ВОДА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: БУДУЩЕЕ В СОТРУДНИЧЕСТВЕ

Материалы конференции
в честь 90-летия Духовного В.А.,
Кипшакбаева Н.К. и 80-летия Гиниятуллина Р.А.

(8 ноября 2024 года)

НИЦ МКВК
Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной
водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Supported by:

Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Nuclear Safety and Consumer Protection

based on a decision of
the German Bundestag

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ВОДОЙ, ЭНЕРГИЕЙ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ
Системные решения для климатически устойчивой Центральной Азии

Ташкент 2024

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной
водохозяйственной комиссии Центральной Азии
(НИЦ МКВК)

Вода в Центральной Азии: будущее в сотрудничестве

Материалы конференции в честь 90-летия Духовного В.А., Кипшакбаева Н.К. и 80-летия Гиниятуллина Р.А.

8 ноября 2024 г., Ташкент

Ташкент – 2024

Под редакцией доктора юридических наук Зиганшиной Д.Р.

Сборник подготовили к печати:

Беглов И.Ф., Дегтярева А.С.

Подготовлено и издано при поддержке проекта «Региональные механизмы для низко-углеродных, климатически устойчивых преобразований во взаимосвязанных вопросах энергетики, воды, земли в Центральной Азии», реализуемого ОЭСР, НИЦ МКВК и ЕЭК ООН за счет средств Федерального министерства окружающей среды, охраны природы, ядерной безопасности и защиты потребителей Германии (BMUV) в рамках Международной климатической инициативы (IKI)

© НИЦ МКВК, 2024 г.

Содержание

Сессия юбиляров 6

Взаимодействие государств Центральной Азии
по рациональному использованию водных ресурсов региона
Гиниятуллин Р.А. 6

Водная безопасность Центральной Азии в условиях изменения климата: проблемы и возможности 17

Управление водными ресурсами реки Амударья в условиях
изменения климата
Махрамов М.Я. 17

Мониторинг баланса массы ледника Баркрак, западный
Тянь-Шань
Умирзаков Г.У., Петров М.А., Карандаева Л.М., Томас С. 29

Агроклиматические изменения вегетационного периода
на юго-востоке Казахстана в контексте продовольственной
безопасности региона
Жунисова М.А. 37

Рациональное использование вод, водосбережение и охрана экосистем 46

Развитие водопользования в сельском хозяйстве стран
Центральной Азии
Шевченко В.А., Исаева С.Д., Дедова Э.Б. 46

Некоторые проблемы Малого Аральского моря
Мукатаев С.М., Кеншимов А.К. 52

Рациональное использование вод, водосбережение
и охрана экосистем в Туркменистане и странах
Центральной Азии
Моммадов Б.А. 61

Использование подземных грунтовых вод при капельном
орошении
Уразкелдиев А., Ахмедходжаева И., Улугмуродов С. 67

Исследование проблем управления водными ресурсами
Орифова Ш.Р., Орифов Р.О. 71

Автоматизация водоучета водных объектов
Бакбергенов Н.Н. Иманалиев Т.К. 78

Объемы формирования коллекторно-дренажных и сбросных вод в бассейне р.Сырдарья
Басманов А.В. 85

Анализ водных ресурсов и мелиоративного состояния орошаемых земель по Арало-Сырдарьинскому водохозяйственному бассейну
Қали Ә. С. 104

Изменение водно-физических и химических свойств почв при орошении слабоминерализованными водами
Юсубов Ш.Д., Ишанкулиев П.М. 113

Влияние качества коллекторно-дренажных вод на экосистему
Аманбаева Б.Ш., Джайсамбекова Р.А., Шайдуллина Е.Г. 123

Энергоэффективные технологии для улучшения мелиоративного состояния и повышения продуктивности орошаемых земель
Шайдуллина Е.Г., Аманбаева Б.Ш., Джайсамбекова Р.А. 135

Характерные особенности ледового режима озера Балхаш
Еркинова Г.А., Монкаева Г.Е. 146

Эффективное использование водных ресурсов с учетом уровня и минерализации грунтовых вод
Пащыев Т.Д., Розыева З. 156

Трансграничное сотрудничество и системная взаимосвязь воды, продовольствия, энергетики и окружающей среды 165

МФСА – как единая региональная платформа сотрудничества по водно-экологическим вопросам в бассейне Аральского моря
Жураев И. 165

Актуальные проблемы перехода к «зелёной» экономике
Джаборова М.Д. 171

Взаимосвязь воды, продовольствия, энергетики и окружающей среды
Музафарова Н. 179

Информация, образование и наука для водной безопасности и сотрудничества 186

К вопросу создания единого образовательного (академического) пространства в водной отрасли стран Центральной Азии
Ибатуллин С.Р. 186

Женщины в водном секторе Центральной Азии: краткий обзор существующих публикаций
Бегишбек кызы М. 210

Исследования на разные темы 227

Расчет рейтинга экологического развития отдельных регионов Республики Беларусь за 2022 год
Цубленок Д.В., Водейко М.В. 227

Система водяного отопления, повышенного естественного циркуляционного давления
Назаров С.М., Хужаев П.С., Стерлигов В.А. 241

Гидравлическое сопротивление труб для движущегося пароводяного потока
Назаров С.М., Хужаев П.С., Стерлигов В.А. 252

Разработка Государственного водного кадастра: тогда и сейчас
Сахваева Е.П. 260

Сессия юбиляров

Взаимодействие государств Центральной Азии по рациональному использованию водных ресурсов региона

Гиниятуллин Р.А.

Заслуженный ирригатор,
заслуженный наставник молодежи РУз,
почетный член МКВК

Уважаемые участники и коллеги! Ассалому алейкум, и примите признательность за возможность выступить перед вами по теме, которой уже более полвека, и многим надоела, но она часть моей жизни и вины, и я должен высказать то, что наболело.

Прошлое, настоящее, и будущее связано с Амударьей и Сырдарьей**.** Источники подтверждают, когда-то реки назывались Яксарт и Окс, затем Сейхун и Джейхун, в настоящее время – Сырдарья и Амударья. Земледельческая цивилизация процветала во времена древнего Китая и Индии, Вавилона и Египта. «Когда наши предки землю пахали, народы Европы только с деревьев слезали», – так иногда у нас шутят.

В 1-м тысячелетии до н. э. здесь процветали государства на основе орошаемого земледелия, платили налоги и содержали оросительные системы.

Народы боролись за свою независимость с Хуанди из Китая, Ксерксом из Персии, Канишкой из Индии, Александром Македонским.

Небольшой экскурс в историю, только для того, чтобы напомнить себе, насколько глубоки традиции орошаемого земледелия и насколько регион зависим от воды и, что вода была основой для процветания государств**.** Были времена, все – и малые, и большие реки добегали и впадали в другие реки, как совсем недавно и Зеравшан. Никто не поверит, что совсем недавно реки были судоходными, и Термез был большим портом, и все грузы Афганистана довозились до порта Шерхан.

Но Москва решила «превратить» Среднюю Азию, включая юг Казахстана, в хлопковую базу страны. Все «стали союзными республиками»,

и теперь они не считались колониями как во времена Российской империи. Все народы были в равноправном, в едином братском Союзе, и в едином плановом хозяйстве. Они сами себя «добровольно» превратили в аграрный придаток для производства хлопка, на эти цели империя и захватывала Среднюю Азию.

С созданием «Варшавского Договора» нагрузка на земли и водные ресурсы Средней Азии удвоилась. Надо было наращивать площади орошаемых земель для увеличения производства хлопка-сырца и для всего Социалистического блока. Об этом мы узнали только после распада СССР. Народы Средней Азии, практически не разгибая спины – то на прополке, то на чеканке, то на уборке, ночами поливая потом и кровью землю, выращивали хлопок. А заодно и «уничтожали свой Арал», – а «братья» в Польше, Румынии и других странах занимались реэкспортом и, по разным данным, перепродавали наш хлопок от 250 до 300 тыс. тонн в год. Здорово, да? Покупали за СЭВ-кие рубли, их еще называли деревянными, а продавали за СКВ, а мы в это время из-за них продолжали уничтожать свой Арал, и Узбекистан не имел даже одного своего цента.

В СССР и в этих странах, даже не переживали, что именно из-за них происходит полное исчерпание водных ресурсов ЦА, и «уничтожается» Арал. В Европе не видели снимки из НАСА и спутников СССР, которые публиковались во все мире, что половины Арала уже нет, и береговая линия ежегодно уходит на сотни метров? Был СССР, все боялись этой страны. С приходом Горбачева все радовались, якобы и на эту страну, наконец, «надвигается» демократия, а в это время из-за его болтовни с каждым днем она продолжала разлагаться. В общем, произошло то, что произошло, но только после распада СССР громко заговорили, оказывается Арал-то – пропадает!

Для ускоренного освоения до 4,5 млн га новых орошаемых земель для производства хлопка, Арал «по плану» был приговорен к «уничтожению», и об этом знали все. **Первый звонок по Аралу был** в связи Каракумским каналом (Каракумдарья). Строительство начато в 1954 году, протяженность 1445 км, забор из Амударьи до 14 км^3 воды. Уникальность створа в районе Керки в том, что забор может достигать и 15-16 км^3. **Второй звонок** был в 1956 году – с началом освоения Голодной степи, **третий звонок** был в 1961 году, и уже тревожный – начал падать уровень моря. **Четвертый звонок** был в 1971 году, от него уже невозможно отмахнуться: впервые по Амударье в море не поступило ни капли воды. Как будто для решения проблемы создавались комиссии, посыпались рекомендации, предлагали множество заведомо неисполняемых решений, потому что:

- Туркменистан, как продолжал, так и продолжал строить Каракумский канал;

- в Узбекистане продолжали строить Каршинский, Южно-Голодностепский, Аму-Бухарский, Большой Андижанский и Наманганский, Большой Ташкентский, Амузангский и другие каналы. Кроме них еще были десятки малых заборов из этих рек;

- в Таджикистане, не в таких масштабах как в Узбекистане, но тоже осваивали новые земли;

- одновременно по всему региону строили водохранилища почти на всех стоках в эти реки.

Именно «плановая экономика СССР» и привела всю Среднюю Азию к состоянию, что водные ресурсы оказались полностью исчерпанными и поступление воды в Арал полностью прекратилось. Началось реальное опустынивание в связи появлением пустыни «Аралкум».

На глазах всей страны правительство СССР, правительства республик, продолжали издевательски относиться к народам Средней Азии, к природе, экологии, Аралу.

За эти годы были обязаны строить новые промышленные, наукоемкие производства, а «плановая экономика» ничего этого не делала и не сделала для создания рабочих мест. Средства выделялись только на освоение новых орошаемых земель и хлопкосеющие республики «специально» были вынуждены использовать прирост населения только в сельском хозяйстве. Республикам предъявляли категоричные требования: увеличивать производство хлопка-сырца и в этих целях население на селе «удерживали» на уровне 60-65%, чтобы было кому выращивать хлопок.

В 1976-1981 годах, якобы для спасения региона от опустынивания и деградации, был одобрен проект переброски части стока Сибирских рек.

Столько шума, дебатов, споров было вокруг этого проекта!

Сколько защитников, именно России, от «тунеядцев» Средней Азии возникали. А такие, как Залыгин или академик Яншин, чуть даже национальными героями не стали.

Даже Раиса Максимовна Горбачева вдруг стала главной спасительницей Отечества от требований этих «дармоедов» из Средней Азии.

А по-настоящему в философию этого проекта так никто и не вникал. Во-первых, он изначально был неисполнимым, таким он остается и сейчас. Во-вторых, он изначально не был предназначен для спасения Арала. В проекте главным было дальнейшее увеличение площади орошаемых земель для выращивания того же самого «проклятого» хлопка. По концепции академика Академии Саид-Карима Зиядуллаева (он 20 лет возглавлял

Госплан УзССР) производство хлопка сырца по Узбекской ССР доводится до 8 млн тонн. А республика на коленях стояла из-за 5,6 млн тонн.

Чтобы как-то успокоить население в Приаралье, было принято постановление Правительства СССР, хотя изначально оно было формальным, а если честно, то обманным.

4,5 млн га новых орошаемых земель уже освоены. На них уже живет народ. Эти гектары без воды уже не земли. Народу кроме этой земли другой работы нет. Земли для них стали единственными источниками жизнеобеспечения. Даже при желании, Приаралью и морю ни одного куба воды они отдать не могут, не отдадут.

«Самый несбыточный вариант»:

- «Забыть», что на этих землях живут около 7 млн людей. Немедленно создать до 2,5 млн рабочих мест. 1,5 млн га из орошения обратно вернуть природе. За счет этого появится 25 млрд воды, и море можно оставить, хотя бы на том состоянии «как есть» Но невозможно отойти от того , что Средняя Азия, в интересах СССР и Социалистического блока, плановой экономикой была приговорена стать аграрным придатком страны:

- Узбекистан в год выращивал до 5600 тыс. тонн сырца, а это до 1710-1720 тыс. тонн хлопка-волокна.

- Вся легкая промышленность УзССР использовала не более 180 тыс. тонн, и из них до 45 тыс. тонн в виде тканей поставляли в другие регионы страны.

- Поставки хлопка-волокна в «Союзный фонд» ежегодно составляли 1530-1560 тыс. тонн. На производство этого волокна (с потерями на магистральных, внутрихозяйственных сетях и на полях) за год расходовали до 43-45 млрд $м^3$ воды.

- Кроме Узбекистана и другие республики выращивали до 2,5 млн тонн, и до 90% тоже поставляли в «Союз» и на это расходовали до 23-25 млрд $м^3$ воды.

- Для сохранения моря на природном уровне необходимо 57-60 млрд $м^3$ воды

- Расход воды на поставки хлопка-волокна в «Союз» 66-70 млрд $м^3$ воды.

Так для кого и ради чего регион уничтожил Аральское море??? Эта «экскурсия» – для осмысления того, что в действительности произошло:

- Для понимания необходимости срочных действий, для приведения всех земель до реально продуктивного использования (расходования) воды на освоенных 4,5 млн га. земель.

- Должны знать, «плановая экономика», кроме того, что навязала Узбекистану тотальную монокультуру, навязала и полную продовольственную зависимость.

- При этом в Москве все время нас еще и унижали, называя дотационной республикой и «объедалами» других республик.

- А мы же все были в одной стране и в едином плановом хозяйстве! Как и почему потребление мяса на душу в целом по стране 65 кг, а в хлопкосеющих республиках – Таджикистане, Туркменистане, Узбекистане – только 25-29 кг? Поверить в это трудно, но это факт. При таком низком уровне потребления мяса, из республики по плану, вплоть до Прибалтики, вывозили хлопковый жмых и шрот для производства у них мяса. Вот таким было братское и равное отношение в едином плановом хозяйстве?

Для размышления:

- Почему Южная Корея – площадь 100,5 тыс. кв. км, 80% территории горы, население 51 млн чел. ВВП на душу (номиналу) 35 тыс. долларов. А Средняя Азия (Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан вместе): площадь 1050,0 тыс. кв. км, орошаемых земель свыше 6 млн га, население в трех республиках менее 30 млн чел., а ВВП-НП на душу 1,5 до 2,4 тыс. долларов? Как можно было так планировать и довести регион до такого состояния, чтобы его считали дотационным?

- Почему трем республикам в единой плановой экономике не планировали развитие наукоемких отраслей и высокотехнологичных производств, дающих занятость населению и в других отраслях и сферах, а навязали быть привязанным только к сельскому хозяйству?

То, что экономисты с гордостью указывали – Узбекистан стал индустриально-аграрной республикой, да за такое отражение их должны считать, что они совершили «диверсию» в отношении будущего Узбекистана.

Кроме авиационного полусборочного предприятия, вынуждено переброшенного в Ташкент во время ВОВ, больше наукоемких сфер и производств фактически и не было. Только к началу 1990-х, благодаря личным усилиям Шарафа Рашидова, начались некоторые сдвиги: построены заводы «Алгоритм», «Сигнал», «Зенит», Моторный. Но преждевременная смерть и агрессия против Узбекистана все эти начинания «убили». Какое к теме конференции это имеет отношение? Прямое! Потому что республики Средней Азии были «подчинены» увеличивать производство хлопка-сырца любой ценой. Из этого исходят и все сегодняшние проблемы. И главные из них – нет промышленного производства – нет рабочих мест, и половина населения республик зависит от этих земель. Даже простую пряжу не изготавливали в Узбекистане, хотя бы от этого немножко оставалась бы прибавочная стоимость. Вся «промышленность» Узбекистана состояла только

для «обслуживания» производства того же хлопка-сырца: заводы «Узбексельмаш», «Ташсельмаш» и еще десяток вспомогательных и тоже полусборочных предприятий. Сотни ремонтных предприятий Объединения «Узсельхозтехника» тоже предназначены для ремонта все той же техники для выращивания хлопка-сырца, а они тоже считались промышленностью Узбекистана.

Со всех месторождений в Узбекистане полностью вывозили медь, платину, золото, серебро, вольфрам, молибден, уран и так далее, в общем половину таблицы Менделеева, и даже аффинаж золота проводили на Урале. Для изготовления ювелирных изделий, несколько сотен килограмм получали, и то только по фондам, выделяемых Госпланом СССР.

На основе такого букета уникальных ресурсов разве не должны были развивать и наукоемкие и высокотехнологичные производства? Разве не в этом причины, почему сегодня миллионы узбеков вынуждены по всему миру искать работу? В этом и главная причина, почему республики Средней Азии никак не могут развить экономику уже 33 года Независимости.

Философия «общесоюзного разделения труда»:

- Среднюю Азию оставили для целей, для чего Россия ее и «захватывала». Плановой экономикой изначально было «предопределено»: оставаться сельским населением, чтобы было кому исполнять рабский труд по выращиванию хлопка в СССР. Кроме жителей и школ на селе, унизительному труду – уборке хлопка – был подчинен весь Узбекистан.

– Студенты вместо учебы с октября по ноябрь, а часто и в декабре, были на сборе хлопка и проклинали его.

- Именно для увеличения хлопка и началось «агрессивное» ускоренное освоение новых земель. В отдельные годы вводили до 125-130 тыс. га, а в 1985 году только в УзССР ввели 100 тыс. га новых земель. Никто над этим и не задумывался? Ускоренным освоением земель Москва закабалила и привязала большую часть населения к сельской местности, чтобы было кому выращивать хлопок. Поэтому и все новые земли предназначались только под хлопок. И сами руководители хозяйств скрытно под хлопок отводили и старые земли. Наказания и поощрения, в основном, были только за хлопок. Это тоже одно из целевых действий, чтобы привязывать население Узбекистана к выращиванию хлопка. В народе часто говорили «будет хлопок – значит, будет хлеб», потому что основным питанием народа действительно был хлеб. По СССР в среднем потребление хлеба и хлебопродуктов составляло 80-90 кг. А в трех хлопкосеющих республиках – Таджикистане, Туркменистане, Узбекистане – 180-190 кг.

В 1986 году провели контрольные обмеры земель, занятых под хлопчатником. Данные поразили и испугали. Площади, предназначенные под

кормовые культуры, овощи и бахчи, тоже оказались засеяны хлопчатником. На 1986 год значилось 4100 тыс. га орошаемых земель, по плану под хлопчатник – 1820 тыс. га, фактически оказалось – 2210 тыс. га.

Если на 1965 год в регионе в целом было порядка 3,4 млн га орошаемых земель, то на 1990 год – уже 7,9 млн га. За одно поколение прирост составил 4,5 млн га!

Все земли введены оросителями в земляном русле. Полив везде консервативный, многовековой – по борозде, даже без средств учета воды, не говоря уже о средствах рационального использования воды, и в таком состоянии весь регион.

Проектирование по всей стране велось под эгидой единого Минводхоза СССР. Эти данные, специально, чтобы не забывали, что Москва и мы сами наворотили всего за 25 лет, то есть за одно поколение.

Турция: население 85 млн чел., площадь орошаемых земель 5,2 млн га.

В тоже время вся Средняя Азия: население 65 млн чел., площадь орошаемых земель 7,9 млн га.

На 1965 год всего было 3,4 млн га и за 25 лет ввели еще 4,5 млн га. При таких темпах ввода новых земель, откуда в народе возникнет уважение и бережное отношение и к земле, и к воде? При таких темпах изменений в окружающей среде, в реке, на самих землях проживания разве может население успеть принять происходящее? Они считают, что все так и было, или что так и должно быть, у них нет ощущения о негативных последствиях от происходящего.

У населения нет даже понимания того, что все происходящее сегодня – это последствия недавнего вчерашнего.

На 1990 год – население по СССР: городское – 66%, сельское – 34%. Население по УзССР: городское – 41%, сельское – 59%. Вот эти 59% и стали заложниками на этих новых землях. Они выросли без традиционного у узбеков уважения к земле и воде. Для них эти земли, освоенные государством для выращивания хлопка. Надо бы помнить, дехкане вместо хлопка (нелегально) сажали арахис, а где была возможность – рис. В то же время, эти же земли для них стали необратимыми для их жизнеобеспечения. На этих землях они должны жить всегда. Эти земли не могут и не будут высвобождать ни капли воды, без вмешательства и без принуждения государства. Хотя вода и сберегающие технологии им уже нужны для своего жизнеобеспечения, а не для Арала. Все земли вводились с оросителями в земляном русле, и в проектах хотя бы условно не указывали возможные потери. На освоенных землях, даже в рекомендациях не предусматривали, как

можно сокращать излишние и непродуктивные потери воды. Освоение новых земель велось полным игнорированием необходимости в самих проектах учитывать водосберегающие технологии. Необходимость учитывать в самих проектах ограничение расхода воды, в зависимости какие культуры целесообразнее выращивать. О районировании сельхоз культур «болтали» все, но никто на это не обращал внимания, как было, так и продолжалось, и сейчас тоже.

Без тотального изменения отношения к воде и к земле во всем сельском хозяйстве в целом и по всему региону, реального достижения продуктивности и воды и земли достичь невозможно. Потому что весь регион как раньше, так и сейчас, продолжает использование воды консервативным многовековым поливом по борозде, при протяженности борозд сотни метров с потерей до 20-25% продуктивной воды, уже поданной на поле. Консервативная, многовековая технология остается такой же во всем регионе и сейчас. На рисовых чеках теряется до 20-30% воды, из-за недолжной планировки с разницей в уклонах на карте от 10 до 20 градусов. И все это происходит сейчас, то есть и при «дефиците» воды.

Если регион намерен жить на этой воде, то у него нет другого выхода, он будет вынужден провести тотальное изменение в отношении к воде во всем регионе. На этой воде, в принципе, регион может обеспечить население до 110-115 млн чел, а уже сегодня считают, что воды недостаточно для 65 млн. Потому что принцип в расходовании воды в регионе в целом так и не изменился: расходуем все что есть, или все что сможем взять или отнять, и поэтому забор воды из всех рек стал необратимым.

Во всем сельском хозяйстве, по всему региону сложилось такое же состояние, что все сельское хозяйство в стороне от проблемы воды и от необходимости полного изменения всей агротехники и агрокультуры во всем сельском хозяйстве и во всем регионе.

Извне и внутри самих стран создается такое впечатление:

- В регионе аграрной науки нет, агропрогрессом занимаются все, но только не сами аграрники.

- На селе есть отдельные эпизоды прогресса, но не по республике, как общая стратегия страны, с контролем и требованием ее исполнения.

- Если страны региона намерены жить той водой, которой обладают, то должны учитывать и изменение климата, и то, что дефицит воды будет нарастать, а значит, без изменения всей агротехники и всей технологии использования воды в сельском хозяйстве страны начнут испытывать невероятные трудности в обеспечении населения продовольствием.

- Все страны уже сейчас вынуждены завозить продовольствие, но далее эти проблемы уже драматически будут только нарастать;

- Тема Арала вновь вспоминается, не с целью снова кого-то обвинять, их было предостаточно.

- Наверно, в мире не осталось никого, кто, в связи с Аральской проблемой, не высказал своего негативного мнения по этой теме. И все равно, обвинения продолжаются, хотя и того государства уже 33 года как нет и тех, кто принимал решения – тоже, они все давно на том свете, и можно бы их уже оставить в покое. Проблема в том, что мы довели площади орошаемых земель до исчерпания водных ресурсов, и как говорится, обратной дороги нет.

- Население стран привязали к этим новым землям как к главным источникам для их жизнеобеспечения. В этом тоже одна из причин, почему в регионе от 60 до 70% населения – сельское, а им дать работу без развития промышленности невозможно.

- Даже если где-то срочно и создаются производства, то, как правило, быстро не развиваются, и поэтому Средняя Азия остается «поставщиком» дешевых рук, несмотря на не очень высокий профессиональный уровень.

Указанное выше приводится с целью понимания, почему земля остается основным ресурсом для жизнеобеспечения значительной части населения во всех республиках.

Поэтому, хотя потребность в воде нарастает, в тоже время результатов от рационального использования воды не видится. То, что происходит некоторое уменьшение расхода воды, то это не за счет внедрения водосберегающих технологий, а только потому, что по различным причинам происходит просто сокращение подачи воды.

В частности, сильно влияет цена электроэнергии и износ насосных станций. Состояние техники, цена топлива и стоимость работ по очистке оросительных, особенно, так называемых внутрихозяйственных сетей.

Конечно, с такой оценкой темы, лица, ответственные за экономику, могут не соглашаться и считать оценку абстрактной, но если хотят убедиться, у них есть возможность, пусть проверят.

Когда будут вынуждены искать «средства» для дополнительной закупки продовольствия из-за нарастающей потребности, то они вспомнят об этих предупреждениях и будут согласны вкладывать средства и в водное, и в сельское хозяйство, но тогда средств потребуется во много раз больше, чем сейчас.

Часть орошаемых земель в регионе все равно придется исключать из сельхозоборота, но сначала создать промпредприятия для занятости населения. Есть такие земли с подачей воды на такую высоту, что полученная продукция не покрывает даже расхода на электроэнергию.

Я уверен, что Центральная Азия должна наконец определиться с единой концепцией развития по использованию вод двух рек, имея ввиду что воды может будет меньше, но больше – никогда. Рост населения к 2050 году (а это уже завтра) составит не менее 110-115 млн против 65 в настоящее время. Никаких сибирских вод в обозримом будущем не будет, и эти «мечты» однозначно из любой концепции должны быть исключены.

В этой связи:

1. Страны региона в отношениях между собой должны исключить национальный эгоизм, провоцируемый национальными популистами о принадлежности воды одному из народов, и вода вместо нагнетания разногласий должна стать главным инструментом взаимодействия и взаимопонимания.

2. Страны региона вместе должны, наконец, разработать единую стратегию по рациональному использованию воды во всем регионе, и установить правило контроля за реализацией этих целей независимыми экспертами, с соответствующими полномочиями, наложениями штрафных санкций, средства от которых поступают на счета соответствующих отделений этой инспекции или комиссии.

3. В бассейне Арала – Таджикистане, Туркменистане, Узбекистане, юге Казахстана, – население на 99% мусульманское, а в Кыргызстане, где раньше значительной частью были христиане, мусульмане уже составляют свыше 94%. Необходимо иметь в виду, какой бы не был режим в Афганистане, в стране 100% исламское население, и по водной теме придется и нужно сотрудничать. Я это предлагал начать со дня создания МКВК, а затем уже и МФСА. Я тогда не смог убедить, что к теме воды политиков не только нельзя допускать, их даже приближать нельзя, но, к сожалению, они и сейчас определяют эти отношения.

Исходя из вышеизложенного, прошу всех обратить внимание на Шариат. «О воде и водопользовании», «О земле и землепользовании» – на мой взгляд, это лучше, понятнее и определённее. Видимо, нам надо поучиться у тех, кто тысячи лет тому назад все расписал. И сейчас не нужны другие правила, которые нам городят депутаты, которых мы и сами не знаем, из кого выбираем.

По использованию Амударьи, Зеравшана, Сырдарьи: для взаимодействия отношений по воде между странами принять внутренний кодекс всех

6 стран бассейна, о признании Шариата «О воде и водопользовании» и жить, и все действия осуществлять только на его основе.

4. Страны региона признают, что углеводородные ресурсы в конечном итоге исчерпаются, и в целом будущее всех стран Средней Азии в совместном использовании гидроэнергоресурсов этих рек. В этой связи, все страны принимают участие в совместных проектах по строительству новых ГЭС, преимущественно на русловых водохранилищах. Ни одна страна не препятствует и не предъявляет никаких земельно-водных претензий какой либо стороне. По каждой новой ГЭС участники совместно учитывают все риски, совместные условия, обязательства и требования.

5. Особо всеми странами должны быть определены и установлены пограничные правила, чтобы они не стали главными препятствиями для строительства совместных проектов, далее совместной эксплуатации и становлению доверительных отношений на реках и взаимопониманию между всеми странами в ЦА.

6. Особо всем странам рассмотреть невмешательство МИДов всех стран в водные и водно-энергетические проекты и водные отношения. Потому, что именно эти ведомства и пограничники отношения между странами и народами региона довели до абсурдного состояния.

Если эти препятствия не будут сняты, то на реализации единой региональной гидроэнергетической стратегии Средней Азии надо сразу же «поставить крест», ибо они изначально из-за этого будут обречены на провал.

Наш регион и так в водных вопросах постоянно находится в перенапряженном состоянии, и здесь необходимы не кабинетные дипломатии, а конкретные действия в каждом конкретном случае. Ситуации могут меняться даже в течение суток.

Водная безопасность Центральной Азии в условиях изменения климата: проблемы и возможности

Управление водными ресурсами реки Амударья в условиях изменения климата

Махрамов М.Я.

Бассейновая водохозяйственная организация «Амударья»

При планировании управления водными ресурсами и управления требованиями на воду (орошаемой земледелие) необходимо учитывать сложившиеся особенности и тенденции современного функционирования водохозяйственных комплексов и их развития.

Водораспределение необходимо для поддержания и укрепления благосостояния населения региона. Всемирный банк отмечает, что вода – это дефицитный ресурс. И она должна рассматриваться как социальное и экономическое благо, требуя эффективных и экономических мер.

Изменение климата и снижение обеспеченности природными водными ресурсами, ведет к водному дефициту.

Интенсивное потепление климата наблюдается во всем Центрально-Азиатском регионе. Потепление прослеживается, как в холодном, так и в теплом полугодиях. В целом для Центральной Азии за столетие температурный рост составил до 1,5°С для трех засушливых стран – Казахстана, Туркменистана и Узбекистана и 1,0° для Кыргызстана и Таджикистана.

Последствием изменения климата является изменение стока рек. По бассейну реки Амударья, сток которой оказался ниже среднемноголетнего годового объема за предшествующие 40 лет на 1,5%, но практически совпадает со среднемноголетним стоком за весь наблюдаемый период. Увеличилась частота маловодных и многоводных лет по бассейну Амударьи. Частота маловодных лет (обеспеченностью 75% и выше) увеличилась в 1,3 раза, многоводных (обеспеченностью 25% и ниже) в 1,2 раза, а особо многоводных лет (обеспеченностью 10% и ниже) в 2,5 раза. В 1,5 раза уве-

личилась «глубина» особо маловодных лет (то есть отклонение среднего стока в маловодные годы от среднего стока за период).

Водные ресурсы рек бассейна Аральского моря и их источники питания очень чувствительны к изменению климатических параметров. Основными факторами, влияющими на сток при потеплении являются, сокращение снегозапасов, деградация оледенения, увеличение испарения в бассейнах рек.

Оценка водных ресурсов в связи с изменением климата на перспективу показала:

- до 2030 года предполагается практически сохранение современных норм стока;
- с дальнейшим повышением температур воздуха сток рек уменьшается;
- более чувствительны к потеплению климата реки бассейна Амударьи и малые водотоки;
- ожидается усиление изменчивости стока во всех бассейнах.

Изменения температуры воздуха и осадков на долгосрочную перспективу, на уровне 2050 года, возможно, приведет к сокращению стока реки Амударьи на 10-15% от нормы.

Кроме климатических изменений, подчеркивающих сокращение водных ресурсов существует ряд факторов, влияющих на устойчивость управления водными ресурсами в Центральной Азии:

- рост населения, требующий дополнительных водных ресурсов в год;
- рост городского населения и расширение городских зон за счет орошаемых земель порождает потребность в дополнительных водных ресурсах, и в то же время, необходимость замещения их новыми орошаемыми землями;
- изменение посевных структур сельхозкультур в связи с реструктуризацией крупных хозяйств и тенденцией к получению повторных урожаев сельхозкультур и производству высокоценных культур, ориентация фермеров на импортозамещение и экспорт сельхозпродукции;
- повышение уровня экологической осведомленности способствует выполнению требований по поддержанию экологического уровня водного стока рек в их дельты. Отвод водных ресурсов для восстановления экологических систем в регионе с различающимися клима-

тическими условиями. В водных экосистемах растет концентрация загрязнителей, подвергая водные и наземные виды организмов угрозе исчезновения. Необходимо высвобождать необходимое количество воды для поступления в реку, чтобы улучшить качество их вод и водную среду обитания, а также восстановление биоразнообразия на суше и в озерах;

- развитие ирригации, оно необходимо в связи с его высшей специальной значимостью в регионе (около 60% населения живет в сельской местности);
- увеличение использования потенциала гидроэнергетика посредством строительства гидроэлектростанцией в верховьях рек, усиление конкуренции в области водных ресурсов в связи с изменением режима водопользования в направлении максимального гидроэнергетического производства, в особенности в зимний период для обеспечения собственного потребления и экспорта электроэнергии с целью получения дополнительной прибыли;
- возможное увеличение забора воды из реки Амударья со стороны Афганистана после стабилизации политической ситуации в этой стране. Дополнительные объемы воды будут направлены на орошение и для повышения нормы водопотребления городов.

