больших уклонов (0,014- 0,03)	80-100	0,75	900	600-700	Хлоп-8-9 Пшен.-4	Хлоп-7200-8100 Пшен. 3600-4000	0,6
Ферганская область, Кувинский район	Легкие средние суглинки, местами песчаные	А Б – сильная, повышенная водопроницаемость 0,0102- 0,0198	II - зона больших и сред. уклонов (0,003-0,012)	80-100	0,25-0,75	900	600-700	Хлоп-7-8 Пшен.-4	Хлоп-6300-7200 Пшен. 3600-4000	0,6

Наименование области, района	Почвенные условия	Водопроницаемость	Уклон	Длина борозд L <sub>б</sub>	Расход в борозду q	Поливная норма (брутто) M <sub>б</sub> м <sup>3</sup> /га	Поливная норма (нетто) M <sub>п</sub> м <sup>3</sup> /га	Кол-во поливов	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Междурядье В <sub>б</sub>
Андижанская область, Булакбашинский район	Средние суглинки песчаные каменистые с мощным покровным мелкоземом.	А Б – сильная, повышенная водопроницаемость 0,0102- 0,0198	П - зона больших и сред. уклонов (0,003-0,012)	80-100	0,25-0,75	900	600-700	Хлоп-6-7 Пшен.-4	Хлоп-5400-6300 Пшен. 3600-4000	0,6

Различие в потребности к воде по разным культурам незначительно и минимальное количество воды, требующееся за вегетационный период, для получения максимального урожая для большинства культур находится в пределах 660–750 мм и лишь для люцерны достигает 990 мм.

Ощутимыми факторами, вызывающими дефицит влаги у растений являются климатические показатели. В зависимости от температуры воздуха и скорости ветра изменяется интенсивность испарения с листовой поверхности растений и поверхности почвы. Поэтому в практике планирования и нормирования оросительной воды, основное внимание уделяется изменению влажности в почве и суммарному испарению (суммарное испарение – это испарение с поверхности почвы + испарение воды растением).

Почва имеет естественную влагу, сформированную в результате выпадения осадков. Расходование влаги из почвы происходит в результате испарения. Чем выше температура воздуха, тем выше значение испарения и тем быстрее протекает процесс расходования влаги из почвы.

Для выращивания растений и поддержания ее жизнедеятельности необходимо определенное количество влаги в почве. Установлен минимальный предел содержания влаги в почве, ниже которого растение начинает ощущать дефицит влаги. При достижении этого порога необходимо подпитывать почву водой до полного насыщения то есть проводить полив. Установлено что наибольший урожай при экономном расходе воды обеспечивается при предполивной влажности на уровне:

- для люцерны, овощных и зерновых культур – 75-80%;
- для хлопчатника: в период от всходов до созревания – 70%; в фазу раскрытия коробочек – 60-65%.

Для эффективного проведения полива необходимо знать его основные показатели:

- сроки полива;
- нормы полива;
- продолжительность полива;
- количество полива.

## Сроки полива

Срок полива для любой культуры подходит при достижении влаги в почве уровня влажности ниже, которого растение ощущает дефицит влаги и затем начинается процесс завядания. Каким образом можно определить этот уровень влажности. Определение его значения путем отбора проб грунта и ее взвешивания очень сложно и в производственных условиях невыполнимо. Есть традиционные способы определения срока полива по внешним признакам – по состоянию листьев или по пластичности грунта. Эти способы широко известны производителям сельхозкультур, имеющим многолетний опыт:

- по состоянию листьев: при достаточной влаге для растений хлопчатника его листья ломкие и имеют хрустящий звук, при недостаточной влаге листья не ломаются и видна их вялость;
- по пластичности почвы: с глубины 10-20 см отбирается грунт и сжимается в кулак; при достаточной влаге в почве отобранная почва не рассыпается или из отобранного образца скатывают шарик, при достаточной влаге скатывание получается, при недостаточной влаге грунт рассыпается.

Для земель с глубоким залеганием уровня грунтовых вод Ш.Ш. Мухамеджановым разработан более точный способ определения срока очередного полива по сумме суточного испарения со дня последнего полива с учетом его нормы.

Например, 25 апреля проведен посев хлопчатника, 26 апреля проведен вызывной полив с водоподачей  $800 \text{ м}^3/\text{га}$ . Начиная с 26 апреля, ведется учет суточного испарения. В сутки в этот месяц испарение составляет 2-3 мм или  $20\text{-}30 \text{ м}^3/\text{га}$ . За 10 суток с поверхности почвы испарится  $200\text{-}300 \text{ м}^3/\text{га}$  поданной воды, за 20 суток –  $400\text{-}600 \text{ м}^3/\text{га}$  и за 25 суток –  $500\text{-}750 \text{ м}^3/\text{га}$ . Если принять, что испарение в среднем составляет 3 мм, то первый полив мы можем подавать через 25 суток, когда из почвы испарилось  $750 \text{ м}^3/\text{га}$  воды. Срок второго полива рассчитывается с учетом объема воды первого полива и суммы суточного испарения за каждый последующий день после первого полива или на основе среднего суточного испарения, ориентировочно подходящего для этого месяца.

На практике каждый фермер должен заранее знать ориентировочное время полива ( $T_i$ ) для того чтобы подготовить свое поле к поливу. В таком случае фермер, зная суточное испарение  $E_{cp}$  на время полива может взять

это значение за основу (при ожидаемых высоких температурах увеличивая его значение на 1 мм или максимум на 2 мм) и рассчитать за какое время сумма суточного испарения сработает поданный объем воды на орошаемое поле т. е. межполивной период (**N**). Межполивной период может быть определен по формуле, зная объем воды поданный на орошение и суточное испарение за этот период:

$$N = W_i / (E_{cp} * 10) * K_i \quad (1)$$

Где:

**N** – межполивной период или время, за которое расходуется поданная в поле оросительная вода при определенной сумме суточного испарения, сутки;

**W<sub>i</sub>** – объем воды поданный в поле, м<sup>3</sup>/га;

**E<sub>cp</sub>** – среднесуточное испарение, наблюдаемое на искомый период (месяц), эта величина может быть получена по данным многолетних наблюдений, далее приводится таблица со средними значениями суточного испарения на каждый месяц вегетации для различных регионов Ферганской долины, мм;

**10** - переводное число из мм в м<sup>3</sup>/га;

**K** – коэффициент полезного использования оросительной воды в поле, иначе КПД поля, равный 0,70.

Далее, зная межполивной период (**N**) или количество дней, через сколько необходимо проводить очередной полив, рассчитываем дату следующего полива (**T<sub>i+1</sub>**), прибавляя количество дней к дате проведенного полива (**T<sub>i</sub>**).

$$T_{i+1} = T_i + N \quad (2)$$

Если в межполивной период наблюдались осадки, необходимо ввести поправку на определенную расчетом дату полива (табл. 3).

В таблице 3:

800 – водоподача последнего полива в м<sup>3</sup>/га;

$(3,3 \cdot 10) - 3,3$  – ожидаемая средняя величина суточного испарения (мм), умноженная на 10, она преобразуется в  $\text{м}^3/\text{га}$  ( $3,3 \text{ мм} = 33 \text{ м}^3/\text{га}$ );

0,75 – величина полезно использованной воды за вычетом потерь на сброс и глубинную фильтрацию.

Где можно получить информацию о суточном испарении и выпавших осадках? Такая информация имеется на каждой метеостанции. Так как в настоящее время нет службы, предоставляющей такую информацию, в первом приближении можно пользоваться приведенными в табл. 4 средними значениями суточного испарения, полученными по результатам замеров на демонстрационных полях проекта «ИУВР-Фергана» в 2002-2005 гг.

Следует отметить, что для зоны Ферганской долины наиболее характерными являются засушливые март, апрель и май. Для пропашных культур, в частности, для хлопчатника, проводятся влагозарядковые и вызывные поливы. Наиболее эффективно проведение влагозарядковых поливов и посадка хлопчатника на естественную влагу почвы. Однако, если год оказался засушливым, часто приходится после влагозарядковых поливов проводить и вызывной полив. Влагозарядковые поливы в Ферганской долине рекомендуется проводить на суглинистых и среднесуглинистых почвах в марте. На легких, супесчаных и песчаных почвах влагозарядковые поливы проводить не рекомендуется из-за слабой влагоудерживающей способности этих почв.

### **Расчет нормы полива**

Нормы полива зависят от содержания влаги в почве, от типа почвы (механического состава), увлажняемого слоя, уровня грунтовых вод и от вида культуры.

Размер поливной нормы можно установить по зависимости С.Н. Рыжова:

$$W = (V_1 \cdot P - V_2 \cdot P) \cdot h + K \quad (3)$$

Где  $W$  – норма полива,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$V_1$  - наименьшая или предельно полевая влагоемкость почвы в среднем в расчетном слое, % от массы почвы;

$V_2$  - предполивная влажность почвы в том же слое почвы, % от массы почвы;

$P$  - объемный вес почвы (средняя плотность почвы) в расчетном слое;

$h$  – мощность расчетного слоя, см;

$K$  – потери воды на испарение и глубинную фильтрацию в процессе полива, равные 25% от величины дефицита влаги в почве перед поливом.

Так как левая часть зависимости (3) (без потерь  $K$ ) описывает объем воды, необходимый для покрытия дефицита и полного насыщения расчетного слоя, потери воды в процессе полива мы можем рассчитывать относительно этого объема.

При расчетах величину  $K$  можно принять как:

$$K = (V_1 * P - V_2 * P) * h * 0,25 \quad (4)$$

В производственных условиях сложно подобрать все показатели данной зависимости и рассчитать поливную норму. Учитывая, что дефицит влаги в почве, который необходимо покрыть подачей оросительной воды, складывается в результате суммарного испарения (испарение с почвы + испарение с растений), все расчеты можно свести только к одному показателю, а именно – к величине суммарного испарения:

$$W_{2-n} = (\sum E_i * 10) + K \quad (5)$$

где:  $W_{2-n}$  – норма полива, рассчитываемая для первого после вызывного полива, потом для второго и далее поливов, м<sup>3</sup>/га;

$E_i$  - суточное испарение, мм;

$\sum E_i$  – сумма суточного испарения, при котором ее значение становится равным объему поданной воды предыдущего полива, мм;

$K$  - потери воды на испарение и глубинную фильтрацию в процессе полива, равные 25% дефицита, а в данном случае от испарившегося объема за весь межполивной период:

$$K = (\sum E_i * 10) * 0,25 \quad (6)$$

Как и при определении срока полива, так и при определении нормы полива и его расчета, для земель с глубоким залеганием уровня грунтовых вод, достаточно знать ежедневное испарение или его средние значения за каждую декаду для данного региона (табл. 4), в случае если нет ежедневной информации. Принцип расчета очень прост и его могут использовать даже фермеры. При использовании данного метода необходимо иметь водоучет в поле или в фермерском хозяйстве. По водомерным устройствам (Чиолетти, Томсона, Ярцева) можно определить водоподачу на каждое поле с достаточной точностью. Последовательность расчета следующая:

1. После посева хлопчатника (или другой культуры) сразу же проводится вызывной полив. Для Ферганской области рекомендуется проводить посев с 20 по 25 апреля, значит вызывной полив проводится соответственно 21-26 апреля.

2. Норма вызывного полива проводится для увлажнения 50 см слоя почвы, не более. Норма вызывного полива при этом составляет 700-950 м<sup>3</sup>/га брутто. Начиная со дня окончания вызывного полива, ведется учет дней с ежедневным испарением. При испарении 3-4 мм в сутки в конце апреля и в начале мая из поданной на поле оросительной воды ежедневно путем испарения из почвы и растений расходуется 35-40 м<sup>3</sup>/га влаги, за 10 суток расходуется – 350-400 м<sup>3</sup>/га, за 20 суток соответственно – 700-800 м<sup>3</sup>/га. Значит, норма следующего полива должна быть равна норме израсходованной влаги, полученной почвой и растениями в предыдущий полив. Если проводить полив через 20 суток, то норма составит 750-800 м<sup>3</sup>/га нетто или 950-1066 м<sup>3</sup>/га брутто. Так как в практике нет возможности провести полив в сроки с точностью до суток, мы рекомендуем подготовиться к поливу заранее за 3-5 суток до наступления полного расходования поданной влаги. Порядок расчета нормы последующего полива приведен в таблице 5.

Таблица 3

## Пример расчета ориентировочной даты следующего полива

Номер полива	Дата полива ( $T_i$ )	Межполивной период (N) $N = W/(E_i \cdot 10) \cdot K$	Дата следующего полива ( $T_{i+1}$ )	Осадки	Поправка межполивного периода по величине выпавших осадков	Дата следующего полива с поправкой на выпавшие осадки
Выз.полив	26 апреля					
1 - полив		$800/(3 \cdot 10) \cdot 0,75 = 20$ сут.	26 апр +20 сут = 16 мая	23 мм	$230/(3 \cdot 10) = 8$ сут	16 мая+8 сут = 24 мая
	24 мая					
2 - полив		$800/(4 \cdot 10) \cdot 0,75 = 15$ сут	24 мая+15 сут = 8 июня	12мм	$120/(4 \cdot 10) = 3$ сут	8 июня+3 сут = 11 июня
	11 июня					
3- полив		$800/(5 \cdot 10) \cdot 0,75 = 12$ сут	11 июня+12 сут =23 июня	5мм	$50/(5 \cdot 10) = 1$ сут	23 июня+1 сут = 24 июня
	24 июня					

Таблица 4

## Средние значения испарения

Область	Месяцы								
	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
Фергана		3,1	6,5	7,9	7,7	5,9			
Ош		3,0	4,9	6,8	6,1	6,4	2,4		
Ходжент			5,7	7,5	7,1	5,9			

Таблица 5

Расчет поливной нормы

Но- мер поли- ва	Дата полива	Межполивной период (Т)	Срок полива по прогнозу	Осад- ки мм	Поправка меж- поливного пе- риода по вели- чине выпавших осадков	Срок полива по факту с по- правкой на вы- павшие осадки	Поливная норма последующего полива	Поливная норма брутто с учетом всех потерь
	26 апр.							
Выз.								800 м3/га
1		$800/(3*10)*0,75=20$ сут.	26 апр +20сут=16 мая	23	$230/(3*10)=8$ сут	16 мая+8 сут=24 мая	$20 * (3*10)=600$ м3/га	$600/0,75= 800$ м3/га
	24 мая							
2		$800/(4*10)*0,75=1$ 5сут	24 мая+15сут=8 июня	12	$120/(4*10)=3$ сут	8июня+3сут=11 июня	$15* (4*10)=600$ м3/га	$600/0,75= 800$ м3/га
	11 июня							
3		$800/(5*10)*0,75=1$ 2сут	1июня+12сут=23 июня	5	$50/(5*10)=1$ сут	23июня+1сут=24 июня	$12* (5*10)=600$ м3/га	$600/0,75=800$ м3/га
	24 июня							

Расходование влаги на испарение из почвы и растений за различный период времени после полива

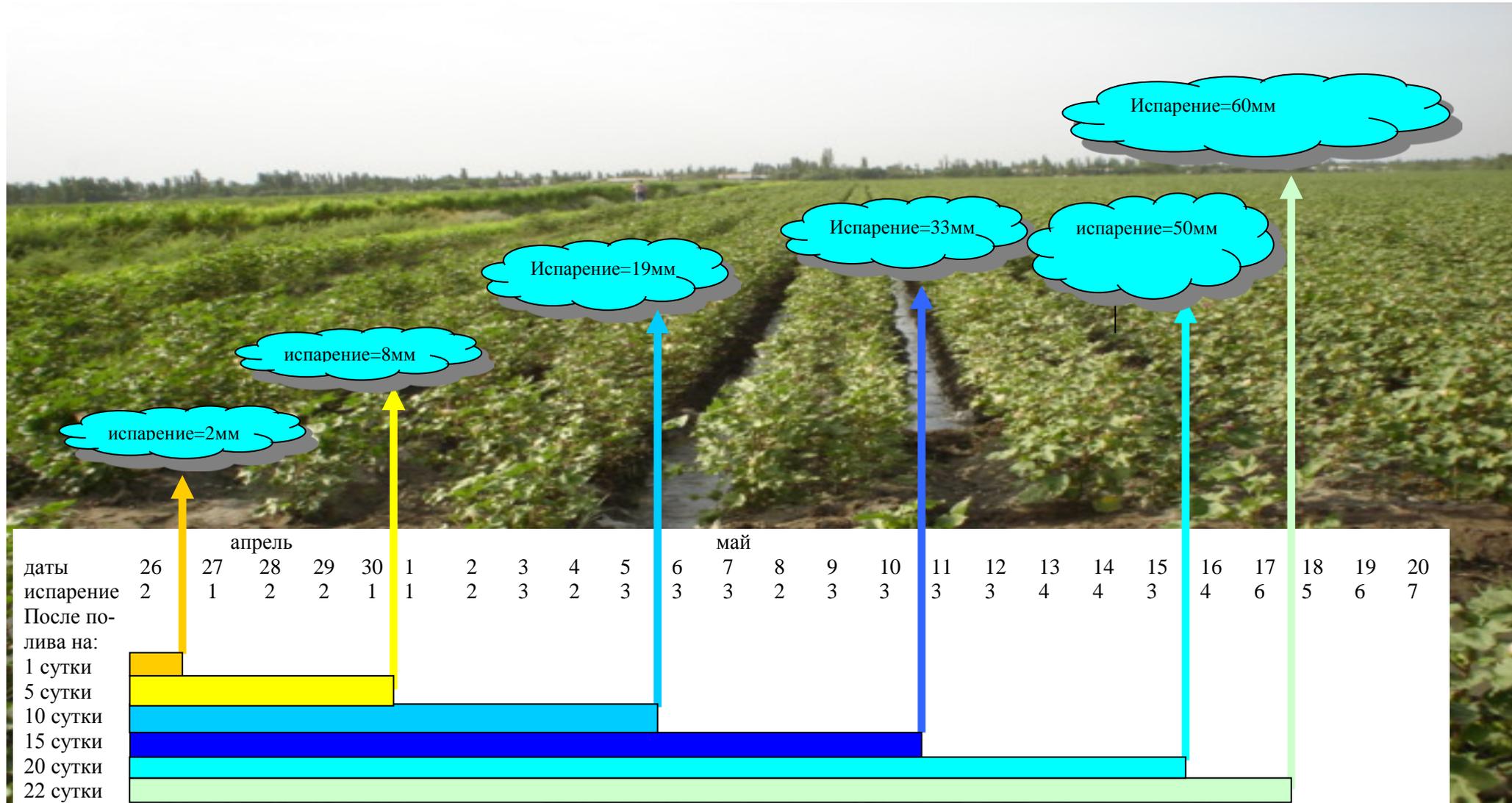


Таблица 6

Ширина междурядий, метр	Расход в борозду, л/с	Длина борозд, метр	Поливная норма грунто, м <sup>3</sup> /га						
			600	700	800	900	1000	1100	1200
			Продолжительность полива, час						
0,6	0,1	40	4	5	5	6	7	7	8
0,6	0,1	50	5	6	7	8	8	9	10
0,6	0,1	60	6	7	8	9	10	11	12
0,6	0,1	70	7	8	9	11	12	13	14
0,6	0,1	80	8	9	11	12	13	15	16
0,6	0,1	90	9	11	12	14	15	17	18
0,6	0,1	100	10	12	13	15	17	18	20
0,6	0,1	150	15	18	20	23	25	28	30
0,6	0,1	200	20	23	27	30	33	37	40
0,6	0,25	40	2	2	2	2	3	3	3
0,6	0,25	50	2	2	3	3	3	4	4
0,6	0,25	60	2	3	3	4	4	4	5
0,6	0,25	70	3	3	4	4	5	5	6
0,6	0,25	80	3	4	4	5	5	6	6
0,6	0,25	90	4	4	5	5	6	7	7
0,6	0,25	100	4	5	5	6	7	7	8
0,6	0,25	150	6	7	8	9	10	11	12
0,6	0,25	200	8	9	11	12	13	15	16
0,6	0,5	40	1	1	1	1	1	1	2
0,6	0,5	50	1	1	1	2	2	2	2
0,6	0,5	60	1	1	2	2	2	2	2
0,6	0,5	70	1	2	2	2	2	3	3

Ширина междурядий, метр	Расход в борозду, л/с	Длина борозд, метр	Поливная норма брутто, м <sup>3</sup> /га						
			600	700	800	900	1000	1100	1200
			Продолжительность полива, час						
0,6	0,5	80	2	2	2	2	3	3	3
0,6	0,5	90	2	2	2	3	3	3	4
0,6	0,5	100	2	2	3	3	3	4	4
0,6	0,5	150	3	4	4	5	5	6	6
0,6	0,5	200	4	5	5	6	7	7	8
0,6	0,75	40	1	1	1	1	1	1	1
0,6	0,75	50	1	1	1	1	1	1	1
0,6	0,75	60	1	1	1	1	1	1	2
0,6	0,75	70	1	1	1	1	2	2	2
0,6	0,75	80	1	1	1	2	2	2	2
0,6	0,75	90	1	1	2	2	2	2	2
0,6	0,75	100	1	2	2	2	2	2	3
0,6	0,75	150	2	2	3	3	3	4	4
0,6	0,75	200	3	3	4	4	4	5	5

Таблица 7

Рекомендуемые нормы полива для различных почвенных разностей, полученные на основе работ проекта «ИУВР-Фергана»

Характеристика почв и подстилаемых грунтов	УГВ, м	ПОЛИВЫ								Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
		вызыв-ной	1	2	3	4	5	6	7	
		Поливные нормы, м <sup>3</sup> /га								
		Пшеница								
Легкие и средние суглинки каменистые, подстилаемые галечником, с большими уклонами.	>5	1000	1050	1000	950					4000
		Хлопчатник								
Средние и легкие суглинки с переменной мощностью покровного мелкозема подстилаемые галечником, с большими уклонами.	>5	980	950	950	950	800	800			5430
Средние суглинки песчаные каменистые с мощным покровным мелкоземом.	>5	600	733	890	965	960	560	602		5300
Легкие суглинки с покровным мелкоземом - 1,0-1,2 м подстилаемые галечником.	0,5-1,0	605	609	526						1740
Средние и тяжелые суглинки с мощным покровным мелкоземом.	1,0-1,5	800	600	600	600	600	600	600		4400
Легкие и средние суглинки с покровным мелкоземом 0,5-0,7м., подстилаемые галечником.	>5	1100	1192	1063	1053	1220	1160	1232	902	8922
Легкие суглинки с мощным покровным мелкоземом.	>5	1100	1080	950	1200	1165	1176	955		7626
Легкие суглинки с покровным мелкоземом 0,5-0,7м., подстилаемые галечником.	>5	489	711	840	850	863	709	637,5	559	5657,5

## **Расход воды в борозду и продолжительность полива**

Важными элементами поливных мероприятий помимо срока и нормы являются расход воды в борозду и продолжительность проводимого полива. Эти элементы полива зависят от нескольких важных показателей:

1. водопроницаемости почвы;
2. уклона поливного участка;
3. длины борозды;
4. вида культуры.

Продолжительность полива и расход в борозду определяется для каждого условия путем экспериментальных исследований с учетом всех показателей полива. В производственных условиях провести подобные расчеты невозможно. Для условий пилотных объектов проекта Ш.Ш. Мухамеджанов разработал методику расчета продолжительности полива по известным параметрам поливного поля.