К этим факторам могут быть добавлены ряд внутренних проблем, характеризующие потребление водных ресурсов:

- снижение вложений в поддержание водного хозяйства в регионе;
- моральный и физический износ водной инфраструктуры во всех водохозяйственных структурах, ведущие к непродуктивным потерям воды и снижению контроля за её использованием;
- низкий уровень капитальных вложений в восстановление и модернизацию водохозяйственной инфраструктуры;
- недостаточное финансирование организаций по эксплуатации и ремонту, что приводит к утечке квалифицированного персонала;
- увеличение числа водопотребителей;
- уменьшение степени точности учета расходов воды, в результате чего происходят потери воды в речных руслах.

Климатические изменения, и вышеупомянутые дестабилизирующие факторы оказывают негативное воздействие на водные ресурсы региона.

Понимание последствий климатических изменений – это центральный момент в разработке региональных и государственных стратегий адаптации к климатическим изменениям.

Несмотря на то, что сокращение водных ресурсов рек возможно к середине XXI века, адаптация к последствиям изменения климата является одной из важнейших задач сегодня.

Необходимо заранее просчитать водохозяйственную ситуацию на будущее по Амударье, разработать и принять необходимые меры по предупреждению негативных последствий возможных колебаний стока с акцентом на исследование факторов влияния климата на формирование стока рек в верховьях и возможного снижения емкостей водохранилищ, вызываемого их заилением. Чтобы избежать будущего ухудшения окружающей среды в бассейне и возможных экономических потерь в будущем, связанных с дефицитом водных ресурсов, необходимы комплексные исследования.

Масштаб задач и проблем по смягчению воздействия климатических изменений довольно широк и захватывает почти все сферы человеческой жизни и требует мобилизации усилий всех заинтересованных сторон и стран более гармоничного сотрудничества.

Центральная Азия считается регионом с одним из самых высоких уровней водообеспеченности в масштабе планеты, однако здесь много трансграничных рек. Трансграничный диалог и сотрудничество в регионе в последние несколько лет позволили избежать конфликтов, связанных с подачей воды странам.

Конфликты из-за вододеления между странами бассейна в последние несколько лет были приглушены повышенными уровнями осадков в верхнем течении. Как только установится продолжительный период низких осадков (вследствие изменения климата) конфликт, вероятно, вновь возникнет.

Существующее сотрудничество среди стран региона недостаточно и оно должно развиваться. Невозможно будет удовлетворить потребности растущего населения без сильной политической воли, многостороннего сотрудничества и долгосрочных обязательств работать в направлении истинного трансграничного сотрудничества.

Вода представляет значимый элемент конфликта и других региональных споров, при этом они могут быть решены посредством согласованных региональных усилий, смягчения трансграничной напряженности, углубления сотрудничества и понимания в этом регионе.

Согласованные усилия, включающие передовые методы управления водой добавят стимула для сотрудничества и понимания в регионе. Посредством межнационального совместного усилия необходимо:

- провести независимую оценку будущего дефицита трансграничных вод региона;
- понять преграды на пути развития устойчивой практики;
- разработать стратегию адаптации в масштабах бассейна;
- провести анализ влияния изменения климата на гидрологию рек.

Сегодня, несмотря на наличие политической воли, в целом, недостаток понимания и доверия на техническом уровне является основным препятствием в развитии сотрудничества. Для достижения консенсуса на различных уровнях могли бы быть усовершенствованы региональные программы, чтобы сблизить различные точки зрения и позиции. Более того, международные механизмы должны слаженно работать для укрепления и развития трансграничного сотрудничества.

Региональное управление водой потребует согласованных стратегий по устойчивому распределению, сбережению, а также эффективной подготовки информации и управления данными. Оно также может быть увязано с текущими работами, поддерживаемыми правительствами стран, неправительственными организациями и международным сообществом, чтобы создать основу для стратегических партнерств. Следует свести к минимуму такие барьеры, как неопределенность и взаимные подозрения сторон, гарантируя, что сотрудничество не направляется и не манипулируется в соответствии с интересами доминирующей стороны водосбросного бассейна.

Региональные информационные системы водного сектора, включающие банки данных, системы мониторинга и раннего оповещения в сочетании с надлежащими мероприятиями по управлению, считается первым шагом в региональном сотрудничестве, обеспечивающим важный механизм укрепления доверия, а также основу для упорядоченного обмена информацией.

Доверие, как это отражено в обмене данных и совместном планировании, является отличительной чертой любого устойчивого механизма совместного использования воды. Укрепление доверия является одним из основных вопросов, который должен быть вплетен в любые совместные усилия.

Управление совместно используемыми ресурсами может быть упрощено в значительной степени, если все стороны будут использовать еди-

ные методы сбора и анализа требуемых данных и иметь доступ к этим данным для поддержки планирования использования водных ресурсов в регионе.

Важно, чтобы страны могли обмениваться информацией. Особенно гидрометеорологическими данными, необходимыми для управления. Гидрометеорологические данные и информация должна собираться на регулярной основе. Наблюдения, замеры, мониторинг и учет речных вод должны быть усовершенствованы.

Для того, чтобы добиться более лучших результатов в управлении водными ресурсами даже в существующих рамках, необходимо в первую очередь решить проблему водоучета в регионе.

Самая первоочередная задача в вопросах водоучета, которая должна быть решена на всех уровнях и звеньях – это повышение достоверности водоучета, при ее решении должны одновременно рассматриваться определение мер ответственности сторон за достоверность водоучета.

Вторая задача – это техническое оснащение средствами учета воды существующих объектов водоучета.

И самая основная задача, это совершенствование водоучета со всеми вытекающими задачами как национального, так и регионального характера.

Каждое государство должно быть заинтересовано в совершенствовании водоучета, повышении точности учета вод, это, во-первых, даст возможность навести элементарный порядок в использовании водных ресурсов, во-вторых избежать ненужной напряженности и конфликтных ситуаций в процессе управлении водными ресурсами, которые иногда возникают на фоне несовершенных средств и методов водоучета.

По оценкам специалистов в последнее десятилетие отмечается серьезное ухудшение единой региональной системы наблюдений и мониторинга водных ресурсов.

Важной задачей является также осуществление мероприятий по организации водосбережения в регионе, включая экономическое стимулирование водосбережения, льготное налогообложение, кредитование и др., в сочетании с экономическими санкциями за сверхлимитный водозабор и сброса сточных вод.

Совершенствование системы управления водными ресурсами на бассейновом и национальном уровнях требует оснащения соответствующих организаций и служб необходимыми средствами и инструментами эффективного мониторинга, управления и предупреждения негативных последствий изменения климата (мониторинг, информационные системы, моде-

ли), а также распространения существующего положительного опыта ИУВР, расширение сети консультативных служб водопотребителей.

Распространение планов и принципов ИУВР могут разрабатываться на уровне бассейна. Однако эффективное управление водными ресурсами на государственном уровне имеют первостепенную важность. Все заинтересованные стороны должны быть вовлечены в разработку комплексных планов развития бассейна, основанных на принципах ИУВР.

Проблему нехватки воды в настоящее время и в будущем следует рассмотривать с точки зрения рационального использования располагаемых водных ресурсов с применением принципов ИУВР.

В этой связи в рамках ИУВР предлагается управление требованиями на воду, включающие в себя технические, социальные, экономические, институциональные и экологические аспекты эффективности. Система ИУВР, которая основывается на банке полных и надежных данных, приведет к устойчивому использованию имеющихся водных ресурсов, водосбережению и снижению потерь воды. Она также приведет к долгосрочному восстановлению истощенных ресурсов и возрождению рек и экосистем, при этом используя большую часть доступных ресурсов, устраняя необходимость в лишних инвестициях.

Более того, это улучшит общее руководство водным сектором, подразумевая политические компромиссы, подотчетность, эффективное развитие потенциала, общественные кампании и уважение прав заинтересованных сторон для участия в процессе принятия решений, при этом включая систему мониторинга на региональном уровне.

Интегрированный подход требует решения правовых вопросов – совершенствование договорной основы межгосударственного сотрудничества и гармонизации правовой базы стран региона в целях достижения эффективного исполнения межгосударственных соглашений.

Межведомственные интересы секторов гидроэнергетики, ирригации и охраны окружающей среды тоже требуют усиления правовой и институциональной базы сотрудничества, на основе приемлемых для всех государств балансе интересов, между требованиями на воду со стороны гидроэнергетики, ирригации и охраны окружающей среды. Сотрудничество на трансграничном уровне должно осуществляться совместно и отвечать международным принципам, и направлено не только на получение экономических выгод, но и на устранение причин вероятных конфликтов.

В этой связи необходимо разработать стратегический план и четко определить цели использования водных ресурсов трансграничных рек, которые должны способствовать безопасности и устойчивому развитию региона.

Стратегический план обеспечивает постоянное сотрудничество государств в общих правовых рамках по достижению согласованных целей и при поддержке их институциональных механизмов. Такое сотрудничество, в конечном итоге, ведет к нахождению решения для конкретных проблем на местном, национальном и трансграничном уровне.

Все заинтересованные стороны должны быть вовлечены в этот процесс, при котором должены использовать национальные и региональные меры по адаптации к изменению климата. При этом особо важное значение имеют совершенствование планирования и управление водными и земельными ресурсами. Основными мерами адаптации являются:

- совершенствование системы учета воды;
- реконструкция существующих и строительство новых гидротехнических сооружений, позволяющих снизить потери воды и поддержать рациональное водопользование;
- разработка и осуществление мер по ускорению перехода на водосберегающие технологии орошения, бережное использование водных ресурсов, изменение практики выращивания сельхозкультур с применением водосберегающих методов техники полива;
- внедрение системы автоматизации и телемеханики;
- переход к интегрированному управлению водными ресурсами (ИУВР);
- оптимизация планов сельскохозяйственного производства и минимизация использования водных ресурсов, наращивание производства засухоустойчивых сельскохозяйственных продукций;
- улучшение внедрения системы севооборота;
- потенциальное восстановление водных ресурсов путем использование особых источников (грунтовые воды, сбор поверхностных стоков воды и т.д.);
- проведение мероприятий по улучшению мелиорации земель;
- институциональное развитие в сфере водопользования и водопотребления, усиление роли Ассоциации водопотребителей и Ассоциации фермерских хозяйств;
- повышение знаний и навыков по устойчивому управлению водноземельными ресурсами;
- регулярное повышение сознания и информированности населения по вопросам ресурсосбережения и изменения климата;

- сохранение и восстановление экосистем.

Успешная реализация национальной адаптационной стратегии возможна при условии согласованных и взаимовыгодных действий всех участников водохозяйственного комплекса Амударьи. Для обеспечения согласованных и взаимовыгодных действий сегодня существует необходимость в единых для бассейна правилах управления водными ресурсами. Главная цель – упорядочить систему управления бассейном Амударьи и создать стабильную устойчивую и справедливую организацию водоподачи.

Это требует разработки и согласования единых методов оценки располагаемых к использованию водных ресурсов, механизмов планирования и контроля распределения водных ресурсов, основанных на русловом балансе.

В маловодные годы в бассейне складывается сложная ситуация, особенно в нижнем течении реки, которая требует принятия определенных решений по усилению совместного сотрудничества, в первую очередь дополнительными организационными и юридическими мерами, как расширение зоны действия БВО, усиление его правового статуса. По нашему убеждению низовья реки Амударья следует рассматривать в качестве основного индикатора успешного (или нет) управления, поскольку именно по низовьям наилучшим образом можно судить об эффективности управления бассейном в целом, выходя на показатели равномерности, водообеспеченности и устойчивости водоподачи.

Для устойчивого управления водными ресурсами бассейна необходимо разработать долгосрочную водную стратегию, основанную на сценариях использования водных ресурсов, учете сценариев изменения климата, адаптационных мерах, регулирование стока каскадами ГЭС, планирование и координация регулирующих плотин и выполнением экологических ограничений.

Долговременная водная стратегия должна учесть колебания водных источников с тем, чтобы определить линию поведения в отличных от средних условий, но одновременно взять на вооружение современные методы улучшения управления водными ресурсами, совершенствование учета прогнозирования водопользования, в том числе и с применением дистанционных методов, и с синхронными действиями по повышению точности учета воды, с участием общественности в управлении водными ресурсами, а также выработки взаимоприемлемых институциональных, юридических и финансовых приемов взаимодействия в этой сложной системе управления.

В этом направлении важно: усиление взаимодействия с гидрометеослужбами по учету воды, совершенствование учета воды на реках и водозаборах с внедрением системы SCADA, обеспечение финансовыми средствами в поддержку региональных органов для реализации их задач, усиление бассейнового управления путем вовлечения в него представителей других отраслей: гидроэнергетиков, экологов для выработки взаимоприемлемых режимов распределения и попусков воды из водохранилищ, обеспечение многолетнего регулирования в целях компенсации резких колебаний стока, возникающих в условиях изменения климата.

Решение региональных проблем по управлению водными ресурсами в условиях изменения климата, представляющих взаимный интерес, и демонстрация практических решений потребует государственного образования, тренинга и наращивания потенциала на низшем уровне, воспитывая ответственное отношение к воде и местной окружающей среде. Необходимо обучать группы, индивидуумов и заинтересованные стороны, чтобы улучшать навыки и накапливать опыт в сфере управления водоснабжением и водоотведением на локальном уровне, обеспечивая:

- платформу для диалога между учеными, инженерами, экономистами и лицами определяющими политику, организуя региональные мероприятия для мобилизации действующих лиц водного сектора региона для отслеживания новых действий;
- основу для развития потенциала экспертов, хорошо оснащенную для выполнения региональной программы работ;
- налаживание связей между учеными из разных стран и разных дисциплин для открытого обмена идеями по водным ресурсам и региональным проблемам;
- подготовку и обучение нового поколения - «местных лидеров воды», имеющих навыки, необходимые для решения проблем в водном секторе;
- научные исследования в дополнение к технической подготовке по повышению квалификации.

Более того, должны создаваться инструменты повышения осведомленности общественности и ее заинтересованности в водных вопросах. В этих целях необходимо проводить кампании с использованием учебно-информационных центров, различных средств массовой информации (телевидение, радио, газеты и интернет).

Главное же – вода это забота нашего поколения о будущих поколениях. Поэтому понимание необходимости экономить и беречь воду должно входить в жизнь людей от рождения.

Ориентация на передовой опыт стран, выживающих в условиях водного дефицита, вселяет уверенность, что при организации рационального руководства водными ресурсами, их управлением, при строгом следовании международному водному праву и его укреплении в глобальном масштабе, человечеству воды хватит!!!

В статье профессора Духовного В.А. «Ориентир – устойчивое будущее водообеспечение» подчеркивается, что для доведения современных водохозяйственных систем до критериального уровня потенциальной продуктивности осталось не так много времени.

Поэтому во всех странах должны постепенно наращиваться масштабы этих «систем второй половины XXI века». Какие они будут эти системы?

Высокий технический уровень будущих систем водного хозяйства, основывается на ряде исходных составляющих:

- стопроцентный учет всех видов вод, постоянное их балансирование в режиме онлайн с помощью систем SCADA от бассейновых основных источников до последнего водовыпуска к пользователю, включая все подземные воды – их заборы из скважин, выклинивания и т.д. Этот учет сопровождается густой сетью климатических станций, регистрирующих и передающих конечным пользователям и водным организациям данные, которые позволяют им по имеющимся программам корректировать и своё водопотребление, режимы пользования и план распределения вод;
- четко налаженная служба гидрологических, климатических и мелиоративных прогнозов с особым вниманием к прогнозу чрезвычайных ситуаций на основе компьютеризированной программы спутникового и наземного слежения, информации и предупреждения;
- коммунальное и промышленное водоснабжение будет базироваться как на воде высокого качества для питья и гигиены, так и на уловленных, соответствующим образом обработанных коммунальных стоках, в дальнейшем используемых в зависимости от степени очистки, на производство, технические нужды, на полив городских и поселковых насаждений и т.д.;
- исчезнут открытые каналы, подающие и распределяющие воду – вся вода будет для орошения транспортироваться, посредством закрытых трубопроводов – напорных и безнапорных, у которых к нулю

сведены потери на испарение и инфильтрацию. Орошаемые поля превратятся в автоматизированное управляемое в зависимости от климатических параметров пространство, которое в зависимости от условий рельефа и геологии будет управлять и водоподачей и водоотведением.

Давайте начнем постепенно ориентироваться на создание систем будущего – в организационном, человеческом и техническом направлениях!!!

Мониторинг баланса массы ледника Баркрак, западный Тянь-Шань

Умирзаков Г.У.[1,2], Петров М.А.[3], Карандаева Л.М.[1], Томас С.[4]

[1]Научно-исследовательский гидрометеорологический институт

[2]Национальный университет Узбекистан имени Мирзо Улугбека

[3]Институт геологии и геофизики имени Х.М. Абдуллаева

[4]Университет Фрибург, Швейцария

Введение

Изменение климата остается одним из самых серьезных вызовов XXI века, оказывая широкомасштабное воздействие на экосистемы, водные ресурсы и благосостояние человечества. В условиях глобального потепления особенно уязвимыми являются высокогорные регионы, такие как Западный Тянь-Шань, где ледники играют важнейшую роль в регулировании гидрологических режимов и обеспечении водой окружающих территорий. Ледниковые системы в этих районах, находящихся под воздействием изменяющегося климата, выступают ключевыми источниками водных ресурсов, внося значительный вклад в питание рек, включая реку Пскем [1].

Центральная Азия, и в том числе бассейн реки Пскем, уже сталкивается с очевидными последствиями глобального потепления, которое приводит к ускоренному таянию ледников и изменению режима стока рек. В последние десятилетия наблюдается значительное сокращение площадей ледников, что негативно сказывается на водоснабжении и устойчивости экосистем региона. По данным Всемирной службы мониторинга ледников, средний годовой баланс массы ледников в Центральной Азии демонстрирует устойчиво отрицательные значения, что свидетельствует о продолжающемся отступлении ледников [2].

В рамках нескольких международных и национальных проектов, начиная с 2016 года, проводились комплексные исследования состояния ледников и гидрологических систем в бассейне реки Пскем. Основная цель данной инициативы заключается в создании системы мониторинга, кото-

рая бы позволила не только отслеживать текущее состояние ледников, но и понимать динамику их изменений под воздействием климатических факторов [3]. В настоящем исследовании уделяется особое внимание леднику Баркрак Средний, расположенному в бассейне реки Пскем, который был объектом многолетних наблюдений, экспедиций и гляциологических измерений (рис. 1).

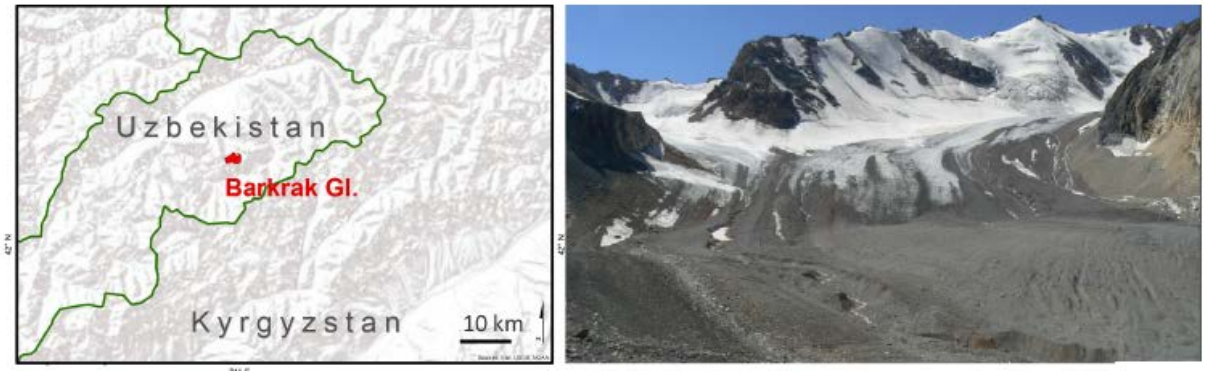


Рис. 1. Расположение и вид ледника Баркрак Средний

Целью данного исследования является разработка системы мониторинга для мониторинга изменений баланса массы ледников, с акцентом на ледник Баркрак Средний. Изучение изменений в балансе массы ледников позволяет не только прогнозировать изменения в ледниковых ресурсах, но и дает важную информацию для управления водными ресурсами региона.

Объект и методы исследования

Объектом данного исследования является ледник Баркрак Средний, расположенный в Западном Тянь-Шане. В этом регионе криосфера играет важную роль в поддержании водного баланса и обеспечивает значительный вклад в сток рек, особенно в летний период, когда таяние ледников становится основным источником водоснабжения.

Согласно данным Шульца [4], бассейн Баркраксай охватывает площадь примерно 47,3 км² и находится на средней высоте около 3150 метров над уровнем моря. В бассейне Баркраксай насчитывается 3 ледника, общей площадью около 6,3 км² [5, 6]. Основные ледники в этой зоне включают Правый Баркрак, Средний Баркрак и Левый Баркрак, которые ранее были соединены в одну ледниковую систему. Однако в последние десятилетия,

вследствие климатических изменений, ледник отступил и распался на отдельные ледниковые массы [7].

В данном исследовании для оценки баланса массы ледника был использован подход контурных линий гляциологического метода. Этот подход позволяет получить подробные данные о пространственном распределении баланса массы по высоте.

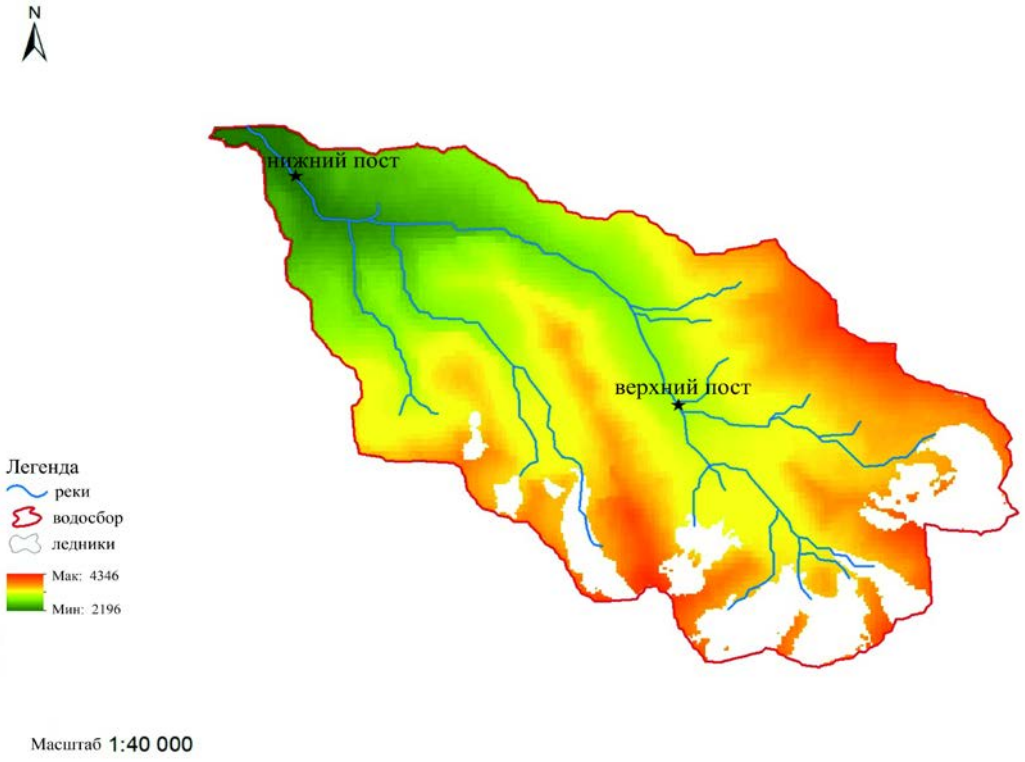


Рис. 2. Гидрографическая карта бассейна Баркраксай и расположение ледников

Метод контурных линий включает разделение ледника на высотные зоны и измерение изменений массы в каждой зоне. Измерения толщины снега и льда проводятся в определенные периоды (например, в конце зимы и лета) для определения накопления и таяния. Для каждой зоны рассчитывается удельный баланс массы путем перевода изменений толщины в эквивалент воды с использованием плотности снега или льда. Общий баланс массы определяется суммированием произведений площади каждой зоны на её удельный баланс.

Полевые работы на леднике Баркрак для оценки баланса массы проводились ежегодно с 2016 по 2024 год в первую половину августа. Основной целью этих работ было измерение изменений массы ледника с помощью абляционных реек и определение годового накопления снега в зоне аккумуляции.

Измерение абляционных реек в зоне абляции позволило установить, на сколько таил лед за год, а измерение толщины снежного покрова в зоне накопления — оценить годовое накопление (рис. 3). Дополнительно данные собирались с установленной автоматической метеостанции (AWS) и с изображений, полученных с установленной цифровой камеры, что давало возможность анализировать погодные условия и изменения снежной линии на леднике в течение года.

Рис. 3. Полевые работы на леднике Баркрак

Результаты исследования

В результате проведенных исследований были получены данные о годовом и совокупном балансе массы ледника Баркрак Средний и Восточной части Баркрак Среднего за гидрологические годы 2016-2024 (рис. 4). Эти данные позволяют проанализировать динамику изменений в балансе массы ледников за указанный период.

Годовой баланс массы. Анализ годового баланса массы показал, что ледник Баркрак Средний продемонстрировал отрицательный баланс в течение всех наблюдаемых лет, с наибольшим уменьшением массы в 2022-2023 годах (-81 см в водном эквиваленте). Восточная часть ледника также показала отрицательные значения, достигая максимума в 2022-2023 году (-64 см). В период с 2016 по 2024 годы наблюдается общая тенденция к увеличению отрицательных значений годового баланса массы. Например, в 2016-2017 годах годовой баланс составил -30 см для Баркрака Среднего и -29,5 см для Восточной части. К 2022-2023 году эти значения значительно увеличились, что указывает на ухудшение состояния ледников.

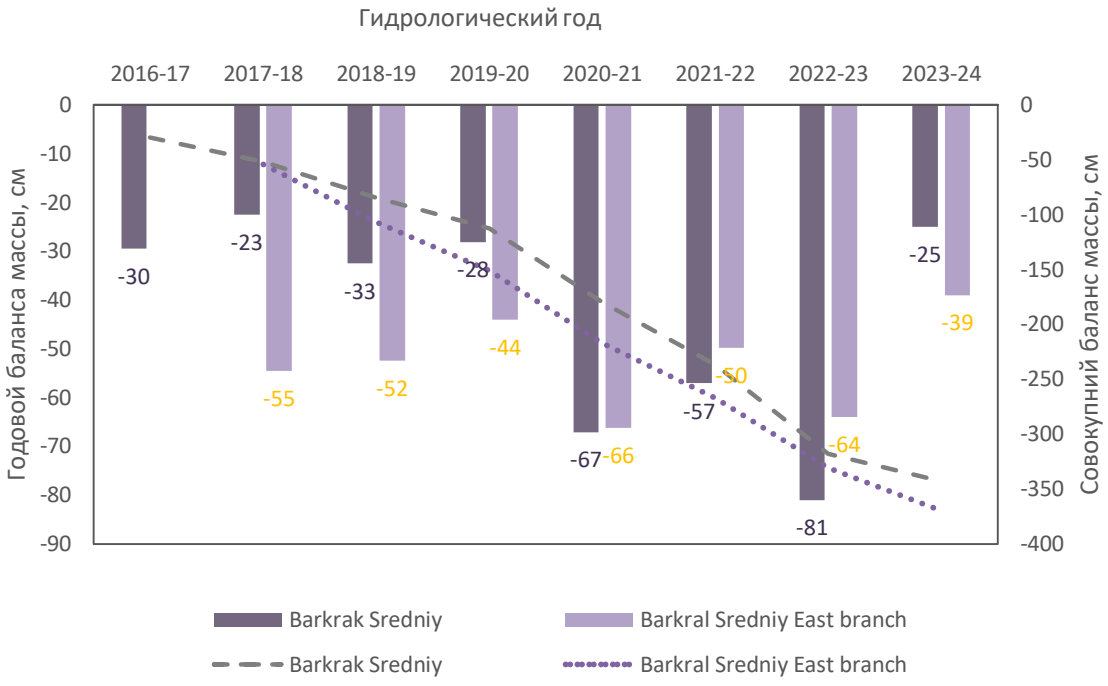


Рис. 4. Результаты баланса массы ледника Баркрак за 2016-2024 гг.

Совокупный баланс массы. Совокупный баланс массы демонстрирует аналогичную негативную тенденцию. Для ледника Баркрак Средний совокупный баланс увеличился с -52 см в 2017-2018 годах до -342,8 см в 2023-2024 годах. Восточная часть ледника также показала резкое ухудшение, начиная с -55 см в 2017-2018 годах и достигая -370 см к 2023-2024 годам. Изменения совокупного баланса массы показывают, что ледники продолжают терять значительное количество массы на протяжении нескольких лет, что может иметь серьезные последствия для гидрологических режимов региона и доступности водных ресурсов в будущем.

Заключение

В ходе проведенного исследования были получены важные результаты о состоянии ледников Баркрак Средний и Восточной части Баркрака Среднего за гидрологические годы 2016-2024. Наблюдаемые отрицательные значения годового и совокупного баланса массы свидетельствуют о значительной деградации ледников в условиях изменения климата. Эти результаты подчеркивают необходимость непрерывного мониторинга ледников и их динамики, что является критически важным для управления водными ресурсами в регионе.

В перспективе:

1. ***Продолжение мониторинга баланса массы ледников:***

   Необходимо продолжать мониторинг массы ледников, особенно с использованием гляциологического метода, основанного на натурных измерениях. Этот метод обеспечивает высокую точность данных и помогает отслеживать изменения в состоянии ледников в реальном времени, что позволяет принимать обоснованные решения для управления водными ресурсами.

2. ***Использование других методов:***

   Важно также использовать геодезические методы и моделирование для калибровки и оценки состояния других ледников в бассейне. Эти методы могут дополнить результаты, полученные с помощью гляциологических наблюдений, и предоставить более полную картину динамики ледниковой системы.

3. ***Значение метеорологических данных:***

   Для моделирования состояния ледников крайне важны метеорологические данные. Они служат основой для оценки влияния климатических изменений на ледниковые системы и позволяют лучше пони-

мать, как изменения температуры и осадков влияют на баланс массы ледников.

4. Прогнозирование состояния ледников:

На основе собранной информации и климатических сценариев возможно прогнозирование будущего состояния ледников. Это позволит не только оценить возможные изменения в их динамике, но и определить потенциальные последствия для водных ресурсов.

5. Связь наблюдений за массой ледников с гидрологическим режимом рек:

Необходимо также учитывать связь между наблюдениями за массой ледников и гидрологическим режимом рек. Моделирование стока рек должно быть включено в исследования, чтобы оценить изменения в характеристиках стока, вызванные сокращением ледниковых ресурсов.

Таким образом, комплексный подход к мониторингу и моделированию ледников, а также их взаимосвязь с гидрологическими процессами, позволит более эффективно управлять водными ресурсами и адаптироваться к изменениям климата в будущем.

Литература

1 Hoelzle, M., Azisov, E., Barandun, M., Huss, M., Farinotti, D., Gafurov, A., & Merkushkin, A. Re-establishing glacier monitoring in Kyrgyzstan and Uzbekistan, Central Asia. Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems, 6(2),2017.- 397-418p.

2 WGMS 2023. Global Glacier Change Bulletin No. 5 (2020–2021). Zemp, M., Gärtner-Roer, I., Nussbaumer, S.U., Welty, E.Z., Dussaillant, I., and Bannwart, J. (eds.), ISC(WDS)/IUGG(IACS)/UNEP/UNESCO/WMO, World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland, 134 pp.

3. Cryospheric Climate Services for improved Adaptation (CICADA) / https://www3.unifr.ch/geo/cryosphere/en/projects/glacier-monitoring-and-dynamics/cicada.html

4. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Ч. 1.2. – Л: Гидрометеоиздат, 1965. – 691с.

5. Каталог ледников СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. –Т.14. – Вып.1. –Ч. 0. – 88 с.

6.Щетинников А.С. Ледники бассейна реки Пскем – Л.: Гидрометеоиздатб, 1976.- 120с.

7. Ни А., Петров М.А., Тихановская А., Томашевская И. и др. Горное оледенение, климат, сток. Монография. – Ташкент: Университет, 2008. – 84 с.

Агроклиматические изменения вегетационного периода на юго-востоке Казахстана в контексте продовольственной безопасности региона

Жунисова М.А.

АО «Институт географии и водной безопасности»

Введение

К основным агроклиматическим характеристикам относятся температура воздуха, атмосферные осадки, которые существенно влияют на сельское хозяйство, и они являются предикторами продовольственной безопасности страны [1]. В последние десятилетия в вопросах устойчивого развития сельского хозяйства на территории Казахстана особую значимость принимает анализ современных агроклиматических условий [2].

Количественные индикаторы элементов климата и погоды, их совокупность и соотношения, влияющие на урожай и надежность сельскохозяйственной продукции, называют агроклиматическими показателями [3]. Агроклиматические ресурсы области характеризуются показателями ресурсов солнечной радиации, режимом увлажнения вегетационного периода, показателями термического режима и т.д. [4].

Вегетационный период это период (часть) года, в который температура в среде обитания культурных растений благоприятствует их росту и развитию (вегетации). В первом приближении это — безморозный период, т. е. промежуток времени от последних весенних до первых осенних заморозков; однако для различных растительных культур в одной и той же местности может быть различным в зависимости от морозостойкости растений.

Рост и развитие растений начинается с даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха выше уровня его биологической минимальной температуры. Для большинства сельскохозяйственных культур этот предел равен 5°С (ранние яровые), для поздних яровых культур – 10°С, а для теплолюбивых культур – 15°С [6].

В условиях ухудшения состояния почв (эрозия, опустынивание, засоление) и уменьшения водных ресурсов (высыхание рек, истощение водоносных горизонтов) наблюдается снижение производственного потенци-

ала сельского хозяйства, что угрожает продовольственной безопасности. Снижение продуктивности агроклиматических ресурсов ведет к сокращению объёмов производства продовольствия, росту цен на продукты и снижению доступности питания для различных слоев населения [7].

Колебания влагообеспеченности почвы (засухи, паводки) могут приводить к значительным потерям урожая, что влечет за собой снижение объёмов производства сельскохозяйственной продукции. Это, в свою очередь, отражается на доступности продовольствия и может привести к росту цен на продукты питания, ухудшению качества питания и увеличению продовольственной зависимости регионов от внешних поставок.

В условиях изменения климата, когда экстремальные погодные явления становятся всё более частыми, вопросы управления влагообеспеченностью почвы и адаптации сельского хозяйства к новым условиям становятся особо важными для обеспечения продовольственной безопасности на региональном и глобальном уровнях.

Для предотвращения таких рисков применяются различные агротехнические меры (орошение, дренаж, мелиорация), которые позволяют регулировать уровень влаги в почве и поддерживать оптимальные условия для роста растений, что в итоге помогает повысить устойчивость агросистем и продовольственную безопасность [8].

Материалы и методы

В качестве исходного материала для расчета характеристик агроклиматических условий были использованы многолетние данные по температуре воздуха, атмосферным осадкам, относительной влажности воздуха и дефицита насыщения за период с 1991 по 2021 годы по следующим метеорологическим станциям (МС) Алматинской области: Ауыл-4, Айдарлы, Аксенгир, Баканас, Есик, Жаланаш, Конаев, Кыргызсай, Кеген, Нарынкол, Узынагаш, Шелек.

В агрометеорологии при установлении теплообеспеченности и климатических границ возделывания сельскохозяйственных культур различают суммы климатических и биологических температур. Суммы климатических температур характеризуют общие ресурсы тепла данной территории. Суммы биологических температур характеризуют потребность растений в тепле, под которой понимается сумма среднесуточных температур воздуха за период вегетации данной культуры, от начала роста до созревания (посев–созревание). Например, для пшеницы от посева до созревания

необходима сумма суточных температур воздуха 1400-1700°С, а для проса – 1600-1900°С, для кукурузы – 2200-2900°С [1–3].

В качестве характеристики теплообеспеченности вегетационного периода использовались даты перехода температуры воздуха (D) через 5°С (ранние яровые культуры), 10°С (поздние яровые культуры), 15°С (теплолюбивые культуры), продолжительность периода с такими температурами ($N_{дни}$) и суммы суточных температур за эти периоды (∑T) [4].

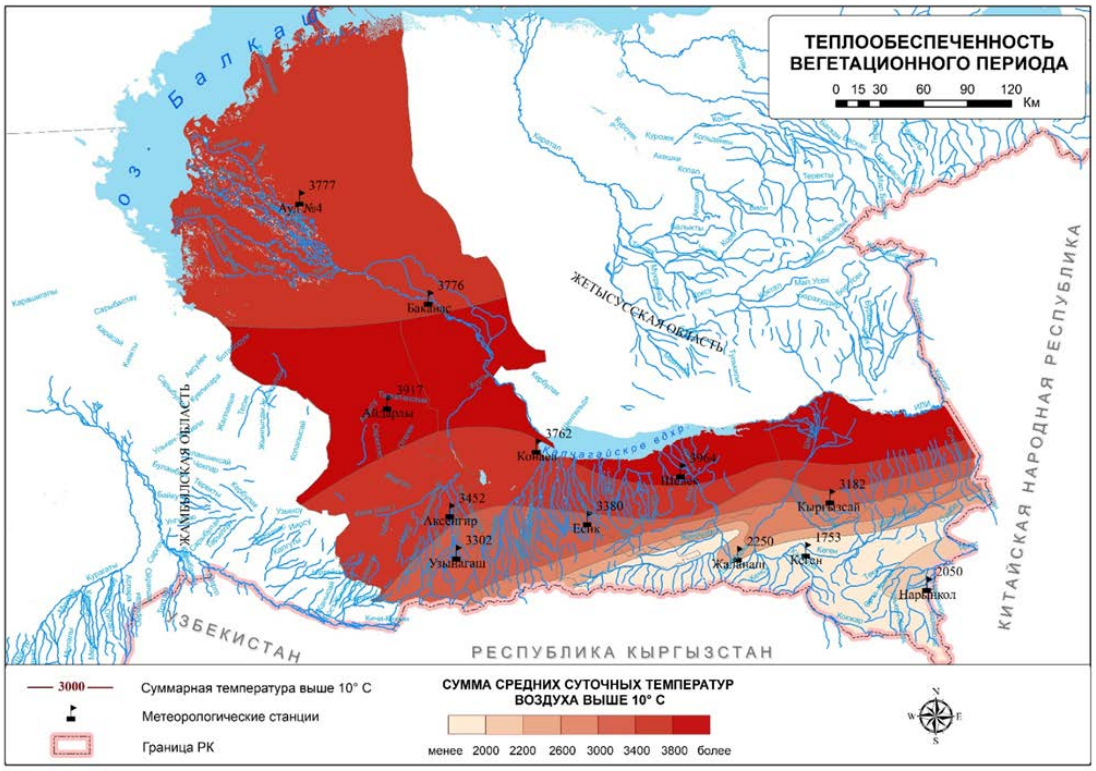


Рис. 1. Пространственное распределение теплообеспеченности вегетационного периода Алматинской области, с суммой температуры воздуха выше 10°С

Результаты исследования

В качестве результата исследования построена карта территориального распределения теплообеспеченности вегетационного периода Алматинской области, с суммой температуры воздуха выше 10°С, наибольшая теплообеспеченность вегетационного периода (3800-4000°С) наблюдается в предгорной полупустынной зоне. С севера и на юг теплообеспеченность вегетационного периода уменьшается ближе к горам, что соответствует распределению солнечной радиации с севера на юг. В северной части об-

ласти до озера Балхаш теплообеспеченность составляет 3600-3800°С в связи с орографическими особенностями в этом регионе, которому соответствует такыровидные, лугово-сероземные, с солончаками и песками почва.

В предгорной зоне южной части Алматинской области теплообеспеченность составляет 3000-3800°С, которой соответствует такие виды почв как светло-каштановые, бурые и серо-бурые. В горных земледельческих территориях теплообеспеченность вегетационного периода составляет 1700-3000°С, почвенный покров – черноземовидный горный (рисунок 1).

Далее рассмотрена влагообеспеченность почвы, которая играет ключевую роль в развитии сельскохозяйственных культур и напрямую влияет на урожайность. Вода необходима растениям для проведения процессов фотосинтеза, обмена веществ и транспирации. Недостаток или избыток влаги может приводить к значительным изменениям в росте и развитии растений, что, в свою очередь, отражается на объёмах и качестве урожая [9].

Основные факторы, оказывающие влияние влагообеспеченности на урожайность:

– нехватка влаги приводит к замедлению роста растений, снижению ассимиляции питательных веществ и накоплению органического вещества;

– условия засушливости приводят к недоразвитию корневой системы, что приводит к нехватке питательных веществ и влаги в почве;

– дефицит воды в критические периоды может значительно снизить урожайность или привести к полному отсутствию урожая;

– избыточное увлажнение почвы вызывает затопление корневой системы, что ограничивает доступ кислорода к корням и замедляет рост растений;

– высокая влажность почвы способствует развитию грибковых и бактериальных заболеваний у растений, что также негативно сказывается на состоянии и качестве урожая [10, 11].

Для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур часто прибегают к косвенным показателям, в частности к расчету коэффициента увлажнения.

В работе многих авторов предлагались различные значения коэффициента К, но в работе [11] применен коэффициент 0,12, соответственно нами для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в период их активной вегетации (май–август) был использован данный коэффициент увлажнения – К.

$$K = \frac{0{,}5\sum R_{11-4} + \sum R_{5-8}}{0{,}12\sum T_{5-8}}$$

где $\sum R_{11-4}$ – сумма осадков за ноябрь-апрель;

$\sum R_{5-8}$ – сумма осадков за май-август;

$\sum T_{5-8}$ – сумма температур воздуха за май-август.

Критерии оценки влагообеспеченности вегетационного периода по коэффициенту увлажнения К для территории Казахстана приведены в таблице 1.

Таблица 1

Критерии оценки влагообеспеченности вегетационного периода по коэффициенту увлажнения К

К	Оценка влагообеспеченности	Степень увлажнённости
< 0,20	Сухо	Сухая
0,20 – 0,39	Дефицит влаги	Сильно засушливая
0,40 – 0,59	Умеренный дефицит влаги	Умеренно засушливая
0,60 – 0,79	Недостаточная влагообеспеченность	Слабо засушливая
0,80 – 0,99	Достаточная, но не устойчивая влагообеспеченность	Слабо увлажненная
1,00 – 1,19	Оптимальная и устойчивая влагообеспеченность	Умеренно увлажненная
1,20 – 1,39	Избыток влаги	Обильно увлажненная
≥ 1,40		Избыточно увлажненная

В среднем по территории Алматинской области коэффициент увлажнения К составляет 0,33–2,00, и ему свойственно увеличение с севера на юг.

На рисунке 2 представлено пространственное распределение коэффициента увлажнения К. В районе МС Каменское плато значение К превышает 2,00 и влагообеспеченность вегетационного периода оценивается как «оптимальная и устойчивая».

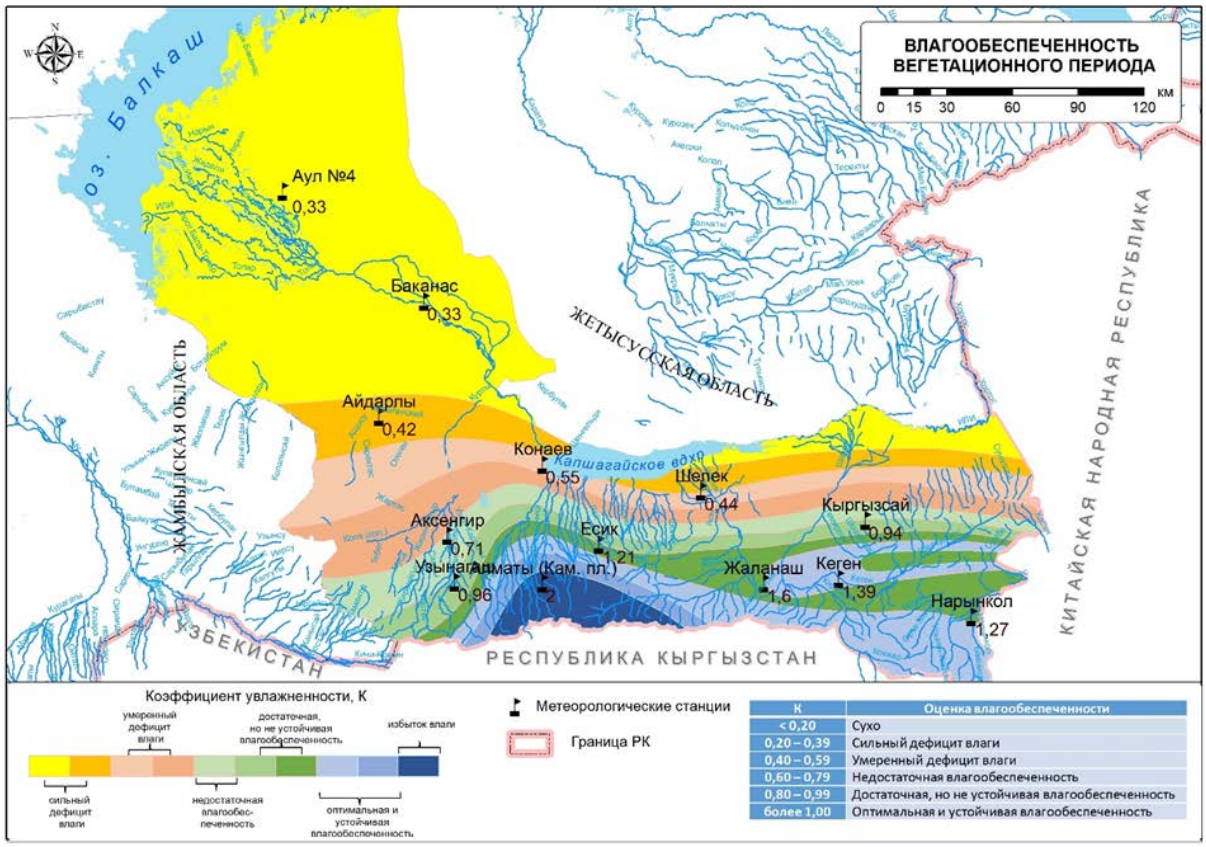


Рис. 2. Пространственное распределение коэффициента увлажнения К

Согласно рис.2, в южной части области, включающую территорию от предгорья Илийского Алатау до хребта Кетмень, а также до Северного Тянь-Шаня, К составляет 0,96–2,0, что характеризуется как «оптимальная и устойчивая влагообеспеченность». От этой полосы в сторону северо–востока и северо–запада области значение К уменьшается. Изолиния К = 0,70 проходит через Аксенгер и Узынагаш, разделяя горы от равнинной территории, где влагообеспеченность вегетационного периода оценивается

как «недостаточная». Влагообеспеченность на севере области характеризуется как «сильный дефицит влаги» (К <0,33).

Выводы

В результате проведенных исследований были установлены современные климатические нормы основных показателей теплообеспеченности вегетационного периода в Алматинской области. Для характеристики теплообеспеченности вегетационного периода были использованы даты перехода температуры воздуха через 5°С, 10°С и 15°С, продолжительность периода с такими температурами и суммы суточных температур за эти периоды.

Наибольшая теплообеспеченность вегетационного периода (3800-4000°С) наблюдается в центральной части области в предгорной полупустынной зоне. На север и на юг от этой зоны теплообеспеченность вегетационного периода уменьшается. В северной части области до озера Балхаш теплообеспеченность составляет 3600-3800°С, в предгорной зоне южной части области – 3000-3800 °С, а в горных земледельческих территориях области – 1700-3000°С.

Сопоставляя сумму суточных температур воздуха выше 10°С и 15°С 90%-й обеспеченности с теплопотребностью сельскохозяйственных культур, по метеорологическим станциям были определены виды сельскохозяйственных культур, которые полностью обеспечены теплом. В северной и центральной части Алматинской области обеспечены теплом культуры умеренней теплопотребности и теплолюбивые культуры. В предгорной зоне теплолюбивые культуры не обеспечены теплом, а в горных земледельческих территориях – также не обеспечены теплом и поздние яровые культуры.

В южной части области, включающая территорию от предгорья Илийского Алатау до хребта Кетмень, а также до Северного Тянь-Шаня, К составляет 0,96–2,0, что характеризуется как «оптимальная и устойчивая влагообеспеченность». От этой полосы в сторону северо–востока и северо–запада области значение К уменьшается. Изолиния К=0,70 проходит через Аксенгер и Узынагаш, разделяя горы от равнинной территории, где влагообеспеченность вегетационного периода оценивается как «недостаточная».

Влагообеспеченность на севере области характеризуется как «сильный дефицит влаги» (К<0,33).

Для устойчивости продовольственной безопасности следует принимать меры по адаптации в аграрных системах:

– необходимо разрабатывать и внедрять адаптивные агротехнологии (например, использование устойчивых к засухе культур, оптимизация водопользования и системы управления почвенным плодородием);

- совершенствование системы прогнозирования и мониторинга агроклиматических условий, что позволит заблаговременно выявлять потенциальные угрозы для сельскохозяйственного производства.

Литература

1. Грингоф И.Г., Клещенко А.Д., Основы сельскохозяйственной метеорологии: Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия. – Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ–МЦД», -2011. – Том 1. – 808 с.

2. Лосев А.П. Практикум по агроклиматическому обеспечению растениеводства. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1994. – 243 с.;

3. Мищенко З.А. Агроклиматология: учебник. – К.: КНТ, 2009. – 512 с.

4. Утешев А.С. Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1959. 370 с.

5. Байшоланов С.С., Павлова В.Н., Жакиева А.Р., Чернов Д.А., Габбасова М.С. Агроклиматические ресурсы Северного Казахстана //Гидрометеорологические исследования и прогнозы. Москва: Труды Гидрометцентра России, – 2018. – № 1(367). -С. 168-184 с.

6. Справочник по показателям и индексам засушливости: ВМО, – № 173. -2016. – 60 с.

7. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология: СанктПетербург: Гидрометеоиздат, -1992-424

8. Мамонтова Л.И., Хромов С.П. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1974 г., 568 стр.

9. Страшная А.И., Автоматизированная технология мониторинга и расчета количества декад с почвенной и атмосферно-почвенной засухой под зерновыми культурами/ Пурина И.Э., Чуб О.В., Задорнова О.И., Чекулаева Т.С. / Труды Гидрометцентра России, – 2013. -Вып. 349. – С. 150-160.

10. Байшоланов С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана/ Гидрометеорология и экология. Алматы, РГП «Казгидромет», – 2010. -№3. -С. 27-38.

11. Lopez Fernandez ML, Zhumabayev D, Marco Garcia R, Baigarin K, Lopez Fernandez MS, Baisholanov S. 2020 Assessment of bioclimatic

change in Kazakhstan, end 20th-middle 21st centuries, according to the PRECIS prediction /PLOS ONE 15 https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239514).

12. Байшоланов С.С. Уязвимость и адаптация сельского хозяйства Республики Казахстан к изменению климата: Монография. ПРООН. Астана, -2018. -128 с.

13. Павлова В.Н., Караченкова А.А., Варчева С.Е., Региональный мониторинг агроклиматических условий формирования урожая при изменении климата/Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, №596- 2020 г, с. 55-77

14. Григорук В.В., Аюлов А.М., Долгих С.В., Байшоланов С.С. Акмолинская область: климат и урожай. – Алматы, 2012. – 88 с.

15. Байшоланов С.С., Оралбекова Н.А. Особенности агрометеорологических условий в Туркестанской области/ Н. Гумилев атындағы ЕҰУ Хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы№1,2023 с.106-118

16. Байшоланов С.С. Модель расчёта оросительной нормы сельскохозяйственных культур на основе метеорологических данных/ Гидрометеорология и экология№2,2020 г.-с 165-177

17. Mingalev, D.E., 2021. Agroclimatic Zoning of Russia and Kazakhstan under Current Climate Change. Geogr. Nat. Resour. 42, 115–121. https://doi.org/10.1134/S1875372821020086

18. Yu, X., Luo, H., Wang, H., Feil, J.-H., 2020. Climate change and agricultural trade in central Asia: evidence from Kazakhstan. Ecosyst. Health Sustain. 6, 1766380. https://doi.org/10.1080/20964129.2020.1766380

19. Lioubimtseva, E., de Beurs, K.M., Henebry, G.M., 2013. Grain Production Trends in Russia, Ukraine, and Kazakhstan in the Context of the Global Climate Variability and Change, in: Younos, T., Grady, C.A. (Eds.), Climate Change and Water Resources. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 121–141. https://doi.org/10.1007/698_2013_225

Рациональное использование вод, водосбережение и охрана экосистем

Развитие водопользования в сельском хозяйстве стран Центральной Азии

Шевченко В.А., Исаева С.Д., Дедова Э.Б.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации
имени А.Н. Костякова»

Водные ресурсы Центральной Азии являются основой достижения продовольственной, энергетической, экологической безопасности, а трансграничное водное сотрудничество является важнейшим компонентом достижения целей в области социально-экономической стабильности и процветания региона. В настоящее время особую обеспокоенность в России, как и в странах Центральной Азии, вызывает проблема изменения климата и связанные с ним таяние ледников и снежников, сокращение стока и колебание водности рек, повышение частоты и экстремальности стихийных бедствий, таких как засухи, сели и оползни, усиление процессов опустынивания территорий.

Эти факторы вызывают негативные экономические и социальные последствия в странах, угрожают водной, энергетической и продовольственной безопасности, а также могут способствовать развитию экологических проблем и социальной напряженности в регионах.

В Российской Федерации, по данным многих исследований в области изменения климата, в течение последних десятилетий наблюдается тенденция к росту среднегодовых температур. На рисунке представлен многолетний ряд среднегодовых значений максимальных суточных температур в бассейне Цимлянского водохранилища. Данные демонстрируют явно выраженный нарастающий тренд на всём временном промежутке, причем, начиная примерно с 1970-х годов скорость роста температуры возрастает

приблизительно вдвое – с 2-х сотых до 6 сотых в год (0,025 °С в год до 0,056 °С).

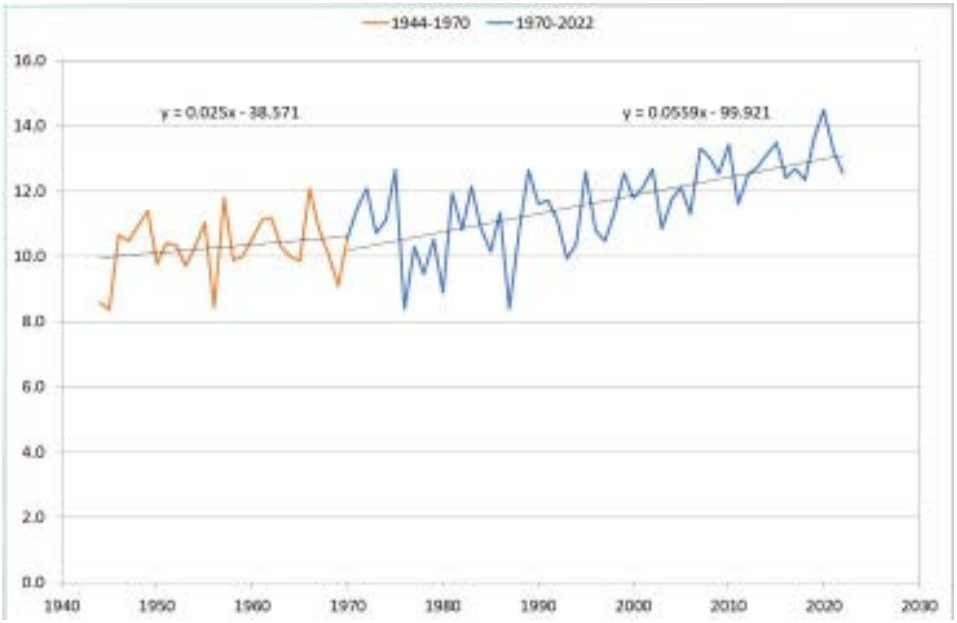


Рис. Тенденция изменения среднегодовой температуры в Волго-Донском бассейне

Многолетние климатические изменения привели к снижению водности ряда рек России. Сокращение величины годового стока характерно для р. Кубань, а также для Дона. За последние 30 лет средний сток р. Дона упал с 20 км^3 до 16,5 км^3.

В бассейне р. Дона фаза низкой водности продолжалась с 2007 по 2022 год. В 2021 и 2022 годах объем стока составил соответственно 53 и 47% от нормы. Последние 4 года были крайне маловодными и только в 2023 году сток был в пределах нормы, (объем притока составил 20,1 км^3), что позволило наполнить Цимлянское водохранилище и обеспечить водопользователей водой в пределах нормативной потребности.

Таким образом, 2023 год за последние 18 лет был обеспечен водой в достаточном объеме, что позволило водопользователям вести нормальную водохозяйственную деятельностью.

По Волжско-Камскому каскаду водохранилищ за последние 30 лет норма стока сократилась на 2 км^3, но произошло существенное внутригодовое его перераспределение, увеличился расход в зимнюю межень.

Происходящие региональные изменения тепло- и влагообеспеченности территорий, рост среднегодовых температур воздуха, аномальные отклонения температуры и атмосферных осадков от нормы, наличие вододефицита усложняют условия ведения сельского хозяйства.

По данным ООН к 2050 году потребность сельского хозяйства в водных ресурсах, на которое сегодня приходится около 70% потребляемой в мире пресной воды, вырастет примерно ещё на 19%.

Основное направление развития водопользования в сельском хозяйстве, в соответствии с задачами ФАО, заключается в повышении эффективности использования водных ресурсов одновременно с сокращением объемов изъятия вод. При этом необходимое количество продукции должно производиться при уменьшении водопотребления.

Для решения задач, поставленных ФАО, вопросами совместной проработки могут являться модернизация мелиоративных и водохозяйственных систем, научно-методическое обоснование мероприятий по сокращению непроизводительных потерь воды, создание необходимых экспертных информационно-советующих систем.

В настоящее время эффективность мирового водопользования в сельском хозяйстве самая низкая в ряду отраслей экономики. При этом водные объекты во всем мире испытывают большую техногенную нагрузку.

Выполненная во ВНИИГиМ районирование юга европейской части РФ по обеспеченности сельскохозяйственного водоснабжения водными ресурсами и оценка антропогенной нагрузки на водные объекты на 2022 г. показала, что в Калмыкии водные ресурсы, по классификации Международной организации по экономическому сотрудничеству и развитию при ООН, уже исчерпаны, поскольку их использование превышает 78 % от объема.

В Ставропольском крае – близки к исчерпанию, объем использования достигает 54 % от наличия водных ресурсов.

Изменения климата, дефицит водных ресурсов, интенсивная антропогенная нагрузка вызывают опустынивание земель, о котором нельзя забывать, говоря о рациональном использовании воды. С опустыниванием связаны глобальные экологические и социально-экономические проблемы.

В мире площадь процессов опустынивания ежегодно увеличивается на 12 млн га.

Активное развитие процессов опустынивания затрагивает 27 регионов России. Это степи, лесостепи и полупустыни. Площадь территорий, подверженных деградации и опустыниванию, в Европейской части РФ со-

ставляет свыше 50 млн га. Для предотвращения процессов опустынивания и деградации земель в условиях климатических подвижек требуется разработка совместной Концепции наших стран, содержащей научное, экономическое и экологическое обоснование применения системы всех видов мелиорации: проведение водных, агротехнических, химических, агролесомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение условий производства продукции растениеводства и животноводства с учетом особенностей рассматриваемого природно-территориального комплекса.

В условиях дефицита водных ресурсов, развития опустынивания возникают общие задачи перед нашими государствами в сфере водного хозяйства.

Первоочередными задачами являются:

- совершенствование системы интегрированного управления водными ресурсами, включая трансграничные речные и морские бассейны;

- инновационно-технологическое развитие мелиоративно-водохозяйственного комплекса и т.д.

Общие проблемы надо решать вместе, особенно сопредельным странам. Для этого есть база. Более века Российская научная школа тесно связана с исследованиями и учеными Центральной Азии в сфере формирования и использования водных ресурсов, а также мелиорации земель.

ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова проводил совместные работы в Средней Азии по проектированию и строительству крупных гидротехнических сооружений, развитию орошения, по совершенствованию техники и технологии поливов, по мелиоративной гидрогеологии, мелиоративному почвоведению, контролю мелиоративного состояния земель.

На протяжении многих десятилетий водное хозяйство России решало задачи по обеспечению всех отраслей экономики СССР, а теперь - Российской Федерации водными ресурсами в требуемых объемах, режиме и качестве.

ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова проводит большой объем научно-исследовательских работ по разработке мер, направленных на снижение дефицита водных ресурсов и обеспечение водой орошаемых земель Республики Калмыкия, Ставропольского края и других регионов Южного Федерального округа.

Особое место занимает проблема питьевого водоснабжения.

В этой связи предполагается проведение совместных исследований сопредельных стран по вопросам обеспечения регионов и населения водой

питьевого качества. Этому вопросу большое внимание уделял В.А. Духовный в своих научных исследованиях, как и в практической реализации их результатов.

Необходимо совместное решение вопросов научно-методического обоснования и практического обеспечения населения в зонах дефицита водных ресурсов чистой питьевой водой за счет использования подземных, в том числе, слабо минерализованных вод с обоснованием возможных объемов изъятия, способов и технологий водоочистки и водоподготовки.

Для эффективного решения существующих проблем необходимо объединить научные и практические усилия по преодолению последствий экологического кризиса в регионе Приаралья, инновационному развитию водного хозяйства в наших странах, внедрению передовых водосберегающих технологий.

Наш Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, совместно с научными и образовательными учреждениями России, обладает высоким профессиональным потенциалом в области водных проблем, мелиорации, сельского хозяйства, экологии.

К приоритетным направлениям совместных исследований относятся:

- совершенствование систем учета и нормирования водных ресурсов бассейнов рек;

- обеспечение питьевыми водными ресурсами населения;

- внедрение передовых технологий и режимов орошения, новой техники полива, повторного использования вод в секторах водопользования и поиск дополнительных источников;

- повышение надежности и безопасности гидротехнических сооружений, их эффективной эксплуатации за счет проведения модернизации и строительства водохозяйственных систем;

- организация системных лесопосадок и иных фитомелиоративных мероприятий, для предотвращения опустынивания;

- развитие комплексного экологического мониторинга состояния водных объектов, мелиорированных земель и ГТС;

Для выполнения совместных исследований необходимо:

1) проведение международных конференций;

2) организация специализированных курсов повышения квалификации для экспертов и специалистов водного хозяйства наших стран;

3) организация совместных научных экспедиций в Центральную Азию для изучения и мониторинга ледников, ситуации вокруг Сарезского озера, мониторинга состояния окружающей среды и водных ресурсов и т.д.

Важным итогом сотрудничества наших стран должна стать разработка Стратегии развития водного хозяйства на пространстве стран СНГ до 2050 г., а также Генеральных схем комплексного использования и охраны водных ресурсов Российской Федерации, бассейнов Каспийского и Аральского морей как базиса научно-методического обоснования направлений развития водопользования, выбора мероприятий по его совершенствованию, а также нормализации экологической ситуации в регионах.

В Российской Федерации есть опыт оперативного интегрированного управления водными ресурсами на региональном и локальном уровнях с применением оптимизационного моделирования и веб-ГИС- технологий.

Управление водными ресурсами требует совершенствования экологического мониторинга сельскохозяйственных земель, развития сети гидрологических постов и наблюдений при мониторинге водных объектов, развития комплексных водобалансовых исследований в условиях климатических изменений, оснащения дистанционной аппаратурой контроля, автоматизация ведения наблюдений, внедрение математических моделей обоснования принятия решений.

Для всех стран большое значение имеет совершенствования экономических основ формирования цен и платежей за использование водных ресурсов и загрязнение окружающей среды, а также проведение кадровой политики, направленной на подготовку специалистов среднего и высшего звена и комплектацию профильными специалистами мелиорации и водного хозяйства.

Некоторые проблемы Малого Аральского моря

Мукатаев С.М., Кеншимов А.К.

Исполнительная дирекция Международного Фонда спасения Арала
в Республике Казахстан

Малое Аральское море (Малый Арал, Северный Арал) (рис.1) – солоноватое озеро на территории Кызылординской области Казахстана, северная часть разделившегося Аральского моря, получающего воду из Сырдарьи. Возникло в 1987 году в результате усыхания Аральского моря. В современном виде сформировалось после устройства Кокаральской плотины, предотвратившей дальнейшее усыхание северной части Арала [1].

Малый Арал включает в себя заливы Шевченко, Бутакова и Большой Сарышыганак.

Рис. 1. Малое Аральское море

Краткая история

Первые признаки обмеления Аральского моря были зафиксированы в 1961 году. В период с 1961 г. по 1970 г. снижение уровня моря шло в среднем по 10 см в год, начиная с 1971 г. до 1985 г. — в пределах 67 см в

год. На отметке 42 см произошло разделение моря на 2 водоема – Большой и Малый Арал.

В последующие годы снижение уровня Большого моря шло в среднем по 50 см в течение 20 лет. В этот период Малое море благодаря усиленному притоку из Сырдарьи сохраняло размер колебаний между 42,5 и 36 метрами и окончательно стабилизировалось в 2006 г. благодаря строительству плотины в проливе Берга на 42,5-43 м отметке [2].

Одна из причин обмеления Аральского моря связана со строительством Каракумского канала, первая очередь которого введена в действие в 1959 году. В 1962 году строительство канала было завершено, и он стал забирать до 45% стока р.Амударья.

В то же время, основную роль в обмелении Аральского моря сыграл рост потребностей орошаемого земледелия в воде. Так, например, если до 1913 года площадь орошаемых земель в бассейне Аральского моря составляла 3250 тыс. га, то к 1940 годам она уже равнялась 4,3, а в 1960 г. – 5 млн га [2].

В Казахстане, 1938-1941 гг. также велись широкомасштабные работы в Голодной степи (расширение Кировского канала, строительство Тугайной ветки), Келесском районе (канал длиной 50 км между 23-мя колхозами, канал Бугунь-Шаян) Шымкентской (ныне Туркестанской) области, а также в Кызылординской области (плотина на протоке Кара-Узяк, строительство канала Кергелмес и другие водохозяйственные объекты). Все эти объекты строились при массовом участии колхозников и рабочих промышленных предприятий.

В послевоенный период в Кызылординской области было построено: Кызылординская плотина, Левобережный магистральный канал протяженностью 140 км, Головное сооружение Шиелийского магистрального канала, реконструирована Левобережная оросительная система на площади 142 тыс. га, начато строительство Казалинского гидроузла, сооружен 500 км обводнительный Жанадарьинский тракт (древнее русло р.Сырдарья) для обводнения пастбищ.

В Чимкентской (ныне Туркестанской) области, в Голодной степи, построены Джетысайская, Арнасайская и Кызылкумская ветки, реконструирован магистральный канал им.С.М.Кирова. Все деревянные гидроузлы заменены на бетонные. Пропускная способность этого канала доведена до 220 куб. м/с, а орошаемая площадь в Казахстанской части возросла до 115 тыс. га. Завершено строительство Бугуньского водохранилища [3].