При известных показателях полива (установленных по таблице 2 или по гидромодульному районированию), рекомендуемых для орошаемого поля, продолжительность полива для одной борозды или группы одновременно поливаемых борозд можно определить по зависимости (7):

$$D_{irr} = M_{br} * ((L_b * B_b) / 10) / q * 3600 \quad (7)$$

Где:

$M_{br}$  – поливная норма брутто, м<sup>3</sup>/га;

$L_b$  - длина борозды, м;

$B_b$  - ширина междурядий, м;

$q$  - расход воды в борозду, л/с;

В таблице 6 приведены значения продолжительности полива для различных сочетаний показателей полива.

## **Опыт разработки Бассейновых планов по развитию, использованию и охране водных ресурсов речных бассейнов: главных и малых трансграничных**

**Сахваева Е.П.**

Эксперт

Кыргызская Республика

В данной статье кратко обобщен опыт разработки автором Бассейновых планов по развитию, использованию и охране водных ресурсов речных бассейнов (БП) главных и малых трансграничных рек Кыргызстана.

Целью работы является представление полученного опыта и краткое изложение существующих проблем речных бассейнов, выявленных в ходе подготовки БП для специалистов, научных и академических кругов, общественности.

Опыт разработки БП представляет практический интерес для государственного управления водными ресурсами, устранения проблем, выявленных в ходе их подготовки, что собственно послужит их реализации в масштабах отдельного речного бассейна.

### **Введение**

Концепция Интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) в мире обсуждалась на крупных международных конференциях в 90-ые годы прошлого века и первые годы этого тысячелетия. В результате была принята специальная директива всемирного Саммита по устойчивому развитию в 2002 году: всем странам разработать планы по ИУВР и водосбережению к 2005 году. Основные цели ИУВР заключаются в следующем:

- предотвратить дальнейшее ухудшение водных ресурсов,
- улучшить состояние водных экосистем и связанных с ними водно-болотных угодий,
- продвинуть устойчивое использование водных ресурсов, основываясь на долговременной их охране,

- ообеспечить снижение загрязнения подземных вод и предотвратить их дальнейшее загрязнение в будущем,
- сделать вклад в регулирование наводнений и засух.

Кыргызстан проявил приверженность принципам ИУВР с принятием в 2005 году Водного Кодекса, являющегося законодательной основой управления водными ресурсами в республике, в соответствии с которым Бассейновые планы по развитию, использованию и охране водных ресурсов рассматриваются в качестве основного инструмента управления водными ресурсами в пределах гидрографических границ главных речных бассейнов (БП, План управления речным бассейном).

В республике работа по разработке БП была начата в конце 2007 г. в рамках проекта Всемирного банка «Улучшение управления водными ресурсами» и продолжается в рамках реализации проекта также Всемирного банка и Швейцарского агентства по развитию «Управление национальными водными ресурсами, Фаза 1». К настоящему времени завершены первые версии пяти БП: Таласского, Чуйского, Иссыккуль-Таримского, Нарын-Сырдарьинского и Карадарья-Сырдарьинского бассейнов (рис.).

Кроме того, в рамках Программы: «Трансграничное управление водными ресурсами в Центральной Азии», реализуемой в свое время в Центрально-Азиатском регионе при поддержке Германского общества по международному сотрудничеству(GIZ) в 2013-2014 гг. были разработаны БП трансграничных рек Исфара (Кыргызстан-Таджикистан) и Аспара (Кыргызстан-Казахстан).

В последние годы при поддержке USAID в рамках реализуемой Программы «SMART Waters» завершается работа над проектами Бассейновых планов трансграничных рек Куркуреусу (Кыргызстан-Казахстан), Падшаата (Кыргызстан-Узбекистан), Аксу-Исфана (Кыргызстан-Таджикистан), а также корректировка БП р. Аспара (Кыргызстан-Казахстан). Также разработан БП р. Чон-Аксу в бассейне оз. Иссык-Куль при поддержке Правительства Норвегии в рамках реализации проекта «Продвижение концепции экосистемных услуг, связанных с водой, в Центральной Азии». Таким образом, работа над БП осуществлялась при поддержке доноров, в рамках реализации проектов Всемирного банка, Швейцарского агентства по развитию, USAID, Правительства Норвегии.

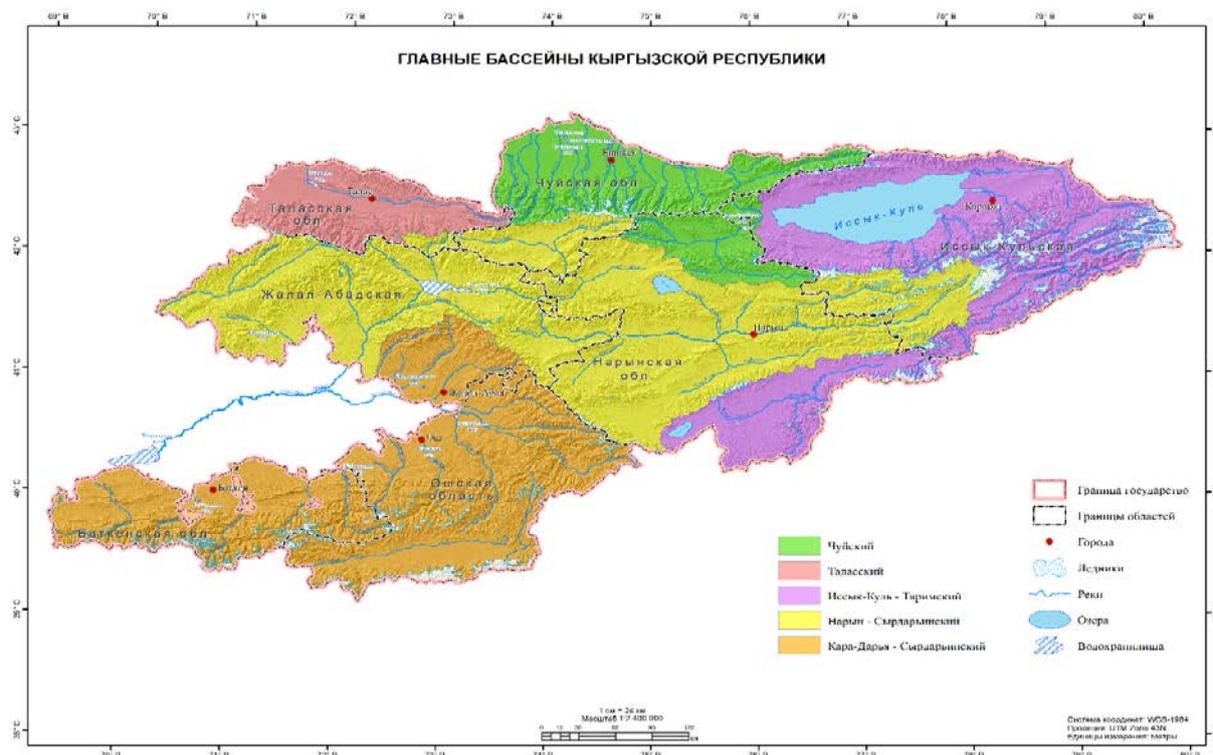


Рис. Главные бассейны Кыргызской Республики

Основными целями разработки Бассейновых планов являются оценка:

- риска маловодья, засухи, наводнений, загрязнения и прорыва плотин в бассейне
- количества и качества водных ресурсов бассейна с учетом ожидаемого изменения климата
- инвестиционных и финансовых потребностей и их источников определение:
- территорий с рисками загрязнения, наводнений и селей
- существующих и потенциальных потребностей в воде
- запасов воды для возможного дополнительного пользования, с учетом требований окружающей среды и обязательств по международному праву;
- потребностей в воде для экологических нужд и населения;
- мест, где необходимо осуществлять строительство берегоукрепительных дамб по защите сельскохозяйственных угодий, и производить посадку лесных защитных насаждений;

- территорий, где может осуществляться добыча гравия и других материалов установка:
- существующих и потенциальных потребностей в воде по объемам ее использования на различные цели
- приоритетов для водопользования и возможные ограничения прав водопользователей среди различных секторов экономики. [1]

При этом БП разрабатывались с учетом результатов научных исследований в различных направлениях: гидрологии, геологии, гидрогеологии, гляциологии, Глобальному изменению климата и др.

Следует отметить, что подготовка Бассейновых планов проводилась на основе наработок Регионального Экологического Центра Центральной Азии, в частности, пособия «Пять шагов к Бассейновому планированию» и Руководства по бассейновому планированию, с учетом международного опыта, главным образом Европейского Союза. В целях разработки и реализации мероприятий Бассейновых планов были созданы Бассейновые советы главных и малых трансграничных речных бассейнов. При разработке БП наряду с экспертной поддержкой важная роль отводится именно Бассейновым советам.

Процесс подготовки и реализации БП проводился в несколько основных этапов, это: сбор, анализ необходимой информации, выявление имеющихся проблем, подготовка текста, ГИС-карт, приложений собственно БП, разработка Перечня мероприятий, необходимых для преодоления выявленных проблем с расстановкой приоритетов, определение размеров необходимого финансирования, исполнительных органов и лиц, обсуждение с членами Бассейнового совета, мониторинг исполнения мероприятий.

Помимо этого, требуется выполнение процедурных правил по принятию Бассейнового плана, так, БП должен разрабатываться, приниматься, реализовываться при координации Бассейнового совета, в состав которого входят представители государственных органов, осуществляющих свою деятельность в пределах данного бассейна и гражданского сектора. Утверждение Бассейнового плана должно осуществляться Национальным советом по воде.

В связи с тем, что разработка БП относительно новое направление деятельности следует отметить некоторые трудности, в частности, связанные с тем, что вся официальная отчетность по использованию водных, земельных ресурсов, пастбищ и др. приводится в разрезе не гидрографических, а административных единиц.

В республике мониторинг за климатическими, гидрологическими, гидрогеологическими параметрами явно недостаточен. Практически отсутствует экологический мониторинг — комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды и важного, с точки зрения бассейнового планирования, за состоянием пастбищ, воздушного бассейна, лесов, качеством водных ресурсов и т.д.

Для определения причинно-следственного анализа экологических проблем речного бассейна обычно используется общепринятая схема:

- движущие силы – это социально-экономические факторы и виды деятельности, которые увеличивают или ослабляют нагрузку на окружающую среду;
- нагрузки – это прямое антропогенное давление на окружающую среду, оказываемое выбросами или сбросами загрязняющих веществ и использованием природных ресурсов;
- состояние – это текущее состояние и тенденции изменения окружающей среды, в том числе качество воды;
- воздействие – это последствия изменения окружающей среды для здоровья человека и других организмов, а также последствия для природы и биоразнообразия;
- реагирование – это конкретные действия, направленные на решение экологических проблем.

Приведенная схема для Кыргызстана представлена в виде таблицы, показывающей, что, практически все виды хозяйственной деятельности в республике оказывают, в той или иной мере воздействие/нагрузку на водные объекты и имеют последствия, в основном негативно сказывающиеся на компонентах окружающей среды. Причем, оценить которые в количественном выражении не представляется возможным в связи с недостаточным мониторингом.

Рассмотрим наиболее значимые нагрузки на водные ресурсы, среди которых следует отметить рост населения, за последние пять лет население республики увеличилось с 5,66 до 6,14 млн. чел. или на 8 %. При этом более высокий процент прироста отмечается в Карадарья-Сырдарьинском бассейне, составивший 10 % [2]. В связи с чем, естественно ожидать увеличения водопотребления населения на питьевые нужды, а, значит, количества сточных вод, сброс которых в конечном итоге осуществляется в водные объекты, вызывая их загрязнение.

Таблица

## Виды деятельности и нагрузки на водные объекты

Вид деятельности	Нагрузка
Жилищно-коммунальное хозяйство	Забор воды для бытовых и коммунальных нужд
	Загрязнение поверхностных и подземных вод органическими, биогенными веществами, синтетическими веществами
	Загрязнение сточными водами и продуктами разложения бытовых твердых отходов
Промышленность: гидроэнергетическая, горно-рудная, перерабатывающая, транспорт	Забор воды для производственных целей
	Нарушение естественного гидрологического режима водных объектов, ухудшение экологического состояния речных систем
	Загрязнение воздушного пространства, поверхностных и подземных вод опасными веществами, нефтепродуктами
Сельское хозяйство	Забор воды для ирригации, большие потери, изменение гидрологического режима рек, деградация экосистем
	Эрозия почв, подъем уровня грунтовых вод, подтопление населенных пунктов, инфраструктуры,
	Увеличение минерализации поверхностных и подземных вод, засоление почв, развитие опустынивания
	Смыв гумусного слоя почвы, увеличение твердого стока рек
	Загрязнение вод пестицидами, органическими и биогенными веществами
Рыбное хозяйство	Инвазивные виды, загрязнение органическими веществами
Туризм	Порубки лесов, вытаптывание травостоя, увеличение эрозии, загрязнение бытовым мусором водных объектов

В последние годы в связи с ростом поголовья скота возрастают нагрузки на пастбища, при этом, наиболее высокий рост поголовья скота наблюдается в Таласском, Чуйском и Карадарья-Сырдарьинском бассейнах. При неурегулированном выпасе скота с уничтожением травостоя естественных кормовых угодий теряется водопоглощающая и водоудер-

живающая способность почвы, приводящая к распылению, уплотнению и разрушению структурных агрегатов почвы, что при соответствующих условиях способствует ее смыву, эрозии, загрязнению водных ресурсов

В последние годы величина водозабора в ирригационных целях довольно стабильна и не превышает  $10,0 \text{ км}^3$  в год. Но в связи с планами по вводу новых орошаемых земель (66 571 га), повышению водообеспеченности существующих орошаемых земель (51 085 га), следует ожидать увеличения водозабора примерно на  $1,0 \text{ км}^3$  в год [3]. Ожидается, что на фоне прогнозируемого снижения стока рек за пределами 20-х годов текущего столетия в связи с глобальным изменением климата, возможно, вызовет проблемы с водообеспечением особенно из малых рек.

Кроме того, рост нагрузок на водные объекты будет возрастать и по причине того, что в республике не соблюдаются режимы охранных зон водных объектов, экологические попуски из водохранилищ, не установлен экологический сток водных объектов, что выявлено при подготовке всех БП.

#### **Выводы:**

- Мониторинг за климатическими, гидрологическими, гидрогеологическими параметрами в республике явно недостаточен;
- Водные объекты республики испытывают возрастающие нагрузки в связи:
- с водозабором на различные нужды, что приводит к изменению естественного гидрологического режима рек, использование больших объемов воды на орошение современными способами приводит к большим потерям, что влечет подъем уровня грунтовых вод, подтопление населенных пунктов и инфраструктуры и др.;
- загрязнением органическими, биогенными, синтетическими веществами, пестицидами, продуктами разложения твердых бытовых отходов, инвазивными видами ихтиофауны и др.;
- увеличением минерализации поверхностных и подземных вод, приводящему к засолению почв, развитию опустынивания;
- эрозией, смывом гумусного слоя почвы, увеличением твердого стока рек
- порубки лесов, вытаптывания травостоя и др.
- несоблюдением режима водоохраных зон и полос и отсутствием требований по экологическому стоку рек.

## Заключение

В процессе разработки БП выявлены большие разноплановые проблемы и намечены меры и мероприятия по их преодолению. Поэтому очевидна важность реализации Бассейновых планов в ближайшие годы, что послужит регулированию выявленных нагрузок на водные объекты. И, несомненно, положительно отразится, как на состоянии речных экосистем, так и на здоровье населения, что важно с точки зрения устойчивого развития государства.

## Использованная литература

1. Водный кодекс Кыргызской Республики от 12 января 2005 года № 8: принят Законодательным собранием Жогорку Кенеша Кыргызской Республики 9 декабря 2004 г. (В редакции Законов КР от 10 октября 2012 г. № 170, 26 октября 2013 г. № 197, 7 мая 2016 г. № 57, 14 июня 2016 г. № 80, 6 апреля 2017 г. № 54)

2. «Об утверждении Государственной программы развития ирригации Кыргызской Республики на 2017-2026 годы» принята Постановлением Правительства Кыргызской Республики от 21 июля 2017 г. № Центриализованный Банк данных правовой информации Кыргызской Республики <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/100162>

3. Проект Всемирного банка: «Управление национальными водными ресурсами, Фаза 1». Бассейновый план по развитию, использованию и охране водных ресурсов Карадарья-Сырдарьинского речного бассейна. Бишкек. 2019.

## **Прогресс в области интегрированного управления водными ресурсами**

**Крутикова К.В.<sup>1</sup>, Насчетникова О.Б.<sup>2</sup>**

**1 Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и  
охраны водных ресурсов**

**2 Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина**

**Российская Федерация**

Принципы интегрированного управления водными ресурсами введенные в практику управления водными ресурсами различных стран претерпевают обновление. Мировые тенденции развития управления водными ресурсами признают роль экосистем с учетом связей и динамики между различными ресурсами и их использованием для согласования управления ими и обеспечения максимальной совместной эффективности. Кроме того, новая парадигма управления водными ресурсами должна способствовать достижению целей устойчивого развития, которые могут быть достигнуты с использованием основанного на зеленых технологиях подхода, предложенного в докладе Организации Объединенных Наций о мировом развитии водных ресурсов [1].

Решения в отношении способа распределения и использования водных ресурсов являются фундаментальными для устойчивого развития, поскольку лежат в основе важнейших аспектов человеческой деятельности [2]. При этом, принципы комплексного управления водными ресурсами служат основой для достижения не только «водных» целей устойчивого развития. С момента формулирования принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) в 1992 году степень их введения в практику в разных странах различна. Многие страны, имеют водохозяйственную политику, опирающуюся на эти принципы. Для этого разработаны и функционируют соответствующие законодательные и финансовые инструменты.

Степень внедрения принципов зависит от условий формирования. Для стран с приоритетом государственной собственности на водные ресурсы и высокой централизацией «водохозяйственной» власти степень реализации принципов ИУВР достаточно высока. Однако, зачастую, прин-

ципы остаются задекларированными и законодательно закрепленными, а фактически бездейственными.

Программой ООН по окружающей среде оценивается прогресс в области интегрированного управления водными ресурсами в различных странах. По данным [Ошибка! Закладка не определена., 3] в России в 2017-2018 годах наблюдается «высокая» степень внедрения комплексного управления водными ресурсами (Degree of IWRM implementation), то есть степень внедрения оценивается на уровне 79 баллов из 100. В данном случае балльное измерение степени внедрения осуществляется путем определения среднего результата самооценки государств по четырем индикаторам:

Благоприятная среда (политика, законы, планы и стратегии);

- Учреждения и участие (межотраслевое координирование, вовлечение в процесс управления частного сектора и других заинтересованных лиц);
- Инструменты управления и программы для принятия информированных решений, охватывающие наличие водных ресурсов, контроль над загрязнениями, связанные с водными ресурсами экосистемы и катастрофы, обмен данными и информацией);
- Финансирование.

Степень внедрения в Российской Федерации, оцененная на уровне 79 баллов, полученная по результатам заполнения специально разработанного вопросника, состоящего из 33 вопросов, представляется авторам завышенной. Анализ результатов заполнения вопросника по Российской Федерации [4] выявляет следующие причины столь высоких оценок:

1. Состояние политики, законов и планов по поддержанию комплексного управления водными ресурсами на национальном уровне оценено на самом высоком уровне. То есть, национальная политика в области водных ресурсов и национальные планы в области комплексного управления водными ресурсами имеют оценку «задачи последовательно выполнены и периодически пересматриваются и уточняются». Инструментами национального уровня являются Водная стратегия РФ и Федеральная целевая программа (ФЦП) «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012-2020 годах». Правительством действительно признается эффективность реализации этих документов, которая оценивается по степени достижения целевых показателей. Однако, например, с момента введения в действие первоначальной версии паспорта ФЦП, проводилась систематическая корректировка целевых показателей в сторону снижения оптимистичности перспектив развития водохозяйственного комплекса. В

результате, зафиксированный на сегодняшний день уровень достигнутых целевых показателей по отчетным данным достаточно высок (поскольку уровень целевых показателей стал значительно ниже), при этом прогресс в достижении целей устойчивого развития не совпадает с заявленным в результатах проведенной самооценки.

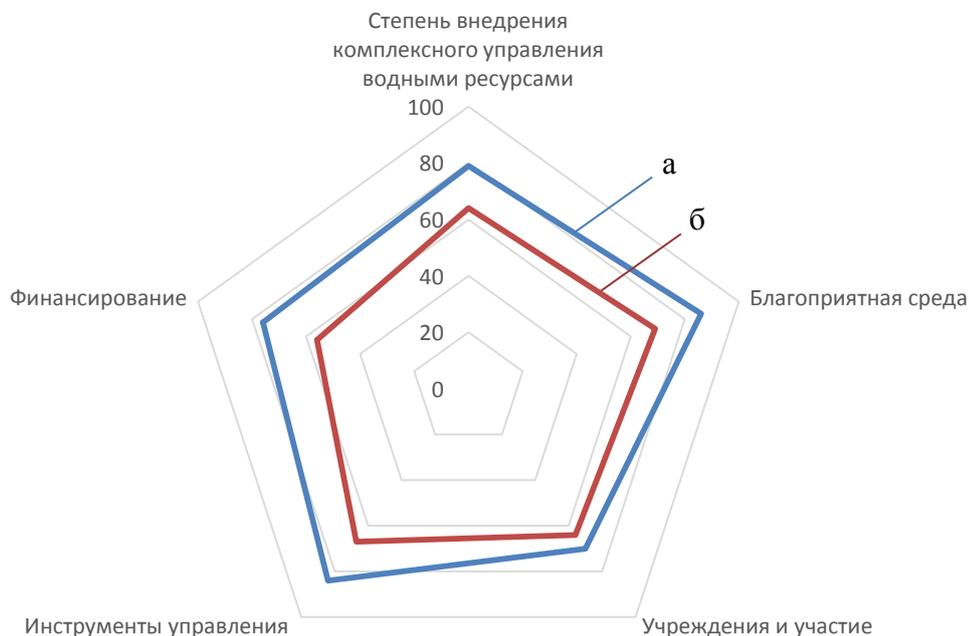
2. Статус органов власти, занимающихся осуществлением комплексного управления водными ресурсами на региональном уровне, также имеет максимальную оценку с формулировкой «органы имеют потенциал для эффективного руководства периодическим пересмотром плана комплексного управления водными ресурсами». Утверждение является спорным, поскольку на уровне субъекта федерации управление ресурсами водных объектов осуществляется за счет деятельности отделов водных ресурсов территориальных отделов Росводресурсов – Бассейновых водных управлений, и министерств (департаментов) природных ресурсов, входящих в состав правительства субъекта федерации. В функции отдела водных ресурсов БВУ входит осуществление полномочий Росводресурсов на территории конкретного региона, то есть задач, формируемых на национальном уровне. Региональное же министерство может разрабатывать и реализовывать региональную целевую программу в сфере управления природными ресурсами и экологии, в составе которой, как правило, имеется блок водохозяйственных мероприятий. Правительство РФ стимулирует региональные власти к формированию региональных программ. В ФЦП "Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012 - 2020 годах" предусмотрено предоставление субсидий регионам по направлению «Софинансирование региональных программ субъектов Российской Федерации в части природоохранных мероприятий». В 2018 году предусмотрены субсидии семи субъектам Российской Федерации в объеме 380,92 млн. рублей на софинансирование 11 природоохранных мероприятий, включая 115,99 млн. рублей на выполнение четырех мероприятий приоритетного проекта «Сохранение и предотвращение загрязнения р. Волга». Заключено семь соглашений с семью субъектами Российской Федерации в объеме 380,92 млн. рублей на софинансирование указанных мероприятий – 100 % от предусмотренного объема [5]. Указанные количество участвующих регионов и объемы финансирования этих субсидий, оценивая масштабы всей Российской Федерации, а также причины недостаточной их результативности свидетельствуют о несущественности деятельности региональных органов государственной власти в области комплексного управления водными ресурсами. Таким образом, статус региональных органов власти не может быть высоко оценен.