С середины 80–х годов принято решение о прекращении освоения новых крупных массивов орошения и внедрении крупномасштабных проектов экономии водных ресурсов в орошении. Одновременно были приня-

ты меры по улучшению условий жизни населения Приаралья за счет строительства объектов здравоохранения, водоснабжения, газификации и других объектов социального назначения, ужесточения водопользования, обводнения дельты Амударьи и Сырдарьи.

Вместе с тем следует отметить, что с 1960 по 1990 годы площадь орошаемых земель в бассейне Арала увеличилась с 4,5 млн до 7,5 млн га, а по данным на 2014 год общий объем водохранилищ превысил 75 куб. км (рис. 2).

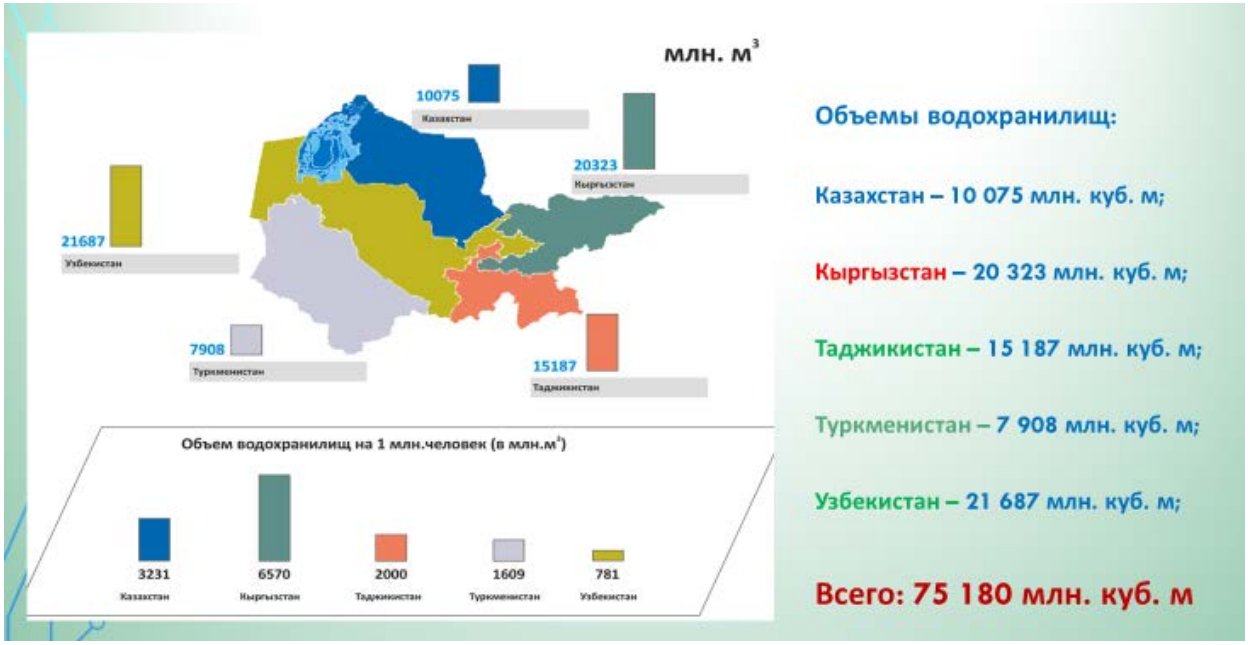


Рис. 2. Полный объем водохранилищ в бассейне Аральского моря

В конце 1980-х гг. в результате понижения уровня воды Аральское море разделилось на Большое Аральское море (на территории Республики Узбекистан) и Северное / Малое Аральское море (на территории Казахстана). С 2001 г. на Большое Аральское море разделено на Восточное Аральское и Западное Аральское море в связи с дальнейшим понижением уровня воды [4].

Несмотря на принятые меры, поступление воды в Приаралье постепенно сокращалось. Если в 1965 году в море поступило около 30,0 км^3/год, то в 1971-1980 гг. объем поступления воды составил 16,7 км^3/год в среднем, или 30% от среднемноголетнего, а в период с 1980 по 1999 гг. – от 3,5 до 7,6 км^3/год или 6-13% от среднемноголетнего. В отдельные маловодные годы сток Амударьи и Сырдарьи практически не доходил до моря [5].

Прямым следствием высыхания моря стало резкое изменение климата, которое ощущалось не только в Центральной Азии, но и в других регионах. С начала 1960-х годов в районе Аральского моря увеличилось вдвое количество дней с температурой выше 40 градусов.

По оценкам международных экспертов ЮНЕП о климатической ситуации на 2035-2050 годы, температура воздуха в регионе может повыситься на 1,5-3 градуса. Изменение климата приведет к увеличению потерь воды на 10-15% из-за испарения с поверхности воды и на 10-20% из-за увеличения транспирации растениями.

Первая попытка по созданию Малого Арала была предпринята в 1992 году. Возведенная строительными организациями Аральского района перемычка «Каратерень-Кокарал» просуществовала девять месяцев: весной 1993 г. в результате подъема уровня воды она была разрушена.

Вторая попытка по возведению перемычки «Каратерень-Кокарал» возобновились 1997-1999 гг. В 1999 году, в конце апреля, и эта перемычка была размыта.

Затем на основании Основного положения Концепции выхода из Аральского кризиса и утвержденной 11 января 1994 года в г.Нукус Главами Центральноазиатских государств «Программы конкретных действий по улучшению экологической обстановки в бассейне Аральского моря и Приаралья на ближайшее 3-5 лет с учетом социально-экономического развития региона» (ПБАМ-1), Казахстан с 1998 года начал работу по реализации проекта «Регулирование русла р.Сырдарья и сохранение Северной части Аральского моря» (РРССАМ-1).

«В 1998-99 годы разработано технико-экономическое обоснование (ТЭО) 1 фазы проекта производственным кооперативом «Институт Казгипроводхоз» совместно с Ассоциацией компании Consulting Engineers Salzgitter (Германия) и Sogreah Ingenierie (Франция). Источниками финансирования явилась гранты Японского Правительства TF 025236 на сумму 650 тыс. долларов США и TF 027108 на сумму 898,8 тыс. долларов США.

2000-2002 годы выполнено детальное проектирование и разработаны тендерные документы по основным сооружениям проекта (плотина САМ, гидроузел Аклак, комплекс Айтек, защитные дамбы и спрямление русла реки Сырдарья) производственным кооперативом «Институт Казгипроводхоз» совместно с Ассоциацией компании Consulting Engineers Salzgitter (Германия) и Sogreah Ingenierie (Франция). Источник финансирования: предзаймовый аванс PPF № P371-0KZ Всемирного банка в сумме 1,8 млн долларов США» [5].

Проект начал реализовываться с ноября 2002 года на средства займа Всемирного Банка в размере 64,5 млн долларов США и софинансирования

из Республиканского бюджета – 21,29 млн долларов США. Общая стоимость проекта составила 85,79 млн долларов США.

Основными целями были определены:

- обеспечение пропуска повышенных расходов воды по руслу реки Сырдарья путем строительства новых регулирующих гидротехнических сооружений и реконструкции существующих гидроузлов;
- сохранение северной части Аральского моря как географического климатообразующего объекта;
- поддержка и повышение объемов сельскохозяйственного (включая животноводство) и рыбного производства в казахстанской части бассейна реки Сырдарья;
- улучшение экологических условий и окружающей среды в дельте и вокруг Северного Аральского моря, что отразится на улучшении здоровья населения и животных, а также на восстановлении биологического разнообразия;
- строительство и реконструкция существующих защитных дамб.

В целях достижения поставленных целей были построены (рис. 3):

- плотина Северного Аральского моря (Кокаральская плотина);
- комплекс сооружений Айтек;
- защитные дамбы на реке Сырдарья;
- спрямление русла реки в районе села Аксу,

Выполнены ремонтно-восстановительные работы на существующих гидротехнических сооружениях:

- Казалинский гидроузел;
- Кызылординский гидроузел;
- Шардаринской и Арнасайской плотины.

В результате реализации проекта РРССАМ–1 достигнуто (табл.1) [6]:

1. пропускная способность реки Сырдарья увеличилась от 350 до 700 $м^3/с$;
2. сохранение северной части Аральского моря как географического и климатообразующего объекта:
    - осушенное дно моря покрылось зеркалом воды площадью 870 кв. км (с 2 414 кв. км до 3 288 кв. км);

- объем воды в море увеличился на 11,5 км3 (с 15,6 км^3 до 27,1км3);
- снизилась минерализация воды с 23 до 17 г/л;

3. улучшение водоснабжения ирригационных и озерных систем;
4. безопасность эксплуатации Шардаринской плотины и стабилизация режима работы Шардаринской ГЭС (увеличилась выработка электроэнергии в зимнее время);
5. улучшение экологической и социально-экономической ситуации региона и населения Приаралья:
   - увеличилось развитие местных видов рыбы и созданы благоприятные условия для разведения осетровых пород;
   - объем улова рыбы увеличился с 0,4 до 6,0 тыс. тонн и в перспективе ожидается увеличение улова рыбы до 11,0 тыс. тонн;
6. надежность существующих сооружений на реке, увеличен срок эксплуатации их, улучшены эксплуатационные характеристики гидроузлов;
7. восстановлено биоразнообразие казахстанской части Приаралья.

Таблица 1

Динамика изменения основных параметров Малого Аральского моря

Основные параметры	**Единица измерения**	**Изменения параметров**		
		До реализации проекта	**После реализации проекта**	**Увеличение или уменьшение (+/-)**
Отметка уровня воды	м БС	38	42	+4
Площадь водной поверхности	кв. км	2 414	3 288	+874
Объем воды	куб. км	15,6	27,1	+11,5
Минерализация воды	г/л	23	12	-11
Промышленный лов рыбы	тыс. тонн	0,4	6,0	+3,6
Расстояние от уреза воды до г.Аральск	км	75	22	-53

Источник: ПК «Институт Казгипроводхоз»

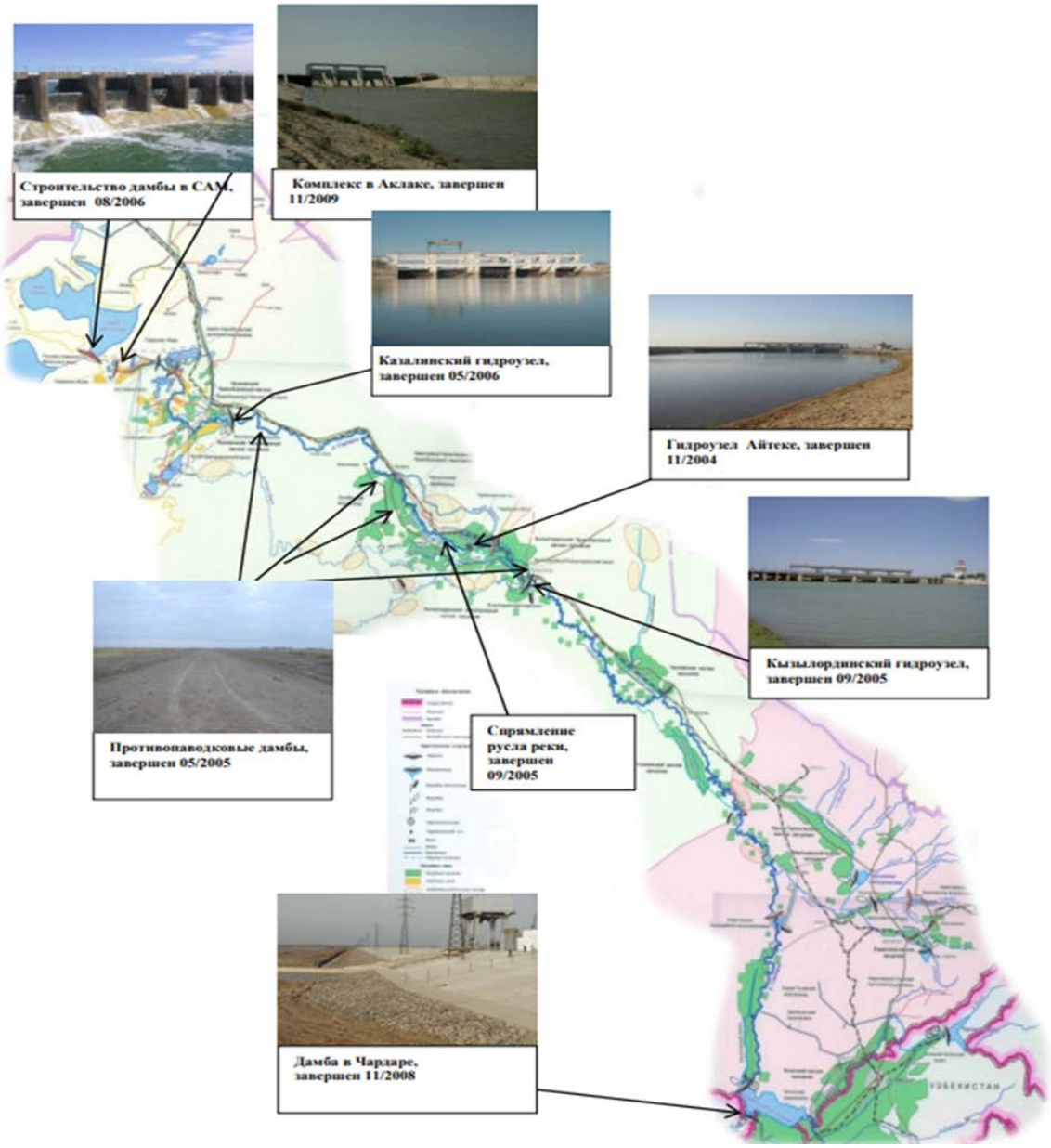


Рис. 3. Схема расположения объектов РРССАМ-1

Современное состояние и перспективы

С момента сдачи Кокаральской плотины в эксплуатацию (8 августа 2005 г.) до сегодняшнего дня из реки Сырдарья в Северное Аральское море поступило 46,6 млрд куб. м воды, в том числе за последние семь лет – 13,3 млрд куб. м. Это в среднем 1,9 млрд куб. м., в то же время для поддержания уровня воды в Малом море на уровне 42 м БС необходим как минимум 2,7 млрд куб. м, что равно суммарному испарению с поверхности моря.

Вместе с тем, в соответствии со «Схемой комплексного использования и охраны водных ресурсов р.Сырдарья» 1982 года в Аральское море должно поступать 3 млрд куб. м. В этой связи начиная с 2018 года уровень моря начал уменьшаться и снизился до 40,48 м., в объемном выражении снижение произошло с 27 млрд куб. м до 18,9 млрд куб. м, т.е. потеряли до 25 % от общего объема воды в Малом Аральском море (табл.2).

По состоянию на 01.10.2024 год в Малом Аральском море имеется около 21,6 млрд $м^3$ воды и до отметки 42 м. БС нам необходимо набрать 5,4 млрд $м^3$ воды.

Таблица 2

Среднегодовые значения уровней, объемов и площадей Аральского моря

Годы	Из р.Сырдарья			В том числе вегетационный период		Малый Арал, м. БС	Объем ($км^3$)	Площадь ($км^2$)
	Всего $км^3$	САМ млн $м^3$	БАМ млн $м^3$	САМ млн $м^3$	БАМ млн $м^3$			
2016	5,149	2319	2830	1934	105	41,81	24,88	3245
2017	9,208	2546	6662	4434	3764	42,13	24,7	3333
2018	4,351	1028	3323	1149	821	41,69	22,79	3220
2019	3,697	2869	828	1077	249	41,9	25,09	3246
2020	1,659	656	1003	467	256	41,5	21,6	3178
2021	1,194	1011	183	199	69	41,17	20,1	3105
2022	0,816	816	0	340	0	40,48	18,9	2954
2023	2,042	2042	0	340	0	40,75	20,49	3013
01.10 2024	2,000	2000	0	977	0	41,13	21,6	3119
всего	**30,116**	**15287**	**14829**	**10917**				
средний	**3,346**	**1698,56**	**1647,67**	**1213,00**	**584,89**			

Источник: Арало-Сырдарьинский бассейновый совет

Следует отметить, что объем и уровень Малого моря целиком и полностью зависит от приточности, и в годы разной водообеспеченности могут существенно колебаться. Поэтому, если сможем обеспечить ежегодное поступление воды в Малое Аральское море свыше 3-х млрд куб. м, то достижение расчетного уровня моря можно будет достичь в течение 4-5 лет.

В настоящее время в Казахстанской части Приаральского региона завершается ТЭО проекта Всемирного Банка «Региональное развитие и восстановление Северного Аральского моря в Республике Казахстан».

Проект состоит из трех основных компонентов:

Компонент 1 – Улучшение водной инфраструктуры и гидрологического режима в САМ и прилегающем бассейне Сырдарьи.

Компонент 2 – Поддержка устойчивой экономической, социальной и экологической деятельности в Кызылординской области.

Компонент 3 – Совершенствование информационных баз на уровне бассейна и управления водными ресурсами, укрепление регионального планирования и поддержка управления проектами.

Окончательное решение по реализации проекта будет принято после соответствующих экспертиз и общественного слушания. Ожидается, что работы по реализации проекта начнутся в 2025 году.

Литература

1. Малое Аральское море / Википедия

2. CAWATERinfo. База знаний. Развитие орошения в регионе

3. Водное хозяйство Казахстана. Под общей редакцией С.М. Сарсембаева. Издательство «Кайнар», Алма-Ата, 1971 г.

4. Многопартнерский трастовый фонд ООН по человеческой безопасности для региона Приаралья в Узбекистане. Аральское море

5. Аральское море и Приаралье. НИЦ МКВК, ЮНЕСКО. Ташкент, Complex Print, 2020

6. Проект «Регулирование русла реки Сырдарьи и сохранение северной части Аральского моря. Выпуск 1. ПК «Институт Казгипроводхоз». Алматы, 2017 г.

Рациональное использование вод, водосбережение и охрана экосистем в Туркменистане и странах Центральной Азии

Моммадов Б.А.

Объединение «Гарагумдерьясувходжалык»
Государственного комитета водного хозяйства Туркменистана

Центральная Азия – уникальный регион, имеющий многочисленное разнообразие экосистем, включающий горные массивы, огромные пустыни и степи, крупные реки и множество озёр.

Экосистема региона играет важную роль в сохранении глобального экологического равновесия и гидрологического цикла.

Водные ресурсы являются ключевым фактором экономической деятельности в Центральной Азии. Самые крупные реки региона являются трансграничными.

Страны Центральной Азии объединены через водные экосистемы. Любое изменение в водопользовании в одной из стран неизбежно сказывается на интересах остальных стран. Потребность в современной взаимоувязанной и согласованной системе управления водными ресурсами региона вызвана самой природой и требует создания и развития механизма сотрудничества по интегрированным подходам.

За последние десятилетия изменение климата и его последствия для окружающей среды, экономики и общества стали одними из наиболее актуальных глобальных проблем международного сообщества. Оно заняло прочное место в ряду главных экологических проблем, стоящих перед мировым сообществом.

Особенно остро стоит вопрос влияния изменения климата на водные ресурсы – одного из важнейших и наиболее уязвимых по отношению к изменению климата. Дальновидная линия на сохранение сотрудничества стран центрально-азиатского региона по совместному использованию водных ресурсов была закреплена сначала в «Соглашении между странами Центральной Азии о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников», подписанном руководителями водохозяйственных ведомств стран региона 18 февраля 1992 г. в городе Алматы и 4 января 1993 г. в городе

Ташкенте на встрече глав государств Центральной Азии. Тогда стороны приняли решение о создании Международного фонда спасения Арала, который имеет огромное значение для согласованного и бесконфликтного распределения водных ресурсов Центральной Азии.

Сотрудничество стран Центральной Азии в рамках Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии позволило за истекший период сформировать определенные методы, стиль и порядок сотрудничества между странами по управлению и использованию водных ресурсов рек Амударьи и Сырдарьи. Эти подходы являются в своем роде уникальными, так как в рамках этого сотрудничества осуществляется согласование, планирование действий, корректировка и распределение водных ресурсов на постоянной основе.

Сегодня наши страны стоят перед необходимостью поиска путей минимизации и, по возможности, предотвращения водных проблем, которые возникают из-за изменения климата, изменения водного режима, загрязнения и истощения водных ресурсов, в связи с чем возникает дефицит воды.

Проблема обеспечения населения чистой питьевой водой очень актуальна в современном мире. Вторичное использование водных ресурсов жизненно необходимо. Этот аспект фигурирует и в Целях устойчивого развития, разработанных ООН. В частности, в экологической составляющей, связанной с бережным использованием водных ресурсов Земли.

В современных условиях и в перспективе дефицит водных ресурсов является одним из главных факторов, ограничивающих развитие стран. Повышение эффективности водопользования, водосбережение, справедливое распределение воды, достижение компромиссов между интересами представителей верхнего и нижнего течения рек, потребностями водопотребителей и экосистем является жизненно важной задачей для государств Центрально-Азиатского региона. Словом, совместное согласованное управление трансграничными водными ресурсами региона является одной из актуальных задач современности, залогом устойчивого развития наших государств и обеспечения достойной жизни наших народов.

Туркменистан ведёт постоянные разработки и внедряет различные новации, направленные на сохранение экологии. Это очистка питьевой воды, сточно-дренажных вод, опреснения воды, а также фильтрация отработанного воздуха. В нашей стране коренным образом поменялась работа в области сельского хозяйства. Правильное распределение возделываемых культур по областям страны, переход на технологически новые, более эффективные системы орошения, увеличение использования вторичных вод – всё это повлияло на повышение экономии воды.

Туркменистан на VII Всемирном Водном форуме в республике Корея в апреле 2015 года озвучил основные направления решения Водной Проблематики в Центральной Азии, которые состоят из следующих: «Только региональный консенсус является единственно приемлемой платформой для эффективного взаимодействия государств. Туркменистан последовательно выступает именно за такой подход, за рассмотрение и решение водных и водно-энергетических вопросов в Центральной Азии на основе общепризнанных норм международного права, взаимного уважения и учета интересов всех государств региона и при участии международных организаций».

Водные ресурсы являются одним из важных природных богатств и ключевым фактором экономического развития и благополучия населения Туркменистана. Водные объекты – это сосредоточение вод в естественных углублениях земной поверхности или в искусственных водотоках и водоемах, либо в недрах, имеющих определенные границы, объем и признаки гидрологического режима или режима подземных вод. Водный фонд Туркменистана включает в себя следующие виды водных объектов:

1) Поверхностные водные объекты:

- морские воды (в пределах акватории туркменского сектора Каспийского моря);
- водотоки (реки, ручьи, каналы оросительных и коллекторно-дренажных сетей);
- водоемы (озера, пруды, обводненные карьеры, водохранилища);
- природные и искусственные выходы на поверхность земли подземных вод (родники, гейзеры, кяризы и др.);

2) Подземные водные объекты:

- бассейны подземных вод;
- водоносные горизонты.

Река Амударья играет важнейшую роль в обеспечении нужд орошаемого земледелия. На долю Туркменистана по фактическому водозабору приходится около 22 км^3/год.

Водность рек меняется по годам и водные ресурсы полностью используется в народном хозяйстве. Более 90% всех водных ресурсов в Туркменистане используется в сельском хозяйстве. Потребление водных ресурсов в различных секторах экономики в 2024 году показано на рисунке.

Использование водных ресурсов в условиях изменения климата играет важную роль для будущих поколений. В целях снижения неблагоприятного воздействия изменения климата на водные ресурсы в Национальной Стратегии Туркменистана об изменении климата предусматриваются многочисленные мероприятия и первоочередные задачи по адаптации водного хозяйства к изменению климата.

Первоочередными задачами для адаптации водного хозяйства к изменению климата являются:

1) повышение коэффициента полезного действия оросительных систем путем модернизации и технического переоснащения;

2) совершенствование управления водными ресурсами путем перехода на интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР);

3) совершенствование правового регулирования вопросов управления, охраны и использования водных ресурсов путем принятия подзаконных актов Водного кодекса Туркменистана (2016 г.);

4) совершенствование системы совместного управления водными ресурсами региона;

5) внедрение прогрессивных способов орошения (капельное, дождевание и другие) и совершенствование существующих (традиционных), в том числе и с использованием цифровых технологий;

6) внедрение прогрессивных способов опреснения и повторное использование коллекторно-дренажных вод при соблюдении экологических норм;

7) строительство водохранилищ, реконструкция гидротехнических сооружений и обеспечение безопасности плотин;

8) развитие и внедрение методов стимулирования рационального водопотребления;

9) реализация мероприятий по мелиоративному улучшению используемых земель, обеспечивающих сокращение потерь и рациональное использование воды и т.д.;

10) внедрение современных методов и форм во взаимоотношениях структур водохозяйственных органов с водопользователями;

11) совершенствование системы учёта воды и оптимизация условий платного водопользования путем внедрения интеллектуальных цифровых систем и технологий;

12) продолжение строительства Туркменского озера «Алтын Асыр»;

13) укрепление международного сотрудничества в сфере сохранения и использования трансграничных водных объектов;

14) строительство селезащитных сооружений, сбор вод для создания дополнительных водных ресурсов;

15) обеспечение надежного функционирования прибрежных защитных полос и гидротехнических сооружений;

16) расширение участия общественности в решении вопросов бесперебойного и качественного водообеспечения, а также в программах повышения экологического образования общества;

17) расширение научно-исследовательских работ по вопросам водного хозяйства;

18) создание единой цифровой информационной системы в водохозяйственном секторе;

19) разработка новых поливных режимов сельскохозяйственных культур с учетом природно-климатических факторов;

20) разработка умных информационных систем планирования орошения;

21) повышение технического состояния гидромелиоративных систем.

В заключении хотел бы отметить, что совместное управление водными ресурсами для дальнейшего развития сотрудничества и укрепления взаимного доверия в нашем центральноазиатском регионе остаётся актуальным вопросом. Поэтому мы должны использовать наш интеллектуальный потенциал, производственный и жизненный опыт, традиции предков в водном сотрудничестве для блага грядущих поколений.

Использование подземных грунтовых вод при капельном орошении

Уразкелдиев А.[1], Ахмедходжаева И.[2], Улугмуродов С.[3]

[1]Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

[2]Национальный исследовательский университет “Ташкентский институт ирригации и механизации сельского хозяйства”

[3]Управление эксплуатации Южно-Мирзачульского канала

Введение

Для Республики Узбекистан ирригация жизненно важна для удовлетворения растущего спроса на продовольствие в результате увеличения населения. Исследования показывают, что традиционные методы управления водными ресурсами являются одной из главных причин, препятствующих устойчивому развитию орошаемого земледелия в регионе. Одним из способов решения проблемы является применение системы капельного орошения, которое основано на поступлении воды малыми дозами в прикорневую зону растений [1–3]. При этом количество и периодичность подачи воды регулируется в соответствии с потребностями растений.

Исследование совместного использования капельного орошения и грунтовых вод при поливе сельскохозяйственных культур является потенциальным решением при нехватке водных ресурсов, что часто наблюдается в последние годы и ожидается дальнейшее усугубление ситуации с дефицитом воды [4–6].

В настоящее время активно внедряются водосберегающие технологии полива, такие как капельное орошение, дождевание и другие технологии, позволяющие экономить воду [7]. При росте и развитии сельскохозяйственных культур необходимо обращать внимание на условия залегания грунтовых вод, наличие дренажных систем и механизмы их работы.

Методология

При проведении натурных исследований учитывались следующие паказатели по определению свойств грунта с учетом корневой системы растений: механический состав почвы, влажность, качество почвы и воды (минерализация, коэффициент фильтрации), дренажный сток и количество

испарения. Были учтены размеры корневой системы в зависимости от фазы развития растений, и для каждой из этих фаз выполнены расчеты нормы и сроков полива с учетом запаса влаги в почве. В расчетных нормах поливов фазы роста хлопчатника разделены на 4 периода развития, а именно: всходы растений, начало бутонизации, цветение-плодообразование и созревание. Уровни подземных вод получены по данным мониторинговых скважин, установленных в полевых условиях и находящихся на балансе областной гидрогеологомелиоративной экспедиции.

Анализ и результаты

Исследования были проведены на участках капельного орошения хлопчатника и других сельскохозяйственных культур в Сырдарьинской области, где грунтовые воды расположены близко к поверхности земли. В ходе исследования был определен необходимый растению уровень влаги в зонах развития корневых систем сельскохозяйственных культур, то есть нормы и сроки орошения определялись для каждого отдельно взятого гидромодульного района. Результаты анализа изучения степени влажности зоны аэрации на орошаемых полях в течение вегетационного периода при различных уровнях грунтовых вод представлены на рис.1.

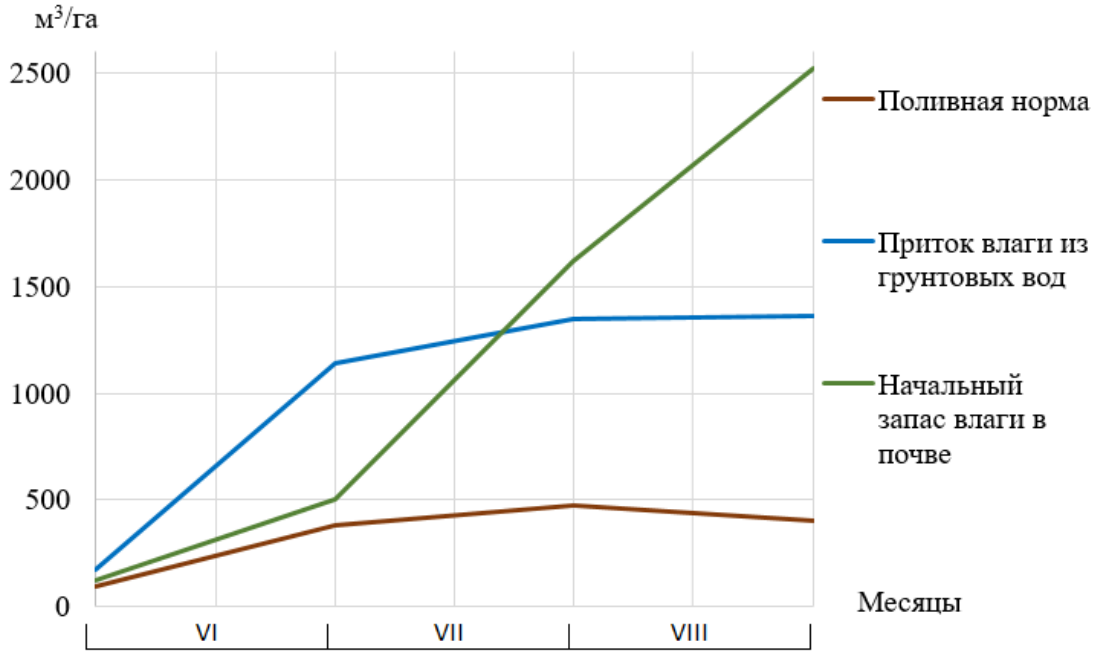


Рис. 1 Влагообмен в зоне аэрации поля в период вегетации

В течение вегетационного периода динамика изменения уровня влажности в зоне аэрации почвы изучена в слоях почвы: глубиной до 0,3м; от 0,3м до 1,0м; от 1,0м до 2,0м, от 2,0м до 3,0м и больше 3м. Использование подземных вод на хлопковом поле привело к резкому увеличению количества влаги в почве (от 500 до 2500 $м^3$/га) при уровне грунтовых вод выше 1,0 м. При глубине залегания уровня грунтовых вод ниже 1,0 м количество влаги в почве составляло 100÷500 $м^3$/га.

Расчет оросительных норм проводился на основе водного баланса, рассчитанного на хлопковом поле площадью 20 га. Исследования показали, что использование системы капельного орошения позволило снизить нормы орошения с 10 до 50% и увеличить урожайность хлопка на 10-15 ц/га. При высоком уровне грунтовых вод в зоне аэрации почвы, длина корневой системы хлопчатника становится меньше 1,0 м. Напротив, установлено, что оросительные нормы становятся выше в условиях, когда уровень грунтовых вод и длина корневой системы культур выше 2,0 м.

На рис. 1 представлены результаты анализа изучения степени влажности зоны аэрации на орошаемых полях в течение вегетационного периода при различных уровнях грунтовых вод. Для слоя от 0,3м до 0,5м оросительная норма составляет М=151 $м^3$/га, на период цветения и сбора семян М=272 $м^3$/га, а в период созревания М=403 $м^3$/га. За вегетационный период поливная норма составляет 1642 $м^3$/га в целом, количество поливов – 6 раз, продолжительность поливного периода – с 5.06 по 5.09, то есть промежуточный период полива составляет – от 14 до 21 дня. По расчетам объем использования грунтовых вод корневой системой хлопчатника составляет от $Г_1$=170 $м^3$/га до $Г_6$=1360 $м^3$/га, при количестве влаги в зоне аэрации почвы при глубине $h_г$<0,5 м составляет W_1=327 $м^3$/га, на глубине $h_г$= 3,0м – W_6=1801 $м^3$/га.

Выводы

На основе проведенного анализа рассчитаны дефициты водопотребления сельскохозяйственных культур за вегетационный период и разработаны оптимальные режимы орошения. Предложена методика расчета поливных норм и сроков в зависимости от потребности растений, основанная на динамике изменения уровня грунтовых вод и фаз развития сельскохозяйственных культур. В указанных гидроморфных зонах при использовании норм и сроков поливов, рассчитанных по предложенной методике, наблюдается повышение продуктивности хлопка и других сельскохозяйственных культур. При использовании вышеприведенной методики орошения можно исключить операции по промывке засоленных земель, по-

скольку в этой зоне процесс повторного засоления почв не наблюдается, что приведет к существенной экономии воды.

Литература

1. Guoyong Leng, Maoyi Huang, Qiuhong Tang, and all. Modeling the Effects of Groundwater-Fed Irrigation on Terrestrial Hydrology over the Conterminous United States. Hydrometeorology. Volume 15: Issue 3. 01 June 2014.