3. Инструменты управления, поддерживающих осуществление комплексного управления водными ресурсами на бассейновом уровне имеет высокую оценку за счет реализации схем комплексного использования и

охраны водных объектов. По своей сущности Схемы должны быть ключевым рабочим документом (инструментарием принятия управленческих решений, планирования, проектирования относительно водохозяйственных мероприятий) в сложной системе управления водными ресурсами, увязывающим все направления водохозяйственной деятельности на всех уровнях, а по факту они получились бездейственными. Например, никто не отслеживает исполнение мероприятий, не входящих в полномочия Росводресурсов, но занесенных в перечень мероприятий по достижению целевого состояния водных объектов схемы. Для муниципальных органов власти и органов исполнительной власти отсутствуют соответствующие нормативно-правовые акты, обязывающие их исполнять положения схем и отчитываться по реализации мероприятий. Таким образом, средний уровень реализованности мероприятий СКИОВО по количеству и по запланированной стоимости менее 30 % [6], что конечно снижает реальный статус этого инструмента управления.

4. К инструментам управления отнесены системы управления связанными с водой экосистемами на национальном уровне. «Связанные с водой экосистемы включают реки, озера и водоносные горизонты, а также водно-болотные угодья, леса и горы. Управление этими системами включает такие средства как планы управления, оценка связанных с окружающей средой потребностей в воде и защита территорий и видов. Мониторинг включает измерение района распространения и качества экосистем с течением времени» [**Ошибка! Закладка не определена.**]. Подобные оценки и измерения в России проводятся в индивидуальном порядке, как правило, на уровне единичных локальных научных исследований и не введены в практику государственного управления. Даже стратегические документы прочих отраслей национального уровня, принятые позднее Водной Стратегии РФ, не всегда учитывают необходимость реализации ее принципов. В самой стратегии понятие экосистемы рассматривается только в контексте создания методологических и технологических основ экосистемного водопользования в разделе стратегии о научно-техническом обеспечении ее реализации. Подобная ситуация не заслуживает получения «очень высокой» оценки по рассматриваемому инструменту управления.

5. Финансирование управления водными ресурсами на национальном уровне, а также состояние финансирования развития водных ресурсов и управления ими на уровне бассейна, включая инфраструктуру водных ресурсов, получили «высокие» оценки, что означает «средства выделены, все запланированные проекты в стадии осуществления». Хотя, бассейновые планы (схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов), как отмечалось ранее, реализуются менее, чем на 30 % в среднем по стране, в том числе по стоимости запланированных мероприятий.



**Рисунок – Степень внедрения комплексного управления водными ресурсами:**  
**а) по данным IWRM DATA PORTAL**  
**б) по оценкам авторов**

В «Докладе о человеческом развитии в Российской Федерации: Цели устойчивого развития ООН и Россия» [7] говорится о необходимости разработки стратегий достижения ЦУР нашей страны, их интегрирования и «согласования» с мировой практикой. Именно на повышение эффективности действующих механизмов комплексного управления водными ресурсами целесообразно направить усилия в перспективе, говорится в докладе. Опыт некоторых стран, опережающих многие в расширении принципов управления ресурсами, мог бы быть использован в качестве ориентиров развития. Имея завышенную оценку степени внедрения комплексного управления водными ресурсами, Россия относится к категории стран, потенциально способных достичь цели устойчивого развития, и отсутствует необходимость дополнительных усилий для ускорения прогресса. Фактически же оценивается потребность коренного совершенствования перечисленных элементов системы управления водными ресурсами.

Обновление принципов интегрированного развития в мире находится на стадии обобщения, сбора информации о примерах применения и выявления особенностей и возможных затруднений. Одним из направлений развития принципов управления водными ресурсами является применение нексус-подхода [8]. Исследования в этой области формируются и обобщаются международными организациями. В Российской Федерации пока отсутствует инициатива государственных органов в сфере управления природопользованием по введению новых принципов управления водными ресурсами в политику управления и международного взаимодействия.

Таким образом, прогресс в реализации современных принципов интегрированного управления водными ресурсами в Российской Федерации переоценен. Направления расширения комплексного управления водными ресурсами заключаются в: разработке стратегий достижения водных целей устойчивого развития, необходимости оценки системы взаимосвязей использования различных видов ресурсов, учете экосистемной составляющей водно-ресурсного потенциала.

#### Использованная литература

1. The United Nations World Water Development Report 2018
2. UN Environment (2018). Progress on integrated water resources management. Global baseline for SDG 6 Indicator 6.5.1: degree of IWRM implementation.
3. Sustainable Development Goal Indicator 6.5.1 on IWRM. Режим доступа: <http://iwrmdataportal.unepdhi.org/iwrmmmonitoring.html>
4. Вопросник для стран по показателю ЦУР 6.5.1 «Степень осуществления комплексного управления водными ресурсами (0-100)». Режим доступа: <http://iwrmdataportal.unepdhi.org/IWRMDataJsonService/Service1.svc/getNationalSubmissionFile/Russian%20Federation>
5. Краткие отчеты о реализации ФЦП (данные 2018 года по состоянию на 1.10.2018) Режим доступа: <http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFinDoc?fcp=403&fin=92&year=2018>
6. Косолапов А.Е., Косолапова Н.А., Калиманов Т.А. СКИОВО как инструмент обеспечения комплексного использования водных объектов и принятия решений в области управления водными объектами Материалы Всероссийская научно-практическая конференция "Водные ресурсы России: современное состояние и управление", 2018
7. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2016 год / под ред. С. Н. Бобылева и Л. М. Григорьева. — М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2016. 298 с.
8. The Nexus Methodology Режим доступа: <https://www.unece.org/environmental-policy/conventions/water/areas-of-work-of-the-convention/envwaternexus/the-nexus-methodology.html>

## **Стратегии адаптации к изменению климата в целях устойчивого управления водными ресурсами на малых островах**

**Камило Л.Ф.**

Университет Сан Томас  
Колумбия

Наибольший в мире объем незамерзшей и доступной пресной воды содержится в подземных водах [1], и для многих стран они считаются важным ресурсом сельскохозяйственного и питьевого водоснабжения [2]. По всему миру подземные воды составляют около 30% пресной воды, в основном используемой на питьевые и хозяйственные нужды (22 %), производство продовольствия (67 %) и промышленную деятельность (11 %) [3]. Также признается, что в мире подземные воды стали большой проблемой в социально/экономической перспективе [4]. На протяжении последних десятилетий растущий мировой спрос на подземные воды привел к необходимости принятия мер по мониторингу этого ресурса в устойчивом контексте, где бы находились в балансе окружающая среда, общество и экономика [5]. Эта проблема особенно актуальна для малых островов, где пресная вода поступает преимущественно из источников подземных вод, пополнение которых зависит от климата, топографии, геологии и растительного покрова [6]. Большинство из этих островов занимают небольшую территорию, имеют недостаточно ресурсов, удалены от материка, подвержены действию природных катаклизмов и уязвимы перед изменениями климата – все эти проблемы заставляют заинтересованные стороны формулировать адекватные ответы в смысле управления водными ресурсами [7].

Для малых островов часто характерна высокая рождаемость, превышающая темпы экономического роста, что происходит в контексте нескольких неблагоприятных моментов, таких как избыточная зависимость от международной торговли, перерасход и преждевременное истощение ресурсов, относительно маленькие водосборы, находящиеся под угрозой водоснабжение, дорогостоящее администрирование и инфраструктура, включая транспорт и связь, и ограниченные институциональные возможности [8]. Второй фактор – это изменение климата, при котором растет уровень двуокиси углерода в атмосфере, и, если эта тенденция продолжит-

ся, климатические характеристики изменятся и это окажет влияние на гидрологические циклы, управляющие типом погоды. Хотя повышение температуры вероятнее всего приведет к увеличению осадков в глобальном масштабе, оно может привести или к увеличению или к сокращению дождей осадков на местном уровне, в зависимости от конкретных климатических условий и геоморфологических характеристик [9]. С учетом двух этих моментов оценка устойчивости на малых островах требуется для того, чтобы понимать последствия фактической эксплуатации подземных вод и формулировать стратегии для защиты водоносных слоев, в экологическом, социальном и экономическом контекстах. Это требование представляет собой вызов, заключенный в Agenda 2030 в виде шестой из целей устойчивого развития [10].

Имея в виду насущность вышеуказанных проблем, поставлены цели настоящего исследования: а) исследовать водную систему малого острова Сан Андрес с холистической точки зрения; б) оценить уровень устойчивости системы в социальной и экологической перспективе; и с) предложить серию стратегии безопасности, качества и управления в целях совершенствования управления водными ресурсами острова, которые могли бы быть применены на других территориях по всему миру. Остров Сан Андрес в Карибском море был выбран в качестве наглядного примера в силу убаыстряющегося роста его населения и растущей туристической активности. Эти моменты создают риски для водной безопасности и создают негативное воздействие на окружающую среду, увеличивая давление на основные экосистемы острова, такие как мангровые заросли, коралловые рифы и водосборы, и вызывая их деградацию [11].

Устойчивость была оценена по различным категориям индикаторов, таким как источники воды, источники питьевой воды, система канализации, очистка сточных вод, управление твердыми отходами, адаптация к климату и руководство. Эти индикаторы оценивались по трем уровням: высокоустойчивые, неудовлетворительно устойчивые и неустойчивые. На основе оценки устойчивости была предложена серия стратегий, направленных на совершенствование управления водными ресурсами на острове.

## **Методология**

Архипелаг Сан Андрес, Провиденсия и Санта Каталина представляет собой часть колумбийской территории и расположен к северо-востоку от колумбийского континентального побережья на западе карибского моря примерно в 240 километрах от Центральноамериканского побережья (рис. 1.). Он состоит из трех главных островов: Сан Андрес, Провиденсия и

Санта Каталина [11]. Остров Сан Андрес расположен у северного конца так называемой Зоны интер-тропической конвергенции (ЗЦИТ). Он имеет площадь примерно  $26 \text{ км}^2$  и население на сегодняшний день 77 000 жителей. Основные виды хозяйственной деятельности – туризм, торговля и производные услуги. Средняя температура  $26^\circ\text{C}$  [11]. Для более полного описания системы управления водными ресурсами в системе были выделены четыре компонента: атмосферный отдел (осадки и их стокообразующая часть), почвенный отдел (почва, подпочва и водоносный слой), водный отдел (опреснительная установка и станция водоподготовки), и водопользование (хоз/бытовое использование населением, септик-танки, система канализации и морской выводной коллектор).

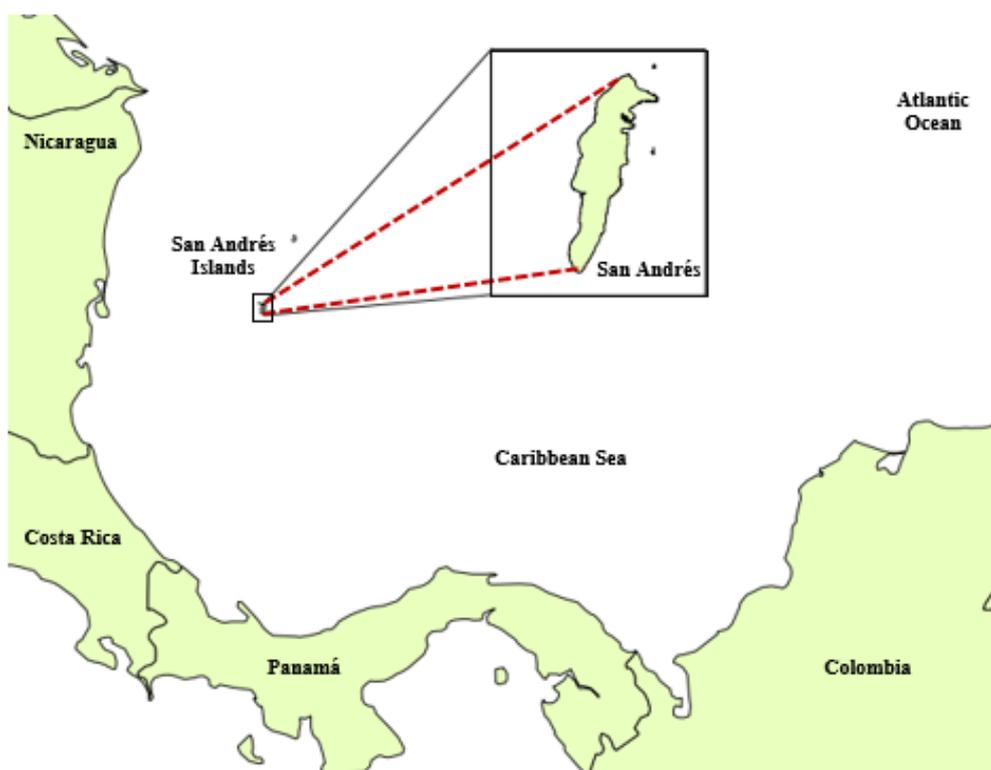


Рис.1. Расположение о. Сан Андрес в Карибском море

## Результаты и обсуждение

*Водопотребление:* Водный цикл в системе начинается с двух источников: естественные осадки и забор соленой воды из моря. Согласно официальным отчетам [11] в среднем осадки на острове составляют 1900 мм в год. Наиболее критичные месяцы – с декабря по апрель, когда выпадает от 1 до 13 мм осадков в месяц. Период с июня по ноябрь дает наибольшее ко-

личество осадков - от 147 до 183 мм. Среднее потребление воды, требующееся на душу населения, составляет 150 литров в день. Однако, в год остров посещает примерно миллион туристов, чье водопотребление составляет 186 литров в день. Из общего потребления воды 36 % поступает со станций водоподготовки, 35 % - с опреснительной установки, 21 % - непосредственно от сбора дождевой воды и 8 % - прямо из колодцев. Станции водоподготовки дают приблизительно  $6000 \text{ м}^3$  (82 % идет из водоносных слоев) из  $11.000 \text{ м}^3$ , необходимых для острова, что выливается в дефицит в 48 %. Только 60 % населения имеют доступ к водопроводу. Домашние хозяйства, не имеющие такого доступа, собирают дождевую воду. Имеется около 6000 колодцев, из которых 96% расположены в жилых районах, а остальные колодцы используются ресторанами, отелями и государственными учреждениями.

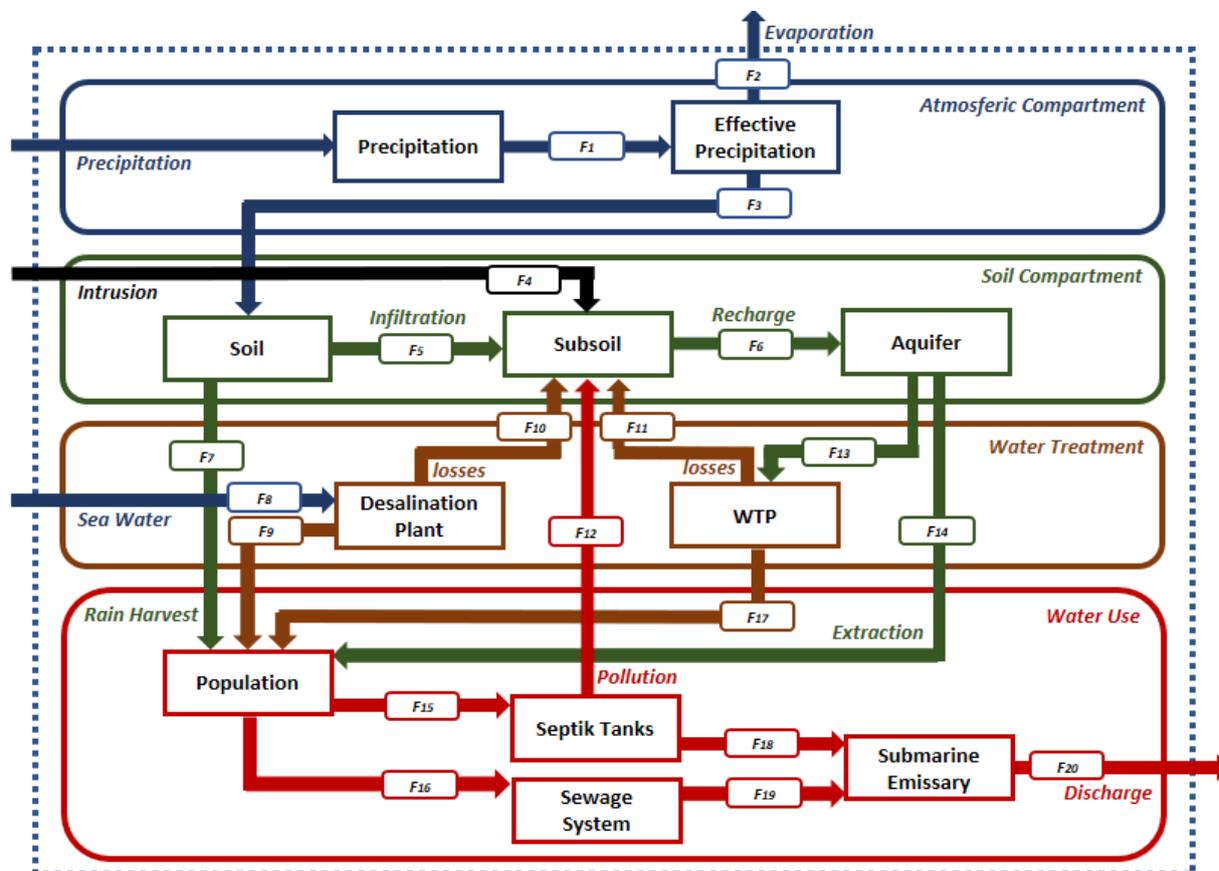


Рис. 2. Система течения воды для острова Сан Андрес

*Управление сточными водами:* Сточные воды сбрасываются в 10.266 септиков, размещенных по всей территории острова [12]. 84 % домохозяйств обладают септиками. Некоторые из них нормально обслуживаются, сточные воды из них забираются автоцистернами местной компании. Однако, из-за большого количества септиков, большинство из них

действует как естественные фильтры, с инфильтрацией воды через слои почвы. Собранные автоцистернами стоки сбрасываются в море через морской выводной коллектор. По официальным отчетам через морской выводной коллектор проходит только 26 % сточных вод. На острове нет сооружений для очистки сточных вод.

*Загрязнение водоносных слоев:* Существует два источника загрязнения водоносных слоев. По причине постоянного изъятия воды происходит проникновение морской воды в водоносные горизонты. Кроме того, происходит фильтрация сточных вод из септиков в подпочву. Только 1 % подземных вод пригоден для питья, 69 % очень загрязнены и 30 % загрязнены умеренно [13].

*Оценка устойчивости:* Оценка устойчивости показала, что на водную безопасность влияют климат, несовершенство системы водоснабжения и туризм. По причине роста населения и недостаточности мер в отношении политики охраны окружающей среды качество поверхностных вод подвергается умеренному риску загрязнения. Что касается подземных вод, то 99% колодцев загрязнены из-за инфильтрации загрязняющих веществ через слои почвы и недостаточного обслуживания септиков. Даже несмотря на то, что качественные параметры прошедшей подготовку воды отвечают требованиям, половина населения не имеет доступа к системе водоснабжения, а точки подготовленной воды составляют 78 %, что очень много для региона с дефицитом воды. Сейчас строятся очистные сооружения для сточных вод, однако, в работе происходят задержки и это создает высокий риск загрязнения водной системы острова. По инфраструктурным показателям: только 26 % населения имеет доступ к канализационной системе. Местное правительство доложило план развития на 2019, однако, в нем не содержится никаких определенных мер по адаптации к изменениям климата – ни оценки рисков, ни реализации устойчивых стратегий энергопотребления и строительства. И, наконец, даже несмотря на то, что территория Сан Андрес включен в биосферный заповедник «Санфлауэр», учрежденный ЮНЕСКО в 2000 году, колумбийское ведомство по охране окружающей среды только в 2005 объявило о создании «Охранной морской зоны». Это указывает на проблему, связанную с управлением политикой по охране окружающей среды, и отражает низким участием общественности в лице муниципалитетов. Обобщая, можно сказать, что оценка устойчивости установила 15 индикаторов неустойчивости, 6 неудовлетворительной устойчивости и 8 – высокой устойчивости (табл.). Целью этой оценки было определение возможных для реализации стратегий достижения устойчивости.

Таблица

Оценка устойчивости системы управления водным ресурсами (адаптировано из  
Кооп et al., 2015) [14]

Категория	Индикатор	Значение
Источники воды	Качество поверхностных вод	Неустойчивое
	Качество подземных вод	Неустойчивое
	Дождевая вода	Высокоустойчивое
Питьевое водоснабжение	Станции водоподготовки	Неустойчивое
	Опреснительные установки	Неудовлетворительно устойчивое
	Доступ к питьевой воде	Неустойчивое
	Протечки в водоснабжении	Неустойчивое
	Потребление воды	Неудовлетворительно устойчивое
Система канализации	Доступ к канализации	Неустойчивое
	Возраст канализации	Неустойчивое
	Разделение дождевых вод	Неустойчивое
Управление сточными водами	Очистка сточных вод	Неустойчивое
	Получение энергии	Неустойчивое
	Получение биогаза	Неустойчивое
	Повторное использование ила	Неустойчивое
Управление твердыми отходами	Сбор твердых отходов	Неудовлетворительно устойчивое
	Переработка твердых отходов	Неудовлетворительно устойчивое
	Получение энергии из твердых отходов	Неустойчивое
Адаптация к климату	Зеленое пространство	Высокоустойчивое
	Экологичные строения	Неудовлетворительно устойчивое
	Биоразнообразие	Высокоустойчивое
	Зеленое пространство	Высокоустойчивое
	Прирост населения	Высокоустойчивое
Управление	Управление на местном уровне	Неустойчивое
	Участие общественности	Высокоустойчивое
	Планы действий по воде	Высокоустойчивое
	Регулирование водных ресурсов	Высокоустойчивое
	Мониторинг системы	Неудовлетворительно устойчивое
	Инвестиции в систему	Неустойчивое

*Стратегии водной безопасности:* Водная безопасность на острове Сан Андрес находится в зоне высокого риска, с учетом того, что у населения низкий уровень доступа к водоснабжению, имеющему два источника: подземные воды и опреснение морской воды. Кроме того, вся система непосредственно зависит от таких природных явлений, как осадки, сток, инфильтрация в почву и интрузия морской воды. В контексте изменения климата должна быть выработана стратегия, концентрирующаяся на понимании гидрологической системы и включающая в себя понимание социальной динамики на острове, экономика которого основана на туризме. Поэтому требуется социо-гидрологический подход для того, чтобы достичь успехов в прогнозировании, планировании и принятии решений [15]. Это позволит усилить водную безопасность через следующие фазы:

а) понимание системы, разработка гидрологических моделей в соответствии с экстремальными сценариями изменения климата, чтобы оценить риски, вытекающие из этих изменений;

б) объединение островных соответствующих заинтересованных сторон, таких как владельцы отелей, туристических агентств, органов ведомства по охране окружающей среды, государственных чиновников, муниципалитетов и представителей мелкого бизнеса;

с) реализация стратегий комплексного управления водными ресурсами с участием всех заинтересованных сторон и в контексте изменений климата и оценки рисков. Реализация стратегий требует инвестиций для удовлетворения спроса на воду со стороны сообщества, создания планов на случай чрезвычайных ситуаций и для непрерывного мониторинга системы.