2. Jose R.Lopez, Jonathan M.Winter, Joshua Elliott and all. Sustainable Use of Groundwater May Dramatically Reduce Irrigated Production of Maize, Soybean, and Wheat. Earth's Future, Vol. 10, Issue1, January 2022, e2021EF002018.

3. Shiqin Wang, Zhixiong Zhang, Shoucai Wei, and all. Seasonal recharge mechanism of the upper shallow groundwater in a long-term wastewater leakage and irrigation region of a river alluvium aquifer. Hydrology and Earth System Sciences. 31 January 2023.

4. Bli Sodik Tulip, Md. Sifat Siddik, Md. Nazrul Islam, Atikur Rahman and all. The impact of irrigation return flow on seasonal groundwater recharge in northwestern Bangladesh. Agricultural Water Management, Volume 266, 31 May 2022, 107593.

5. Налойченко А.О., Атаканов А.Ж. Применение подпочвенного орошения на фоне осушительно-увлажнительного горизонтального дренажа. (субирригация). Монография. 2009 г. 261 с.

6. Ахмеджанов Г. Поливной режим хлопчатника при близком уровне грунтовых вод // Хлопководство. – 1987. – № 5. – С. 41-43.

7. Ходжибаев Н.А. Гидрогеологомелиоративное районирование. Т. Фан. 1975 г. 143 с.

Исследование проблем управления водными ресурсами

Орифова Ш.Р.[1], Орифов Р.О.[2]

[1]Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

[2]Технологический университет Таджикистана

Водное хозяйство по своей функции относится к инфраструктурным отраслям экономики, так как обеспечивает выполнение некоторых необходимых производственных условий – для промышленности, электроэнергетики, коммунального, сельского и рыбного хозяйств. С другой стороны, водное хозяйство относится к эксплуатирующим природу ресурсным отраслям, поскольку все реализуемые в нем процессы основаны на использовании водных объектов и доставляемого ими природного ресурса – воды. Достаточно часто вода, поступающая потребителям, может рассматриваться как продукт, произведенный для продажи, т.е. как товар. В итоге, в функционировании водного хозяйства, в управлении им при всей его специфичности можно обнаружить разнообразные отраслевые экономические проблемы (инвестирование, платежи и т.п.), а собственные задачи неизбежно приобретают комплексный характер и требуют рассмотрения на основе системного подхода.

Водное хозяйство Республики Таджикистан в полной мере испытывает все трудности, обусловленные особенностями эксплуатируемых этой отраслью водных объектов. При этом могут происходить изменения не только гидрологического и климатического характера, но и сравнительно медленные изменения топографии, почв, донных осадков, уровней подземных вод и др. Изменяются также экономические и хозяйственные условия и перемены в характере их воздействия на водное хозяйство. Возникающие в связи с этим проблемы, имеют объективный характер и составляют важную часть исследований по управлению водными ресурсами и водным хозяйством. В задачах экономики управления водным хозяйством деятельность водохозяйственных организаций и предприятий-водопользователей рассматривается, как правило, с позиций экономической целесообразности. Уровни принятия решений соответствуют установленному водохозяйственному либо территориальному районированию. Водохозяйственные районы охватывают бассейн в целом, либо крупные его части, водосборные территории притоков и локальные участки. Элементами территориального (административного) районирования Республики Таджикистан служат экономические районы, субъекты государства,

муниципалитеты. В процессе разработки решений сопоставляются различные варианты водопользования и водоотведения, в результате обосновываются величины гарантированной отдачи и гарантированного качества воды, объемы водозаборов и водоотведения для разрешений на водопользование и пр.

Меры по обеспечению устойчивости водопользования для всех пользователей, в соответствии с экологическими и гидрологическими допустимыми объемами эксплуатации водных ресурсов выходят далеко за пределы отрасли водного хозяйства, поскольку предполагают целенаправленное формирование контингента водопользователей и целесообразное (в соответствии с общесистемными интересами) определение потребности каждого из них в водных ресурсах. Эта задача могла бы решаться стихийно – отбором и регулированием, осуществляемыми силами рынка, если бы была уверенность в том, что они справятся с этой задачей в соответствии с системой государственных интересов. Однако такой уверенности нет, наоборот, есть убеждение в том, что без административных вмешательств государственные интересы не будут соблюдены в необходимой мере. В настоящее время влияние хозяйственной деятельности на природные процессы стало соизмеримо с их естественным ходом. Возросшая антропогенная нагрузка во многих случаях привела к необратимым экологическим последствиям. Это предопределило изменение отношения общества к влиянию хозяйственной деятельности на состояние природных объектов. С учетом экологических проблем возникли проблемы устойчивого развития водного хозяйства для достижения поставленных целей при согласовании экономических, социальных и экологических интересов.

Анализ проблем регионального управления водопользованием, значительных запасов минерального сырья, имеющихся в Республике Таджикистан, предопределили экстенсивный путь развития экономики. Так как Республика Таджикистан располагает огромными запасами разнообразных природных ресурсов, основой развития экономики являются сырьевые запасы горнодобывающей промышленности и сельского хозяйства, а стратегической задачей является грамотное распоряжение и рациональное использование их. Следует, однако, рассматривать не только имеющиеся объективные преимущества, но и учитывать ожидаемые тенденции развития мировой конъюнктуры, которые отчетливо выявились в последние десятилетия. Еще в 1997 г. известный гидролог Дж.Родда [2] прогнозировал рост глобального водопотребления, соотнеся его с располагаемыми ресурсами пресных вод и с учётом их потерь из-за антропогенного воздействия на водные источники (таких, как загрязнение, истощение вследствие недопустимо высокого водозабора, с неизбежным уменьшением питаемых ими малых рек водосборе и т. д.). Согласно данному прогнозу, в период с 2035

по 2045 гг. объём потребления пресной воды приблизится к объемам её доступных ресурсов. По оценкам продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, к 2030 году, мировые потребности в пресной воде возрастут на 60%.[5] За прошедшие 10 лет выяснилось, что водопотребление растет быстрее, чем предполагалось в самом неблагоприятном сценарии, а объем доступных ресурсов сокращается более быстрыми темпами. Все это предопределяет наступление водного кризиса, уже примерно к 2025–2030 гг. В связи с этим водный дефицит примет глобальные масштабы и вызовет структурную перестройку мировой экономики, что потребует ускоренного развития водосберегающих и водоохранных технологий. Развитие секторов водоемкой продукции укрепится за обеспеченными водой регионами, включая Республику Таджикистан, предопределив их специализацию на мировом рынке. Таким образом, природные ресурсы являются основой потенциальных конкурентных преимуществ государства и на их основе можно разрабатывать стратегии дальнейшего развития. Однако, в связи с необходимостью перестройки экономики в русло высокотехнологичного производства, рассматривать имеющие ресурсы (вода, леса, и др. природные ресурсы) не для продажи, а как основу для развития приоритетных отраслей и, во-вторых, необходимо учитывать тенденции развития мировой конъюнктуры, так как Таджикистан богат водными ресурсами. Следует отметить, что, занимая несколько более 20% площади Аральского бассейна (350 тыс. кв. км), горная зона дает около 90% поверхностного стока. В среднем, по водности за год здесь формируется 115 млрд. куб. м речного стока, на одного жителя приходится 10 тыс. 469 кубометров речного стока в год пресных поверхностных вод. Однако, в Таджикистане имеются существенные различия в обеспеченности водными ресурсами по областям государства. Наибольшие водные ресурсы имеет Хатлонская область, районы республиканского подчинения и ГБАО. В связи с неравномерным территориальным распределением водных ресурсов и значительной антропогенной нагрузкой ряд наиболее развитых и заселенных центральных и северных районов страны испытывают острый дефицит в воде. Кроме того, водное хозяйство страны имеет ряд серьезных проблем:

– углубление тенденций расточительного водопользования;

– неудовлетворительное качество воды водных объектов;

– значительный рост в последние годы материального ущерба от вредного воздействия вод вследствие паводков, переработки берегов водных объектов, заболачивания и засоления земель, водной эрозии;

– существенное снижение инвестирования водного хозяйства, как следствие рыночных преобразований в стране, что привело к старению основных водохозяйственных фондов и отсутствию даже простого воспроизводства его основного капитала.

Современные проблемы водного хозяйства страны усугубляются диспропорциями в отношениях собственности на водный фонд и водохозяйственный комплекс Таджикистана, которые возникли в результате преобразований института собственности. Водный фонд почти на 100% сохранил свой правовой статус, как государственная собственность, а водохозяйственный комплекс в результате разгосударствления и приватизации принял разнообразные формы собственности в отраслевой его принадлежности. Эти институциональные преобразования в период рыночных реформ коренным образом повлияли на уровень управляемости процессом использования водного фонда. Прежняя централизованная государственная система управления этим процессом практически демонтирована, а формирование новой, адаптированной к создавшемуся институту собственности на водохозяйственный комплекс в условиях рыночной экономики, до настоящего времени не завершено.

В части обеспечения водными ресурсами Концепции долгосрочного социально экономического развития Республики Таджикистан на период до 2030 года была разработана Водная стратегия Республики Таджикистан. В рамках данной стратегии были определены два основных направления государственной политики в области использования и охраны водных объектов, предполагающие развитие водохозяйственного комплекса Таджикистана. С одной стороны, для обеспечения устойчивого водопользования, охраны водных объектов, защиты от негативного воздействия вод, необходимо формирование и реализация конкурентных преимуществ страны в водо ресурсной сфере. Достижение намеченных целей в условиях рыночной экономики предполагает формирование рынков водных ресурсов, устойчивого бассейнового развития водного хозяйства. Этим обеспечивается достаточность и безопасность водопотребления для населения, гарантируется нормативный уровень безопасности от стихийных явлений и согласуются интересы всех водопользователей. Обоснование устойчивого развития бассейнового природно-технического комплекса предполагает целостность рассмотрения и полноту охвата проблемы, различных ее технических и экономических аспектов. Подобный системный подход обеспечивают обоснованность и качество принимаемых решений.

В условиях нарастающего мирового водного кризиса, Республика Таджикистан с ее значительным водным фондом способна занять лидирующие позиции на развивающемся мировом водном рынке. Поэтому стратегически важной задачей управления развитием таджикской экономики является определение наиболее перспективных в этом аспекте отраслей и создание благоприятных условий для их развития. Не исключено, что производство водоемкой продукции станет доминирующим направлением в

будущем. Отрасли водоемкой продукции могут стать «заказчиками» на высокие технологии, специалистов, инфраструктуру и пр. Однако объективным препятствием выхода Республики Таджикистан на международный рынок воды является уровень загрязнения водных объектов. Чтобы вовремя занять свою нишу на мировом водном рынке, необходимо, прежде всего, решить внутренние проблемы рационального использования, охраны и восстановления водного фонда Республики Таджикистан. В связи с этим, приоритетными в обеспечении устойчивости развития экономики страны представляются задачи развития водохозяйственного комплекса страны. При этом естественной единицей управления водопользованием служит речной бассейн, в рамках которого должны выполняться анализ ситуации и приниматься решения о распределении водных ресурсов.

Для нормативного обеспечения основного закона приняты определенные Постановления Правительства РТ и приказы Министерства энергетики и водных ресурсов (МЭ и ВР) РТ. Сложности возникают в силу того, что подобные документы имеют разную силу применения и часто изменяются в интересах решения сиюминутных задач. Отметим некоторые аспекты ВК РТ, затрагивающие базовые положения водных отношений и требующие разработки нормативно-правовых документов, обеспечивающих их применимость в практической деятельности органов управления водопользованием. Выбор мероприятий для поддержания необходимого состояния водных объектов, расположенных на территории некоторого субъекта Государства, становится прерогативой исполнительных органов власти – естественных монополистов, определяющих лимиты на водопотребление и сбросы, обеспечивая лицензирование водопользования и т.д. В таких условиях не приходится говорить о создании механизмов экономического стимулирования использования и охраны водных ресурсов.

Учитывая всевозрастающую ценность пресной воды, Республика Таджикистан, где формируется 55,4% среднемноголетнего стока рек бассейна Аральского моря, должна четко определить основные приоритеты в использовании и охране своих водных ресурсов.

Пресная вода является главным условием жизни и составной частью всех элементов биосферы и суши в мире. По различным данным, количество её колеблется в пределах 0,25-0,5% от всей гидросферы планеты Земля. Размещение её складывается неравномерно. Более 2,5 млрд человек на Земле уже сейчас испытывают острый недостаток пресной воды. По мере демографического роста эта проблема будет усугубляться. В этом отношении регион Центральная Азия не является исключением. В этом аспекте, обращая внимание мировой общественности на остроту проблемы, президент Республики Таджикистан Эмомали Рахмон отметил: «Всем следует понять, что ценность воды не меньше, чем ценность нефти, газа, угля и

других видов топлива и энергетических источников, для устойчивого будущего страны и региона». Поэтому сегодня назрела необходимость в продуманной государственной экономической политике, направленной на производство, заготовку и реализацию питьевой воды, в основном для экспорта.

По состоянию на 2022 год примерно половина населения мира испытывала острую нехватку воды в течение как минимум части года, а одна четверть столкнулась с «чрезвычайно высоким» уровнем водного дефицита, используя более 80% своих ежегодных запасов пресной воды из возобновляемых источников. Прогнозируется, что изменение климата приведет к увеличению частоты и серьезности этих явлений, что создаст острые риски для социальной стабильности.

Для достижения высокого прибыльного бизнеса по экспорту питьевой воды нужно разработать специальную научно обоснованную программу. Разработка вариантов создания и развития водохозяйственного производственного комплекса и водно-питьевого бизнеса поможет государственным экономическим органам при выполнении прогнозов развития производства – структурообразующих направлений, выборе эффективных направлений инвестирования и кредитования, подготовке экспортной и импортной стратегии, а также решении проблемы занятости населения. Рекомендации по развитию водохозяйственного производственного комплекса и водно-питьевого бизнеса будут нацелены на развитие экономики страны.

К тому же, в настоящее время в Таджикистане достаточно водоемкими отраслями являются следующие – электроэнергетика, сельское хозяйство, металлургическое производство, которые при грамотном подходе к развитию смогут подняться на высокий уровень не только по производительности, экологичности производства и по стратегической значимости. Торговля должна строиться на осознании сравнительных преимуществ. Региональный водный рынок следует рассматривать как организованный институт регулируемых рентных отношений в приобретении, прекращении прав и текущем возмездном пользовании водными объектами между собственником водного фонда, водопользователями и другими участниками (субъектами) этого рынка. В силу природных особенностей формирования водных ресурсов и коллективного характера их использования, региональный водный рынок ограничен гидрографическими границами поверхностного водного объекта [7]. Объективной предпосылкой формирования регулируемого регионального водного рынка является то, что основным контрагентом данного рынка выступает представитель собственника водного фонда и отсюда следует вывод: экономические оценки водных объектов

имеют непосредственный практический смысл только в локальных задачах для объектов местного значения.

Литература

1. Данилов-Данильян В. И. Глобальная проблема дефицита пресной воды // Век глобализации. 2008, №1

2. Rodda, G. On the problems of assessing the World water resources //Geosci and water resource environment data model. – Berlin: Heidelberg, 1997. – P. 14–32

3. Доклад ООН о состоянии водных ресурсов мира. М.: Весь мир, 2024 г.

4. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Республики Таджикистан

5. Водная стратегия РТ на период до 2030 года, Распоряжение Правительства РТ

6. Водный кодекс РТ от 19 марта 2020 года

Автоматизация водоучета водных объектов

Бакбергенов Н.Н. Иманалиев Т.К.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»

В современных условиях развития сельского хозяйства особая роль отводится гидромелиорации – одному из основных факторов, гарантирующих получение высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. В настоящее время, когда вода стала дорогостоящим товаром, для рациональной и эффективной эксплуатации оросительных систем должен производиться оперативный и объективный учет воды, а гидротехнические сооружения на каналах – обеспечивать подачу заданных расходов.

В ходе изучения процесса водораспределения на оросительных системах было установлено, что основные противоречия между потребителем и поставщиком возникают по вопросам водоучета. Преодоление этих противоречий возможно путем использования в оросительной системе такой технологии водоучета, которая обеспечила бы высокую объективность и независимость учета воды, и таких средств водоучета, точность измерений которых могла бы удовлетворить потребителя и поставщика

По результатам обследования каналов Туркестанской области можно отметить, что каналы имеют малые уклоны дна, невысокую скорость потока, большую протяженность, значительную длину кривых подпора и спада. Движение воды в каналах спокойное, трассы каналов проходят в основном в полувыемке – полунасыпи. Гидравлические и гидрометрические особенности каналов: в процессе эксплуатации оросительные каналы работают в подпорных режимах при максимальном наполнении.

Выявленные при обследовании особенности оросительных каналов определяют следующие требования и технологические условия к средствам водоучета: водомерные устройства должны быть просты по конструкции, устойчивы к атмосферным воздействиям и надежно работать, не должны требовать специальной высококвалифицированной подготовки обслуживающего персонала и значительных затрат времени на проведение гидрометрических работ, что очень важно для частного водопользования. На оросительных системах, как правило, отсутствует электроснабжение, поэтому здесь целесообразно применять водомерные устройства, работающие на аккумуляторных батарейках; погрешность измерения приборов водоучета на каналах оросительных систем при коммерческом водоучете

должна быть не более 4%.

Существующие устройства и приборы измерения расхода воды отечественных и зарубежных производителей имеют ограниченное применение на оросительных каналах по следующим причинам: низкой точности измерения, отсутствия на постах водоучета электроснабжения, высокой стоимости приборов и сложность их эксплуатации.

Введение платного водопользования требует от водохозяйственных организаций оснащения ПВ техническими средствами, обеспечивающими современный уровень коммерческого водоучета, внедрения простых, надежных и энергонезависимых средств измерения [1].

При этом первоочередной задачей повышения технического уровня оросительных систем является разработка технологии автоматизированной системы управления по распределению водных ресурсов для минимизации или полной ликвидации технологических потерь. В ТОО «КазНИИВХ» проводятся научно-исследовательские работы по автоматизации процессов управления водными ресурсами на водных объектах для обеспечения безопасности и рационального использования [2-6]. В этих работах фактически теоретически обосновано, экспериментально создано и апробировано в производственных условиях новое поколение датчиков уровня воды на гидропостах для южных областей Казахстана.

Принцип работы ультразвуковых уровнемеров основан на том, что звуковые волны отражаются от препятствия, которыми являются объекты измерения. Излучатель ультразвукового уровнемера, расположенный в корпусе датчика, посылает ультразвуковые волны, часть которых отражается от объекта измерения и возвращается назад в приемник. В датчике принятый отраженный сигнал преобразуется встроенной электроникой в напряжение. Таким образом, интегрированный контроллер измеряет время, за которое сигнал проходит путь от излучателя, отражается от объекта и возвращается в приемник.

Разработанный датчик уровня воды ДУВ 2/0,005-10 обеспечивает оперативный, непрерывный учет воды в каналах. Его действие основано на использовании радиолокационного ультразвукового метода измерения уровня воды, в нем заложен принцип ультразвуковой эхолокации с коррекцией результатов и использованием формул гидравлики открытых каналов. Для этого пьезоэлектрический кристалл, расположенный в корпусе сенсора типа LS, преобразует электрический сигнал в серию ультразвуковых импульсов (звуковые волны), которые передаются по воздуху, с заранее определенной скоростью. Эти сигналы отражаются от поверхности воды и возвращаются к сенсору. Далее фиксирует уровень воды на гидропосте через определенный период времени, пересчитывает его на расход по

кривой зависимости Q=f(H) по программе, заложенной в устройстве который разработан в ТОО «КазНИИВХ».

Было проведено апробирования прибора водоучета ДУВ 2/0,005-10 на Арысь-Туркестанском оросительном канале Туркестанской области Республики Казахстан. (рисунок 1).

Приборы также были установлены во всех отмеченных водных объектах и точках, включая гидропосты Караспанского гидроузла и Бугунского водохранилища.

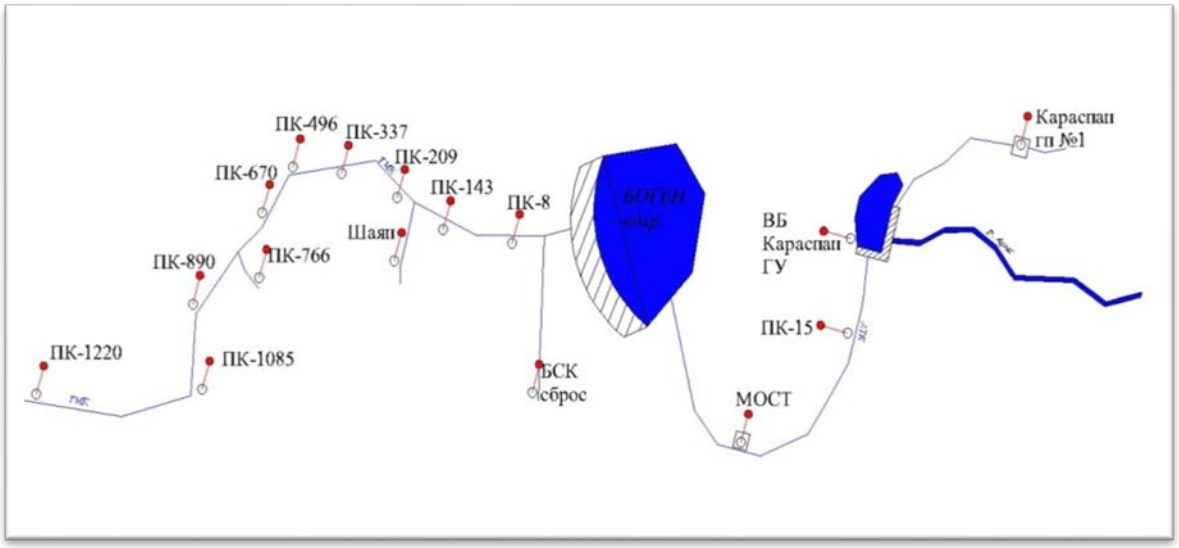


Рис. 1. Объекты установки на гидропостах прибора водоучета ДУВ 2/0,005-10 – Арысь-Туркестанский комплекс гидроузлов

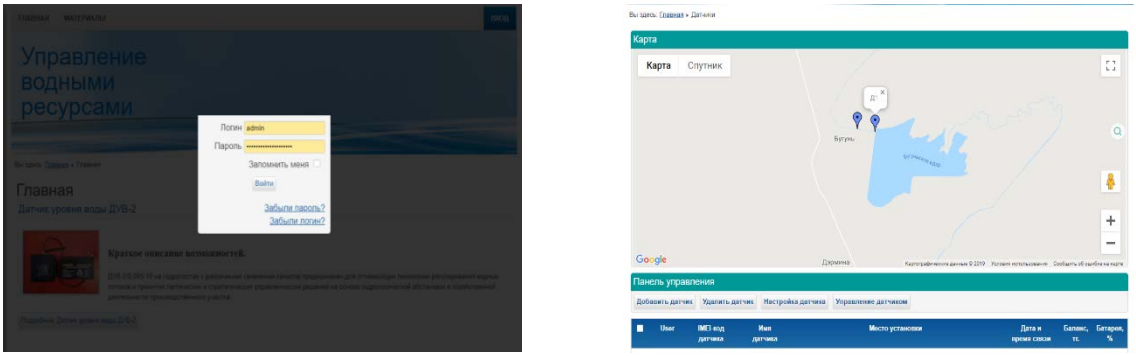
Программное обеспечение (ПО) прибора ДУВ 2/0,005-10 при тестовом испытании применялось в ряде серверных команд, которые необходимо было откорректировать при рабочем режиме прибора [3]. С этой целью дорабатывалось ПО для усиления работоспособности прибора в производственных условиях [4].

В процессе испытания в рабочем режиме и эксплуатации прибора ДУВ 2/0,005-10 с ПО было накоплено большое количество фактических данных. В результате накопились и определенные требования к интерфейсу системы и к его функционалу, такие как географическое позиционирование датчиков уровня на карте; графическое выделение наиболее активных и продолжительно работающих датчиков, а также датчиков, продолжительное время не отправляющих данные; фиксировать время получения данных и время выполнения измерения; выполнять отчистку полученных

данных от ошибочных или неверных результатов и пересчитывать расходы; архивировать полученные данные в файл Excel и загружать в компьютер.

Для того чтобы увидеть расположение датчиков на карте нужно зайти на сайт **www.duv2.kz** и нажать кнопку «Вход» в правом верхнем углу.

На экране появится окно авторизации. После ввода логина и пароля, выданных при регистрации, откроется страница «Датчики», на которой будет отображена карта с расположенными на ней датчиками и появится таблица доступных датчиков (рис.2).



а) б)

Рис. 2. Окно авторизации (а) и карта с датчиками на вкладке «Датчики» (б)

При клике на иконку датчика всплывает небольшое окошко с информацией о датчике. Выводимую информацию в сплывающем окошке можно настраивать при помощи специальных программных средств.

User	IMEI-код датчика	Имя датчика	Место установки	Дата и время связи	Баланс, тг.	Батарея, %
Bugun	013949007346383	Д5	Шаян	31.07.2019 09:15:05	499.00	100
Bugun	013949006717519	Д6	ТМК ПК-209	14.08.2019 16:45:22	953.0	32
Bugun	013949007329611	Д7	ТМК ПК-143	24.08.2019 01:00:18	828.0	37
Bugun	013949007370219	Д3	ТМК ПК 496	20.08.2019 00:00:08	64.4	73
Bugun	013949007349205	Д12	ТМК ПК-892	19.08.2019 09:00:13	66.46.64	238
Bugun	013949007346201	Д10	Гидропост 1 Караспан	26.09.2019 21:00:21	75.96	84
Bugun	013949007361580	Д8	ТМК ПК-337	23.08.2019 01:00:24	939.0	100
Bugun	013949007346268	Д9	На мосту	05.07.2019 15:01:50	0.01	77

Рис. 3. Таблица доступных датчиков

После сохранения на карте при клике на иконку датчика «Д1» появится следующее окошко (рис. 4).

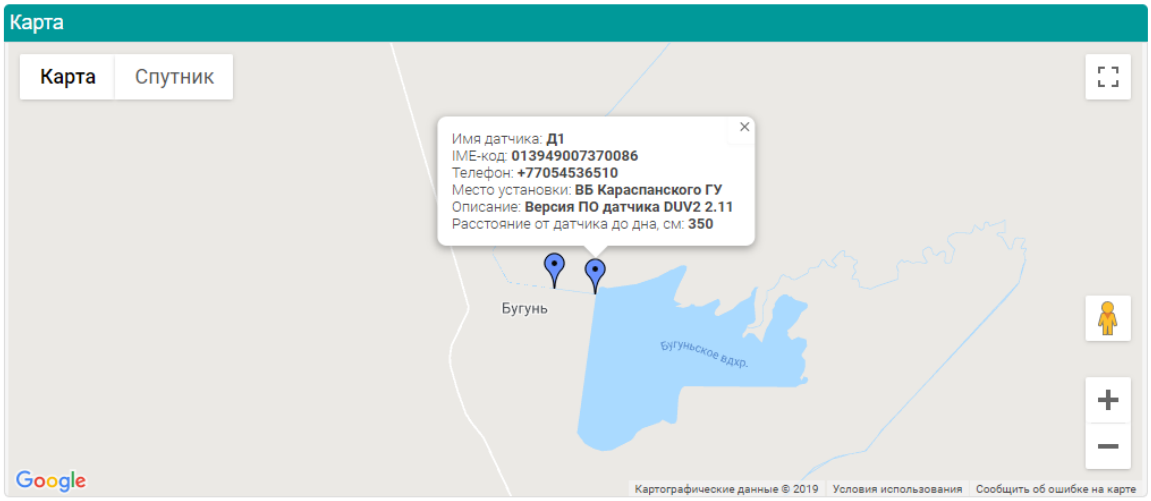


Рис. 4. Всплывающее окошко датчика «Д1»

В процессе эксплуатации датчика ДУВ-2/0,005-10 иногда возникает потеря связи с ПК, происходит это, как выяснилось, когда слетают сохраненные настройки с EEPROM памяти. Для устранения этого явления необходимо усилить фильтрацию питания датчика и организовать резервирование настроек в EEPROM памяти [5].

Заключение

Существующие устройства измерения расхода воды отечественных и зарубежных производителей имеют ограниченное применение на каналах внутрихозяйственной оросительной сети по причинам высокой стоимости и отсутствия постоянного электроснабжения в сети, сложностей в эксплуатации и метрологической поверке.

Внедрение ДУВ 2/0,005-10 на гидропостах оросительных систем приведет к повышению точности определения уровня и расхода воды и оперативности получения информации по сравнению с известными методами. Применение данного прибора в условиях дефицита водных ресурсов обеспечит условия объективного учета использования воды с одной стороны, и выработку у водопользователей бережливого отношения к воде – с другой, что приведет к повышению уровня технологического развития АПК и повышению производительности труда.

Основным принципом работы ДУВ 2/0,005-10 является измерение уровня воды в автоматическом режиме. Его действие более адаптировано к резко континентальным климатическим условиям, по сравнению с зарубежными аналогами, т.е. прибор обеспечивает точное показание уровня воды при температуре до 55-60^{o}C, что очень важно в условиях жаркого климата и часто повторяющихся ветров в Туркестанской области.

Применение ДУВ 2/0,005-10 на гидропостах магистральных каналов существенно повысило точность учета воды по сравнению с существующими методами определения расхода воды. Например, по сравнению с широко применяемым в водном хозяйстве методом определения расхода воды по рейке и градуировочным кривым «уровень-расход», точность который колеблется в пределах от 1 см и выше, а оперативность получения информации не предусмотрена, в ДУВ 2/0,005-10 точность определения уровня воды доведена до 0,1 см и оперативность получения данных до 1 секунды.

Литература

1. Концепция развития системы управления водными ресурсами Республики Казахстан на 2024 – 2030 годы

2. Ли М.А., Карлыханов О.К., Бакбергенов Н.Н., Иманалиев Т.К., Жакашов А.М. Современные технологии автоматизации в решении проблем водоучета / «Развитие географической науки в Казахстане и проблемы охраны окружающей среды» (Посвящается 115-летию Семипалатинского отдела Императорского Русского Географического общества): матер. междунар. науч.-прак. конф. – Семей, 28-29 сентября 2017 г. – С 227-233

3. Ли М.А., Карлыханов О.К., Бакбергенов Н.Н., Жакашов А.М., Иманалиев Т.К., Понкратьев Д.М. Современные технологии в решении проблем водоучета / «Наука и Мир»: междунар. науч. журнал.- Волгоград, 2017.- № 9 (49).- С. 27-30

4. Патент № 1817. Датчик уровня воды. Иманалиев Т.К., Балгабаев Н.Н., Карлыханов О.К., Ли М.А., Бакбергенов Н.Н., Тажиева Т.Ч. 02.11.2015

5. M.Li, O.Karlykhanov, D.Ponkratyev, T.Imanaliyev, M.Li, T.Tazhiyeva. Automatic Water Meter for Gauging Stations of Irrigation Canals. Anais da Academia Brasileira de Ciencias (2018) 90 (1 Suppl. 2): 1083-1094 (Annals of the Brazilian Academy of Sciences) / http://scielo.br.com/en/scielo.php/script/www.scielo.br/aabc

6. Отчет о НИР «Создание информационных технологий по планированию, учету, контролю и распределению водных ресурсов в бассейнах рек для повышения эффективности водопользования». №ГР 0118РК01219, Инв. № 0219РК00192. - Тараз:. ТОО «КазНИИВХ», 2019. -107 С

Объемы формирования коллекторно-дренажных и сбросных вод в бассейне р.Сырдарья

Басманов А.В.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»

Введение

Аграрный сектор в значительной мере влияет на развитие целого ряда негативных процессов – это, прежде всего, является мощным источником формирования возвратных вод, которые, имея высокую степень минерализации и токсичности, значительно влияют на деградацию растительного и животного мира природной экосистемы бассейна.

Анализ условий работы водохозяйственных систем бассейна Сырдарьи, исходя из особенностей их функционирования, выдвигает задачу разработки как общих принципов использования водоземельных ресурсов, их охраны и воспроизводства, так и количественных методов оценки изменения природно-хозяйственных процессов, сопутствующих этому использованию, и на этой основе выбор наилучшей стратегии управления этими системами.

Интенсивное развитие орошаемого земледелия, особенно во второй половине XX века при освоении новых орошаемых земель Голодностепского массива в бассейне р.Сырдарья поставило проблему дренажа и водоотведения на ведущее место в регионе. Оросительные системы стали дренажно-оросительно-мелиоративными комплексными системами, где только совместная эксплуатация и управление дренажных и ирригационных сетей позволяло создать фон устойчивого сельскохозяйственного производства и поддержания плодородия земель.

По данным НИЦ МКВК, общий объем коллекторно-дренажных вод в бассейне р.Сырдарья достиг 22,4 км^3 в год. Львиная доля приходится на Ферганскую долину – 9,4 км^3, в низовьях – 5,5 км^3 и в среднем течении 3,5 км^3. Из всего объема 14,1 км^3 сбрасывается обратно в реки, остальные – в естественные понижения и пески [1,2].

Результаты ежегодного мониторинга орошаемых земель в бассейне р.Сырдарья показывают, что в настоящее время более 50% орошаемых земель имеют различную степень засоления и более 30% являются солонце-

ватыми. Водообеспеченность действующих гидромелиоративных систем колеблется в пределах 75-95%, а в маловодные годы опускается до 50-60%. В то же время огромные объемы коллекторно-дренажных и сбросных вод, формирующиеся на орошаемых землях (до 30-50% водоподачи) и в населенных пунктах (до 10-30%), загрязняют водные источники и ухудшают эколого-мелиоративную обстановку поливных земель и прилегающих территорий [3].

Протяженность коллекторно-дренажной сети в Казахстанской части бассейна р.Сырдарьz составляет: по магистральным, межхозяйственным коллекторам и дренам – 1965,2 км и внутрихозяйственным – 13695,9 км. По областям магистральные и межхозяйственные коллектора и дрены построены почти в одинаковом количестве: 1032,3 км – в Туркестанской и 932,9 – в Кызылординской, внутрихозяйственные соответственно – 3154,6 и 10541 км (рисунок 1) [4, 5].

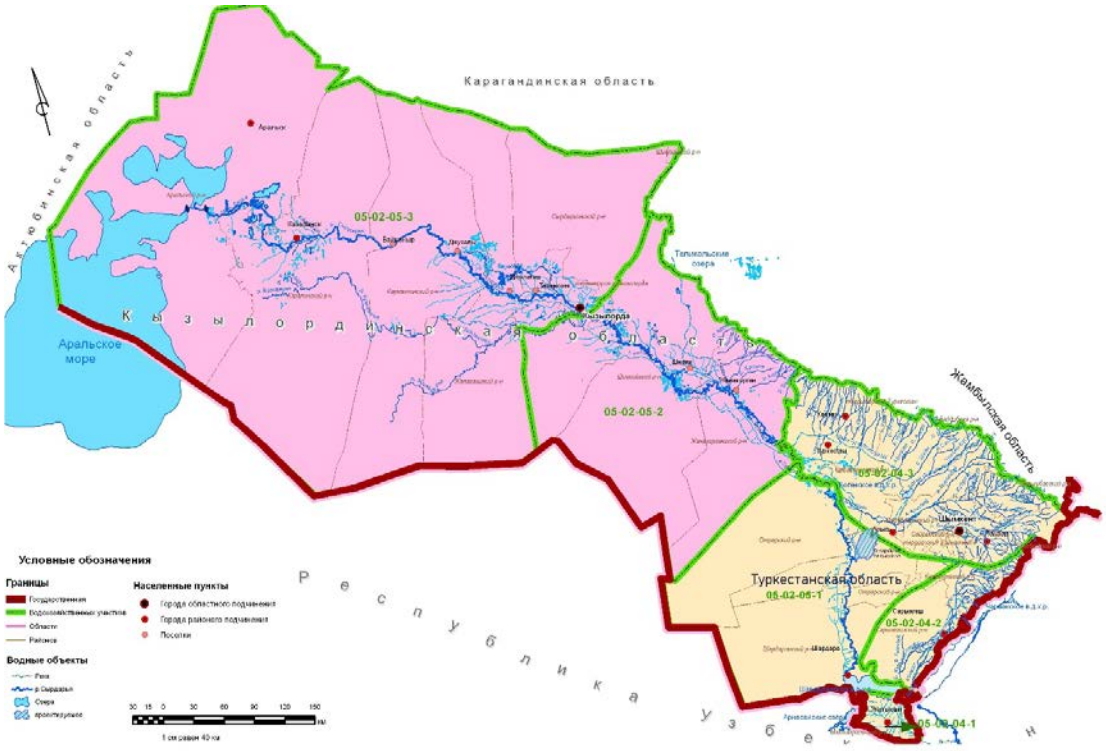


Рис. 1. Водохозяйственные участки и массивы орошения в Казахстанской части бассейна р.Сырдарья

Орошаемое земледелие – основной потребитель водных ресурсов, а, следовательно, и главный поставщик загрязняющих стоков в водные объекты. Из сравнительного анализа данных по истощению и загрязнению поверхностных вод бассейна можно сделать следующие выводы [4]:

- минерализация воды в Сырдарье в настоящее время превышает ПДК в 1,5-1,8 раза; эта тенденция наблюдается по всей длине реки от створа Кокбулак до г.Казалинск (низовья реки);

- общая жесткость воды в низовьях бассейна определена в интервале 10,4-14,5 мг/л, что несколько выше ПДК;

- присутствие солей магния и кальция в Сырдарье в пределах ПДК;

- растворенный кислород выше ПДК в 1,5-2,0 раза;

- индекс загрязненности воды (ИЗВ) имеет значительные отклонения от нормы: его значения для Шардары – 4,12 и для Казалинска – 5,37.

Тем не менее, неконтролируемые сбросы коллекторно-дренажных и сбросных вод спровоцировали ряд экологических проблем:

- ухудшение качества водных ресурсов в реках и водоемах, куда сбрасывались увеличенные расходы коллекторно-дренажных и сбросных вод;

- нарушение баланса солей и интенсивное вовлечение солевых масс в зону аэрации из грунтовых горизонтов;

- проблема Арала и Приаралья;

- сложность поддержания и развития дренажа в необходимых размерах.

Вследствие слабой естественной дренированности территории и вывода из эксплуатации вертикального дренажа происходит ухудшение почвенно-мелиоративных условий, наблюдается низкая урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы исследования

Значительный объем дренажно-сбросных вод, сбрасываемых в водоисточники и естественное понижения местности за пределами орошаемых массивов приводит к загрязнению водных источников гербицидами, пестицидами и другими отходами земледелия. Кроме того, сброс дренажных, дренажно-сбросных вод в естественные понижения вызывает подъем уровня грунтовых вод и ухудшение мелиоративного состояния прилегающих орошаемых земель. В этой связи немаловажное значение имеет научно-обоснованная организация повторного использования дренажных вод на местах образования.

Сток воды за пределы оросительных систем состоит из двух составляющих: минерализованных дренажных и пресных сбросных вод. Дренаж-

ные воды – это воды, профильтровавшиеся из каналов в различных звеньях оросительной системы и с орошаемых площадей в коллекторно-дренажную сеть. К сбросным водам относится сток, формирующийся в результате технических потерь при вододелении, сбросы в концах распределителей, а также непосредственно с полей в процессе полива. По минерализации и химическому составу сбросные воды почти не отличаются от пресных водоисточников орошения. Смесь этих вод называют коллекторными или дренажно-сбросными водами. Дренажный сток зависит от почвенно-гидрогеологических условий, удельной протяженности и конструкциям дренажной сети и ряда других факторов. На величину стока сбросных вод оказывает влияние величина водоподачи, способ и техника полива, конструкция и техническое состояние оросительной сети.

Научно-исследовательские работы по оценке стока коллекторно-дренажных и сбросных вод проводились на Мактааральской и Жетысайской оросительных системах. Орошаемые земли Мактааральской и Жетысайской оросительных системах валовой площадью 176,898 тыс. га [6,7] расположены в Туркестанской области на левобережье р.Сырдарья Казахстанской части Голодностепского массива. Ведущая отрасль сельского хозяйства – возделывание сельскохозяйственных культур (хлопчатник, овощебахчевые, рис и др.).

Работоспособность коллекторно-дренажной сети определяют объемами отвода коллекторно-дренажных вод с массивов орошения и является производной составляющей хозяйственной деятельности сельхозпроизводителей. При этом объемы отводимых вод с массивов орошения и их минерализация позволяют устанавливать закономерности формирования водно-солевого баланса орошаемых территорий и определять технический уровень систем орошения.

Формирование объемов отводимых коллекторно-дренажных вод в вневегетационный и вегетационный периоды зависит от коллекторно-дренажной сети и представлена следующими основными коллекторами: Кызылкумским, Арнасайским, Жетысайским, Центральным, Каройским, Южным. Общая их протяженность более 90 км. Все они отводят воду в Центральный Голодностепский коллектор (ЦГК) общей протяженностью 83 км (в Казахстанской части более 40 км) с расчетной пропускной способностью 42 $м^3$/с и максимальным расходом до 90 $м^3$/с. Коллекторно-дренажные воды из ЦГК сбрасываются в Арнасайское понижение и Шардаринское водохранилище (рис. 2, табл. 1).

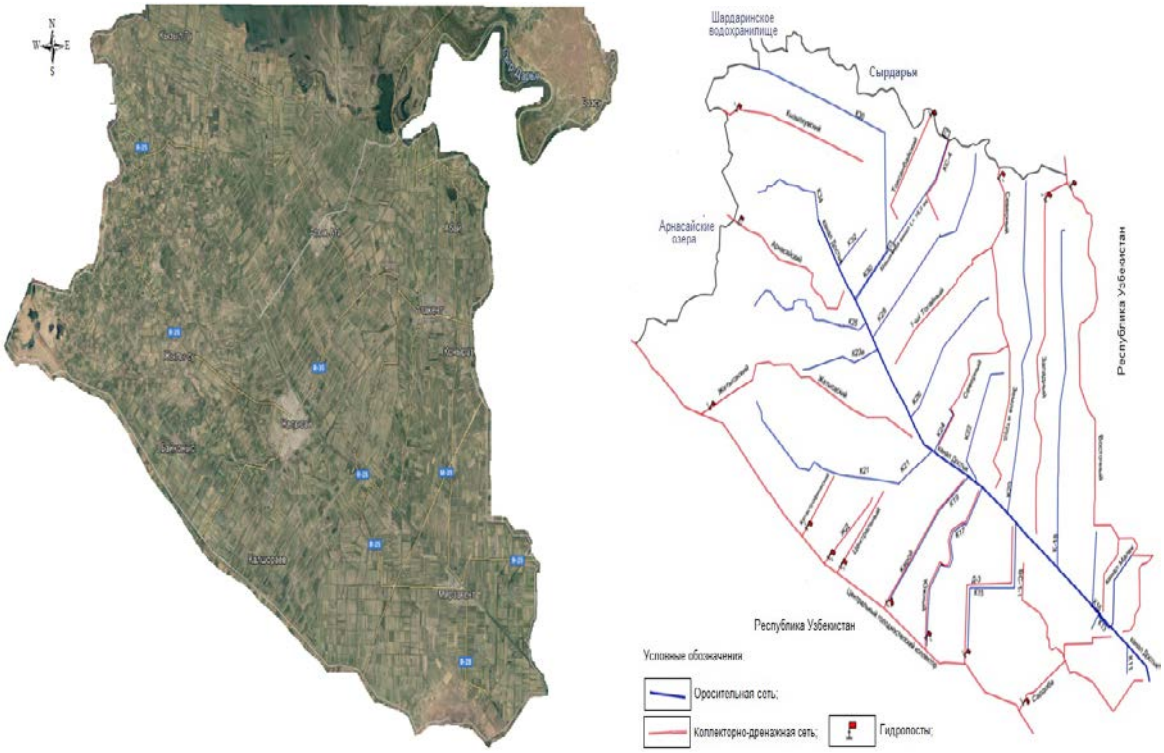


Рис. 2. Космоснимок (изображение Google Earth) и схематическая карта оросительной и коллекторно-дренажной сети Казахстанской части Голодностепского массива в бассейне р.Сырдарья

Дренирование территории до недавнего времени осуществлялось главным образом с помощью скважин вертикального дренажа, количество которых составляло до 1990 года – 717 шт. По данным ПУ «Эксплуатация скважин вертикальных дренажей» Туркестанского филиала РГП «Казводхоз» в настоящее время в эксплуатации находится 300 шт. скважин вертикального дренажа (СВД) и 408,26 км межхозяйственных коллекторов [4, 7].

Таблица 1

Главные коллектора, отводящие коллекторно-дренажные воды с Голодностепского массива орошения в бассейне р.Сырдарья

№ п.п.	Наименование коллектора	Параметры				Водоприемник
		Устьевой расход, $м^3/с$	Протяженность, км	Глубина, м	Ширина по дну, м	
1	Восточный	25,0	50,5	4,0	4-8	Шардаринское водохранилище
2	Северный	5,0	32,6	5,0	5-10	
3	Концевой	1,75	8,8	-	-	
4	Токсанбайский	1,20	6,8	4,0	3,0	
5	Кызылкумский	4,20	21,9	4,5	6,0	Арнасайское озеро
6	Арнасайский	3,70	17,2	3,5-4,0	3,5	
7	ЦГК, в том числе Казахстанская часть	90,0	83	6,8	10-12	

Результаты исследования

В зоне Голодностепского массива орошения в бассейне р.Сырдарья в зависимости от конструктивных особенностей оросительных систем и почвенных условий, на формирование дренажно-сбросного стока приходится до 30-50% поданной в систему воды.

Дренажно-сбросной сток можно использовать в двух направлениях:

- для улучшения водообеспеченности существующих орошаемых площадей;

- для введения новых массивов орошения. Например, при использовании данного объема дренажно-сбросных вод только для орошения новых массивов можно ввести дополнительно до 5-10 тыс. га земель.

Анализ формирования дренажного стока в течение последних лет показывает, что объемы коллекторно-дренажных вод зависят от географического расположения оросительных систем, их технического состояния, работоспособности дренажа, норм орошения и культуры земледелия. Объем коллекторно-дренажных вод по Голодностепскому массиву орошения (Мактааральская и Жетысайская оросительные системы) в 2022 году составил 278,75 млн $м^3$, тогда как в 2012 году был равен 190,42 млн $м^3$, разница увеличения объема за 10 лет составила +88,33 млн $м^3$ (таблица 2). Необходимо отметить, что минимальные значения относятся к маловодным годам, когда снижаются нормы орошения и возрастает забор дренаж-

но-сбросных вод на орошение. Например, 2021 год характеризовался как засушливый и маловодный, поливной воды соответственно сбрасывалось меньше. По данным лабораторных анализов минерализация сбросных вод за 2021-2022 гг. колеблется от 1,5 до 5 и более г/л.

Фактические показатели дренажного стока не должны превышать допустимых показателей (20-30 % от водозабора), которые принимались в проектных решениях для создания промывного режима почв и обеспечения их рассоления. Однако, на Мактааральском массиве, где формируется большой объем дренажного стока, можно повышать водообеспеченность орошаемых земель за счет шлюзования или машинного водоподъема дренажно-сбросных вод для полива сельскохозяйственных культур, особенно в периоды острой нехватки воды.

Необходимо отметить, что особенно в засушливые и маловодные годы, когда в пик водопотребления (июль-август) ощущается большой дефицит поливной воды, эти сбросные воды рекомендуется использовать для повторного орошения, что позволит сохранить посевы и получить приемлиемый урожай возделываемых культур. При этом необходимо учесть, что дренажные воды, в том числе откачиваемые со скважин вертикального дренажа (СВД), при уровне минерализации до 2,0 г/л можно использовать без смешивания с пресной водой, а при повышенной минерализации от 2,0 до 5,0 г/л - только после смешивания с пресной водой в пропорциях 1:1, 1:2, 1:3 [8-13]. При более высоких показателях минерализации, дренажные воды целесообразно использовать только на промывку засоленных земель.

В годовом разрезе на 2022 год, объем стока коллекторно-дренажных вод составил: по Мактааральской оросительной системе – 125,588 млн $м^3$ и Жетысайской -153,164 млн $м^3$ (табл. 3). По данным оценки качества коллекторно-дренажных вод на Мактааральской и Жетысайской оросительной системах пригодны для повторного использования без смешивания – в объеме 127,87 млн $м^3$ в вегетационный период и 12,47 млн $м^3$ в вневегетационный период. Данный объём возвратных вод при средневзвешенной оросительной норме 5,0 тыс. $м^3$/га позволит повысить водообеспеченность около 25,5 тыс. га орошаемых земель в целом в вегетационный период и 2,5 тыс. га в невегетацию для промывки и влагозарядковых поливов.

Таблица 2

Объем отводимых коллекторно-дренажных вод с Голодностепского массива орошения за 2008-2022 гг.

Объем коллекторно-дренажных вод (год/млн $м^3$)									
2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
158,6	235,4	169,51	208,1	190,42	228,04	213,82	244,07	240,07	247,00
2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.
201,49	208,44	251,34	210,50	278,75	-	-	-	-	-
Разница объема стока КДВ за 10 лет (±), период/млн $м^3$									
2008-2018 гг.	2009-2019 гг.	2010-2020 гг.	2011-2021 гг.	2012-2022 гг.	-	-	-	-	-
+42,89	-26,96	+81,83	+2,4	+88,33					

Таблица 3

Динамика отводимых коллекторно-дренажных вод по месяцам в Мактааральской и Жетысайской оросительной системе в бассейне р.Сырдарья за 2022 год, млн м^3

№ п.п.	Нименование коллекторно-дренажной сети	Месяц												Годовой сток	Период	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		вегетац. период	невегетац. период
Мактааральская оросительная система																
1	Сардоба	-	3,902	8,919	5,902	-	1,210	1,848	2,609	1,659	-	-	-	26,049	11,569	1,659
2	Д-3	-	3,532	7,743	3,937	-	2,491	2,721	3,128	2,110	-	-	-	25,662	12,227	2,110
3	Западный	-	3,157	6,050	5,358	1,039	0,832	1,109	1,277	1,032	-	-	-	19,854	9,615	1,032
4	Южный	-	2,535	3,814	2,639	0,591	-	1,425	1,979	-	-	-	-	12,983	6,634	-
5	Қарой	-	0,819	1,478	1,187	-	-	1,195	1,328	-	-	-	-	6,007	3,71	-
6	Центральный	-	1,398	2,365	1,718	-	-	1,665	1,875	-	-	-	-	9,021	5,258	-
7	Северный	0,769	3,111	10,309	3,517	-	1,706	3,35	1,830	1,425	-	-	-	26,017	10,403	1,425
Итого:		0,769	18,454	40,678	24,258	1,630	6,239	13,313	14,021	6,226	-	-	-	125,588	59,461	6,226
Жетысайская оросительная система																
1	Жетiсай	-	4,451	27,882	9,953	2,680	1,745	3,771	5,680	3,907	-	-	-	60,069	23,829	3,907
2	Тасқындық	-	0,798	0,661	-	-	0,583	2,118	0,335	-	-	-	-	4,495	3,036	-
3	ДВ-10	-	1,718	6,492	2,001	0,516	0,899	1,603	1,371	0,397	-	-	-	14,997	6,390	0,397
4	ЦГ-20	-	-	0,563	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,563	-	-
5	Арнасай	-	3,629	10,078	2,000	0,910	1,398	1,751	6,240	0,534	-	-	-	26,54	12,299	0,534
6	Қызылқұм	0,503	1,521	1,939	1,607	1,383	1,277	0,881	1,723	-	-	-	-	10,834	6,871	-

№ п.п.	Нименование коллекторно-дренажной сети	Месяц												Годовой сток	Период	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		вегетац. период	невегетац. период
7	Тоқсанбай	-	0,464	0,241	-	-	-	1,166	-	-	-	-	-	1,871	1,166	-
8	КС-4	-	0,626	2,606	0,663	0,952	1,708	0,573	0,493	0,157	-	-	-	7,778	4,389	0,157
9	Северный	0,769	3,111	10,309	3,517	-	1,706	3,350	1,830	1,425	-	-	-	26,017	10,403	1,425
Итого:		1,272	16,318	60,771	19,741	6,441	9,316	15,213	17,672	6,420	-	-	-	153,164	68,383	6,240

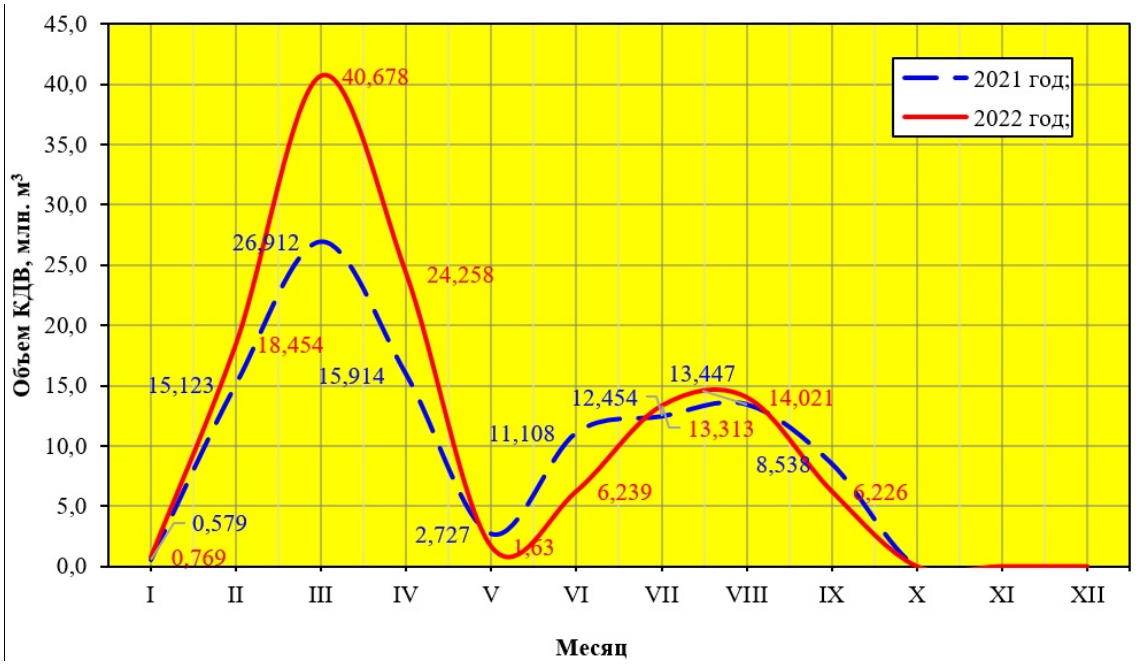
Кроме того, при проведении вегетационных поливов неизбежно происходят потери оросительных вод на инфильтрацию, которые, как известно, отводятся коллекторно-дренажными сетями. Поэтому в вегетационный период возрастают объемы дренажного стока и гидрографы стока коллекторно-дренажных вод определяются режимом орошения и промывкой орошаемых земель. По данным РГУ «Южно-Казахстанская ГГМЭ», с началом промывки, интенсивность коллекторно-дренажного стока резко возрастает и в 2022 году амплитуда их колебания достигала 15,15-22,69 $м^3/с$ [7].

Динамичность интенсивности дренажного стока предопределяет различные объемы коллекторно-дренажных вод по месяцам. При этом характер их динамики во времени и пространстве строго коррелируется с динамикой интенсивности дренажного стока (рис. 3). Поэтому максимальные значения изменения объемов коллекторно-дренажных вод получены при максимальных значениях интенсивности дренажного стока. Из приведенных данных видно, что максимальные значения стока и объемов коллекторно-дренажных вод имеют место в марте и апреле. Такая динамика дренажного стока зависит от проведения промывки почвы, которая способствует накоплению влаги в корнеобитаемом слое. В дальнейшем, идет снижение размеров дренажного стока, ее продолжительность зависит от срока первого полива. В дальнейшем, амплитуда подъема дренажного стока предопределяется режимом орошения сельскохозяйственных культур. С окончанием поливного сезона происходит снижение размеров интенсивности дренажного стока.

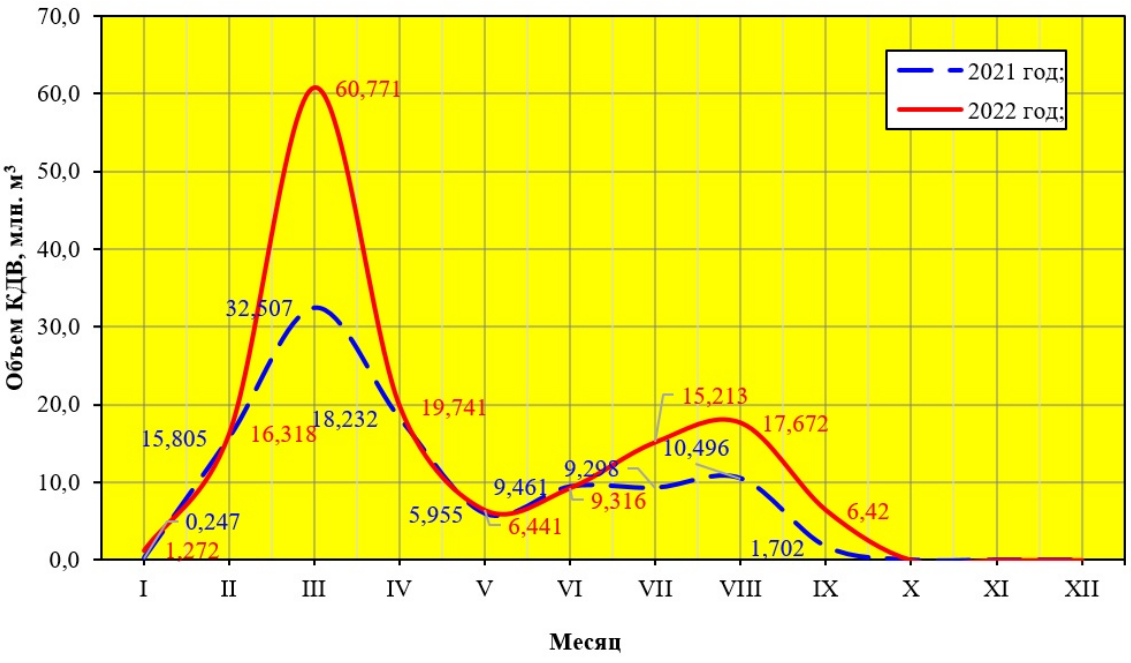
Установленная динамика изменения объемов коллекторно-дренажных вод подтверждается данными РГУ «Южно-Казахстанская ГГМЭ» по отдельным коллекторам [7]. Например, в январе и феврале 2021 и 2022 года в Восточном коллекторе дренажный сток отсутствовал. В марте, когда проводилась массовая промывка орошаемых земель по всему Голодностепскому массиву, объем коллекторно-дренажных вод составил 101,45 млн $м^3$. В апреле произошло снижение размеров объема дренажного стока, и он составил 43,99 млн $м^3$.

Результаты изучения минерализации коллекторно-дренажных вод показывают, что в вегетационный период в Голодностепском массиве изменяется в пределах 0,909-2,919 г/л (табл. 4). Анализ катионного состава коллекторно-дренажных вод показывает, что в большинстве коллекторов доминирующее положение занимают Na^+ и Mg^{2+}, в некоторых коллекторах – только катионы Mg^{2+}. С ростом минерализации коллекторно-дренажных вод, разница в концентрации катионов Na^+ и Mg^{2+} резко возрастает. Например, в Жетысайском коллекторе содержание иона Na^+ составляет

2,021 г/л, а Mg^{2+} – 0,280 г/л или соответственно – 87,88 и 23,0 мг-экв/л. Во всех коллекторах катионы Ca^{2+} имеют минимальные показатели.



а)



б)

Рис. 3. Динамика изменения объема коллекторно-дренажных вод по месяцам в Мактааральской (а) и Жетысайской (б) оросительной системе бассейна р.Сырдарья

Таблица 4

Оценка качества коллекторно-дренажных вод на различных ирригационных системах

Нименование коллекторно-дренажной сети	Показатели					
	Сумма солей, г/л	pH	ОКН	Mg^{2+},%	К	SAR
ЦГК	2,919	8,60	- 19,3	79,5	1,0	7,7
Д-3	0,913	8,65	-7,1	60,8	2,6	2,2
Сардоба	1,157	8,70	-8,8	70,7	2,4	2,9
Западный	0,892	8,65	-7,3	76,9	2,8	2,4
Северный	0,987	8,60	-7,4	79,6	2,3	2,9
Жетысайский	1,199	8,45	-9,9	81,5	2,2	3,4
Тогайный	0,909	8,60	-6,8	73,5	2,4	2,6
Арнасайский	1,079	8,45	-7,4	85,7	2,0	3,7
Предельно-допустимые параметры	1-3	<1	<50	>1	<10	<8,0

Вместе с тем, с коллекторно-дренажными водами за пределы ирригационных систем выносятся соли. Например, с орошаемых земель Мактааральского района Туркестанской области, ежегодно в Шардаринское водохранилище поступает около 0,5-1 млн тонн солей. В результате этого повышается минерализация р.Сырдарья, ее значение в нижнем течении составляет 1,2-1,5 г/л. Поэтому для снижения темпов загрязнения необходимы технологии утилизации коллекторно-дренажных вод, которые обеспечат снижение объемов их поступления в источники орошения.

Дискуссия

Одним из путей решения проблемы дальнейшего развития аграрного сектора является разработка крупномасштабных мероприятий по сокращению стока коллекторно-дренажных вод через повторное использование их в местах формирования. Перспективность такого рода технологий состоит в том, что в регионе формируются достаточно большие объемы дренажно-сбросных и подземных вод, имеющих слабую минерализацию, не превышающую 1,2-2,5 г/л.

Для оценки направленности мелиоративных процессов, поиска методов рационального управления водоземельными ресурсами желательно использовать индекс солевого состояния орошаемой территории, который

характеризует устойчивость работы ирригационных систем, предложенный В.А.Ковдой [14]:

$$S = S_1 / S_2 \quad (1)$$

где: S – индекс солевого состояния орошаемой территории;

S_1 – минерализация (среднегодовая) дренажных вод и подземного стока, г/л;

S_2 – минерализация оросительных вод в голове водозабора, г/л.

Например, при поливах речной водой (0,3-0,5 г/л), когда минерализация дренажных вод колебалась в пределах 3-5 г/л, индекс солевого состояния орошаемой территории, который определяется делением минерализации дренажных вод на минерализацию оросительных вод, находился в пределах 8-10 и характеризовал благоприятную мелиоративную обстановку на орошаемых землях. В случае снижения данного индекса почвы засоляются, а его увеличения – рассоляются.

При индексе 1 формируется нулевой солевой баланс, т.е. стабилизируется солевой режим почвогрунтов. Снижение данного показателя свидетельствует о формировании положительного солевого баланса, т.е. почвы и грунтовые воды засоляются.

Для решения практических задач по определению норм дренирования в зависимость (1) введены размеры дренажного и подземного стока с учетом размеров оросительных норм в следующем виде [12, 13, 15]:

$$S = V_1 S_1 / V_2 S_2 \quad (2)$$

где: V_1 – размеры дренажного и подземного стока, м^3/га;

V_2 – размеры оросительных норм, м^3/га;

После преобразования вышеприведенной зависимости (2) можно определять нормы дренирования, обеспечивающие рассоление почв с учетом изменения минерализации оросительных и дренажных вод по зависимости:

$$V_1 = V_2 \times S_2 / S_1 \quad (3)$$

Использование данной зависимости (3) позволяет устанавливать нормы дренирования, которые обеспечат формирование нулевого или от-

рицательного солевого баланса, при изменении минерализации оросительных и дренажных вод.

Гидромелиоративная система, как технический комплекс с особым видом природопользования может удовлетворять требованиям экологического равновесия и рационального природопользования в рамках бассейновой экосистемы, если ее функционирование удовлетворяет следующим условиям:

- качество воды, подаваемой на орошение, должно быть на уровне требований соответствующих ГОСТов;

- охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения пестицидами должна осуществляться в соответствии с нормативными требованиями;

- технология очистки дренажно-сбросных вод должна удовлетворять новейшим научно-техническим достижениям в этой области;

- нарушение естественного ландшафта под воздействием технической части мелиоративной системы должно быть минимальным;

- поливная техника не должна допускать эрозии почвы, разрушения ее агрегатного состава. Подача воды должна соответствовать впитывающей способности почвы. Совершенно недопустимы сбросы воды, поданной на орошение;

- нитратное загрязнение грунтовых вод пестицидами и другими токсичными веществами должно быть исключено полностью;

- дренаж должен обеспечить необходимый уровень грунтовых вод, обусловленный мелиоративным режимом.

Выполнение совокупности перечисленных требований в сочетании с агротехникой и др. технологиями сельскохозяйственного производства является необходимым условием обеспечения рационального природопользования.

Таким образом, в настоящее время одной из важных задач, стоящих перед водохозяйственными организациями региона является организация управления коллекторно-дренажным стоком: его объемами, использованием части стока, сбросом в реки, лимитированием сброса в рамках бассейна и бассейновых организаций [13].

При минерализации коллекторно-дренажных вод менее 3-4 г/л они могут выступать в качестве возвратных вод и использоваться на орошение, путем разбавления 1:2 или 1:4 (один объем дренажных на два или четыре оросительных вод), и субирригацию [10-13]. Данное направление имеет особо важное значение в Южном Казахстане, где нехватка воды предопределяет поиск методов водосбережения, в частности при формировании

общего стока и внутрисистемного использования коллекторно-дренажных и сбросных вод.

Выводы

Орошаемое земледелия Южного Казахстана, все орошаемые земли испытывают дефицит оросительной воды в вегетационный период, который с каждым годом увеличивается. В сложившейся ситуации, одним из путей повышения водообеспеченности орошаемых земель и экологической устойчивости в бассейнах рек Южного Казахстана является использование коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывку засоленных почв.

Использование коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и на промывку засоленных почв, кроме повышения водообеспеченности ирригационных систем, позволяет решать проблему их утилизации. В результате этого снижаются темпы и объемы загрязнения водо-земельных ресурсов и повышается интенсивность малого биологического кругооборота. Вместе с тем для использования коллекторно-дренажных вод на орошение и промывку необходимо оценивать и устанавливать основные факторы, ограничивающие их использование.

Из приведенных данных видно, что максимальные значения объемов коллекторно-дренажных вод имеют место в зимне-весенний период. Такая динамика дренажного стока зависит от проведения промывок почвы. В дальнейшем, идет снижение размеров дренажного стока, ее продолжительность зависит от срока первого полива.

Кроме того, при проведении вегетационных поливов неизбежно происходят потери оросительных вод на инфильтрацию, которые, как известно, отводятся коллекторно-дренажными сетями. Поэтому в вегетационный период возрастают объемы дренажного стока и гидрографы стока коллекторно-дренажных вод предопределяются режимом орошения. С окончанием поливного сезона происходит снижение размеров интенсивности дренажного стока.

Фактическая доля дренажного стока в условиях рассматриваемого района не превышает 0,7-1,2% от всего бассейна р.Сырдарья. Для увеличения дренированности территории Казахстанской части Голодностепского массива бассейна р.Сырдарья необходимо строительство более эффективных видов дренажных систем и реконструкции существующей коллекторно-дренажной сети.