*Стратегии обеспечения качества воды:* Экономическое развитие острова основано на туризме, который генерирует большие количества сточных вод и твердых отходов. Кроме того, отсутствие мощностей по очистке сточных вод и слабая инфраструктура канализационной системы, доступной только для 26% населения, приводят к высокому уровню загрязнения как подземных вод, так и морских вод, окружающих территорию острова. Именно постоянный мониторинг подземных вод дал информацию о низком качестве воды в 99% скважин. С учетом того, что сточные воды есть источник загрязнения подземных вод, почвы и экосистем [16], эта базовая информация помогает в создании стратегий, которые должны включать в себя массовую установку пластиковых септиков с частым и регулярным сбором сточных вод и начало эксплуатации очистных сооружений для сточных вод. Сбор сток из септиков и их очистка должны включать в себя получение энергии и биогенов, что является важным индикатором устойчивости, это будет существенной целью достижения устойчивости к 2030 году. Кроме того, правильное управление отходами считается

приоритетом в смысле предотвращения использования свалок, также важного источника загрязнения.

*Экотуризм как одна из стратегий управления водными ресурсами:* Стратегии водного управления должны двигаться в направлении программы экотуризма, которая, как это было описано в предыдущих работах, должна включать в себя гармонизированную с природой политику, экологически устойчивые действия, образовательные программы по охране окружающей среды, экономические выгоды для местного сообщества и оптимальную степень удовлетворенности туристов [17]. Сан Андрес является биосферным заповедником, признанным ЮНЕСКО, и это потенциал повышения качества управления водными ресурсами и разработки стратегий экотуризма. Туристам нужно рассказывать о характере водных проблем острова, о стратегиях водного управления, программах управления твердыми отходами и направлениях политики по защите экосистем.

*Стратегия управления:* Управление водными ресурсами – это комплексный и многосоставный процесс, в котором задействованы различные юрисдикции, различные функции и органы власти, который расплывчен по различным институтам разных масштабов и иерархических уровней. Стратегии управления для данного острова рассматриваются согласно подходу, изложенному Woodhouse и Muller [18]. В случае скудности водных ресурсов очевидно, что спрос на воду превосходит имеющееся предложение, поэтому наличие воды определяется финансовыми возможностями создать дополнительное предложение, увеличивая мощности опреснительных установок, повышая качество и эффективность сети водоснабжения. Что касается совместного участия, то заинтересованные стороны на высшем уровне должны обеспечить участие всех ассоциаций, муниципалитетов, жителей, правительственных и природоохранных учреждений, туристических агентств для того, чтобы создать площадку для обсуждения всех природоохранных вопросов, относящихся к воде. Относительно масштаба – стратегии управления водными ресурсами должны обсуждаться с учетом всех смежных секторов, таких как городские территории, сельские территории, особые густонаселенные районы по всему острову, оказывающие и большое воздействие на водные ресурсы и больше всех в них заинтересованные. В экономической перспективе существуют стратегии, такие как установление прав собственности на количество воды, управление качеством воды, оперативные вопросы, взимание платы за загрязнение, взимание платы за сброс стоков, адаптация водопользования к изменениям климата и изменение государственных и частных приоритетов относительно охраны окружающей среды и водных ресурсов. Однако, эти вопросы должны обсуждаться заинтересованными сторонами на всех иерархических уровнях. И, наконец, в отношении управления: особенно актуально и

обязательно наличие сети или коллективной организации для малого бизнеса острова, для обсуждения таких связанных с водой вопросов как общая собственность с большим риском дефицита воды в контексте климатических изменений<sup>F</sup>. Важно учитывать то, что на сети, как указывают Woodhouse and Muller, оказывают воздействие физические факторы, различные уровни экономического и социального развития, а также политические и культурные норм, выработавшиеся на протяжении долгих периодов.

## **Выводы**

В контексте изменений климата острова – это небольшие территории, воспроизводящие, в малом масштабе, глобальную ситуацию с водной безопасностью и дефицитом воды. В статье дается описание системы управления водными ресурсами на острове Сан Андрес и приводится оценка ее устойчивости, в результате которой было определено «неустойчивое управление водными ресурсами». Однако, объединение заинтересованных сторон, улучшения в управлении твердыми отходами и сточными водами, повышение мощности инфраструктуры водоснабжения и реализация программ экотуризма – это те стратегии, которые могут помочь поднять уровень устойчивости на острове.

## **Использованная литература**

1. Gun, J.; Groundwater and global change trends, opportunities and challenges; UNESCO, Paris, 2012; ISBN 978-92-3-001049-2.
2. Niu, B.; Loáiciga, H. A.; Wang, Z.; Zhan, F. B.; Hong, S. Twenty years of global groundwater research: A Science Citation Index Expanded-based bibliometric survey. *Journal of Hydrology*. 2014, 519, 966–975.
3. Wada, Y.; Beek, L.P.H. van; Kempen, C.M. van; Reckman, J.W.T.M.; Vasak, S.; Bierkens, M.F.P. Global depletion of groundwater resources. *Geophysical Research Letters*. 2010, 37.
4. Burke, J.J.; Moench, M.H. Groundwater and society: resources, tensions and opportunities. *Themes in groundwater management for the twenty-first century*. United Nations. 2000, ISBN: 9211044855
5. Gleeson, T.; VanderSteen, J.; Sophocleous, M.A.; Taniguchi, M.; Alley, W.M.; Allen, D.M.; Zhou, Y. Groundwater sustainability strategies. *Nature Geoscience*. 2010, 3, 378-379.
6. Holding, S.; Allen, D.M.; Foster, S.; Hsieh, A.; Larocque, I.; Klassen, J. Groundwater vulnerability on small islands. *Nature Climate Change*. 2016, 6, 1100–1103.

7. Robins, N.S. A review of small island hydrogeology: progress (and setbacks) during the recent past. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*. 2013, 2012–063.

8. UN. A/CONF.167/9 Chapter I, Annex II - UN Documents: Gathering a body of global agreements. Programme of Action for the Sustainable Development of Small Island Developing States. Available online: <http://www.un-documents.net/sids-act.htm> (accessed on Jul 8, 2018).

9. Mimikou, M.A.; Baltas, E.; Varanou, E.; Pantazis, K. Regional impacts of climate change on water resources quantity and quality indicators. *Journal of Hydrology*. 2000, 234, 95–109.

10. UN-Water. SDG 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation Archives. Available online: <file://localhost/Users/camilolesmes/Zotero/storage/D89YETLP/sdg-6-synthesis-report-2018-on-water-and-sanitation.html> (accessed on July 9, 2018).

11. Peralta, J. Plan de Manejo de la Cuenca El Cove. CORALINA. 2005, 64. Available online: <https://www.coralina.gov.co/coralina/ordenacionterritorial/planificacion-institucional-y-ambiental/planes-de-manejo/plan-manejo-y-ordenacion-de-cuencas/129-plan-de-manejo-y-ordenacion-cuenca-el-cove/file.html> (accessed on Jul 8, 2018).

12. UNAL. Acuíferos de San Andrés, en riesgo por falta de alcantarillado. Available online: [http://agenciadenoticias.unal.edu.co/en/detalle.html&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]](http://agenciadenoticias.unal.edu.co/en/detalle.html&tx_ttnews[tt_news]) (accessed on Jul 9, 2018).

13. Ibañez-Gil, J.W.; Chaparro, F.; Ramirez, J.D.; Quiroga, H.G.; Lesmes-Fabian, C. Acuíferos de San Andrés: Evaluación de la Problemática Ambiental. VI Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Tunja, Septiembre de 2016.

14. Koop, S. H. A. y van Leeuwen, C. J. Assessment of the Sustainability of Water Resources Management: A Critical Review of the City Blueprint Approach. *Water Resour. Manag.*, vol. 29, n.o 15, pp. 5649-5670, dic. 2015.

15. Troy, T.J.; Pavao ~~–Zekovic, M. Evans, T.P. Debat~~  
cio-hydrology: Socio-hydrologic modeling: Tradeoffs, hypothesis testing, and validation. *Water Resources Research*. 2015, 51, 4806–4814.

16. van Leeuwen, C.J.; Vermeire, T.G. Risk Assessment of Chemical: An Introduction. 2nd Edition. Springer. Available online: <http://b-ok.xyz/book/1167827/28baf4> (accessed on Jul 10, 2018).

17. Buchsbaum, B. D. Development in Costa Rica; Virginia Polytechnic Institute and State University. 2004.

18. Woodhouse, P.; Muller, M. Water Governance—An Historical Perspective on Current Debates. *World Development*. 2017, 92, 225–241.

## **О проекте переброски водных ресурсов по трубопроводу из бассейна Верхней Оби в Китай**

**Пузанов А.В., Безматерных Д.М., Рыбкина И.Д.,  
Стоящева Н.В., Резников В.Ф.**

**Институт водных и экологических проблем СО РАН  
Российская Федерация**

### **Предпосылки для перераспределения водного стока**

Как известно, в результате интенсивного роста численности населения, промышленности и сельского хозяйства в ряде регионов Китайской народной республики (КНР) в последние десятилетия наблюдается острый дефицит водных ресурсов. В Синьцзян-Уйгурском автономном районе (СУАР), особенно в его северной части, динамично развиваются промышленность и сельское хозяйство. Здесь разрабатываются богатейшие месторождения природных ресурсов, среди которых – нефтяные месторождения Карамая, Таримского нефтегазоносного бассейна, где сосредоточены до 30 % запасов КНР [1], полиметаллические руды Коктогая, уголь и др. Стремительно увеличиваются посевные площади, занятые хлопчатником и зерновыми, при том, что в этом засушливом центральноазиатском регионе, где огромные пространства занимают пустыни Такла-Макан и Гоби, земледелие невозможно без искусственного орошения. На все эти нужды необходимы большие объемы воды, и проблема решается путем отъема части стока р. Кара-Иртыш с подачей ее потребителю. Для обеспечения потребностей крупнейших водопользователей проведены каналы Черный Иртыш – Карамай и Черный Иртыш – Урумчи. В настоящее время только посредством первого из их отбирается до 2,0 км<sup>3</sup> воды в год, технические же возможности обоих каналов, по расчетам специалистов Института «Казгипроводхоз», при максимальной загрузке могут обеспечить переброску до 6,3 км<sup>3</sup> воды в год [2]. Таким образом, водозабор в будущем может достичь 40–70 % от среднемноголетнего стока р. Иртыш в створе китайско-казахстанской границы, составляющего 9,0 км<sup>3</sup>/год [3, 4], и приве-

сти к дефициту водных ресурсов в казахстанской и российской части бассейна Иртыша.

В 2000 г. китайскими властями была разработана и принята Стратегия освоения СУАР, согласно которой, к 2030 г. планируется население автономного района довести с 20 млн почти до 100 млн чел. Нетрудно предположить, что дефицит водных ресурсов в скором будущем станет существенным препятствием развития этого региона [1].

В качестве одного из способов решения проблемы нехватки воды китайские специалисты предлагают проекты переброски водных ресурсов из приграничных речных бассейнов, в частности, из бассейна Верхней Оби, который, по их мнению, обладает избыточными водными ресурсами.

### **Ресурсы для перераспределения речного стока**

Оценка возможности переброски водных ресурсов из Обь-Иртышского бассейна невозможна без анализа современной водно-экологической ситуации в нем и прогноза развития его водохозяйственного комплекса в будущем. Для Обь-Иртышского бассейна характерны различные по масштабу и остроте проявления проблемы водообеспечения и водопользования. Вододефицитные районы бассейна в основном приурочены к его степной части – области замкнутого стока Обь-Иртышского междуречья и некоторым небольшим, но освоенным водосборам восточного склона Уральских гор. В противоположность этому в ряде регионов бассейна Верхней Оби актуальными являются проблемы подтоплений и наводнений, особенно для бассейнов горных и предгорных притоков [5].

Река Обь – одна из крупнейших на Земле, вместе с Катунью она имеет протяженность 4338 км, площадь бассейна – 2990 тыс. км<sup>2</sup>. По данным Росгидромета средний расход Верхней Оби у г. Барнаула составляет 1,46 тыс. м<sup>3</sup>/с, но он подвержен значительным колебаниям по сезонам и годам: минимальный зарегистрированный расход – 162 м<sup>3</sup>/с, максимальный – 12,6 тыс. м<sup>3</sup>/с [6]. Она занимает первое место в России по водосборной площади и третье по водному стоку. Это река продолжительного половодья, что объясняет длительное затопление стариц и проток. По гидрологическому режиму р. Обь делится на равнинную и горную часть. Участок Верхней Оби в настоящее время можно выделить до Новосибирского водохранилища (до строительства Новосибирской ГЭС обычно выделяли до устья р. Томь), его протяженность (без Новосибирского водохранилища) составляет около 500 км.

Опасные гидрологические явления в бассейне Верхней Оби обусловлены негативными проявлениями различных гидрологических процессов: весенними половодьями и дождевыми паводками, маловодьями, ледовыми заторами на реках, русловыми процессами и т.д. Наводнения на реках, вызываемые половодьями и паводками редкой повторяемости, относятся к числу наиболее опасных природных бедствий, как в нашей стране, так и в мире. Риск наводнений и иного негативного воздействия вод в этом бассейне будет сохраняться и усиливаться в будущем: в связи с учащением опасных гидрологических явлений из-за природно-климатических изменений последних лет; продолжающимся антропогенным освоением периодически подтапливаемых территорий; недостаточной надежностью прогнозирования гидрологических процессов; ухудшающимся состоянием многих существующих гидротехнических сооружений [7].

Анализ современной обеспеченности поверхностными водными ресурсами в расчете на одного жителя показал закономерное увеличение водообеспеченности в Обь-Иртышском бассейне с юга на север, по мере нарастания водности рек и увеличения увлажнения территории. Наиболее всего ресурсами поверхностных вод (свыше 1000 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) обеспечены малообжитые северные территории, в том числе население в нижнем течении Иртыша и Оби. Менее обеспечено поверхностными водными ресурсами (5-50 тыс. м<sup>3</sup> в год на человека) население основной полосы расселения, приуроченной к лесостепной и степной зонам, густо заселенные и интенсивно освоенные бассейны Чулыма и Томи, а также горно-таежный пояс Урала. Наименьшей водообеспеченностью отличаются территории области внутреннего стока (западные районы Алтайского края и Новосибирской области, восток Омской области) и южная часть Уральско-го региона.

В целом, с учетом подземных вод, результаты оценки показывают, что в зонах с условиями катастрофически низкой потенциальной обеспеченности водными ресурсами в российской части Обь-Иртышского бассейна (менее 1,0 тыс. м<sup>3</sup> / чел. в год) проживает около 130 тыс. человек, очень низкой потенциальной водообеспеченности (1–2 тыс. м<sup>3</sup> / чел. в год) – 1678 тыс. чел., низкой (2–5 тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год) – 1477 тыс. жителей, что суммарно составляет около 15% общей численности населения Обь-Иртышского бассейна [8].

Трансграничный характер Иртыша и его притоков Ишима и Тобола в значительной мере определяет экологическую ситуацию в Обь-Иртышском бассейне. Остаются нерешенными вопросы институционального регулирования водопользования в межнациональных и межрегиональных сегментах водохозяйственной системы бассейна. Нет согласованных лимитов вододеления, что особенно актуально в маловодные годы и

сезоны; нет и жестко согласованных графиков попусков трансграничных вод с учетом безопасного функционирования имеющихся гидротехнических сооружений и водохозяйственных систем; отсутствует или низка технологическая дисциплина водопользования на предприятиях – основных потребителях водных ресурсов и в жилищно-коммунальных хозяйствах крупных городов; велики потери водных ресурсов в открытых водоемах и каналах.

### **Варианты перераспределения речного стока и их анализ**

Неравномерное обеспечение населения и экономики водными ресурсами предопределило разработку в 1970-х годах многочисленных проектов внутрибассейновых и межбассейновых перераспределений речного стока внутри СССР. К ныне существующим внутрибассейновым переброскам водного стока относятся Кулундинский канал и Чарышский групповой водопровод. Среди других действующих межбассейновых перераспределений водного стока переброска части стока р. Камы в бассейн Тобола, каналы Иртыш-Караганда и Черный Иртыш – Карамай – Урумчи. Периодически происходит возврат к рассмотрению ряда проектов внутрибассейновой и межбассейновой переброски. В настоящее время однозначного мнения по этим проектам не существует [9].

В мае 2016 г. министр сельского хозяйства РФ А.Н. Ткачев обнаружил предложение о переброске части стока верховий р. Обь (70 млн м<sup>3</sup>) через территорию Казахстана в засушливые районы СУАР путем развития инженерной инфраструктуры 2-х гидротехнических объектов – Гилевского водохранилища Алейской оросительной системы и Кулундинского магистрального канала в Алтайском крае. Данный проект далеко не однозначен. Возможно, это позволит снять риски весеннего паводка в бассейне Верхней Оби и повысить водность в бассейне р. Иртыш, но его эффективность не обоснована [10]. Следует отметить, что многие алтайские ученые и общественные деятели скептически относятся к возможности реализации такого проекта. Так, одни из них в комментариях к проекту указывают на возможность иссушения Васюганский болот в результате переброски, из-за чего может нарушиться существующий климат всей Западной Сибири. Другие говорят о технической сложности реализации проекта, третьи обращают внимание на сомнительность экономической целесообразности проекта, четвертые предлагают подумать над возрождением отечественного производства, а не заниматься переброской ресурсов. Подобные экспертные оценки распространены в современных средствах массовой информации [11–13].

Также, для компенсации объема изъятия в КНР стока р. Черный Иртыш была предложена схема взаимовыгодного использования стока российских рек по Верхне-Катунскому направлению, исключая сооружение крупных водохранилищ и ориентированная на тоннельный (либо насосный) вариант преодоления водораздела [10]. Проект предусматривает на р. Катунь в 5 км ниже впадения в нее р. Тихой построить плотину высотой 133 м, которая образует водохранилище многолетнего регулирования емкостью 1,25 км<sup>3</sup>. Поскольку подпор от указанной плотины распространяется по р. Тихой и вклинивается вблизи водораздела с притоком Буктырмы р. Белой, сброс воды из водохранилища в р. Белую предполагается осуществить с помощью деривационного тоннеля. В конце тоннеля, на возникающем перепаде высотой 580 м, планируется сооружение Белокактунской ГЭС мощностью 800 мВт. При этом не учитываются ни экономические вопросы развития территорий Верхней Катунь, ни гидроэнергетическое освоение Катунь в целом. Этот проект был реанимирован и дорабатывался проектными организациями Казахстана. Более того, предлагалось строительство каскада ГЭС на реках Белой и Бухтарме ниже проектируемой Белокактунской ГЭС суммарной выработкой 2,5 млрд кВт·ч/год.

В Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации 10.04.2019 г. состоялся круглый стол «Экономическая интеграция России, Казахстана и Китая: перспективы и стратегические проекты». Основной темой прошедшей дискуссии стал проект повышения эффективности систем водопользования Китайской народной республики и приграничных территорий Российской Федерации и Республики Казахстан, предполагающий строительство трансграничного водопровода с территории Алтайского края в Синцзян-Уйгурский автономный район КНР. Согласно представленным экспертным оценкам, объем иностранных инвестиций в реализацию данного проекта может составить до 88 млрд долларов США. Проект имеет перспективы стать частью инициативы китайской стороны «Один пояс, один путь» и ее интеграции с российскими инициативами в рамках Евразийского экономического союза.

Выдвинутое в 2019 г. китайской стороной предложение по переброске вод из бассейна Верхней Оби в Западный Китай по трубопроводу планируется реализовать в два этапа. На первом этапе (до 2026 года) предполагается строительство первой очереди магистрального водовода «Россия – Казахстан – Западный Китай» мощностью 600–700 млн м<sup>3</sup> в год и сети распределительных трубопроводов. На втором этапе (до 2040 года) – реализация современных агротехнических, распределительных и иных проектов, направленных на повышение эффективности водопользования, а также строительство второй очереди магистрального водовода с увеличением общей мощности до 1,8–2,4 млрд м<sup>3</sup> в год. Общая протяженность планиру-

емого магистрального водовода составляет от 1200 до 1500 км. Эти предложения являются эскизными и не содержат детальной проработки гидрологических и экологических проблем.

В Алтайском крае в средний по водности год речной сток составляет около  $50 \text{ км}^3$ . В годы 75%-й и 95%-й обеспеченности его объем снижается до 43 и  $33,5 \text{ км}^3$  [6]. При таких ресурсах поверхностных вод изъятие на первом этапе 600–700 млн  $\text{м}^3$  в год теоретически является возможным, а изъятие 1,8–2,4 млрд  $\text{м}^3$  в год на втором этапе уже является проблематичным, т.к. будет составлять существенную часть стока (более 7% в маловодный год). При этом в условиях глобальных и региональных изменений климата на различных участках бассейна Оби за последние десятилетия наблюдаются существенные изменения водности рек. Прогноз изменения водности на основе метода линейных трендов показал, что изменение водности отдельных участков бассейна Верхней Оби по отношению к 2010 г. в 2030 г. составит от –12,3 % до +11,5 % [9]. Многие водотоки, которые вероятно будут задействованы в проекте, не охвачены режимными гидрологическими и гидрохимическими наблюдениями, а гидробиологический мониторинг в верховьях Оби отсутствует.

При столь значительном дефиците гидрологической и экологической информации сделать достоверный прогноз о воздействии намечаемого к реализации проекта на окружающую среду пока не представляется возможным. Считаем целесообразным провести комплексные мониторинговые исследования в бассейне Верхней Оби с целью получения натуральных данных о современном состоянии и динамике основных компонентов водных и прилегающих экосистем, проработать возможности дополнительного накопления водных ресурсов путем строительства водохранилищ и резервуаров для хранения стока. При этом следует проанализировать потенциальное влияние изъятия стока и строительства водохранилищ на пойму реки, ее иссушение может привести к изменению микроклимата, снижению продуктивности сенокосов и пастбищ, потере нерестилищ и мест нагула многих видов (включая промысловые) рыб, ущербу биологическому разнообразию пойменных сообществ и т.д. [14–15]. После этого, с учетом полученных актуальных и подробных данных, можно будет выполнить моделирование изменений гидрологических и экологических условий в бассейне Верхней Оби при различных вариантах реализации данного проекта переброски. Не следует забывать о прогнозировании возможных социально-экономических и даже политических последствиях реализации этого проекта.

## Заключение

Несмотря на актуальность переброски водных ресурсов по трубопроводу из бассейна Верхней Оби для Синьцзян-Уйгурского автономного района Китая и имеющиеся значительные водные ресурсы в бассейне Верхней Оби пока невозможно дать научно-обоснованной оценки целесообразности реализации этого проекта. Необходимо провести дополнительные комплексные исследования и выполнить прогноз последствий его реализации для природных и социально-экономических комплексов регионов бассейна Оби.