По магистральным и межхозяйственным каналам в целях снижения потерь воды в настоящее время ведутся работы по увеличению протяженности облицовочных участков. Планируется повсеместно решать проблему нормального водоотведения через КДС, восстановление её профиля, оснащения средствами механической откачки воды. Предполагается, что осуществление намеченного комплекса работ по реконструкции позволит повысить значения КПД ирригационных систем до следующих значений:

- по бассейну в целом до 0,75;

- по межхозяйственным системам – 0,87;

- по внутрихозяйственным системам – 0,88.

Литература

1 Байходжаев М. Река Сырдарья – источник живой воды или сточная труба? – Режим доступа: https://inbusiness.kz/ru/news/reka-syrdarya-istochnik-zhivoj-vody-ili-stochnaya-truba#:~:text=%D. – Дата обращения: 02.08.2024 г.

2 Якубов Х.Э., Якубов М.А., Якубов Ш.Х. Коллекторно-дренажный сток Центральной Азии и оценка его использования на орошение. – Ташкент, 2011. – 279 с.

3 Бекбаев Р.К., Жапаркулова Е.Д., Meyer B.C., Жайсамбекова Р.А., Бекбаев Н.Р., Курмашев К. Методы управления водо-земельными ресурсами на агроландшафтах Южного Казахстана // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. – Том IV. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2018. – С. 330-334

4 Отчет о НИР «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений» / ТОО «Институт Географии», ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства». – Тараз, 2010

5 Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Сырдарьи с притоками / ПК «Институт Казгипроводхоз» МСХ РК. – Алматы, 2007

6 Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2021 год // Комитет по управлению земельными ресурсами МСХ РК. – г. Нур-Султан, 2021. – 334 с.

7 Сводные отчеты и кадастры о мелиоративном состоянии орошаемых земель Туркестанской области за период 2008-2022 гг. // РГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» МСХ РК. – Шымкент, 2008-2022

8 Басманов А.В., Бизак А.К., Динамика уровня залегания и минерализации грунтовых вод при работе вертикального и горизонтального дренажа на Мактааральском массиве орошения // Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве: Сб. науч. тр. / ТОО «КазНИИВХ», Т. 55 – Тараз, 2018. – С. 87-98

9 Джайсамбекова Р.А., Джумабеков А.А., Басманов А.В. Мелиоративное обоснование необходимости применения вертикального дренажа на орошаемых землях Мактааральского массива орошения // «Мелиоративное состояние орошаемых земель как главный фактор устойчивого развития орошаемого земледелия, 24 сентября 2021, г. Шымкент»: Сборник материалов международного семинара. – Шымкент: РГУ «ЮКГГМЭ», 2021. – С.54-67

10 Якубов Х. И., Усманов А.У., Броницкий Н.И. Руководство по использованию дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывки засоленных земель. – Ташкент: САНИИРИ, 1982. – 77 с.

11 Рекомендации по управлению мелиоративными процессами и качеством воды на гидромелиоративных системах Казахстана / Бекбаев Р.К., Жаманбаев Б.С., Басманов А.В., Жапаркулова Е.Д., Биримкулова Б., Салимбаев Р.Р. (Рекомендации одобрены на заседаниях Ученого совета Ученого совета КазНИИВХ, протокол № 10 от 28.10.2008 г.). – Тараз: ИЦ «Аква», 2008. – 40 с.

12 Рекомендации по использованию коллекторно-дренажных вод на орошение и промывку засоленных почв / Бекбаев Р.К., Магай С.Д., Вышпольский Ф.Ф., Жапаркулова Е.Д., Бекбаев У.К., Койбакова Е.С., Басманов А.В., и др. (Рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании Ученого совета КазНИИВХ, протокол № 5 от 03.11.2011 г.). – Тараз: КазНИИВХ, 2011. – 19 с.

13 Рекомендации по использованию интегрированных технологий по эколого-мелиоративному управлению водо-земельными ресурсами на ирригационных системах Казахстана / Бекбаев Р.К., Жапаркулова Е.Д., Койбакова Е.С., Джайсамбекова Р.А., Басманов А.В. и др. (Рекомендации рассмотрены и одобрены на заседании Ученого совета КазНИИВХ, протокол № 5 от 05.08.2014 г.). – Тараз: КазНИИВХ, 2014. – 27 с.

14 Ковда В. А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 262 с.

15 Вышпольский Ф. Ф., Бекбаев Р. К., Балгабаев Н. Н. Методы управления мелиоративными процессами на рисовых системах // Природообустройство. – № 4. – 2014. – С. 17-20

Анализ водных ресурсов и мелиоративного состояния орошаемых земель по Арало-Сырдарьинскому водохозяйственному бассейну

Қали Ә. С.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»

Арало-Сырдарьинский водохозяйственный бассейн включает две административные области – Туркестанскую (до 2018 г. – Южно-Казахстанская область) и Кызылординскую. Река Сырдарья является основной рекой бассейна. Начало реки находится за пределами Казахстана в Ферганской долине в месте слияния рек Нарын и Карадарья. Общая длина реки от места слияния этих рек 2212 км, а от истока Нарына -3019 км. Протяженность реки в пределах Казахстана от Шардаринского водохранилища до Аральского моря составляет 1627 км, в том числе на территории Южно-Казахстанской области – 346 км, Кызылординской – 1281 км [1].

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

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

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

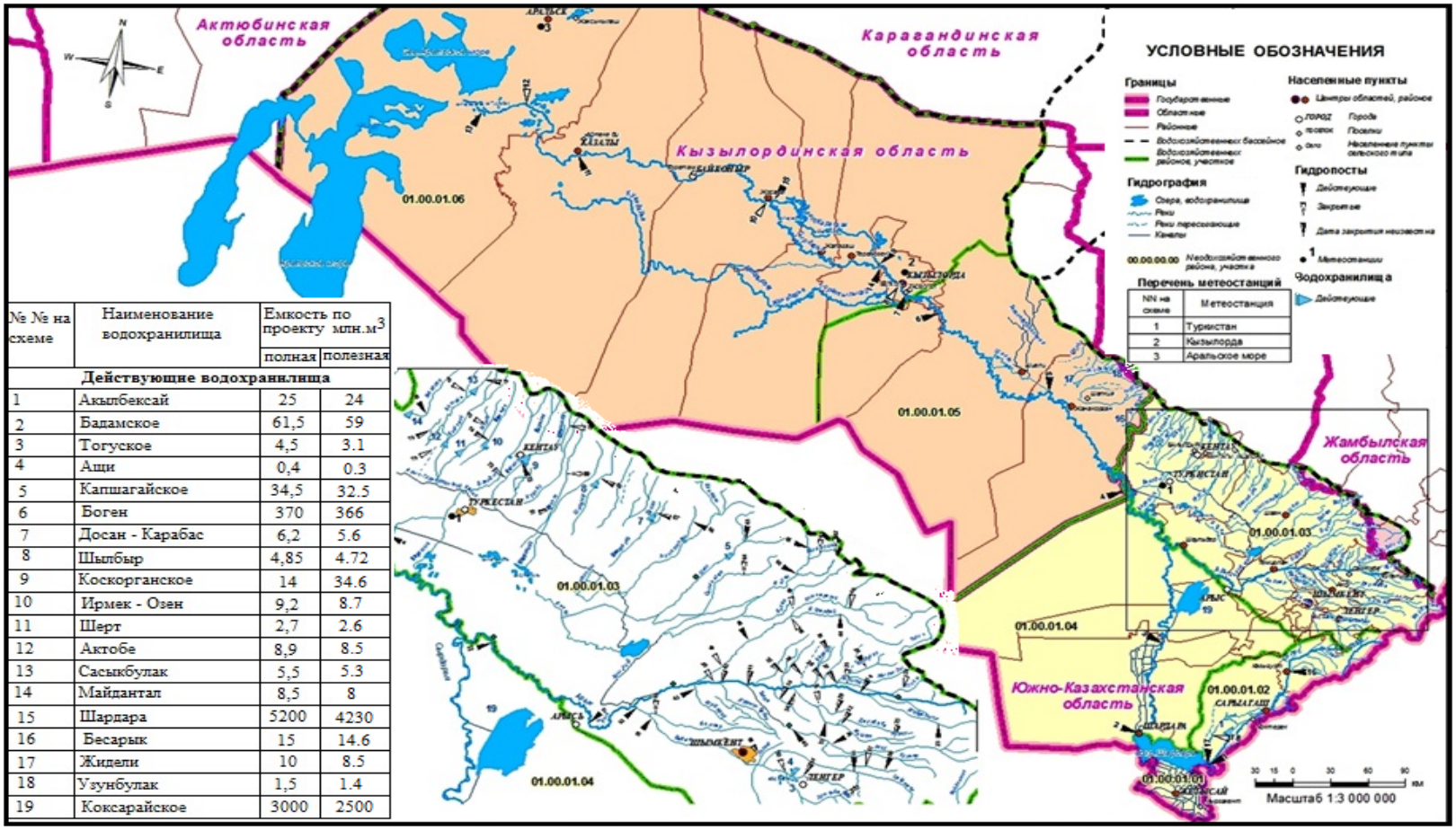
В состав Арало-Сырдарьинского водохозяйственного бассейна (код 01) входит Сырдарьинский водохозяйственный район (код 01.00.01), включающий 6 водохозяйственных участков (коды с 01.00.01.01 по 01.00.01.06). Карта схема расположение водохранилищ, метеорологических и гидрологических станции и постов в Арало-Сырдарьинском бас-

сейне показано на рисунке [2]. Размещение водохозяйственного района и водохозяйственных участков, административных областей и районов по природным и соответствующим им агроклиматическим зонам увлажненности в Арало-Сырдарьинском водохозяйственном бассейне показано в таблице 1.

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

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

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



Перечень метеостанций	
NN на схеме	Метеостанция
1	Туркистан
2	Кызылорда
3	Аральское море

№ № на схеме	Наименование водохранилища	Емкость по проекту млн.м^3	
		полная	полезная
Действующие водохранилища			
1	Акыпбексай	25	24
2	Бадамское	61,5	59
3	Тогуское	4,5	3.1
4	Аши	0,4	0.3
5	Капшагайское	34,5	32.5
6	Боген	370	366
7	Досан - Карабас	6,2	5.6
8	Шылбыр	4,85	4.72
9	Коскорганское	14	34.6
10	Ирмек - Озен	9,2	8.7
11	Шерт	2,7	2.6
12	Актобе	8,9	8.5
13	Сасыкбулак	5,5	5.3
14	Майдантал	8,5	8
15	Шардара	5200	4230
16	Бесарык	15	14.6
17	Жидели	10	8.5
18	Узунбулак	1,5	1.4
19	Коксарайское	3000	2500

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

Таблица 1

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

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

Таблица 2

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

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

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

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

Кызылординская область общей площадью 226076 км² (за минусом территории города Байконур, находящегося в Кармакшинском районе) расположена к востоку от Аральского моря в нижнем течении реки Сырдарья, в основном в пределах Туранской низменности (высота 50-200 м). По левобережью Сырдарьи – обширные пространства бугристо-грядовых песков Кызылкумов, прорезаемых сухими руслами Жанадарьи и Куандарьи; по правобережью встречаются возвышенности (Егизкара, 288 м), участки песков (Арыскум и др.), неглубокие котловины, занятые солончаками. На севере – массивы бугристых песков (Малые Барсуки и Приаральские Каракумы). На крайнем юго-востоке в пределы Кызылординской области заходят северо-западные отроги хребта Каратау (высота до 1419 м). Единственным источником орошения области является трансграничная река Сырдарья, берущая свое начало в горах Кыргызстана и проходящая через долины Таджикистана, Узбекистана и две области Казахстана (Южно- Казахстанская и Кызылординская) [2].

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

Результаты многолетних наблюдений за мелиоративным состоянием почвенного покрова орошаемых земель области показывают, что в процессе эксплуатации орошаемых земель происходит постоянное снижение пло-

дородия почв, проявляющееся в уменьшении запасов гумуса и элементов питания, ухудшении водно-физических свойств почв, развитии процессов эрозии, засоления и осолонцевания почв.

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

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

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

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

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

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

Таблица 3

Зональные типы почв Южно-Казахстанской области [2]

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

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

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

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

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

Литература

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

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

Изменение водно-физических и химических свойств почв при орошении слабоминерализованными водами

Юсубов Ш.Д., Ишанкулиев П.М.

Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А.Ниязова

Введение

Исследованиями [1-5] было установлено, что при длительном орошении слабоминерализованными водами складывающийся солевой режим почв зависит от физико-химических свойств почв и почвообразующих пород, гидромелиоративных условий района орошения, минерализации и химического состава оросительных вод, климатических особенностей зоны орошения, типа водного режима и технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы

Исследования по выявлению изменения водно-физических и химических свойств почв при орошении слабоминерализованными водами проводились на территории учебно-опытного хозяйства Туркменского сельскохозяйственного университета имени С.А.Ниязова в 2011–2015 г. Опыты проводились в двух вариантах и в 3-х кратной повторности, с двумя культурами-освоителями: люцерной и сорго.

В первом варианте орошение культур-освоителей проводилось пресной, а во втором – слабоминерализованной водой, содержащей солей 3-4 г/л [6,7]. За вегетационный период 3 раза под культуры-освоители были внесены подкормки: под сорго – азота – 150, фосфора – 100 и калия – 60 кг/га действующего начала; под люцерну – фосфора – 100, калия – 60 кг/га.

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что под влиянием орошения слабоминерализованными водами происходит некоторое изменение водно-физических

свойств пустынно-песчаных почв [8]. По механическому составу они становятся более тяжелыми, дисперсность их увеличивается, а количество водопрочных агрегатов уменьшается. После пяти лет орошения люцерны и сорго произошли незначительные изменения в механическом составе верхнего метрового слоя песчаной почвы [9,10]. Эти изменения вызваны, по всей видимости, воздействием полива водой мутностью 0,8-1,2 г/л. Возможно также, что под влиянием полива минерализованными водами произошло диспергирование крупных частиц. Так, содержание фракции в метровом слое почвы менее 0,001 мм до орошения составляло 6,36%, а после пятилетнего орошения слабоминерализованными водами оно увеличилось до 8,2%. Произошло также уплотнение почвы – объемная масса полуметрового слоя увеличилась на 0,11 г/см^3, вследствие чего порозность уменьшилась на 4,6% (табл. 1).

Таблица 1

Изменение физических свойств почв опытного участка после орошения минерализованной водой

Горизонт, см	Исходные данные		После 5-летнего орошения	
	объемная масса, г/см^3	порозность, %	объемная масса, г/см^3	порозность, %
0-25	1,54	41,4	1,61	39,2
25-50	1,53	42,5	1,61	32,2
50-75	1,55	42,2	1,65	37,7
75-100	1,56	41,8	1,65	37,7
100-125	1,55	42,0	1,74	34,3
125-150	1,54	42,0	1,69	36,2
0-50	1,54	41,9	1,61	39,2
0-100	1,55	42,0	1,63	38,5
0-150	1,55	42,0	1,66	37,7

Изменение физических свойств почв привело к изменению водных свойств. До начала орошения коэффициент фильтрации пустынно-песчаных почв опытного участка равнялся 5,5 м/сут, а после пяти лет оро-

шения культуры сорго слабоминерализованной водой он снизился до 4 м/сут.

Максимальная гигроскопичность пустынно-песчаных почв до орошения в метровом слое в среднем составляла 0,79% к массе абсолютно сухой почвы, а к концу пятого года орошения пресной водой повысилась до 0,85, при поливе же минерализованной водой – до 0,96%. Влажность завядания растений до орошения в метровом слое была 1,19% к сухой массе, после пятилетнего орошения пресной водой составила 1,28, минерализованной – 1,44%.

Высокая водопроницаемость, легкость механического состава, низкое содержание илистых частиц делают возможным орошение пустынно-песчаных почв минерализованными водами. Изменчивость гидрофизических свойств в результате пятилетнего орошения не ведет к диспергации почвенной массы, а способствует ее стабилизации, что дает основание считать возможным длительное орошение пустынно-песчаных почв слабоминерализованными водами, содержащими плотный остаток 4-5 г/л.

В песчаных почвах вследствие высокой температуры и аэрации органическое вещество минерализуется очень быстро, образуется незначительное количество гумуса, которое закрепляется очень слабо.

Орошение слабоминерализованными водами влияет на состав органического вещества (гумус) почвы, которое в свою очередь оказывает глубокое и разностороннее влияние на протекающие в почве процессы. Содержание гумуса в почве – наиболее существенный показатель плодородия почвы. До орошения содержание гумуса в полуметровом слое составляло 0,14-0,16%, азота – 0,01, подвижного фосфора – 7-14%. В конце вегетации содержание гумуса под люцерной увеличилось до 0,16-0,30, под сорго – 0,13-0,19% (таблица 2).

Таблица 2

Содержание питательных веществ в пустынно-песчаной почве

Год опыта	Горизонт, см	Гумус, %	Азот общий, %	Подвижный фосфор, мг/кг
До орошения в начале вегетации, 2011 г.	0-25	0,162	0,010	13,6
	25-50	0,141	0,009	7,1
Люцерна, В-I, орошение пресной водой в конце вегетации				
2011	0-25	0,300	0,030	36,0
	25-50	0,161	0,020	12,7
2015	0-25	0,200	0,122	-
	25-50	0,135	0,060	-
Люцерна, В-II, орошение минерализованной водой 3-4 г/л в конце вегетации				
2011	0-25	0,193	0,020	30,2
	25-50	0,246	0,025	13,2
2015	0-25	0,135	0,084	-
	25-50	0,229	0,084	-
Сорго, В-I, орошение пресной водой в конце вегетации				
2011	0-25	0,128	0,020	21,2
	25-50	0,193	0,020	15,6
2015	0-25	0,541	0,104	-
	25-50	0,094	0,060	-
Сорго, В-II, орошение минерализованной водой 3-4 г/л в конце вегетации				
2011	0-25	0,225	0,025	40,0
	25-50	0,214	0,021	18,1
2015	0-25	0,208	0,084	-
	25-50	0,208	0,104	-

На второй год в конце вегетации содержание гумуса увеличивается вдвое. Незначительно большее количество гумуса наблюдается после посевов сорго по сравнению с посевами люцерны. В последующие 3 и 4 года увеличение содержания гумуса до 0,54% наблюдается под культурой сорго, а содержание гумуса под люцерной не превышает 0,14-0,34%. Такое явление наблюдается при поливе участков пресной водой.

При поливе культур водой, минерализация которой равна 3-4 г/л, накопление питательных веществ в почве примерно одинаково, содержание питательных элементов незначительно преобладает под сорго. При анализе действия минерализованных вод на накопление гумусовых веществ выясняется, что при поливе культур пресной водой содержание гумуса по сравнению с первоначальным количеством возрастает за 5-летний период под люцерной в 2, под сорго – в 4 раза. При поливе водой минерализацией 3-4 г/л содержание гумуса под люцерной возросло в 2, под сорго – в 2-3 раза.

Длительное орошение слабоминерализованными водами наложило свой отпечаток на питательный режим пустынно-песчаной почвы. Увеличение содержание азота и фосфора, особенно в верхних горизонтах профиля, объясняется действием минеральных и органических удобрений, а возделывание люцерны положительно сказывается на содержании в почве не только питательных элементов, но и развитии микрофлоры пустынно-песчаных почв.

Наблюдения за солевым режимом почвогрунтов показывают, что в конце вегетации наблюдается увеличение плотного остатка и хлор-иона за счет, концентрации солей в поливной воде [11,12]. Коэффициент сезонного накопления солей при использовании минерализованных вод в 1,2 раза больше по сравнению с контрольным вариантом (таблицы 3, 4).

Таблица 3

Изменение содержания плотного остатка и хлор-иона в метровом слое под люцерной, %

Год исследования	Плотный остаток		Хлор-ион	
	пресная вода	минерализованная вода	пресная вода	минерализованная вода
2011	0,0720 0,0764	0,0564 0,0787	0,0046 0,0059	0,0081 0,0106
К	1,06	1,39	1,28	1,30
2012	0,0551 0,0685	0,0560 0,0796	0,0050 0,00635	0,0056 0,0077
К	1,24	1,42	1,26	1,37
2013	0,072 0,078	0,077 0,131	0,0054 0,0056	0,092 0,400
К	1,08	1,70	1,03	1,37
2014	0,058 0,061	0,107 0,199	0,0054 0,0110	0,005 0,007
К	1,05	1,85	2,03	1,04
2015	0,064 0,143	0,078 0,141	0,0049 0,0045	0,0056 0,0045
К	2,20	1,81	1,09	1,24
$К_{ср}$	1,33	1,63	1,34	1,54

Примечание.

В числителе – начало вегетации, в знаменателе – конец вегетации;

К – коэффициент сезонного накопления солей;

$К_{ср}$ – коэффициент сезонного накопления солей в среднем за 5 лет.

Таблица 4

Изменение содержания плотного остатка и хлор-иона в метровом слое под сорго, %

Год исследования	Плотный остаток		Хлор-ион	
	пресная вода	минерализованная вода	пресная вода	минерализованная вода
2011	0,0673 0,0829	0,0592 0,0646	0,0042 0,0077	0,0053 0,0067
К	1,23	1,09	1,83	1,26
2012	0,0577 0,1142	0,0570 0,1266	0,0063 0,0063	0,0095 0,029
К	1,98	2,22	1,0	3,05
2013	0,0651 0,0920	0,074 0,158	0,0057 0,0106	0,0050 0,0080
К	1,42	2,1	1,85	1,6
2014	0,605 0,0977	0,091 0,129	0,004 0,006	0,005 0,007
К	1,61	1,41	1,5	1,4
2015	0,087 0,108	0,082 0,215	0,0040 0,0045	0,0049 0,0052
К	1,2	2,6	1,1	1,1
$К_{ср}$	1,49	1,90	1,47	1,68

Примечание.

В числителе – начало вегетации, в знаменателе – конец вегетации;

К – коэффициент сезонного накопления солей;

$К_{ср}$ – коэффициент сезонного накопления солей в среднем за 5 лет.

Выводы

Накопление солей в корнеобитаемом слое отмечается к концу вегетации. Это объясняется, с одной стороны, орошением минерализованными водами, с другой, – влиянием корневых остатков растений. Накопление

солей в почве можно объяснить и тем, что в течение 5 лет органические удобрения и корневые остатки повысили водоудерживающую способность песчаных почв.

Еще одним фактором, влияющим на накопление солей, является преобладание K^+ над другими катионами в минерализованной оросительной воде. При такой картине катион K^+ снижает коэффициент фильтрации, влагопроводности, повышает водоудерживающую способность почвы. Очевидно, эти факторы и способствовали накоплению солей в пустынно-песчаной почве.

Солевой баланс полей люцерны и сорго (табл.5), составленной при глубоком залегании грунтовых вод, показал, что происходит накопление солей. Максимальное соленакопление отмечено при поливе минерализованной водой. Вынос солей из метрового слоя больше во втором варианте, то есть при поливе минерализованными водами (табл.5).

Таблица 5

Солевой баланс метрового слоя почвы (т/га)

Год	Исходное содержание солей		Приход солей с оросительной водой		Ожидаемое содержание солей в конце вегетации		Фактическое содержание солей в конце вегетации		Количество вымытых солей	
Поля с люцерной										
2011	11,2	8,7	7,5	12,9	18,7	21,6	11,8	12,2	6,9	9,4
2012	8,5	8,7	7,3	26,9	15,8	35,6	10,6	12,3	5,2	23,3
2013	11,2	11,9	7,1	26,9	18,3	38,8	12,1	20,3	6,2	18,5
2014	9,0	16,6	7,0	29,0	16,0	15,6	9,4	30,8	6,6	14,8
Поля с сорго										
2011	10,4	9,2	5,3	9,0	15,7	18,2	12,8	10,0	2,9	8,2
2012	8,9	8,8	5,1	18,8	14,0	27,6	17,7	19,6	3,7	8,0
2013	10,1	11,7	4,9	18,8	15,0	30,5	15,4	24,5	-	6,0
2014	9,4	14,1	4,9	20,2	14,3	34,3	15,1	20,0	-	14,3
2015	13,5	12,7	4,7	15,8	18,2	28,5	16,7	33,3	1,5	-

Литература

1. Ковда В.А. Качество воды, плодородие орошаемых почв и солеустойчивость растений // Водный режим растений в засушливых районах СССР. М.: Изд. АН СССР, 1960. С. 68

2. Минашина Н.И. О почвах песчаных пустынь Средней Азии // Особенности песчаных почв и их использование. М., 1978. С. 34

3. Глухова Т.П. Влияние минерализованных вод на свойства орошаемых почв // Тез. докл. Среднеаз. научн. конф. по проблемам использования минерализованных дренажных вод для орошения с/х культур и промывов засоленных земель. Ташкент, 1978. С. 75-77

4. Рабочев И.С. Влияние минерализованных вод на солевой режим почв и урожай сельскохозяйственных культур. Ашхабад: Ылым, 1973. С. 12-14

5. Рабочев И.С., Оразгельдыев М. Орошение сорго минерализованными водами на пустынно-песчаных почвах Центральных Каракумов // Тез. докл. Среднеаз. научн. конф. по проблемам использования минерализованных дренажных вод для промывки засоленных земель. Ташкент, 1978. С. 71-73

6. Шаммедов М. Н., Ишанкулиев П. М. Принципы оптимизации режима орошения сельскохозяйственных культур с учетом уровня и минерализации грунтовых вод // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 92, № 1. С. 160–174

7. Ковда В. А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых земель. М.: Колос, 1984. С.304

8. Шаммедов М.Н., Ходжадурдыев Х. Основные результаты научно-исследовательских работ по капельному орошению и дождеванию // Актуальные проблемы биоразнообразия и биотехнологии. Материалы III Международной научно-практической конференции. Астрахань, 2024. С. 246-248

9. Аманов Х. А. Оросительные и дренажные системы нового типа. Ашхабад, 1989. С. 48

10. Конторович И. И. Мелиоративное состояние орошаемых земель в Волгоградской области // Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий: материалы Междунар. науч.-практ. конф., провед. в рамках Междунар. науч.-практ. форума, посвящ. 75-летию Победы в Велик. Отечеств. войне 1941–1945 гг., г. Волгоград, 29–31 янв. 2020 г. Волго-

град: ВГАУ, 2020. Т. 3. С. 86–93

11. Ольгаренко Г. В., Капустина Т. А., Медведева Е. В. Методические указания по нормированию орошения с учетом корректировки биологических коэффициентов, дифференциации почвенно-климатических условий и пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических факторов: метод. указания. М., 2022. С. 80

12. Рахимбаев Ф. М. Режим грунтовых вод, засоляющих почвы в Южном Хорезме // Влияние орошения на вторичное засоление, химический состав и режим подземных вод. М., 1964. С. 166–171

Влияние качества коллекторно-дренажных вод на экосистему

Аманбаева Б.Ш., Джайсамбекова Р.А., Шайдуллина Е.Г.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»

Введение

Основным источником орошения Мактааральской оросительной системы Туркестанской области является межгосударственный магистральный канал (ММК) «Достык», по которому подается вода с территории Узбекистана для полива всех орошаемых земель оросительной системы. В то же время здесь, образуются огромные объемы коллекторно-сбросных вод, достигающие 30-50% от водоподачи и сбрасываются за их пределы, загрязняют водные источники и ухудшают окружающую среду.

Основными факторами, негативно влияющими на плодородие орошаемых земель и продуктивность сельскохозяйственных культур Мактааральской оросительной системы, являются дефицит воды в период полива и деградация почв. Деградация орошаемых почв происходит в результате их засоления, осолонцевания и ощелачивания.

Поднятие уровня грунтовых вод, увеличение чрезмерной ее минерализации, способствуют поднятию солей в верхние слои в больших объемах, влияющие на процесс засоления почв. В настоящее время по данным Южно-Казахстанской гидрогеоло-мелиоративной экспедиции (ЮКГГМЭ) по Махтааральскому району 60% орошаемых земель засолено [1-2].

Засоленные почвы характеризуется высоким содержанием солей, которые препятствует поступлению в растения влаги и питательных элементов. Солонцы и солонцеватые почвы насыщены натриевыми и магниевыми солями, которые весьма отрицательно воздействуют на почву.

В настоящее время значительная часть орошаемых земель характеризуется ухудшением физико-химических свойств почв, которые нуждаются в пополнении их кальцием [3]. При значительном накоплении магния в поглощающем комплексе (выше 25% от ППК) возрастает набухаемость и усиливается пептизация коллоидов, снижается устойчивость агрономической структуры, ухудшаются фильтрационные свойства почв, усиливаются механизмы разрушения и выноса гумуса, возрастают расходы воды на по-

лучение единицы продукции. При поливах данные почвы заплывают, а при междурядных обработках образуются трудноразрушаемые глыбы [4,5].

Материалы и методы исследования

На орошаемых землях качество водных ресурсов оценивается в зависимости от возможности вторичного засоления, осолонцевания и ощелачивания почв коллекторно-дренажной водой. Для этого необходимо изучить следующие показатели: общую минерализацию, числовые значения анионов и катионов; наличие или отсутствие соды; содержание токсичных и нетоксичных солей; уровни значений pH.

В водах соли по степени вредности следует располагать в следующей последовательности:

$$Na_2CO_3 > NaHCO_3 > NaCl > CaCl_2 > Na_2SO_4 > MgCl_2 > MgSO_4$$

Качество поверхностных и грунтовых вод, коллекторно-дренажных вод предварительно можно определить по общей их минерализации.

Качество поверхностных, грунтовых и коллекторно-дренажных вод зависит не только от общей минерализации и содержания аниона хлора, но и во многом предопределяется отношением ионов хлора к сульфатам (Cl^-/SO_4^{2}). [6].

Высокое содержание катионов натрия в минерализованной коллекторно-дренажной воде при использовании её на орошение и промывку вызывает осолонцевание почвы, что негативно сказывается на развитии сельскохозяйственных культур. Для оценки влияния качества воды на осолонцевание почвы разработаны различные методы.

Распространенной формулой для определения пределов использования минерализованных вод на орошение и промывку по ирригационному коэффициенту является зависимость, разработанная И.Н.Антиповым-Каратаевым и Г.М.Кадером [4, 7].

В зарубежной практике для оценки качества воды по опасности осолонцевания почв определяют натриевое адсорбционное отношение (SAR):

На процессы осолонцевания почв влияет и бикарбонат натрия в воде, который, осаждая катионы кальция и в несколько меньшей степени магния, нарушает катионное равновесие и увеличивает опасность натриевого засоления. Оценка проводится по величине ОКН (остаточного карбоната

натрия), определяемого по разности между щелочностью и суммой ионов кальция и магния [8].

Опасность содового засоления почв оценивается по содержанию в воде нормальной соды – Na_2CO_3.

Повышенное содержание катионов магния в оросительной воде оказывает вредное влияние на химические свойства почв. Оценка влияния осуществляется определением процентного содержания магния от его отношения к сумме катионов кальция и магния.

Определенный по данной формуле магний (Mg^{2+}) оказывает вредное влияние на почву, если его процентное содержание выше 50%, т.е. имеет место магниевое засоление.

Результаты исследования

В настоящее время в Мактааральском районе уровень грунтовых вод регулируется горизонтальной коллекторно-дренажной системой. Коллекторно-дренажные и грунтовые воды из орошаемых земель Мактааральского района впадают в р.Сырдарья и в Арнасайскую впадину.

Все эти открытые коллекторно-дренажные каналы очищены от осадочных грунтов и тросниково-травянистой растительности.

В последние годы восстановленные скважины вертикального дренажа (СВД) работают с ранней весны. Затем они отключаются на период до начала массовых вегетационных поливов (рис.1).

Поэтому из расположенных в Мактааральском сельском округе скважин вертикального дренажа №18 и размещенной на орошаемых землях ПК «Кетебай» СВД №167 были отобраны пробы воды на химический анализ, результаты которых приведены в табл.1.

Рис. 1. Горизонтальный коллектор «Северный» и скважина вертикального дренажа (СВД-167)

Анализ состава солей грунтовых вод из скважин вертикального дренажа показывает, что в большинстве скважин доминирующее положение занимают токсичные соли – NaCl, $MgSO_4$, $MgCl_2$, (табл.2). Например, в грунтовых водах СВД №18 нетоксичные соли составляют 25,7%, токсичные – 74,3% от общего суммы солей. Примерно такой же состав подтвеждается анализами солей грунтовой воды СВД № 167.

В составе солей СВД №18 Мактааральского сельского округа доминируют в основном токсичные соли – NaCl и $MgCl_2$, которые составляют 53,8% от общего содержания солей. В грунтовой воде СВД №167 ПК «Кетебай» преобладают хлориды (NaCl), они составляют 26,7% от общего содержания солей. В грунтовой воде данной скважины преобладают токсичные сульфатные соли – $MgSO_4$ и $NaSO_4$, которые составляют 52,1% от общего количества солей.

В рассмотренных двух СВД щелочность грунтовых вод низкая и не превышает предельных норм. Показатели pH изменяются в пределах 7-7,45.

В сбросных водах коллекторно-дренажных каналов значения pH высокие, и изменяются в пределах 8,15-8,30 (табл.3). В составе сбросной воды содержание аниона CO_3^{2-} отсутствует, а гидрокарбонаты HCO_3^- изменяются в пределах 0,185-0,317 г/л.

Анализ приведенных табличных данных показывает, что в составе коллекторно-дренажных вод преобладают анионы – SO_4^{2-}и Cl^- и катион – Na^+, что говорит о возможности осолонцевания почв.