## Использованная литература

1. Что происходит с Иртышом? Китайский фактор [Электронный ресурс]. – URL: <https://sibirmi.ru/ekonomika/chto-proishodit-s-irtyshom-kitayskiy-faktor-06-12-2013.html>.
2. Алинов М.Ш. Иртыш: безводные перспективы? [Электронный ресурс] // Концепция стратегии устойчивого развития: формирование казахстанской модели. – URL: [http://www.group-global.org/storage\\_manage/download\\_file/2029](http://www.group-global.org/storage_manage/download_file/2029).
3. Ашимбаева А.Т. Достижения и проблемы казахстанско-китайских экономических отношений 16.03.2007 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.ia-entr.ru/archive/public\\_details56c8.html?id=376](http://www.ia-entr.ru/archive/public_details56c8.html?id=376).
4. Жоламанова Г. Роль ШОС в урегулировании трансграничных рек между Казахстаном и Китаем // Analytic. – 2007. – № 1 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.analitika.org/article.php?story=2007050701005068>.
5. Пузанов А.В., Безматерных Д.М., Винокуров Ю.И., Зиновьев А.Т., Кириллов В.В., Красноярова Б.А., Рыбкина И.Д., Котовщиков А.В., Дьяченко А.В. Современное состояние и экологические проблемы Обь-Иртышского бассейна // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2017. – № 6. – С. 106-118.
6. География Сибири в начале XXI века: в 6 т. Т. 5. Западная Сибирь / Отв. ред. Ю.И. Винокуров, Б.А. Красноярова. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. – 447 с.
7. Пузанов А.В., Зиновьев А.Т., Безматерных Д.М., Резников В.Ф., Трошкин Д.Н. Опасные гидрологические явления в бассейне Верхней Оби: современные тенденции и прогнозирование // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2018. – № 4. – С. 69-77.
8. Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Магаева Л.А., Губарев М.С., Резников В.Ф., Курепина Н.Ю. Оценка водообеспеченности регионов Западной Сибири // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Труды Четвертой Всерос. науч. конф. с межд. участием (г. Москва, 15-18 сентября, 2015 г.) / ИВП РАН: отв. ред. Болгов М.В. – Москва: ИВП РАН, 2015. – С. 512-514.

9. Современное состояние водных ресурсов и функционирование водохозяйственного комплекса бассейна Оби и Иртыша / отв. ред. Ю.И. Винокуров, А.В. Пузанов, Д.М. Безматерных; Рос. Академия наук, Сибирское отделение, Институт водных и экологических проблем СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 236 с.
10. Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А. Трансграничный бассейн р. Иртыш: проблемы и решения // Регион: Экономика и Социология. – 2017. – № 3 (95). – С. 238-253.
11. Ученый АлтГУ прокомментировал предложение главы Минсельхоза о переброске воды алтайских рек в Китай. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.asu.ru/news/events/19827/>.
12. Лишней нет! Эксперты об инициативе переброски воды с Алтая в Китай. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.altai.aif.ru/society/lishney\\_vody\\_net\\_eksperty\\_ob\\_iniciative\\_perebroski\\_vody\\_s\\_altaya\\_v\\_kitay](http://www.altai.aif.ru/society/lishney_vody_net_eksperty_ob_iniciative_perebroski_vody_s_altaya_v_kitay).
13. Рука помощи: Россия спасет Китай от нехватки воды. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gazeta.ru/business/2018/12/11/12090955.shtml>.
14. Водохранилища мира / А.Б. Авакян, В.А. Шарапов, В.П. Салтанкин и др. – М.: Наука, 1979. – 287 с.
15. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты / В.Д. Романенко, О.П. Оксюк, В.Н. Жукинский и др. – Киев: Наук. думка, 1990. – 256 с.

## **Информационно-аналитическое сопровождение процедуры предоставления права пользования водными объектами (на примере зоны деятельности Амурского БВУ)**

**Кролевецкая Ю.В.**

**Дальневосточный филиал ФГБУ «Российский научно-исследовательский инсти-  
тут комплексного использования и охраны водных ресурсов»**

**Российская Федерация**

Водные объекты являются основным источником водных ресурсов, которые широко используются для обеспечения нужд населения и потребностей народного хозяйства.

На территории Российской Федерации все водные объекты находятся в федеральной собственности, за исключением установленных случаев.

Предоставление права пользования водными объектами является первым этапом управления в области их использования.

Предоставление права пользования водными объектами – это государственная услуга, реализуемая уполномоченными органами государственной власти Российской Федерации, субъектов и органами местного самоуправления [1].

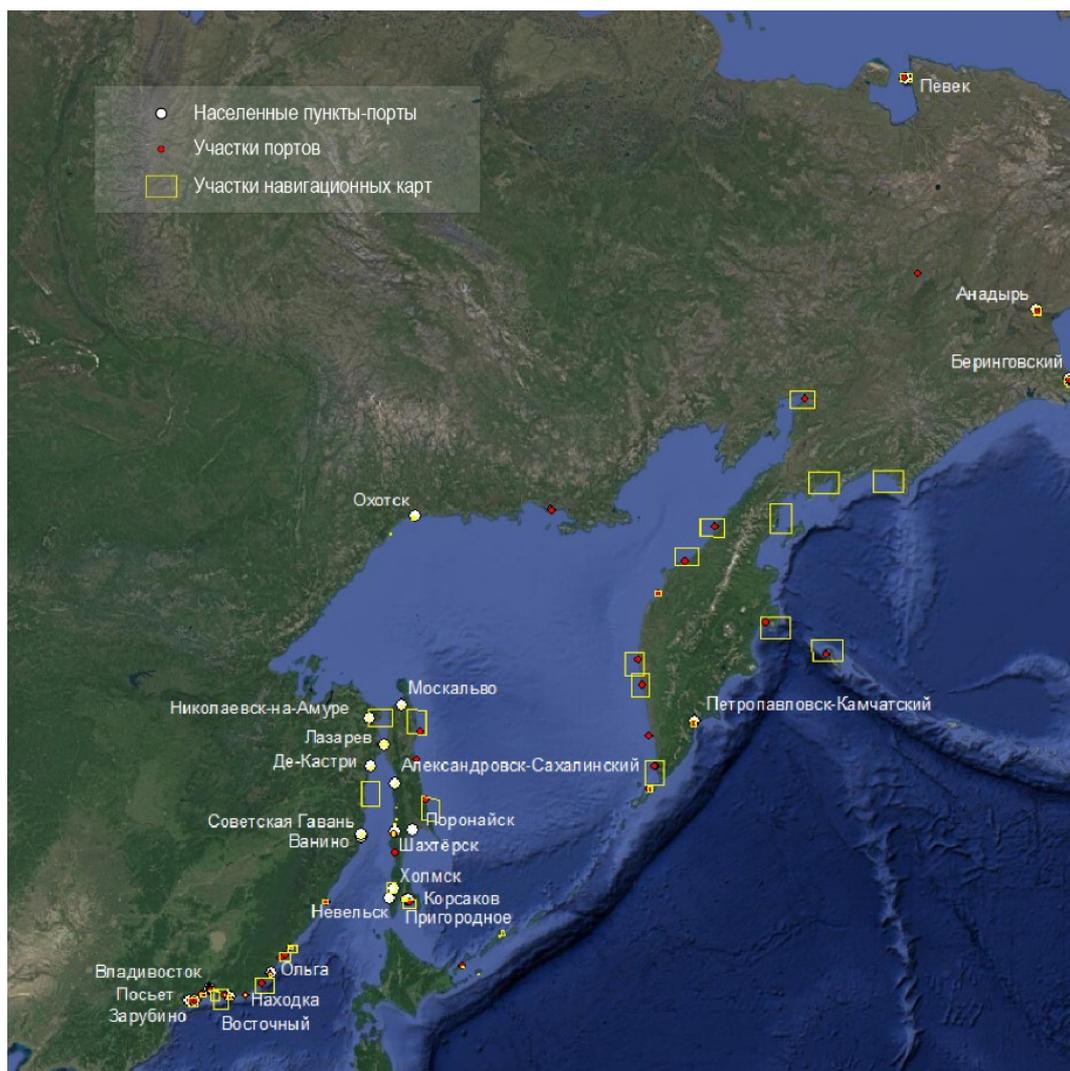
Амурское бассейновое водное управление (Амурское БВУ) – территориальный орган Федерального агентства водных ресурсов, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг и управлению федеральным имуществом в сфере водных ресурсов на территории Чукотского автономного округа, Еврейской автономной области, Камчатского, Приморского, Хабаровского и Забайкальского краев, Амурской и Сахалинской областей [2, 3].

При реализации государственной услуги по предоставлению права пользования водными объектами специалисты Амурского БВУ наиболее часто сталкивались с трудностями, связанными с вопросами, касающимися местоположения объектов водопользования.

К объектам водопользования, на территории деятельности Амурского БВУ, наиболее часто сталкиваемымся с проблемами пространственной

идентификации и их последствиями, относятся участки акваторий морских водных объектов.

Пять из восьми субъектов, находящихся в зоне деятельности Амурского БВУ, омывается морями. На территории данных субъектов расположено 27 морских портов, только часть из которых имеет покрытие навигационными картами масштаба требуемой точности при работе с объектами водопользования (рис. 1).



**Рис. 1. Схема размещения морских портов, расположенных  
в зоне деятельности Амурского БВУ**

К вопросам, касающимся местоположения объектов водопользования, относится в первую очередь необходимость в пространственной идентификации заявляемого объекта водопользования, то есть в проверке его местоположения, площади, недопущения наложений на границы объектов

водопользования, ранее предоставленных в пользование, а также иных объектов.

Государственная услуга по предоставлению водных объектов в пользование, состоит из ряда административных процедур, состав, последовательность, сроки и требования, к порядку выполнения которых определены административным регламентом по предоставлению данной услуги.

В административном регламенте предоставления данной процедуры и других нормативных актах, регулирующих данную деятельность, отсутствует требования или рекомендации по вопросам, связанным с пространственной идентификацией объектов водопользования. Также отсутствует в водном законодательстве нормативные документы, более четко регламентирующие водопользователям требования к описанию границ мест водопользования и представляемым графическим материалам при подготовке и заключении договоров водопользования и решений о предоставлении водного объекта в пользование.

Помимо отсутствия четкой регламентированности вопросов пространственной идентификации объектов водопользования, сложности заключаются и в недостатке у специалистов Амурского БВУ соответствующих картографических материалов и специализированного программного обеспечения для работы с ним, без чего точное определение местоположения объектов водопользования затруднительно.

Точность определения местоположение объекта водопользования имеет очень важное значение, так как при неверном его указании возникают различные ситуации, связанные с нарушением требований законодательства, прав тех или иных субъектов взаимоотношений.

Таким образом, в результате сложившихся обстоятельств, требующих принятия решений, с целью недопущения нарушений требований законодательства, прав водопользователей и других возможных субъектов правоотношений, Амурским БВУ была инициирована научно-исследовательская работа на тему «Информационное обеспечение процедуры предоставления прав пользования акваториями морских водных объектов по зоне деятельности Амурского БВУ».

Цель данной научно-исследовательской работы – разработка системы информационного обеспечения процедуры предоставления прав пользования акваториями морских водных объектов по зоне деятельности Амурского БВУ.

Основой системы информационного обеспечения стал реестр объектов водопользования акваторий морских водных объектов на картографической основе с использованием геоинформационной системы.

Процесс создания реестра объектов водопользования состоял из нескольких основных этапов: разработка структуры информационной системы, создание векторных слоев участков морских акваторий водопользования (в формате MapInfo, shape-файла) с занесением основной информации в атрибутивную базу, систематизация данных об участках морских акваторий, по местам водопользования, водным объектам, на которых они расположены [4].

Для полноценной работы системы информационного обеспечения процедуры предоставления прав пользования акваториями морских водных объектов помимо создания реестра участков акваторий морских водных объектов, предоставленных в пользование, также необходимо решение задач, связанных с поддержанием его в актуальном состоянии (ведение реестра), а также проверкой сведений о местоположении вновь заявляемых объектов.

Для реализации данных задач было заключено соглашение с Амурским БВУ о взаимодействии в области внедрения системы информационного обеспечения процедуры предоставления прав пользования акваториями морских водных объектов.

При проведении работ по созданию данного реестра, поддержки его в актуальном состоянии, обработке поступающих запросов о вновь заявляемых объектах были определены проблемные вопросы, проанализированы причины их возникновения и предложены варианты решений. К основным причинам, приводящим к погрешностям в точности определения можно отнести следующие: использование различных систем координат при определении местоположения объекта водопользования (СК-42, WGS-84); применение картографических материалов, не обеспечивающих требуемой точности при определении местоположения объекта (не соответствующий масштаб), или находящихся в не актуальном состоянии (не отображающие произошедшие изменения на местности).

В процессе эксплуатации системы ее функциональность постепенно расширялась ввиду производственной необходимости при реализации данной государственной услуги.

На первом этапе были внесены дополнительные данные, необходимые для оптимизации работ с участками акваторий морских водных объектов:

- сведения о границах акваторий морских портов (в связи с внесением изменений в Водный кодекс Российской Федерации в части использования поверхностных водных объектов для целей морского транспорта);
- сведения о границах рыбоводных участков (для оптимизации процесса согласования границ формируемых рыбоводных участков при взаи-

модействии с Приморским территориальным управлением Росрыболовства) [5].

Система продолжает наполняться новыми пространственными слоями, необходимыми при принятии решений в области процедуры предоставления прав пользования водными объектами.

Также, если изначально данная система была настроена на работу с объектами водопользования, находящимися на морских водных объектах, то в настоящее время она используется и для других водных объектов, находящихся в зоне деятельности Амурского БВУ.

В процессе создания и эксплуатации системы сформирована база пространственных данных. Состав базы пространственных данных постоянно расширяется, однако, в настоящий момент были выделены основные категории и их содержание (табл.).

**Таблица**

**Состав базы пространственных данных системы информационного обеспечения процедуры предоставления права пользования водными объектами**

<b>№ п/п</b>	<b>Категория</b>	<b>Пространственные слои</b>
1	Водопользование	участки акваторий водопользования водных объектов; точки забора воды; точки сброса сточных вод; установленные части береговой линии водных объектов.
2	Рыболовство	рыбопромысловые участки; рыбоводные участки
3	Морские порты	границы морских портов; границы участков морских портов
4	Картографические материалы	морские навигационные карты; топографические карты спутниковые снимки
5	Подключаемые картографические сервисы	- публичная кадастровая карта Росреестра, - Google карты, - Яндекс карты

Разработанная система информационного обеспечения процедуры предоставления права пользования водными объектами, включающая реестр объектов водопользования, сформированная в процессе эксплуатации базы пространственных данных, а также проведенный анализ нормативно-правовых материалов позволяют специалистам Дальневосточного филиала ФГБУ «РосНИИВХ» реализовывать информационно-аналитическое сопровождение государственной услуги по предоставлению права пользования водными объектами.

Основные запросы, обрабатываемых в рамках информационно-аналитического сопровождения процедуры предоставления права пользования водными объектами, следующие:

- идентификация объектов водопользования в определенном водном объекте, или его части;
- уточнением местоположения объектов водопользования при подготовке материалов по спорным вопросам, в рамках судебных разбирательств;
- предоставление информации о местоположении водного объекта;
- информация о принадлежности части указанного водного объекта к конкретному водному объекту;
- информация о местоположении береговой линии (границы водного объекта);
- идентификация наложения участка акватории водного объекта на земельный участок с определенным кадастровым номером;
- исключения возможных наложений при формировании рыбоводных участков;
- идентификации объектов водопользования, находящихся в границах морских портов;
- идентификация участков акватории при расширении и изменении границ морских портов (в рамках реализации Постановления Правительства РФ от 30.12.2018 № 1775 «Об утверждении Правил установления или изменения границ территории морского порта, а также расширения территории морского порта»);

Таким образом, система информационного обеспечения, первоначально планируемая для участков акваторий морских водных объектов и для решения важных, но узкоспециализированных задач, связанных с точностью определения местоположения данных объектов водопользования, постепенно преобразуется для решения более широкого спектра задач в

рамках информационно аналитического сопровождения государственной услуги по предоставлению права пользования водными объектами.

Данная система, может быть использована и при реализации государственной услуги по предоставлению права пользования водными объектами другими бассейновыми водными управления, а также уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления.

Однако, использование данной информационной системы и информационно-аналитического сопровождения может быть расширено для решения более широкого круга задач в области водопользования.

Использование водных объектов носит, как правило, многоцелевой характер. Комплексное использование водных объектов – один из основных принципов водного законодательства Российской Федерации, который предполагает использование водных объектов одним или несколькими водопользователями (обособленное и совместное водопользование).

При осуществлении водопользования могут возникать различные проблемы, приводящие к последствиям разного характера, связанным не только с нарушением прав водопользователей, а также с невозможностью осуществлять водопользование в установленном режиме, с угрозой возникновения ситуаций, приводящих к негативному воздействию на водные объекты и другим проблемам.

Если говорить о причинах, возникающих проблем у водопользователей, то можно выделить основные, такие как: несовершенство законодательства, недостаточное обеспечение методической базы, ограничения при осуществлении межведомственного взаимодействия; отсутствие комплексных информационных ресурсов и инструментов.

Особенно хотелось бы остановиться на пункте «отсутствие комплексных информационных ресурсов и инструментов», который как раз смог бы частично компенсировать другие причины возникающих проблем, так как наличие такого ресурса позволило бы иметь единую информационно базу о водопользовании, водохозяйственной деятельности и других смежных отраслях. Причем важной составляющей данного информационного ресурса должна быть картографическая основа, так как была отмечена важность вопросов взаимного пространственного расположения объектов при осуществлении деятельности и в области водопользования.

Существующий государственный водный реестр, который создан в целях информационного обеспечения комплексного использования водных объектов, целевого использования водных объектов, их охраны, а также в целях планирования и разработки мероприятий по предотвращению негативного воздействия вод и ликвидации его последствий.

Представляет собой систематизированный свод документированных сведений о водных объектах, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, собственности муниципальных образований, собственности физических лиц, юридических лиц, об их использовании, о речных бассейнах, о бассейновых округах.

Как раз отсутствие привязки государственного водного реестра к картографической основе делает его малоэффективным при планировании и осуществлении хозяйственной деятельности.

Существующие информационные системы Росводресурсов, в том числе автоматизированная информационная система государственного водного реестра (АИС ГВР), информационная система водопользования (ИС «Водопользование») и другие не имеют пространственной привязки [6,7].

Рассматриваемую систему информационного обеспечения процедуры предоставления прав пользования водными объектами представляется возможным расширить до информационно-аналитической системы поддержки комплексного водопользования Амурского бассейнового округа.

Целью предлагаемой системы является информационно-аналитическое обеспечение Амурского бассейнового водного управления, органов государственной власти, органов местного самоуправления, водопользователей для принятия своевременных и эффективных управленческих решений.

### **Использованная литература**

1. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 29.07.2017) // СПС КонсультантПлюс.
2. Об утверждении Положения о Федеральном агентстве водных ресурсов (ред. от 07.07.2016): Постановление Правительства РФ от 16.06.2004 № 282 // СПС КонсультантПлюс.
3. Об утверждении Положений о территориальных органах Федерального агентства водных ресурсов: Приказ Росводресурсов от 11.03.2014 № 66 // СПС КонсультантПлюс.
4. Кролевецкая Ю.В. Разработка и внедрение системы информационного обеспечения процедуры предоставления прав пользования акваториями морских водных объектов по зоне деятельности Амурского БВУ// XIV международный научно-практический симпозиум Чистая вода России: сборник материалов. Екатеринбург, 2017. С.40-44.
5. Кролевецкая Ю.В., Азеева Е.Ю., Федченко Т.Ю. Разработка системы информационного обеспечения процедуры предоставления прав пользования водными

объектами (на примере зоны деятельности Амурского БВУ). Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2017. №6. С.34-47.

6. Скачкова М.Е., Иванова Н.А. Особенности ведения государственного водного реестра. Технические науки: проблемы и перспективы: материалы II Международной научной конференции. г. Санкт-Петербург, апрель 2014. - СПб.: Заневская площадь, 2014. С. 130-133.

7. Железняк Н.М. К вопросу применения геоинформационных систем как формы развития Государственного водного реестра (на примере модели реки Мзымта). Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. №1. С.52-59.

## **Пространственно-временной анализ интенсивности использования территорий Забайкальского края, подверженных наводнениям, по данным дистанционного зондирования высокого разрешения с использованием алгоритмов глубокого обучения свёрточных нейронных сетей**

**Курганович К.А., Шаликовский А.В.**

**Восточный филиал Российского научно-исследовательского института  
комплексного использования и охраны водных ресурсов**

**Российская Федерация**

Наводнения являются опасными природными явлениями, влекущими серьёзные негативные последствия для экономики. Несмотря на это, из-за недооценки связанного с ними риска, интенсивному использованию и застройке подвергаются участки паводкоопасных территорий [1]. Наводнение 2018 года в Забайкалье показало, что при длительном отсутствии угрозы затопления, в межпаводковый период территории зачастую активно застраиваются и осваиваются, что приводит к серьёзному ущербу при их затоплении [2]. Поэтому актуальной задачей является пространственно-временной анализ использования территорий, потенциально подверженных затоплению в результате наводнений.

Оценка изменения площадей урбанизированных территорий обычно проводится с целью изучения структуры застройки, микроклимата территорий, перемещения водных и атмосферных загрязнений в городах, и связанного с этим ухудшения качества окружающей среды. Такой анализ возможен на основании изучения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), полученных в разные годы со спутниковых систем или беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). На данный момент накоплено большое количество космических снимков и ортофотопланов местности за разные временные интервалы. В большинстве случаев при этом используются данные ДЗЗ Landsat, SPOT, AVHRR, MODIS и других систем, в которых подвергаются анализу различные многоканальные спектральные индексы застройки с использованием инфракрасного диапазона спектра [3] – нормализованный разностный индекс застройки (NDBI) [4], индексированный показатель застройки (IBI) [5], индекс урбанизации (UI) [6], индекс

застроенности и нарушенности земель (EBVI) [7] и другие. Такой анализ позволяет подвергнуть обработке большие по площади территории крупных населенных пунктов, и выявить процессы урбанизации больших пространственных масштабов. В силу низкого разрешения (порядка десятков – сотен метров) качественного анализа застройки в этих случаях получить не удастся.

Для детального анализа урбанизированных территорий используются снимки с пространственным разрешением менее 1 м, типа Quickbird, Ikonos, WorldView которые имеют распространение в трехканальном формате RGB с использованием панхроматического канала. Кроме того, в детальной оценке застройки можно использовать ортофотопланы местности, полученные с беспилотных летательных аппаратов с разрешением несколько сантиметров. Использование формата RGB из-за отсутствия спектральных каналов изображений, сделанных в инфракрасном диапазоне, не позволяет вычислить указанные выше многоканальные индексы застройки и автоматизировать дешифрирование.

Одним из вариантов является визуальное дешифрирование, и оно широко используется на практике на небольших локальных участках, но для анализа изменения застройки на паводкоопасных территориях ручное выделение зданий на космических снимках не подходит из-за большого массива данных высокого разрешения, сделанных в разное время. Обработка такого объема снимков потребует больших затрат времени и труда. Поэтому в данной работе предлагается автоматизировать определение строений на протяженных участках населенных пунктов с использованием алгоритмов глубокого обучения свёрточных нейронных сетей (алгоритмов искусственного интеллекта).

В отечественной практике свёрточные нейронные сети получили применение в вопросах компьютерного зрения и дешифрирования данных дистанционного зондирования [8], решения задач классификации, распознавания изображений и речевых структур [9]. В мировой практике распространены следующие архитектуры свёрточных нейронных сетей для анализа и сегментации изображений – AlexNet [10], VGG [11], ResNet, Inception [12], SegNet [13], U-Net [14], DenseNet [15]. Эти сети уже обучены на больших массивах изображений, и существует возможность трансфера весов из предварительно обученных сетей на новый массив данных за счет встраивания работающих нейронных сетей в свою архитектуру.

В вопросах анализа данных дистанционного зондирования Земли глубокое обучение нейронных сетей используется для автоматического детектирования целевых объектов (object detection) [16], семантической сегментации изображений поверхности Земли [17], совмещения данных разных пространственных разрешений с разных спектральных диапазонов и

повышения пространственного разрешения снимков [18], стереопроецирования [19], реконструкции трехмерных сцен [20].

В настоящей работе в качестве исходных данных для анализа использованы данные дистанционного зондирования высокого разрешения Quickbird, Ikonos-2, распространяемые сервисами Google Earth, Bing, а также данные БПЛА, ранее полученные авторами самостоятельно. Все данные представлены в растровом формате Geotiff и имеют координатную привязку в системе WGS-84.

Работа проводилась по следующему плану:

1. Формирование архива ДЗЗ (пространственное разрешение менее 1 м) и БПЛА (ортомозаика разрешением 0,08 м) по исследуемым территориям за разный временной период

2. Ручная разметка тренировочной выборки данных ДЗЗ и данных БПЛА для дальнейшего конфигурирования нейронной сети с выделением масок объектов разных классов – жилая застройка, огороженные земельные участки, дороги, водные объекты. Для получения более качественной разметки использовались в первую очередь данные БПЛА, так как они обладают большей детализацией и могут быть использованы в качестве Ground truth для спутниковых данных, полученных в близкое по съемке время.

3. Выбор и конфигурирование предварительно натренированных сверточных нейронных сетей разных архитектур из набора Segmentation models with pretrained backbones, используемых для семантической сегментации изображений – SegNET, U-Net, LinkNet и разных энкодеров сверточных сетей – VGG, DenseNet, Inception, ResNet, SE-ResNet, SE-ResNeXt, SENet. В качестве способа оценки точности модели использовалась F-мера (F1 score), а в качестве алгоритма оптимизации – алгоритм адаптивной оценки момента (Adam), визуальное представление точности классификации произведено в виде матрицы ошибок (Confusion matrix).

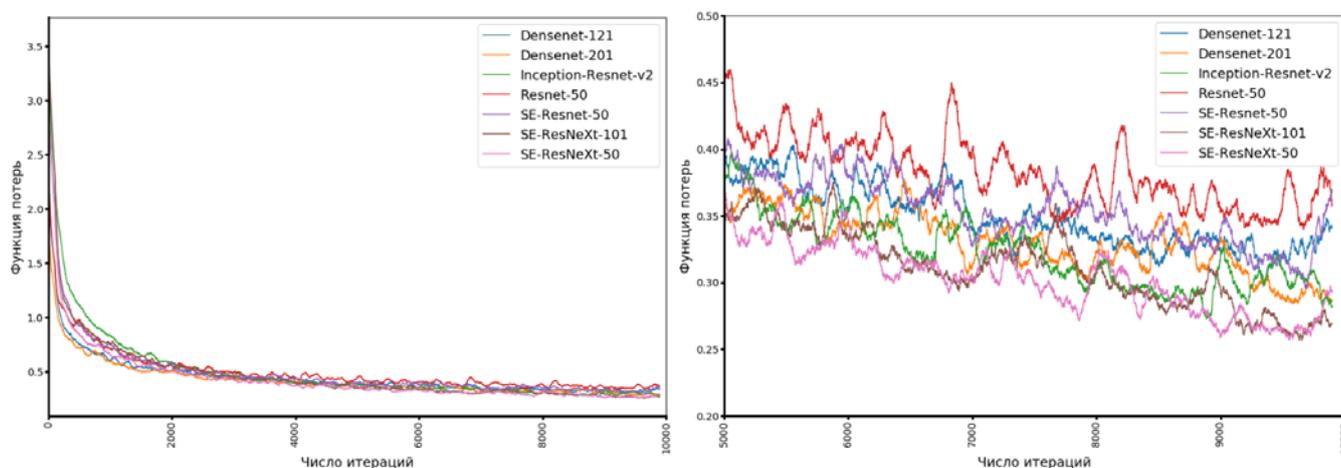
4. Обучение и тестирование выбранных нейронных сетей с использованием библиотек тензорных вычислений PyTorch в комбинации с архитектурой параллельных вычислений NVIDIA CUDA/cuDNN. При тренировке сетей в целях избегания переобучения использовалась процедура аугментации обучающих образцов изображений на основе библиотеки Python Albumentations, включающая в себя случайные процедуры поворота, отражения изображений, изменения их цветового пространства и применения рандомизированных фильтров гауссовского сглаживания.

5. Сравнение результатов сегментации объектов застройки, полученных в процессе обучения на разных нейронных сетях и выбор наилучшей архитектуры нейронной сети для дальнейшей обработки снимков на

реальных данных (рис. 1). Анализ архитектур показал, что наилучший результат по качеству сегментации и скорости обучения показывает архитектура U-Net с энкодером SE-ResNeXt-50 [21].

6. Обработка снимков (инференс) на выбранной нейронной сети и визуализация в виде растровых данных объектов, принадлежащих к разным классам застройки территории

7. Геоинформационный анализ застройки паводкоопасных территорий по дешифрированным космоснимкам разных лет и оценка изменения площади застройки в пределах опасных территорий



**Рис. 1. Кривая обучения по результатам использования разных моделей**

Для формирования обучающей выборки и ее ручной разметки использовано свободно распространяемое ПО QGIS 3.x. Конфигурирование и тестирование свёрточных нейронных сетей производилось с использованием языка программирования Python (версия 3.7), свободно распространяемого программного обеспечения – Anaconda, Jupyter Notebook, PyTorch и использования ряда библиотек высокоуровневых математических вычислений, работы с геопространственными данными и изображениями – Numpy, Matplotlib, Scikit-learn, Skimage, GDAL. Для формирования последовательности процедур конфигурирования нейронных сетей использовался проект Deep Networks for Earth Observation [22].

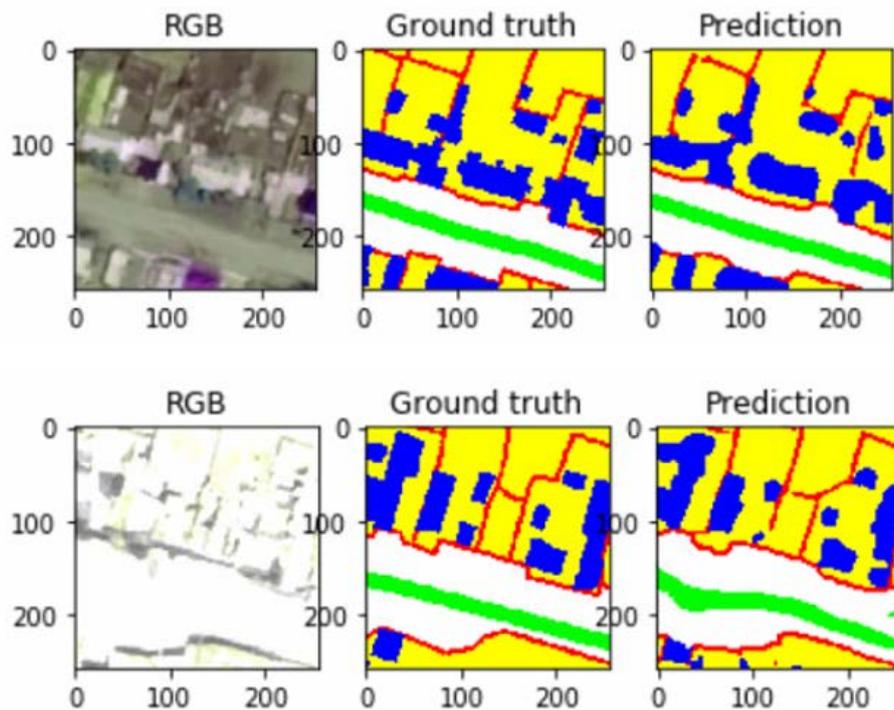


Рис. 2. Сопоставление исходного образца (RGB) для обучающей выборки, тестовой разметки (Ground Truth) и предсказанной по модели (Prediction)

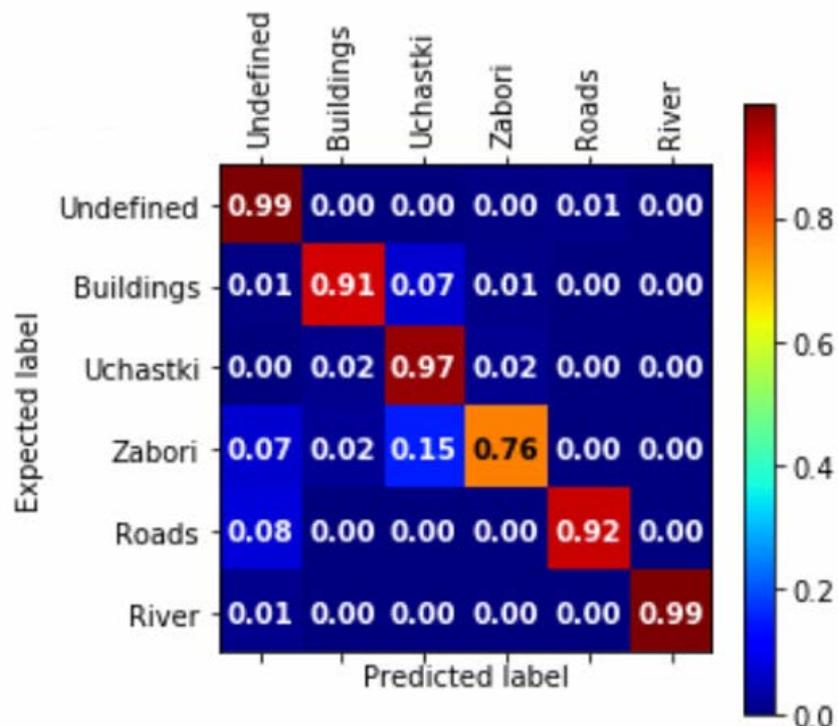


Рис. 3. Матрица ошибок разделения классов на тестовой выборке (Expected label) и предсказанной по выбранной модели U-Net (Predicted label)

В данной работе на выделенных ранее зонах затопления с использованием данных дистанционного зондирования автоматически определены (сегментированы) объекты застройки за разное время и произведена оценка интенсивности этого строительства в межпаводковый период. В качестве объектов исследования выступали пос. Агинское (р. Цаган-Челутай и р. Ага) и г. Чита (р. Чита и р. Ингода). Анализу подвергались космические снимки, полученные в период низкой водности 2008 г. и в период прохождения паводка на реках Забайкальского края в 2018 г. По результатам сегментации получены растровые маски групп объектов выбранных классов.

Геоинформационный анализ застройки в межпаводковый период между 2008 г. и 2018 г. показал увеличение площади застраиваемой территории на паводкоопасных участках.

### Использованная литература

1. Shalikovskiy A., Kurganovich K. Flood hazard and risk assessment in Russia // *Natural Hazards*. 2017. Т. 88. № S1. С. 133-147.
2. Шаликовский А.В. Наводнение-2018 в Забайкальском крае // В сборнике: Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов XVIII Международная научно-практическая конференция: в 3 частях. отв. ред. А. В. Шапиева. 2018. С. 136-140.
3. Статакис Д., Перакис К., Савин И.Ю. Дешифрирование урбанизированных территории по спутниковым данным Landsat // *Исследование Земли из космоса*. 2012. № 5. С. 22-28.
4. Zha Y., Gao J., Ni S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery // *International Journal of Remote Sensing*. 2003. – 24:3, С. 583-594, DOI: 10.1080/01431160304987
5. Xu H. A new index for delineating built-up land features in satellite imagery // *International Journal of Remote Sensing*. 2008. – 29:14, С. 4269-4276, DOI: 10.1080/01431160802039957
6. Kawamura M., Jayamanna S., Tsujiko Y. Relation between social and environmental conditions in Colombo-Sri Lanka and the urban index estimated by satellite remote sensing data // *ISPRS XXXI Conf. Commission VII. Working Group 9. 09-19 July 1996. Vienna, Austria*.
7. As-syakur A.R., Wayan S.A. Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area // *Remote Sensing*. 2012, vol. 4, issue 10, С. 2957-2970.
8. Друки А.А., Спицын В.Г., Болотова Ю.А., Башлыков А.А. Семантическая сегментация данных дистанционного зондирования Земли при помощи нейросетевых алгоритмов // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2018. Т. 329. № 1. С. 59-68.
9. Созыкин А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика*. 2017. Т. 6. № 3. С. 28-59.

10. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks // *Neural Information Processing Systems*. – 2012. 25. 10.1145/3065386.
11. Simonyan K., Zisserman A. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition // *arXiv 1409.1556*. 2014
12. He K., Zhang X., Ren S., et al. Deep Residual Learning for Image Recognition // *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016*. С. 770-778 DOI: 10.1109/CVPR.2016.90
13. Badrinarayanan V., Kendall A., Cipolla R. SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 39, no. 12, С. 2481-2495. DOI: 10.1109/TPAMI.2016.2644615
14. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention MICCAI 2015: Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015* pp 234-241
15. Huang G., Liu Z., van der Maaten L., Weinberger K. Densely Connected Convolutional Networks. – 2017. <https://arxiv.org/abs/1608.06993>
16. Xiaozhi C., Huimin M., Ji W., Bo L., Tian X. Multi-View 3D Object Detection Network for Autonomous Driving // *The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2017*, pp. 1907-1915
17. Castelluccio M., Poggi G., Sansone C., Verdoliva L. Land Use Classification in Remote Sensing Images by Convolutional Neural Networks. <http://arxiv.org/abs/1508.00092>. – 2015.
18. Lanaras C., Baltasvias E., Schindler K. Hyperspectral super-resolution by coupled spectral unmixing // *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*. – 2015. 3586-3594
19. Zbontar J., LeCun Y. Stereo matching by training a convolutional neural network to compare image patches // *Journal of Machine Learning Research*, 17 – 2016
20. Hane C., Zach C., Cohen A., Angst R., Pollefeys M. Joint 3D scene reconstruction and class segmentation // *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 97-104. 10.1109/CVPR.2013.20.
21. Hu J., Shen L., Sun G. Squeeze-and-excitation networks // *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, vol. 4, 2018
22. Audebert N., Le Saux B., Lefevre S. Beyond RGB: Very High Resolution Urban Remote Sensing with Multimodal Deep Networks // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2017*. <https://arxiv.org/abs/1711.08681>

# **Водная безопасность как фактор стратегического планирования регионов России**

**Рыбкина И.Д.**

**Институт водных и экологических проблем СО РАН**

**Российская Федерация**

## **Введение**

С принятием и вступлением в силу ФЗ-172 «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 г. [1], в стране концептуально изменилась система стратегического планирования. Если раньше четкий перечень «программных документов» не был установлен, хотя к нему с долей определенной уверенности можно было отнести ежегодные послания Президента, стратегии и доктрины развития, некоторые ФЦП и т.п., а разработка документов скорее была модной тенденцией, то сейчас это обязательная законодательно установленная процедура [2]. Так, в Федеральном законе определены сроки средне- и долгосрочного планирования, разграничены полномочия органов государственной власти, названы принципы и участники, виды документов и их информационное обеспечение, появилось понятие стратегии пространственного развития и многое другое.

С этого момента в научной литературе активно обсуждаются методологические и методические вопросы разработки «программных документов», в частности проблемы своевременной и адекватной оценки реализации целей и приоритетов развития [3-5]. Авторами признается, что основу оценивания должна составлять сбалансированная система показателей, призванная сформировать достаточный объем информации о возникающих проблемах, способных негативно сказаться на достижении целей объекта управления [4]. В части функционирования водохозяйственного комплекса страны для региональных стратегий развития, которые ориентированы на повышение качества и уровня жизни населения, предлагаются показатели качества водных ресурсов [6]. Рассмотрение качества водных ресурсов как важнейшего фактора регионального стратегирования обусловлено тем, что эффективность управления водохозяйственным ком-

плексом непосредственно коррелирует с основными параметрами ее социально-экономического развития региона.

В качестве обобщающего методологического подхода нами предлагается рассматривать в целом водную безопасность территорий как фактор стратегического планирования в регионах Российской Федерации. В этой связи водную безопасность следует понимать широко, включая в нее вопросы вододефицитных ситуаций, наводнений и паводков, а также проблемы инфраструктурного характера. С другой стороны на первом этапе внедрения таких оценок можно сузить понимание водного фактора в долгосрочном развитии территорий и остановиться на водохозяйственной ситуации и ее характеристиках. В этом случае нами предлагается описывать региональные системы водопользования (ВП). При этом в качестве основных показателей оценивания могут выступать: удельная водообеспеченность территорий в расчете на одного жителя (тыс. м<sup>3</sup>/чел. в год); доля населения, охваченного услугами централизованного водоснабжения (%); объем забранных и использованных вод на хозяйственно-питьевые, производственные, ирригационные и другие цели (тыс. м<sup>3</sup>); удельное водопотребление на одного человека (л/сутки) и другие.

## Материалы и методы

Исходной информацией для расчета показателей служит водохозяйственная статистика. В нашей стране, как утверждается в работе [7], более или менее надежные данные по водопотреблению имеются начиная с 1960-х гг., когда была организована государственная сеть наблюдений по учету использования поверхностных и подземных вод. В настоящее время государственное статистическое наблюдение ведётся по следующим группам показателей: забор воды из поверхностных и подземных водных источников (км<sup>3</sup>); использование воды на хозяйственно-питьевые, производственные, сельскохозяйственные, ирригационные нужды, в целях рыбоводства (км<sup>3</sup>) и др.; объёмы переданной воды в результате переброски из одной речной системы в другую (км<sup>3</sup>); потери воды при транспортировке (км<sup>3</sup>); объёмы сброса сточных вод по категориям очистки (км<sup>3</sup>). Статистическая обработка данных производится ежегодно (в отличие от США, где статистическое наблюдение осуществляется раз в пять лет).

Для расчета удельных показателей и индикаторов качества предоставляемых услуг также предлагается использовать данные Роспотребнадзора о санитарно-гигиеническом состоянии водных объектов и водохозяйственных систем. Кроме этого, представляется необходимой информация Росгидрометцентра и Федерального агентства по недропользованию,

которые осуществляют государственный мониторинг состояния источников водоснабжения и предоставляют данные о качестве используемых поверхностных и подземных вод. Данная информация позволяет с достаточно большей долей достоверности характеризовать системы водопользования регионов в разрезе их муниципальных образований и даже отдельных населенных пунктов.

Для полноты описываемых ситуаций предлагается ввести понятие региональных систем водопользования (ВП), которые рассматриваются как сложившиеся формы использования водных ресурсов, нашедшие отражение в особенностях территориальной структуры водопользования, обусловленные зонально-провинциальными различиями, уровнем и характером социально-экономического развития регионов, общностью культурных и национально-этнических условий проживания населения.

Формирование систем ВП имеет природообусловленный характер, поэтому их выделение предлагается производить с учетом ландшафтной дифференциации территорий на основе бассейнового подхода. Основным показателем для выделения систем ВП выступает удельная обеспеченность населения поверхностными и подземными водами в речном бассейне в пределах ландшафтных провинций. Характер формирования систем ВП существенно детерминирован действием антропогенных факторов, которые определяются видом целевого использования водных объектов, уровнем антропогенной нагрузки на водотоки и водоемы, их водосборные территории, современным состоянием водных экосистем и качеством речной воды.

Управление системами ВП осуществляется как в пределах административно-территориальных образований бассейна, так и в границах водохозяйственных участков согласно существующему районированию РФ [8]. Функционирование рассматриваемых систем зависит от сложившейся структуры хозяйственного использования территорий, расселения населения и особенностей развития водохозяйственной отрасли.

При этом следует отметить, что водопользование является одним из главных видов природопользования. В территориальной структуре имеет признаки как фоновых, так и очаговых форм его организации, поскольку обладает характеристиками, тесно связанными с проявлением зональности природной среды и формирования ареальных, узловых или групповых типов размещения хозяйства. Например, при выделении систем водопользования большое значение придается не только природным ландшафтам, в которых размещается (вмещается) водный ресурс, но и техническим условиям водоснабжения и водоочистки, которые применяются как характеристики функционирования водохозяйственных систем.

Территориальные системы водопользования в значительной степени определяют уровень и качество жизни проживающего населения, которое может быть выражено через охват жителей региона услугами централизованного водоснабжения и предоставления доброкачественных питьевых вод.

Применив методику Т.Г. Руновой с соавторами [9], нами выделяются крупноочаговые, очаговые, линейные, линейно-площадные и дисперсные системы ВП. Такой методологический подход прошел апробацию в речных бассейнах Верхней Оби и имеет картографическое отображение на примере бассейна р. Алей [10].

### Результаты и их обсуждение

В регионах Верхней Оби нами выделено порядка 30 крупноочаговых и 80 очаговых систем ВП. Крупноочаговые системы ограничены объемами забора воды не менее 10,0 млн м<sup>3</sup> в год (табл.), очаговые – не менее 0,5 млн м<sup>3</sup> в год.

*Крупноочаговые* системы ВП формируются в пределах основных ареалов расселения населения, главным образом приурочены к узловым элементам демоэкономического каркаса и входят в состав агломерационно-групповых форм размещения населенных пунктов, обеспечивая функционирование важных сфер жизнедеятельности городского пространства. Отвечая за добычу, использование и передачу воды в пределах крупных промышленных узлов и центров расселения населения, а также за сброс и очистку сточных вод на их территории, они могут включать несколько крупных водохозяйственных систем и гидротехнических сооружений, отличаются высокой степенью обеспеченности населения питьевой водой, отвечающей требованиям безопасности. Благоустройство жилого фонда населенных пунктов системами централизованного водоснабжения и водоотведения в таких системах достигает 80-90 % и более. К ним в первую очередь следует отнести административные центры субъектов федерации, города-миллионеры, большие, крупные и крупнейшие города с числом жителей от 100,0-500,0 тыс. чел. и более, а также промышленные центры, отличающиеся высокими объемами водозаборов и водопотребления.

*Очаговые* системы связаны с центрами локальных систем расселения, используют воду в качестве сырья в производственных процессах, а также в целях потребления с передачей её на значительно меньшие, чем крупноочаговые системы, расстояния. Отличаются наличием одиночных водохозяйственных систем и объектов инженерно-производственной инфраструктуры, приурочены к малым и средним городским поселениям с невысокой

степенью обустройства системами централизованного водоснабжения и водоотведения (до 50-70 %). Часто очаговые системы водопользования расположены в городах, которые выполняют функции «второго» по крупности населенного пункта агломерации, или являются городами-спутниками, имеют важные административные и хозяйственные функции в территориальных системах сельского расселения, могут быть приурочены к поселкам городского типа или крупным сельским населенным пунктам, например районным центрам.

Таблица

**Крупноочаговые системы водопользования бассейна Верхней Оби**

№№	Регион/населенный пункт (город, село, поселок, пгт)	Объемы воды (в среднем за 2009-2017), млн м <sup>3</sup>			
		Забор	Использование		Сброс
			поверхност- ные	подземные	
	<i>Алтайский край</i>				
1	Барнаул	106,40	86,73	12,61	93,47
2	Бийск	169,70	152,61	12,65	158,48
3	Заринск	10,80	6,35	4,20	3,74
4	Рубцовск	38,10	24,91	0,08	8,81
5	Яровое	10,50	6,83	3,23	8,57
	<i>Кемеровская область</i>				
6	Кемерово	214,00	239,46	11,86	233,48
7	Новокузнецк	204,16	185,78	27,80	96,55
8	Калтан	91,40	92,64	3,50	88,96
9	Междуреченск	63,85	20,51	10,66	54,89
10	Прокопьевск	33,29	28,64	7,47	27,13
11	Белово	30,43	18,45	7,55	21,68
12	Березовский	29,90	3,96	4,67	26,09
13	Юрга	21,98	19,55	0,16	17,92
14	Ленинск-Кузнецкий	19,86	9,16	2,20	25,72
15	Анжеро-Судженск	17,95	6,79	0,42	11,45
16	Киселевск	16,63	3,69	2,93	22,49
17	Полысаево	15,85	3,64	2,09	14,64
18	Осинники	15,60	2,08	3,61	11,72
19	Мыски	988,14	982,61	6,32	984,24
	<i>Новосибирская область</i>				
20	Новосибирск	554,76	501,26	4,81	490,39
21	Искитим	23,80	13,17	0,10	18,59
22	Бердск	14,22	9,93	0,13	2,93
23	Куйбышев	11,27	8,75	1,71	3,93

№№	Регион/населенный пункт (город, село, поселок, пгт)	Объемы воды (в среднем за 2009-2017), млн м <sup>3</sup>			
		Забор	Использование		Сброс
			поверхност- ные	подземные	
	<i>Томская область</i>				
24	Северск	322,6	328,97	11,52	305,78
25	Томск	51,31	27,02	39,38	55,90
26	Александровское	17,60	0,03	0,62	1,11
27	Зеленогорский	20,22	1,19	0,84	0,67
28	Каргасок	24,52	0,01	3,26	0,83
29	Парабель	10,24	0,01	1,42	0,21

Существование *дисперсных* систем обусловлено наличием следующих объектов водохозяйственной инфраструктуры, приуроченных преимущественно к сельским территориям: водонапорная башня, уличная водопроводная сеть, водоразборные колонки. Использование воды здесь происходит для хозяйственно-питьевых нужд населения без предварительной водоподготовки. Дисперсные системы по существу являются низшим звеном в цепочке предоставления водохозяйственных услуг населению и субъектам экономики. В последние десятилетия их количество, к сожалению, стремительно сокращается из-за вывода из строя и эксплуатации водохозяйственных сооружений и коммуникаций. Та же участь постигла линейные и линейно-площадные системы ВП, приуроченные к сельским населенным пунктам и охватывающие большие расстояния и территории.

*Линейные* системы имеют функции передачи воды для ее использования в хозяйственно-питьевых и иных целях. Представленные чаще всего линейными водохозяйственными объектами такими, как крупные групповые водозаборы и водопроводы, забирающими и транспортирующими воду на большие расстояния, они охватывают десятки населенных пунктов и имеют протяженность сотни и тысячи километров. Небольшие по протяженности линейные объекты (водопроводные и канализационные сети) могут входить в состав крупноочаговых систем, без выделения их в качестве самостоятельных систем ВП.

*Линейно-площадные* системы формируются при условии необходимости строительства водохозяйственных объектов для целей орошения, характеризуются определенной пропускной способностью и площадью орошаемых земель. Используются преимущественно в сельскохозяйственных целях.

На примере аграрно-развитых территорий бассейна р. Алей (рис. 1) показаны существенные количественные отличия крупноочаговых, очаговых и дисперсных систем ВП, а также линейные и линейно-площадные си-

стемы. С целью отображения количественной информации разработаны соответствующие картодиаграммы и врезки. Так, в качестве линейной системы бассейна рассматривается Чарышский групповой водопровод, который при проектировании и строительстве имел общую протяженность более 1200 км. Сейчас 50% водопроводных сетей не эксплуатируется и заброшены. На одной из линейно-площадных систем – Алейской оросительной системе из двух очередей работает только одна.

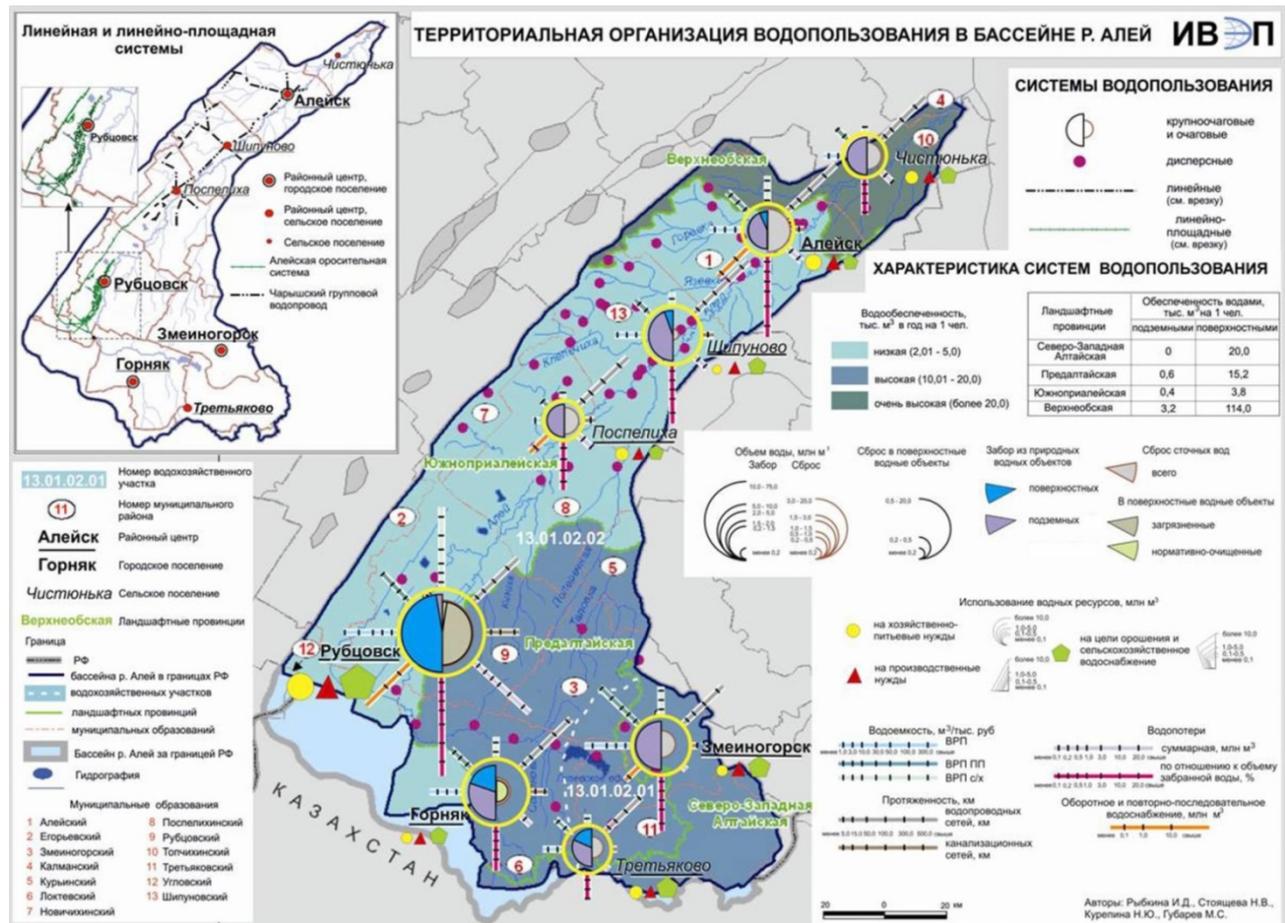


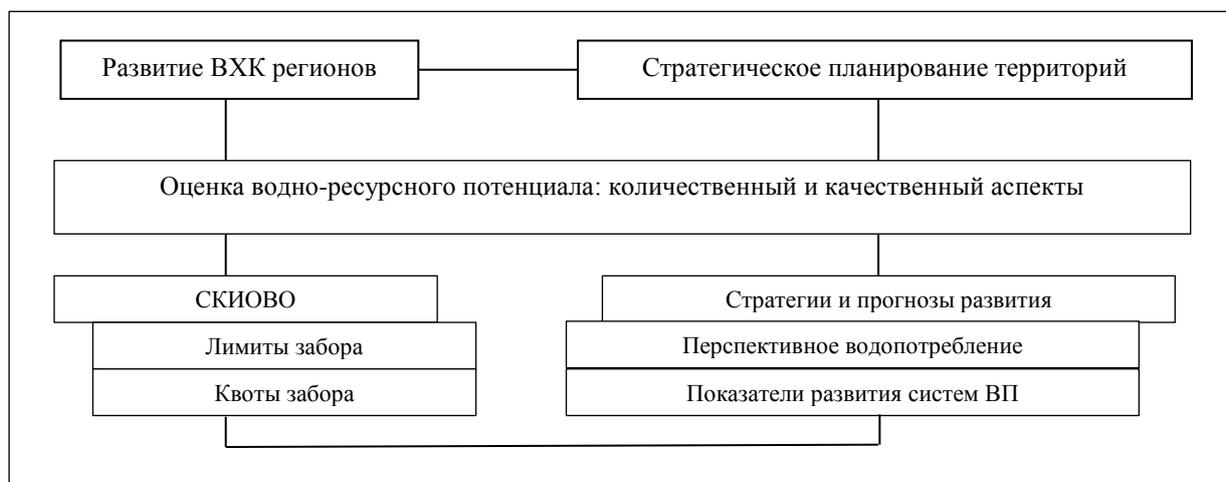
Рис. 1. Территориальная организация водопользования в бассейне р. Алей

Эти факты подтверждены нами в ходе выполнения экспедиционных исследований в муниципальных образованиях бассейнов Верхней Оби и р. Алей. Отметим, что напрямую они связаны с общим уровнем социально-экономического развития территорий и качеством жизни проживающего здесь населения, которое постоянно снижается. Накопленный за годы исследований научный опыт автора показывает, что на изучаемых территориях в последнее время фактически происходит один из экономико-географических процессов, получивших название сжатия социально-

экономического пространства. Водохозяйственным аспектом этого является сокращение обеспеченности населения и охвата населённых пунктов услугами централизованного водоснабжения, доступности услуг питьевого водоснабжения. В отдалённых населённых пунктах жители вынужденно переходят на индивидуальные скважины и колодцы.

Для улучшения обозначенной ситуации считаем необходимым применение в документах стратегического и отраслевого планирования регионов современных и перспективных оценок водообеспеченности территорий, характеристик существующих систем водопользования. Совершенствование государственного управления в сфере водных отношений и водопользования требует координации действий органов исполнительной власти, водопользователей и ведомственных водохозяйственных организаций в целях устойчивого социально-экономического развития территорий.

Одним из действенных механизмов долгосрочного планирования водохозяйственной деятельности в регионах считаем инструмент СКИОВО. Однако для усиления деятельности и в целях координации СКИОВО с разработанными планами и прогнозами социально-экономического развития субъектов федерации предлагаем использовать соответствующие индикаторы состояния водохозяйственной отрасли и региональных систем водопользования, к которым следует отнести объёмы перспективного водопотребления в зависимости от их целевого использования и другие показатели состояния систем водопользования (рис. 2). Считаем необходимым применение данных показателей в основных документах стратегического и отраслевого планирования территорий (например, в прогнозах социально-экономического развития регионов согласно общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД)).



**Рис. 2. Принципиальная схема совершенствования  
управления водными ресурсами**

## Выводы

Для использования в целях стратегического планирования территорий РФ предлагается методологический подход к обоснованию и выделению региональных систем водопользования.

Основные принципы выделения систем водопользования – природообусловленный характер и антропогенный фактор, которые определяют территориальные формы их функционирования и развития (крупноочаговые, очаговые, дисперсные и др.).

В качестве показателей для оценки намеченных к реализации целей и приоритетов регионального развития предлагаются характеристики систем водопользования, имеющие прямую взаимосвязь с уровнем социально-экономического развития территорий и качеством жизни проживающего населения.

## Использованная литература

1. Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» ФЗ-172 от 28 июня 2014 года.
2. Лаврентьев А.Р., Никифорова Е.А., Ватлецов С.Г. О разработке документов стратегического планирования // Юридическая техника. 2015. №9. С. 376-386.
3. Амирова А.Т. Оценка программ и политик на федеральном и региональном уровне в России и мире // Фундаментальные исследования. 2016. №7-2. С. 287-293.
4. Липина С.А., Смирнова О.О. Стратегическое планирование в субъектах Российской Федерации: методологические основы и методические рекомендации // Региональная экономика. Юг России. 2017. №1(15). С. 25-35.
5. Липина С.А., Сорокина Н.Ю., Беляевская-Плотник Л.А., Бочарова Л.К. Формирование единых подходов к системе показателей документов стратегического планирования субъектов Российской Федерации // Региональная экономика. Юг России. 2019. Т. 7. №1. С. 56-65.
6. Косолапова Н.А., Матвеева Л.Г., Чернова О.А. Качество водных ресурсов как фактор регионального стратегирования // Региональная экономика. Юг России. 2019. Т. 7. №1. С. 143-153.
7. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. проф. И.А. Шикломанова. СПб: Государственный гидрологический институт, 2008. 600 с.
8. Приказ МПР РФ от 25.04.2007 №111 «Об утверждении Методики водохозяйственного районирования территории Российской Федерации» (Зарегистрирован в Минюсте РФ 25.06.2007 №9682).
9. Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефедова Т.Г. Территориальная организация природопользования. М.: Наука, 1993. 208 с.

10. Винокуров Ю.И., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю. Территориальная организация водопользования в бассейне реки Алей // География и природные ресурсы. 2014. №3. С. 133-140.

## **Причины и последствия наводнения в Забайкальском крае**

**Шаликовский А.В.**

**Восточный филиал Российского научно-исследовательского института комплексного использования и охраны водных ресурсов»**

**Российская Федерация**

Во втором десятилетии XXI в. в России резко возросло число наводнений, что связано со следующими обстоятельствами:

а) в 1990-ых и первом десятилетии 2000-ых гг. на большинстве территорий, наиболее подверженных наводнениям, наблюдался маловодный период;

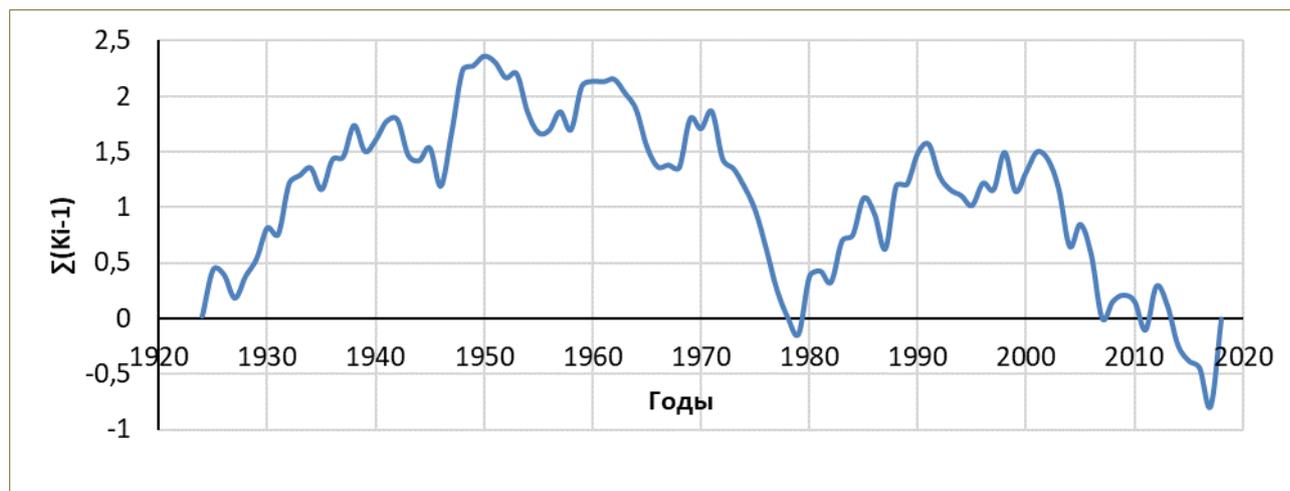
б) отсутствие контроля за использованием паводкоопасных территорий привело к их широкомасштабной застройке и, соответственно – к росту потенциального ущерба;

в) широкое распространение и доступность современных информационных технологий привело к резкому возрастанию информации о наводнениях последних лет.

Все эти обстоятельства ярко проявились и в наводнение 2018 г. в Забайкальском крае.

### **Цикличность осадков и наводнения**

На территории края с 1992 по 2017 г. преобладали маловодные годы. Например, в г. Чита за эти 27 лет только 5 раз отмечалось выпадение осадков больше годовой нормы (рис. 1). Этого времени хватило, чтобы у значительной части населения сформировалось представление об отсутствии какой-либо угрозы. Более того, некоторые блогеры в период паводков 2018 года указывали на то, что в городе никогда не было наводнений. На самом деле серия наводнений 1988-1991 гг. имела гораздо более серьезные последствия – ущерб от них многократно превышает ущерб от наводнения 2018 г. в сопоставимых ценах (табл.).



**Рис. 1. Разностная интегральная кривая годовых сумм осадков по метеостанции г. Чита**

**Таблица**

**Последствия наводнений в Читинской области в 1988-1991 гг. [1, 2]**

Год	Затоплено		Погибло скота, гол.		Разрушено мостов	Ущерб, млн. руб.
	зданий	посевов, тыс. га	КРС и лошадей	МРС		
1988	2950	146	500	12370	107	105
1989	1696	106	586	12278	75	69
1990	2953	162	369	4086	44	446
1991	5755	103	276	2575	148	400-600

Среднегодовой ущерб от наводнений в Забайкальском крае за 1970-2017 гг. составляет ориентировочно от 2,0 до 3,0 млрд руб. в ценах 2018 г. (более точная оценка затруднительна, так как индексы-дефляторы могут быть определены ориентировочно [3, 4] в связи с различной структурой ущерба в разные годы). Таким образом, ущерб от наводнения 2018 г., предварительно оцениваемый в 1,0-1,5 млрд руб., оказался ниже среднеголетнего.

### **Причины значительного ущерба имуществу населения**

В 2018 г. отмечался значительный ущерб жилищному фонду, несмотря на то что существующие защитные сооружения позволили избе-

жать затопления территорий, наиболее пострадавших от прежних паводков. Это связано со следующими причинами.

Во-первых, значительное число пострадавших домов было построено за маловодный период в пределах ранее затапливаемых территорий. Это связано с отсутствием контроля за использованием паводкоопасных территорий, а особенно – для целей индивидуального строительства. Недоумение вызывает строительство за это время многоквартирных домов в зоне затопления, представленной на генеральном плане г. Читы.

Во-вторых, часть пострадавших домов признавались непригодными для проживания после предыдущих наводнений, и жители получали новое жильё. Однако «утраченные» дома благополучно просуществовали до 2018 г. или были существенно перестроены.

В-третьих, негативную роль сыграл упрощенный порядок регистрации прав на объекты недвижимости («дачная амнистия»). В соответствии с ней, недвижимость, построенная на дачных участках, была массово зарегистрирована в качестве жилых домов. Данная проблема наиболее актуальна для г. Чита, где значительные территории дачных товариществ были включены в состав города. Такие участки в свое время выделялись в пойме р. Чита и подвержены периодическому затоплению.

### **Информация о наводнениях**

Наводнение 2018 г. очень широко освещалось в средствах массовой информации. Это связано с распространением современных средств фиксации информации (фото- и видеокамер, БПЛА), обилием электронных СМИ, а также тем, что в центре наводнения находился краевой центр. В то же время реакция на наводнения, которые не затрагивают г. Чита, практически отсутствует. Например, после наводнения 2018 г. были опубликованы материалы, посвященные наводнениям 1990 и 1991 гг. Однако, наводнения, не захватывающие центральную часть края, отмечались многократно и после этих событий. Например, в 1998 г. экстремальные паводки наблюдались в бассейнах рек Онон и Нерча. Только в п. Дульдурга затоплению подверглось 1524 жилых домов, многие предприятия и учреждения. Даже в самые маловодные годы отмечались наводнения локального характера. Например, в Каларском районе пять раз за последние 15 лет производились эвакуации населения из-за затопления населенных пунктов. В 2012 г. от наводнений пострадали Чернышевский, Балейский и Сретенский районы, в 2013 г. – Тунгокоченский, Приаргунский и Нерчинско-Заводский районы.

Обилие информации создало впечатление о широком охвате наводнением территории Забайкальского края. На самом деле, в результате вы-

сокой неравномерности распределения июльских осадков (рис. 2) высокие паводки не сформировались на большинстве крупных реках края (Аргунь, Онон, Ингода, Чикой, Хилок и др.).

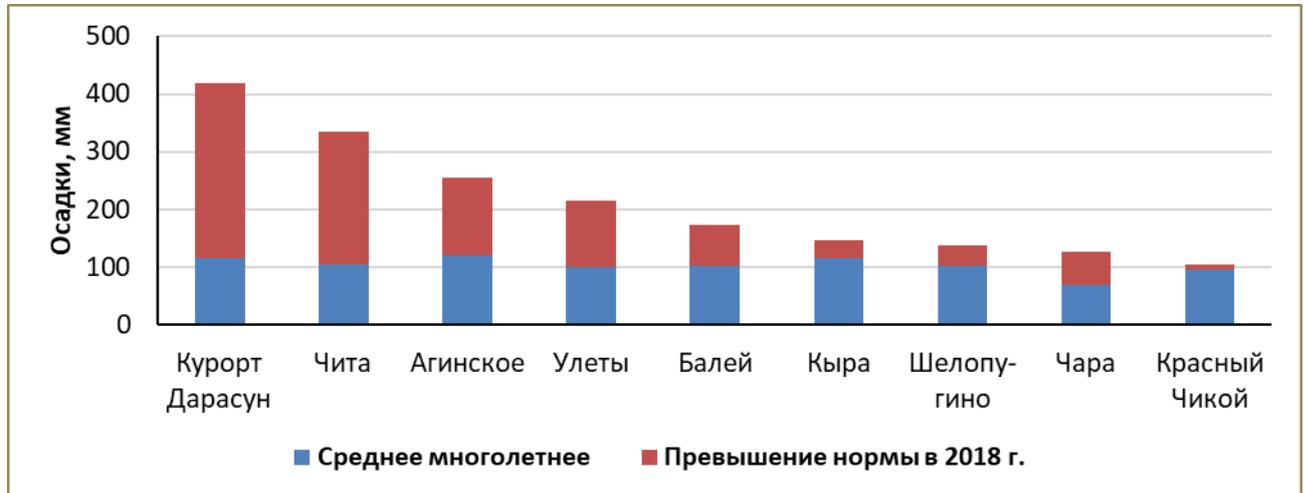


Рис. 2. Месячные суммы осадков в июле 2018 г.

Анализ информации о наводнении 2018 г. позволил сформулировать следующие выводы.

1. Наводнение 2018 г. носило катастрофический характер только в отдельных населенных пунктах Забайкальского края. В целом его последствия можно считать средними для периода повышенной водности.

2. Ущерб от наводнения 2018 г. недооценен, так как определялся, в основном, исходя из сумм выплаченных пособий, стоимости жилищных сертификатов и расходов на экстренные мероприятия в период наводнения. Такой подход не позволяет объективно оценить потери. Например, паводки в Амурской области в том же июле 2018 г. привели к повреждению 45 домов, но ущерб от наводнения был оценен в большую сумму, чем наводнение в Забайкальском крае.

3. Защитные дамбы, построенные в последние десятилетия в рамках программы защиты от наводнений [5], позволили снизить ущерб от наводнения 2018 г. на 2-3 млрд руб.

4. В Забайкальском крае достаточную заблаговременность могут иметь прогнозы паводков только на реках Шилка, Онон и в нижнем течении рек Ингода и Хилок. Проблема прогноза паводков на других реках обусловлена отсутствием наблюдений в удаленных и горных стокоформирующих районах. Поэтому актуальной задачей является размещение до-

плеровских метеорологических радиолокаторов, в первую очередь – в г. Чите. Кроме этого, на малых реках края следует использовать автономные средства, сигнализирующие об изменении уровня воды.

5. Вероятно, что вклад в затопление отдельных территорий внесли аварии на сооружениях горнодобывающих предприятий. Гидротехнические сооружения объектов россыпной золотодобычи не подлежат декларированию. На наш взгляд, все объекты, ниже которых имеются населенные пункты, должны подлежать государственному надзору.

6. Для населенных пунктов края, для которых не установлены границы затопления, целесообразно рассмотреть вопрос о запрете капитального строительства в границах затопления 2018 г. [6] до построения границ зон затопления в установленном порядке.

### **Использованная литература**

1. Шаликовский А.В. Предупреждение и снижение негативных последствий наводнений в верхней части бассейна реки Амур. Чита: ЧитГУ, 2009. 226 с.
2. Шаликовский А.В., Курганович К.А. Оценка опасности и риска хозяйственного использования речных пойм бассейна Верхнего и Среднего Амура // Вестник Читинского государственного университета. 2011. № 11 (78). С. 119-124.
3. Шаликовский А.В. Риск наводнений: методы оценки и картографирования // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2012. № 2. С. 68-78.
4. Shalikovskiy A., Kurganovich K. Flood hazard and risk assessment in Russia // Natural Hazards. 2017. Т. 88. № S1. P. 133-147.
5. Заслоновский В.Н. и др. Водные ресурсы Читинской области: реализация региональной водохозяйственной политики (1998-2003 гг.) / РосНИИВХ, ЧитГУ. Екатеринбург, 2003. 105 с.
6. Симонов Е.А., Никитина О.И., Осипов П.Е., Егидарев Е.Г., Шаликовский А.В. Мы и амурские наводнения: невыученный урок? / Под ред. А.В. Шаликовского. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2016. 216 с.

## **Система информационного обеспечения гидрологического моделирования в бассейне реки Амур**

**Неров И.О.<sup>1</sup>, Бугаец А.Н.<sup>2</sup>, Краснопеев С.М.<sup>2</sup>,  
Мотовилов Ю.Г.<sup>3</sup>, Калугин А.С.<sup>3</sup>, Беликов В.В.<sup>3</sup>,  
Гончуков Л.В.<sup>4</sup>, Соколов О.В.<sup>5</sup>, Розанов В.В.<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Дальневосточный филиал Российского научно-исследовательского  
института комплексного использования и охраны водных ресурсов

<sup>2</sup> Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения  
Российской академии наук

<sup>3</sup> Институт водных проблем Российской академии наук

<sup>4</sup> Дальневосточный региональный научно-исследовательский  
гидрометеорологический институт

<sup>5</sup> Приморское управление по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

<sup>6</sup> Амурское бассейновое водное управление  
Федерального агентства водных ресурсов

**Российская Федерация**

Бассейн р. Амур является одним из самых паводкоопасных районов Российской Федерации. После катастрофического паводка 2013 г. различными авторскими коллективами создана значительная информационная и научно-методическая база для решения практических задач в области управления использованием и охраной водных ресурсов бассейна р. Амур, разработаны: новые гидродинамические модели и модели формирования стока [1-6]; методы оценки влияния сбросов воды с Зейского водохранилища на уровенный режим р. Амур [7-8]; разработаны методики краткосрочных гидрологических прогнозов притока воды к Бурейскому и Зейскому водохранилищам [9, 10], в дальневосточных подразделениях Росгидромета внедрены автоматизированные системы гидрологического мониторинга [11-13]; созданы и апробированы технологии интеграции

различных гидродинамических моделей и физико-математических моделей формирования стока на основе стандарта OGC OpenMI 2.0 [14-18].

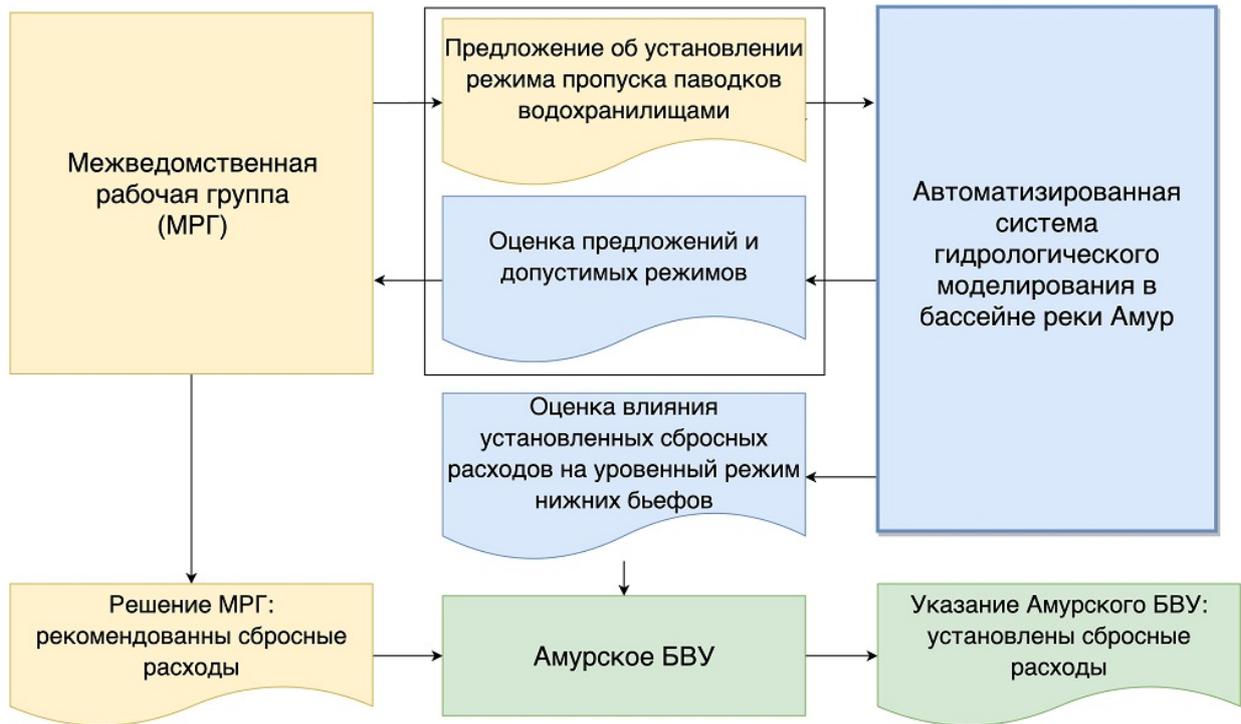
Актуальной задачей остается решение проблем оперативного информационно-аналитического обеспечения деятельности по установлению оптимальных режимов пропуска паводков Бурейским, Нижне-Бурейским и Зейским водохранилищами с учетом гидрологического состояния участков нижних бьефов и требований по минимизации затопления объектов и территорий [19]. Для решения данной задачи необходимо наличие информационной инфраструктуры, обеспечивающей интеграцию в единую систему распределённых баз данных фактической и прогнозной гидрометеорологической информации по бассейну р.Амур; данных о режимах и сценариях работы водохранилищ; программных комплексов гидродинамических моделей и моделей формирования стока.

В 2018 году, в соответствии с решением Научно-технического совета Амурского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов (далее – Амурское БВУ) в целях информационно-аналитического сопровождения деятельности Межведомственной рабочей группы по регулированию режимов работы Бурейского, Нижне-Бурейского и Зейского водохранилищ (далее – МРГ) начата работа по созданию Автоматизированной системы гидрологического моделирования в бассейне р. Амур (далее – система моделирования). Схема установления режимов работы Бурейского, Нижне-Бурейского и Зейского водохранилищ на основе системы моделирования представлена на рис.1.

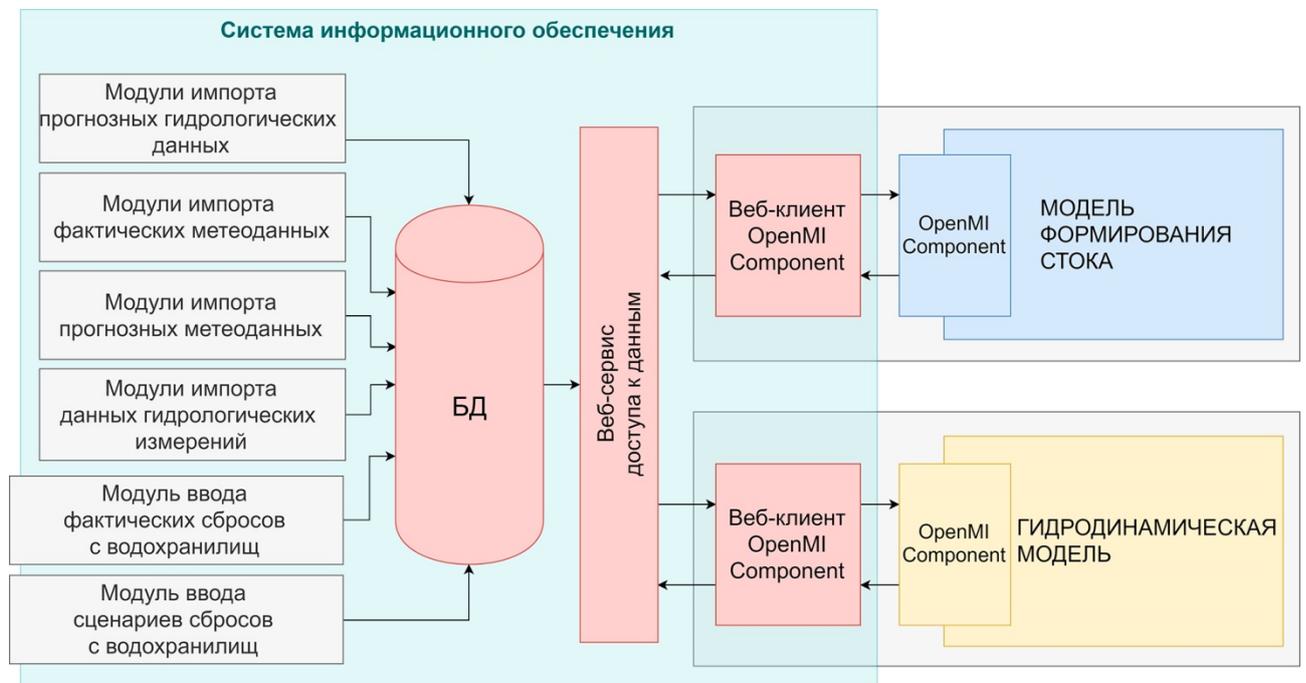
Система моделирования призвана обеспечить автоматизацию оценки влияния как фактически осуществляемых, так и сценарных (предлагаемых к установлению) на суточный и декадный период регулирования сбросных расходов на уровенный режим участков рек: р. Амур, от г. Благовещенск до г. Комсомольск-на-Амуре; р. Зея от створа Зейской ГЭС до устья; р. Буряя от створа Нижне-Бурейской ГЭС до устья.

В состав разрабатываемой системы моделирования (рис. 2) входят следующие составные компоненты:

- моделирующая подсистема, включая физико-математические модели формирования стока и гидродинамические модели руслового потока;
- система информационного обеспечения, предназначенная для получения, обработки, хранения и предоставления унифицированного доступа ко всей необходимой в процессе моделирования и расчетов информации.



**Рис. 1. Схема установления и оценки режимов пропуска паводков Бурейского, Нижне-Бурейского и Зейского водохранилищ на основе Автоматизированной системы гидрологического моделирования в бассейне р. Амур**



**Рис. 2. Организация обмена данными в Автоматизированной системе гидрологического моделирования в бассейне р. Амур**

В текущей реализации системы моделирования гидрологические модели представлены разработанной ИВП РАН моделью формирования стока реки Амур на базе информационно-моделирующего комплекса ECOMAG (ECOLOGical Model for Applied Geophysics) [1-3] и разрабатываемыми на основе DHI MIKE11 и STREAM-2D гидродинамическими моделями реки Амур, и судоходных участков рек: Зея, Селемджа Уссури, Тунгуска (от с. Архангеловка), Буряя (от створа Нижне-Бурейской ГЭС). Программный комплекс ECOMAG на основе фактической и прогнозной метеорологической информации производит расчет временных рядов бокового и руслового притоков, которые являются граничными условиями для гидродинамических моделей речных потоков с заблаговременностью, соответствующей периодам регулирования режимов водохранилищ и максимального времени добегания от створа Зейской ГЭС до г. Комсомольск-на-Амуре.

Для работы гидродинамической модели, кроме данных об осуществляемых и планируемых сбросных расходах воды с водохранилищ, необходимы данные о фактических и ожидаемых расходах в створах начальных и граничных условий, включая распределенный боковой приток на весь период заблаговременности расчета. Источником гидрологических данных по створам государственной наблюдательной являются территориальные подразделения Росгидромета. По створам (участкам) начальных и граничных условий гидродинамических моделей, не освещенным государственной наблюдательной сетью, а также по створам (участкам), не обеспеченным прогнозными значениями, источником данных в системе моделирования выступает модель формирования стока. Для последней, в свою очередь, требуются фактические и прогнозируемые данные о среднесуточной температуре и влажности воздуха, суточных суммах осадков. В системе моделирования источниками этих данных являются информационные системы Росгидромета и веб-сервисы доступа к результатам расчета глобальных гидродинамических моделей атмосферы.

Система информационного обеспечения гидрологического моделирования в бассейне реки Амур (рис.2) включает в себя модули импорта различных типов гидрометеорологической и водохозяйственной информации, базу данных для её хранения, веб-сервис доступа к данным, и унифицированный веб-клиент, реализующий программный интерфейс OpenMI, для связи гидрологических моделей с источником данных.

Модули импорта фактической и прогнозной информации реализованы в виде набора приложений, каждое из которых является специализированным клиентом к определенному источнику:

- модули импорта фактических метеоданных обеспечивают получение данных из веб-сервисов, предоставляемых территориальными подраз-

делениями Росгидромета, а также из общедоступных сервисов доступа к данным международного обмена в рамках Всемирной Метеорологической Организации (среднесуточная температура и влажность воздуха, суточные суммы осадков);

- модуль импорта данных гидрологических измерений и модуль импорта прогнозных гидрологических данных производят загрузку измеренных и прогнозируемых рядов значений уровня воды для заданного набора створов (участков) начальных и граничных условий;

- модуль импорта прогнозных метеоданных предназначен для загрузки полей прогнозируемых метеозаэментов (среднесуточная температура и влажность воздуха, суточные суммы осадков), получаемых из результатов расчета глобальных моделей атмосферы: GFS (Global Forecast System) Национального центра прогнозирования окружающей среды (National Centers for Environmental Prediction, NCEP) и CFS (Climate Forecast System) Национального управления океанических и атмосферных исследований (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) с заблаговременностями от 0 до 240 часов (для модели GFS), и – от 0 до 1440 часов (для модели CFS). Долгосрочный прогноз корректируется с учетом невязки смоделированных и реальных климатических величин;

- модули ввода фактических и сценарных сбросных расходов воды с водохранилищ предоставляют веб-интерфейс для задания текущих и планируемых к установлению сбросных расходов Бурейского, Нижне-Бурейского и Зейского водохранилищ.

В модулях импорта реализованы процедуры, обеспечивающие необходимые вычисления, агрегацию и преобразование данных.

Разрабатываемая система моделирования является открытой и не ограничена вышеперечисленными источниками данных и гидрологическими моделями.

Полученная из различных источников информация передается на хранение в базу данных (БД), которая обеспечивает её целостность и непротиворечивость. В БД хранятся необходимые метаданные, описывающие пространственные и временные характеристики записанных величин, а также дополнительная атрибутивная информация (кривые расходов, критерии неблагоприятных и опасных гидрологических явлений, другая информация).

Для предоставления унифицированного доступа к данным и абстрагирования от внутренней структуры БД разработан специализированный веб-сервис («Веб-сервис доступа к данным», рис. 2), предоставляющий методы для чтения и записи данных.

Включаемые в систему моделирования гидродинамические модели и модели формирования стока поддерживают открытый стандарт моделирования OGC OpenMI 2.0, позволяющий объединять численные модели и информационные блоки, созданные на разных платформах и имеющие разные требования к составу и пространственно-временному разрешению исходной информации. OpenMI-совместимые программные компоненты могут объединяться в комбинированные системы по принципу автоматического распознавания совместимости и осуществлять обмен данными без дополнительного программирования [14].

Средством, позволяющим осуществить интеграцию различных моделирующих комплексов с источниками данных в представленной системе моделирования, является разработанный OpenMI-компонент доступа к данным («Веб-клиент OpenMI Component», рис. 2). Данный компонент является унифицированным средством доступа к данным для любой модели, поддерживающей интерфейс OpenMI. Модуль инкапсулирует вызовы методов «Веб-сервиса доступа к данным» и предоставляет информацию о пространственной структуре имеющихся в базе данных, перечне доступных измеренных или рассчитанных величин, дискретности данных во времени. С целью пространственного совмещения различных моделей и источников данных, у которых описание базовых пространственных единиц – расчетных элементов гидрологических и гидродинамических моделей, точек выполнения наблюдений (гидрологических постов и метеостанций) выполнено с помощью различных систем координат, в компоненте реализован метод пространственной интеграции данных, который с помощью открытой библиотеки абстракции гео-пространственных данных OSGeo GDAL (Open Source Geospatial Foundation, Geospatial Data Abstraction Library, <https://www.gdal.org>) производит перепроецирование данных к системе координат модуля, запросившего данные.

Предварительные испытания основных блоков и технологий системы моделирования показали высокую надежность и эффективность представленного технического решения. Созданная инфраструктура интеграции распределённых источников данных и программных комплексов гидрологических моделей позволяет решать задачи информационного обеспечения системы гидрологического моделирования, создаваемой для оптимизации режимов пропуска паводков Бурейским, Нижне-Бурейским и Зейским водохранилищами.

**Использованная литература**

1. Калугин А.С., Мотовилов Ю.Г. Модель формирования стока для бассейна реки Амур // Водные ресурсы. 2018. Т. 45. № 2. С. 121-132.
2. Калугин А.С. Модель формирования стока реки Амур и ее применение для оценки возможных изменений водного режима. Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / Институт водных проблем РАН. Москва, 2016., 185 с.
3. Калугин А.С. Разработка модели формирования стока реки Амур на базе информационно-моделирующего комплекса ЕСОМАГ // В сборнике: Научное обеспечение реализации "Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года" сборник научных трудов. 2015. С. 149-154.
4. Данилов-Данильян В.И., Гельфан А.Н., Мотовилов Ю.Г., Калугин А.С. Моделирование формирования катастрофического наводнения 2013 г. в бассейне Амура // В сборнике: ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПАВОДКИ В БАССЕЙНЕ р. АМУР причины, прогнозы, рекомендации (Сборник докладов). Росгидромет. Москва, 2014. С. 121-147.
5. Bugaets A.N., Gartsman B.I., Gonchukov L.V., Sokolov O.V., Lee K.T., Motosvilov Yu.G., Belikov V.V., Moreido V.M., Kalugin A.S., Aleksyuk A.I., Krylenko I.N., Rumyantsev A.V. Regional hydrological model - the infrastructure and framework for hydrological prediction and forecasting // Международная научн.-практ. конф. «Водный форум БРИКС». Москва, 2016. Режим доступа: <http://www.hse.ru/mirror/pubs/share/194915736>.
6. Неров И.О., Бугаец А.Н. Результаты и перспективы использования гидродинамической модели распространения паводочных волн в бассейне реки Амур // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2017. № 6. С. 48-61.
7. Данилов-Данильян В.И., Гельфан А.Н., Мотовилов Ю.Г., Калугин А.С. Катастрофическое наводнение 2013 года в бассейне реки Амур: условия формирования, оценка повторяемости, результаты моделирования // Водные ресурсы. 2014. Т. 41. № 2. С.111-122.
8. Мотовилов Ю.Г., Данилов-Данильян В.И., Дод Е.В., Калугин А.С. Оценка противопаводкового эффекта действующих и планируемых водохранилищ в бассейне Среднего Амура на основе физико-математических гидрологических моделей // Водные ресурсы. 2015. Т.42. №3. С.1-15.
9. Мотовилов Ю.Г., Балыбердин В.В., Гарцман Б.И., Гельфан А.Н., Морейдо В.М., Соколов О.В. Краткосрочный прогноз притока воды в Бурейское водохранилище на основе модели ЕСОМАГ с использованием метеорологических прогнозов // Водное хозяйство России. 2017. № 1. С. 78–102.
10. Борщ С.В., Бураков Д.А., Симонов Ю.А. Методика оперативного расчета и прогноза суточного притока воды в водохранилище Зейской ГЭС // Труды ГУ ГМЦ РФ. Вып. 359. 2016. С. 106–127.
11. Бугаец А.Н., Гончуков Л.В., Соколов О.В., Гарцман Б.И., Краснопеев С.М. Автоматизированная информационная система гидрологического мониторинга и управления данными // Метеорология и гидрология. 2017. № 3. С. 103-113.
12. Гончуков Л.В., Бугаец А.Н., Соколов О.В., Гарцман Б.И., Краснопеев С.М., Грущенко М.А., Ещенко А.Е. Гидрологический мониторинг и система управления данными // В сборнике: Вторые Виноградовские Чтения. Искусство гидрологии Международная научно-практическая конференция, памяти выдающегося русского ученого Ю.Б. Виноградова. 2015. С. 316-319.

13. Bugaets A.N., Gonchukov L.V., Sokolov O.V., Gartsman B.I., Krasnopeeov S.M. Information system to support regional hydrological monitoring and forecasting // *Water Resources*. 2018. Vol. 45. № S1. С. S59-S66.

14. Бугаец А.Н. Применение стандарта OpenMI для создания интегрированных систем гидрологического моделирования // *Метеорология и гидрология*. 2014. № 7. С. 93-105.

15. Bugaets A., Gartsman B., Gelfan A., Motovilov Y., Gonchukov L., Kalugin A., Moreido V., Suchilina Z., Fingert E., Sokolov O. The integrated system of hydrological forecasting in the Ussuri river basin based on the ECOMAG model // *Geosciences (Switzerland)*. 2018. T. 8. № 1. С. 5.

16. Бугаец А.Н., Гончуков Л.В. Практические примеры использования стандарта OpenMI для создания интегрированных систем гидрологического моделирования // В сборнике: Вторые Виноградовские Чтения. Искусство гидрологии Международная научно-практическая конференция, памяти выдающегося русского ученого Ю.Б. Виноградова. 2015. С. 271-276.

17. Бугаец А.Н., и др. Построение интегрированной системы гидрологического моделирования с применением стандарта OpenMI для задач управления риском наводнений (на примере Среднего Амура) // В сборнике: Научное обеспечение реализации "Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года" сборник научных трудов. ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук. 2015. С. 12-20.

18. Бугаец А.Н., Мотовилов Ю.Г., Гончуков Л.В., Соколов О.В., Гарцман Б.И., Калугин А.С., Морейдо В.М., Фингерт Е.А., Сучилина З.А. Разработка интегрированной системы гидрологического мониторинга на базе модели ECOMAG для бассейна р. Уссури // В сборнике: «Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения» сборник научных трудов: посвящается Году экологии в России и 50-летию Института водных проблем РАН. Институт водных проблем Российской академии наук, Российский информационно-аналитический и научно-исследовательский водохозяйственный центр. 2017. С. 495-500.

19. Макаров А.В., Неров И.О. К вопросу об информационно-аналитическом сопровождении деятельности межведомственной рабочей группы по регулированию режимов работы Бурейского, Нижне-Бурейского и Зейского водохранилищ при прохождении паводков в бассейне реки Амур // Сб. материалов XIV Междунар. научно-практ. симпозиума «Чистая вода России». Екатеринбург, 2017. С. 68 – 72.





Главный редактор - проф. В.А. Духовный

Верстка и макет - И.Ф. Беглов

Подготовлено к печати и отпечатано  
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,  
г. Ташкент, массив Карасу-4, д. 11А  
Эл. почта: vdukhovniy@gmail.com

[cawater-info.net](http://cawater-info.net)

[sic.icwc-aral.uz](http://sic.icwc-aral.uz)

[eecca-water.net](http://eecca-water.net)