Таблица 1

Минерализация грунтовой воды из скважин вертикального дренажа

№СВД	Анионы				Катионы			Мине-рализа-ция, г/л	pH
	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+		
СВД 18	-	0,171 2,80	1,306 36,80	1,114 23,20	0,270 13,50	0,322 26,50	0,524 22,80	3,707	7,45
СВД 167		0,156 2,56	0,602 16,92	1,828 38,08	0,220 11,00	0,207 17,00	0,680 29,56	3,696	7,00
Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – мг-экв/л									

Таблица 2

Состав солей в грунтовых водах из СВД

№	Нетоксичные соли			Токсичные соли					Состав солей
	$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	сумма	$MgSO_4$	$MgCl_2$	$NaSO_4$	NaCl	сумма	
СВД 18	0,226 6,1	0,727 19,6	0,953 25,7	0,760 20,5	0,665 17,9	-	1,329 35,9	2,754 74,3	3,707 100
СВД 167	0,207 5,6	0,574 15,5	0,781 21,1	1,031 27,9	-	0,897 24,3	0,987 26,7	2,915 78,9	3,696 100
Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – процент от общего объема солей									

Таблица 3

Изменение минерализации коллекторно-дренажных и оросительных вод по Мактаральскому массиву орошения в весенний период

Название коллекторов и дрен и дата отбора в них проб воды	Анионы				Катионы			Мине-рализация, г/л	pH
	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+		
Северный 24.04.20	-	0,249 4,08	0,625 17,60	1,940 40,40	0,244 12,20	0,185 15,20	0,798 34,68	4,041	8,15
Восточный 24.04.20		0,278 4,56	0,707 19,92	1,924 40,08	0,308 15,40	0,248 20,40	0,661 28,76	4,126	8,15
Арнасай 24.04.20		0,317 5,20	0,798 22,48	1,897 39,52	0,284 14,20	0,197 16,20	0,846 36,80	4,339	8,30
Жетысай 24.04.20		0,185 3,04	1,179 33,20	1,382 28,80	0,260 13,00	0,214 17,60	0,792 34,44	4,012	8,20
Д-3 24.04.20		0,268 4,39	0,855 24,08	2,012 41,92	0,304 15,20	0,250 20,60	0,795 34,59	4,339	8,30
«Достык» МК (Мырзакент)		0,220 3,60	0,145 4,08	0,572 11,92	0,128 6,40	0,053 4,40	0,202 8,80	1,320	8,40
Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – мг-экв/л									

Таблица 4

Состав солей в коллекторно-дренажных и поверхностных водах в весенний период

Наименование КДС	Нетоксичные соли			Токсичные соли				Сумма солей, г/л
	$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	сумма	$MgSO_4$	$NaSO_4$	NaCl	сумма	
Северный	0,330 8,2	0,552 13,6	0,882 21,8	0,916 22,7	1,217 30,1	1,026 25,4	3,159 78,2	4,041 100
Восточный	0,369 8,9	0,737 17,9	1,106 26,8	1,224 29,7	0,628 15,2	1,168 28,3	3,020 73,2	4,126 100
Арнасай	0,421 9,7	0,612 14,1	1,033 23,8	0,978 22,5	1,017 23,4	1,311 30,2	3,306 76,2	4,339 100
Жетысай	0,246 6,1	0,677 16,9	0,923 23,0	1,056 26,3	0,088 2,2	1,945 48,5	3,089 77,0	4,012 100
Д-3	0,356 8,2	0,735 17,0	1,091 25,2	1,236 28,5	0,708 16,3	1,304 30,0	3,248 74,8	4,339 100
МК «Достык» (Мырзакент)	0,292 22,1	0,190 14,4	0,482 36,5	0,264 20,0	0,336 25,5	0,238 18,0	0,838 63,5	1,320 100
Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – процент от общего числа солей.								

Таблица 5

Содержание анионов и катионов в коллекторно-дренажных и оросительных водах в период орошения в Мактааральском массиве орошения

Наименование КДС	Анионы				Катионы			Минерализация, г/л	pH
	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+		
Северный	нет	0,220 3,60	0,210 5,92	0,916 19,08	0,140 7,00	0,109 9,00	0,290 12,60	1,885	8,60
Восточный	нет	0,190 3,12	0,133 3,76	0,731 15,24	0,152 7,60	0,078 6,40	0,187 8,12	1,471	8,55
Арнасай	нет	0,142 2,32	0,267 7,52	1,127 23,48	0,140 7,00	0,117 9,60	0,384 16,72	2,177	8,45
Жетисай	нет	0,264 4,32	0,216 6,08	1,052 21,92	0,168 8,40	0,114 9,40	0,334 14,52	2,148	8,65
Д-3	нет	0,151 2,48	0,133 3,76	0,683 14,24	0,128 6,40	0,080 6,60	0,172 7,48	1,347	8,45
МК «Достык» (Мырзакент)	нет	0,195 3,20	0,094 2,64	0,497 10,36	0,156 7,80	0,056 4,60	0,087 3,80	1,085	8,10
Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – мг-экв/л									

Таблица 6

Состав солей в коллекторно-дренажной и оросительной воде в вегетационный период (в оросительный период)

Наименование КДС	Нетоксичные соли			Токсичные соли				Сумма солей
	$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	сумма	$MgSO_4$	$NaSO_4$	NaCl	сумма	
Северный	0,292 15,5	0,231 12,3	0,523 27,8	0,540 28,6	0,474 25,1	0,348 15,5	1,362 72,2	1,885 100
Восточный	0,253 17,2	0,305 20,7	0,558 37,9	0,383 26,0	0,310 21,1	0,220 15,0	0,913 62,1	1,471 100
Арнасай	0,188 8,6	0,318 14,6	0,506 23,2	0,576 26,5	0,657 30,2	0,438 20,1	1,671 76,8	2,177 100
Жетысай	0,350 16,3	0,277 12,9	0,627 29,2	0,564 26,3	0,599 27,9	0,358 16,7	1,521 70,8	2,148 100
Д-3	0,201 14,9	0,267 19,8	0,468 34,7	0,396 29,4	0,264 19,6	0,219 16,3	0,879 65,3	1,347 100
МК «Достык» (Мырзакент)	0,259 23,9	0,313 28,8	0,572 52,7	0,276 25,4	0,083 7,7	0,154 14,2	0,513 47,3	1,085 100
Примечание: в числителе – г/л; в знаменателе – процент от общего числа солей								

Приведенные в таблице 4 данные по коллекторно-дренажным водам и анализ содержащихся в них солей показывает, что в весенний период преобладают токсичные соли, содержание которых изменяется в пределах 63,5-78,2% от общего количества солей.

В весенний период из нетоксичных солей преобладают сульфаты кальция – $CaSO_4$.

В оросительный период минерализация коллекторно-дренажных вод снижается и изменяется в пределах 1,331-2,177 г/л, поливных – 1,010-1,085 г/л (таблица 5). То есть, изменяется до предельно-допустимых норм при орошении сельскохозяйственных культур.

В период орошения щелочность коллекторно-дренажных вод повышается, изменяется в пределах 8,45-8,65, поверхностных вод ММК «Достык» равна 8,10.

Анализ ионного состава коллекторно-дренажных вод показывает, что в составе вод преобладают катионы Mg^{2+} и Na^{+}, которые являются составляющими токсичных солей. Например, в водах Северного коллектора катион Ca^{2+} является составляющим нетоксичных солей и содержание его составляет 7% от общего содержания солей, а катионы Mg^{2+} – 9%, Na^{+} – 12,6%. Такое положение имеет место быть и в других коллекторно-дренажных водах.

Анализ солевого состава коллекторно-дренажных вод показывает, что в них преобладают токсичные соли (таблица 6). Содержание этих солей в коллекторно-дренажных водах изменяется в пределах 61,3-76,8%. Самое высокое содержание токсичных солей в коллекторе Арнасай, низкое содержание в коллекторе Д-3.

Анализ солевого состава поливных канальных вод показывает, что содержание токсичных и нетоксичных солей приблизительно одинаковое. Например, в воде канала МК «Достык» содержание нетоксичных солей составляет 0,572 г/л, что составляет 52,7% от общего содержания солей.

Анализ многолетних данных по минерализации и ионному составу коллекторно-дренажных вод Мактааральского массива орошения показывает, что в некоторые годы появляется самый токсичный ион CO_3^{2-}. Этот ион встречается в составе коллекторно-дренажных вод в период весенней промывки почв, а при пониженной температуре почвенного покрова возрастает растворимость карбонатов в воде.

В процессе использования коллекторно-дренажных вод для полива сельскохозяйственных культур могут проявляться процессы вторичного засоления с осолонцеванием и ощелачиванием почв.

Выводы

Использование коллекторно-дренажной воды с высокой минерализацией требует понижения степени ее солесодержания. Для этого грунтовые воды разбавляются водами с меньшей концентрацией солей. Чем выше минерализация подземных вод, тем большая потребность в объеме воды для разбавления

В местах смешивания грунтовой или коллекторно-дренажной воды с поверхностными водами рекомендуется использовать фосфогипс, он способствует уменьшению концентрации солей в разбавленной воде.

Благодарность

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований при выполнении грантового финансирования на 2024-2026 гг. по проекту: «Повышение водообеспеченности орошаемых земель с повторным использованием дренажных вод на орошение» (ИРН AP23485228) и источником финансирования является Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Литература

1. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2021 год Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. КУЗР МСХ РК. – г. Нур-Султан, 2021

2. Сводные отчеты и кадастры о мелиоративном состоянии орошаемых земель Туркестанской области за период 1990-2021гг. РГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция» МСХ РК. РГУ «ЮК ГГМЭ» МСХ РК. – Шымкент, 1990-2021

3. Грабовский Н. П., Шередеко Л. Н. Влияние комплексной мелиорации на физико-химические процессы в содовых солонцах и урожай сельскохозяйственных культур//Охрана, изучение и обогащение растительного мира: Респуб. межведом. науч. сб. – Киев: Изд-во при Киевском государственном ун-те издательского объединения «Вища школа», 1981. – Вып. 8.–С. 3-11

4. Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В., Бекбаев У.К. Рекомендации по технологии орошения, водосбережения и повышения

плодородия почв в зоне Арысь-Туркестанского канала. – Тараз, 2004. – 17 с.

5. Рекомендации по повышению плодородия почв солонцового комплекса юга Украины. – Киев: УкрНИИГиМ, 1980. –18 с.

6. Химическая мелиорация солонцов в степной зоне Казахстана / В.И. Кирюшин [и др.]//Теоретические основы и опыт мелиоративной обработки и химической мелиорации солонцовых почв / ВНИИ зернового хозяйства. –Целиноград, 1980. –С. 77-79

7. Антипов-Каратаев И.Н., Кадер Г.М. К мелиоративной оценке воды, имеющей щелочную реакцию // Почвоведение. – 1961. – №3. – С. 53-65

8. Fo11et, R. H. Fertilizersandsoilamendments.Prentice – Hall, Inc., Englewoodcliffs / R. H. Fo11et, L. S. Murphy, R. L. Donahue.–USA: New Jersey, 1981. – p.61

Энергоэффективные технологии для улучшения мелиоративного состояния и повышения продуктивности орошаемых земель

Шайдуллина Е.Г., Аманбаева Б.Ш., Джайсамбекова Р.А.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»

Введение

В современном мире энергоэффективность становится все более актуальной темой, особенно в контексте развития аграрного сектора. Казахстан, как одна из ведущих стран Центральной Азии, ставит перед собой задачу оптимизации энергоэффективных мелиоративных технологий для повышения производительности почв и улучшения условий выращивания сельскохозяйственных культур.

Одной из ключевых составляющих успешного развития аграрного комплекса является оросительное земледелие. Однако эффективность систем орошения напрямую зависит от энергетических параметров зональных орошаемых почв. Понимание и изучение этих параметров поможет оптимизировать использование ресурсов и повысить продуктивность почвенно-растительного покрова.

Черноземная зона – охватывает Северо-Казахстанскую область, большую часть Костанайской и северные части Акмолинской и Павлодарской. Север черноземной зоны представляет лесостепь, где березовые колки чередуются с открытыми участками. Объектом исследований в черноземной зоне выбран опытный участок в Бурабайском районе Акмолинской области (рис. 1). Орошение земель проводится дождевальными установками, водозабор поверхностных вод осуществляется с р.Кылшакты.

Рис. 1. Общий вид опытного участка в Акмолинской области и отбор образцов почвы для химического анализа

По механическому составу выделены следующие разновидности почв: глинистые и тяжелосуглинистые, глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные и засоленные, средне- и легкосуглинистые, щебнистые почвы. Глинистые и тяжелосуглинистые разновидности типичны представленным черноземам.

Микрорельеф опытного участка – ровный, расположен на увалистой равнине. Объемный вес метрового слоя колеблется в диапазоне 1,24-1,49 т/м^3.

Гумусовый горизонт средней мощности (0-40 см), содержание гумуса колеблется в пределах 2,23 – 7,24%. Обеспеченность азотом – NO_3 и фосфором – P_2O_5 – низкое.

Наличие карбонатов кальция и магния в материнской породе, а также вследствие слабой промываемости атмосферными осадками черноземные почвы обладают высокой степенью насыщенности основаниями.

Методика исследования

В полевых условиях для варианта изучения химической мелиорации были заложены опытные делянки площадью 63 м^2 в 3-х кратной повторности. Каждая повторность включает три учетные борозды с защитными рядами. Отбор проб почв на влажность и хим.анализ осуществлялся в 3-х местах (рис.2).

Результаты этих исследований позволили установить влияние мелиоративных мероприятий на темпы протекания эколого-мелиоративных процессов в корнеобитаемом слое черноземных почв.

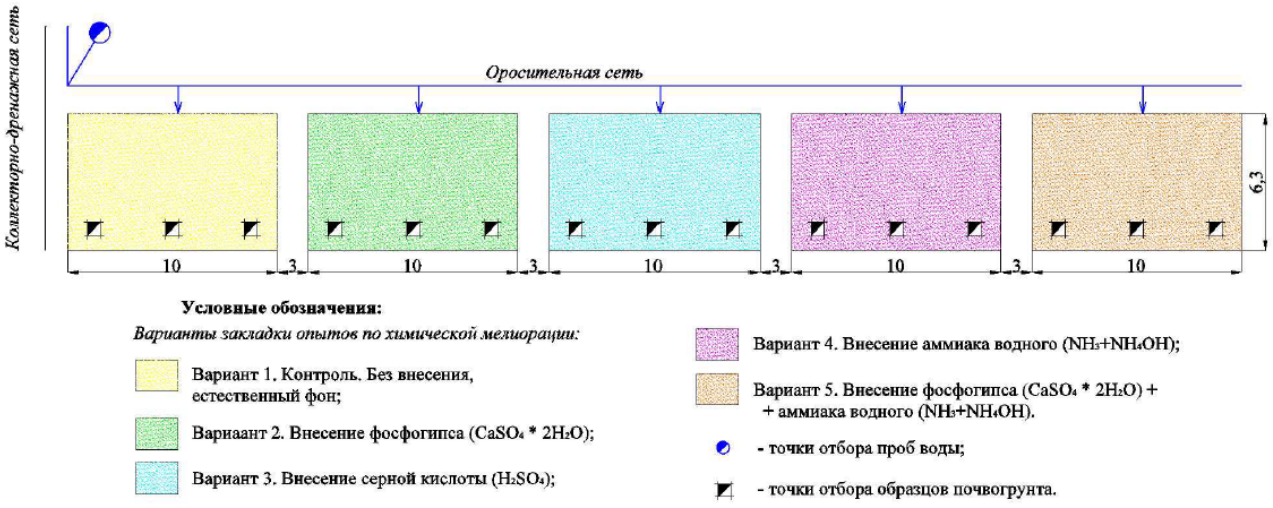


Рис. 2. Схема закладки делянок полевого опыта

При постановке экспериментов, их эффективность в значительной степени зависит от репрезентативности объектов исследований [1-2].

По расчетным данным проведенных исследований определяется энергоемкость мелиоративных мероприятий при использовании разных видов мелиорантов и мелиоративных способов. Для объективной оценки показатели энергоемкости подразделяются на две группы: по видам затрат и по мелиоративному эффекту [3].

При установлении степени и химизма засоления, в водной вытяжке определяется сухой остаток, т.е. общая сумма водорастворимых веществ, состав ионов – CO_3^{2-}, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}; Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^++K^+.

Результаты водной вытяжки позволяют определить качественный состав солей в корнеобитаемом слое почв. Расчет качественного состава солей был проведен по методике Н.И.Базилевич, Е.И. Панковой [4]. При этом к нетоксичным солям относятся: $Ca(HCO_3)_2$ и $CaSO_4$, к токсичным солям: Na_2CO_3, $NaHCO_3$, $Mg(HCO_3)_2$, $MgSO_4$, Na_2SO_4, $CaCl_2$, $MgCl_2$, NaCl [5, 6].

Оценка степени солонцеватости почв осуществлялся путем определения катионного состава в почвенно-поглощающем комплексе (ППК) [5-8]. Солонцовые почвы принято подразделять на три типа с учетом условий их развития (табл.1).

Таблица 1

Классификация почв по степени солонцеватости

Почвы	Na^+от суммы ППК	
	Высокогумусные почвы	Малогумусные
Несолонцеватые	<5	<3
Слабосолонцеватые	5-10	3-5
Среднесолонцеватые	10-15	5-10
Сильносолонцеватые	15-20	10-15

На орошаемых землях Казахстана, кроме натриевого осолонцевания, происходят процессы магниевого осолонцевания почв, если содержание катиона Mg^{2+} в ППК превышает 25-30% их суммы. На наличие солонцеватости указывает также повышенная общая щелочность водной вытяжки (более 0,06% или 1 мг-экв HCO_3 на 100 г почвы) и значения pH.

Результаты исследования

Таким образом, почвенный покров опытного участка представлен орошаемыми черноземными почвами. Высокие запасы гумуса и насыщенность кальцием - черноземные почвы обладают прочной зернистой структурой, а в связи с этим и благоприятными водными, воздушными и тепловыми свойствами.

Результаты проведения химической мелиорации по вариантам исследований на опытном участке отражены на рис.3.

Черноземные почвы на опытном участке по классификации почв по степени засоления в зависимости от химизма засоления относятся сульфатно-хлоридным среднезасоленным солончаковым почвам (табл.2).

Результаты исследований показывают, что в корнеобитаемом слое черноземных почв опытного участка под влиянием мелиоративных мероприятий показали следующие темпы протекания эколого-мелиоративных процессов.

Рис. 3. Внесение фосфогипса ($CaSO_4 2H_2O$) по вариантам исследований на опытных делянках

Во 2-м варианте с внесением минерального химмелиоранта фосфогипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) дозой 5 т/га в качественном составе солей, в верхних слоях по сравнению с исходным увеличивается $CaSO_4$ (табл.3). По всем горизонтам увеличивается сумма нетоксичных солей, по отношению к исходному составу качества солей. В контрольном варианте в некоторых горизонтах присутствовал $CaSO_4$ и его содержание составляло не более 3% от суммы солей, то после внесения фосфогипса 0-60-см слое составляет 22,2%.

В 3-м варианте, с внесением жидкого химмелиоранта серной кислоты (H_2SO_4) концентрацией 2,5%, в корнеобитаемом слое доминируют хлориды натрия и сульфата магния, в процентном соотношении их количество намного уменьшилась (рис.4). Увеличилась сумма нетоксичных солей, содержание в 0-60-см слое составляет 0,185% от массы сухой почвы или 36,5% от суммы солей. А в верхних горизонтах 0-20см составляет 0,286% от м.с.п. или 47,0% от суммы солей. При рассмотрении качественного состава солей установлено, что в почве уменьшился в процентном соотношении гидрокарбонат натрия, который отмечался в контрольном варианте.

Таблица 2

Качественный состав солей образцов почвы до проведения химической мелиорации

Место и дата отбора	Горизонты, см	Нетоксичные соли			Токсичные соли						$\Sigma_{сол.}$, %
		$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	сумма	$NaHCO_3$	$MgSO_4$	Na_2SO_4	$MgCl_2$	NaCl	сумма	
Т-1, вариант 1 (контроль)	0-20	0,097 30,60	0,013 4,10	0,110 34,70	-	0,048 15,14	0,051 16,09	-	0,108 34,07	0,207 65,30	0,317 100
	20-40	0,075 27,27	0,005 1,82	0,080 29,09	-	0,060 21,82	0,005 1,82	-	0,130 47,27	0,195 70,91	0,275 100
	40-60	0,081 31,15	-	0,081 31,15	0,010 3,85	0,036 13,85	0,029 11,15	-	0,104 40,00	0,179 68,85	0,260 100
	0-60	0,084 29,68	0,006 2,12	0,090 31,80	0,003 1,06	0,048 16,96	0,028 9,90	-	0,114 40,28	0,193 68,20	0,283 100
Т-2, вариант 1 (контроль)	0-20	0,113 30,88	-	0,113 30,88	0,010 2,73	0,072 19,67	0,046 12,57	-	0,125 34,15	0,253 69,12	0,366 100
	20-40	0,097 29,04	0,014 4,19	0,111 33,23	-	0,060 17,96	0,005 1,50	-	0,158 47,31	0,223 66,77	0,334 100
	40-60	0,065 17,81	-	0,065 17,81	0,040 10,96	0,048 13,15	0,082 22,46	-	0,130 35,62	0,300 82,19	0,365 100
	0-60	0,091 22,98	0,014 3,53	0,105 26,51	0,050 12,63	0,060 15,15	0,044 11,11	-	0,137 34,60	0,291 73,49	0,396 100

Таблица 3

Качественный состав солей образцов почвы после проведения химической мелиорации

Место и дата отбора	Горизонты, см	Нетоксичные соли			Токсичные соли						$\Sigma_{сол.}$, %
		$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	сумма	$NaHCO_3$	$MgSO_4$	Na_2SO_4	$MgCl_2$	NaCl	сумма	
вариант 2 ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$, 5 т/га)	0-20	0,094 14,64	0,182 28,35	0,276 42,99	-	0,120 18,69	0,028 4,36	-	0,218 33,96	0,366 57,01	0,642 100
	20-40	0,088 20,42	0,077 17,87	0,165 38,29	-	0,084 19,49	0,020 4,64	-	0,162 37,58	0,266 61,71	0,431 100
	40-60	0,077 22,06	0,058 16,62	0,135 38,68	-	0,048 13,76	0,034 9,74	-	0,132 37,82	0,214 61,32	0,349 100
	0-60	0,086 18,22	0,105 22,24	0,191 40,46	-	0,084 17,80	0,027 5,72	-	0,170 36,02	0,281 59,54	0,472 100
вариант 3 (H_2SO_4, конц.2,5%)	0-20	0,074 12,17	0,212 34,87	0,286 47,04	-	0,095 15,63	0,067 11,02	-	0,160 26,31	0,322 52,96	0,608 100
	20-40	0,081 15,82	0,124 24,22	0,205 40,04	-	0,096 18,75	0,079 15,43	-	0,132 25,78	0,307 59,96	0,512 100
	40-60	0,065 22,41	-	0,065 22,41	0,017 5,86	0,060 20,69	0,048 16,56	-	0,100 34,48	0,225 77,59	0,290 100
	0-60	0,073 16,80	0,112 19,70	0,185 36,50	0,006 1,95	0,084 18,36	0,065 14,34	-	0,130 28,85	0,285 63,50	0,470 100
вариант 4 ([NH_3 + NH_4OH], 50 кг/га, конц. 25%)	0-20	0,097 27,79	-	0,097 27,79	0,007 2,01	0,048 13,75	0,062 17,77	-	0,135 38,68	0,252 72,21	0,349 100
	20-40	0,081 27,09	0,056 18,73	0,137 45,82	-	0,019 6,35	-	0,004 1,34	0,139 46,49	0,162 54,18	0,299 100
	40-60	0,091	0,033	0,124	-	0,048	0,036	-	0,139	0,223	0,347

Место и дата отбора	Горизонты, см	Нетоксичные соли			Токсичные соли						$\Sigma_{сол.}$, %
		$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	сумма	$NaHCO_3$	$MgSO_4$	Na_2SO_4	$MgCl_2$	NaCl	сумма	
		26,23	9,51	35,74		13,83	10,37		40,06	64,26	100
	0-60	0,089 27,04	0,030 9,41	0,119 36,45	0,002 0,67	0,038 11,31	0,033 9,38	0,001 0,45	0,138 41,74	0,212 63,55	0,331 100
вариант 5 ([$CaSO_4 \cdot 2H_2O$, 5т/га] + [NH_3 + NH_4OH, 50 кг/га, конц. 25%])	0-20	0,071 9,15	0,311 40,08	0,382 49,23	-	0,144 18,56	0,079 10,18	-	0,171 22,03	0,394 50,77	0,776 100
	20-40	0,081 18,49	0,178 40,64	0,259 59,13	-	0,023 5,25	0,031 7,08	-	0,125 28,54	0,179 40,87	0,438 100
	40-60	0,087 21,02	0,091 21,98	0,178 43,00	-	0,060 14,49	0,048 11,59	-	0,128 30,92	0,236 57,00	0,414 100
	0-60	0,080 16,22	0,193 34,23	0,273 50,45	-	0,076 12,77	0,053 9,62	-	0,141 27,16	0,270 49,55	0,543 100
Примечание: в числителе – % от м.с.п.; в знаменателе – % от суммы солей											

Рис. 4. Внесение водного раствора серной кислоты (H_2SO_4) по вариантам исследований на опытные делянки

В 4-м варианте, с внесением жидкого химмелиоранта амммиак водный (NH_3 + NH_4OH) дозой 50 кг/га в концентрации 25%, в корнеобитаемом слое из токсичных солей доминирует хлористый натрий – NaCl. В нижележащих горизонтах почв, наблюдается увеличение их содержания. Поэтому, в целом в верхнем 0-60-см слое содержание составляет 0,138% от массы сухой почвы, или 41,7% от суммы солей. При рассмотрении качественного состава солей установлено, что в почве гидрокарбонат натрия присутствует в малом количестве и только в 0-20см горизонте и составляет 0,007% от м.с.п. или 2% от суммы солей. Во всех горизонтах увеличилась сумма нетоксичных солей.

В 5-м комбинированном варианте, с внесением минерального и жидкого химмелиоранта фосфогипс ($CaSO4·2H2O$) + амммиак водный ($NH3$ + $NH4OH$), доза фосфогипса 5 т/га + доза аммиака водного 50 кг/га, концентрация 25%, в корнеобитаемом слое из токсичных солей доминируют хлористый натрий – NaCl. Во всех горизонтах почв, наблюдается увеличение их содержания. Поэтому в целом в верхнем 0-60-см слое содержание составляет 0,128% от м.с.п., или 30,9% от суммы солей. Соли хлористого натрия – NaCl легко вымываются при последующем поливе. При рассмотрении качественного состава солей установлено, что в почве почти отсутствует гидрокарбонат натрия, который отмечался в контрольном варианте и не превышает 1% от суммы солей. Во всех горизонтах увеличилась сумма нетоксичных солей в 0-60-см слое почв и составляет 0,273% от м.с.п. или 50,5% от суммы солей.

При одновременном внесении водный аммиак полностью соединяется с некоторой частью фосфогипса, в результате чего получается неорганическое удобрение – сульфат аммония $(NH4)_2SO_4$ и карбонат кальция.

Аммонийная форма, в отличие от нитратного азота, обладает пролонгированным действием.

Остальная часть фосфогипса действует как кальций содержащий мелиорант.

Анализ результатов химических анализов почв на опытных участках показал, что данные орошаемые земли имеют разную степень осолонцеватости и разные типы засоления, что требует проведения химической мелиорации.

В результате проведения химической мелиорации по вариантам опытов на всех опытных участках показало ее эффективность – проведенные мелиоративные мероприятия ускоряют темпы протекания эколого-мелиоративных процессов – рассоления, расщелачивания и рассолонцевания.

Выводы

По результатам исследований можно отметить, что в условиях Казахстана для получения высокого урожая возделываемых культур, а также рационального использования водоземельных и энергетических ресурсов следует переходить на малозатратные и энергоэффективные технологии возделывания сельскохозяйственных культур с применением мелиоративных работ.

Химическая мелиорация является обоснованным технологическим решением по комплексному восстановлению и оздоровлению деградированных земель. Как показывают расчеты, наибольшую эффективность дает вариант технологии – «комбинированное внесение минерального и жидкого химмелиоранта фосфогипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) + амммиак водный (NH_3 + NH_4OH), доза фосфогипса 5 т/га + доза аммиака водного 50 кг/га, концентрация 25%». При одновременном внесении водный аммиак полностью соединяется с некоторой частью фосфогипса, в результате чего получается неорганическое удобрение – сульфат аммония $(NH_4)_2SO_4$ и карбонат кальция. Аммонийная форма, в отличие от нитратного азота, обладает пролонгированным действием.

Благодарность

Работа выполнена в рамках реализации прикладных научных исследований при выполнении бюджетной программы 267 ПЦФ 2024-2026 гг.

по проекту: «Научно-техническое обеспечение сохранения, воспроизводства и эффективного распределения водных ресурсов для обеспечения водной безопасности Республики Казахстан» (ИРН BR23791322) и источником финансирования является Министерство водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан.

Литература

1. Шабанов В.В., Рудаченко Е.П. Типизация объектов сельскохозяйственных мелиораций // Вестник с.-х. науки. – 1971. – № 1. С. – 83-86

2. Доспехов Б. П. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с

3. Технологии управления продуктивностью мелиорируемых агроландшафтов различных регионов Российской Федерации / Л.В. Кирейчева, И.В. Белова и др. – ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2008. – 81 с.

4. Базилевич Н.И., Панкова Е.Н. Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. – 1968. – №11. – С. 3-16

5. Руководство для лаборатории по почвенным и растительным анализам // Региональный офис ИКАРДА по Центральной Азии. – Ташкент, 2002. – 122 с.

6. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований – М.: Колос, 1988. -366 с.

7. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Межгосударственный стандарт. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М., 2017

8. Экологические критерии оценки земель в целях определения необходимости их перевода из более ценных в менее ценные, консервации, а также отнесения к зоне экологического бедствия или зоне чрезвычайной экологической ситуации. Утверждены приказом и.о.министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 1 июля 2021 года № 228

Характерные особенности ледового режима озера Балхаш

Еркинова Г.А., Монкаева Г.Е.

АО «Институт географии и водной безопасности»

Введение

Озеро Балхаш представляет собой уникальную водную систему, расположенную на юго-востоке Казахстана, окруженную песчаными массивами и пологими возвышенностями. Оно служит внутренним водохранилищем, признанным крупнейшим в Казахстане и третьим по величине в мире после Каспийского моря и уменьшающегося Аральского моря [1].

Ледовый режим озера Балхаш отличается наличием солености вод в западной части и пресной воды в восточной части. Дихотомия данного водоема имеет непосредственное воздействие на специфику становления ледового покрова. Обычно первое появление ледовых образований в виде припая на озере происходит в ноябре, достигая своего максимума в феврале, в условиях суровости зим до одного метра. Ввиду отличительной особенности в минерализации водной массы, поверхность льда может иметь различную структуру, не редки появления трещин, разломов [2]. Толщина льда зависит от солености воды, температуры воздуха, продолжительности холодного периода, уровня воды, минерализации и пр. В западной акватории лед развивается более быстрыми темпами по сравнению с восточной, соленой. Таяние льда происходит весной: конец марта – начало апреля.

Озеро Балхаш имеет большое экологическое значение и служит жизненно важным ресурсом для региона. Развитие промышленности, добычи полезных ископаемых, в том числе редкоземельных, промысла, логистики и пр. Учитывая вышесказанное стоит понимать важность климатических изменений и их влияние на гидрологический режим озера, экобиоразнообразие, водную и продовольственную безопасность [3].

В работах Белдеубаева Е.Е., Сальникова В.Г. ледовый режим озера Балхаш (1971–2016 гг.) выявлены изменения в сроках замерзания и таяния льда, связанные с колебанием климата. Ледообразование начинается во второй половине ноября, причем на посту Мынарал лед появляется

раньше, чем на Алгазы. Период появления первых льдов сдвигается на 2–5 дней позже каждые 10 лет. Продолжительность ледостава сокращается на 2–4 дня, а его разрушение смещается на более ранние даты. Температура воздуха в ноябре и марте оказывает наибольшее влияние на эти процессы [2]. Также в исследованиях Иляковой Р.М., Долгих С.А., Петровой Е.Е. в 2011 году на территории Казахстана был зафиксирован значительный дефицит осадков (60-80% от нормы) в Кызылординской, Карагандинской, Восточно-Казахстанской и Павлодарской областях. В то же время в северных, юго-восточных и западных регионах количество осадков превышало норму на 20-40%, а в отдельных районах – до 80%. В зимний и весенний периоды осадки были в пределах или ниже нормы, за исключением юго-восточного региона, где их количество превысило нормативные значения. В летние и осенние месяцы уровень осадков в большинстве регионов был выше среднегодовых значений. Долгосрочные изменения годовых сумм осадков минимальны, с тенденцией к снижению на 0,7 мм/10 лет, за исключением зимнего периода, где наблюдается увеличение осадков на 1,7 мм/10 лет [4].

Последствия этих изменений обширны и затрагивают не только экосистему озера как природного объекта, но и экономическую, промышленную деятельность региона [5]. Антропогенное воздействие, связанное с добычей полезных ископаемых, эксплуатацией природных ресурсов также вносит существенный вклад в изменения экобиоситуации [6].

Материалы и метод исследования

В ходе исследования были собраны данные по температуре воздуха, толщине льда на озере Балхаш за холодный период (октябрь-март) с 1980 по 2020 гг., по средствам привлечения результатов гидрометеорологического мониторинга, который ведет РГП «Казгидромет». На сегодняшний день информации по ледовым явлениям недостаточно, и лишь 4 станции проводят наблюдения такого характера. Таковыми являются метеорологические станции – Балхаш, Сарышаган, гидрологические посты –Мынарал, Алгазы (рис. 1).

Сформирована база данных по гидрометеорологическим параметрам, проведена аналитическая работа. Кроме того, был применен метод ступенчатого моделирования данных с выявлением года перехода временного ряда от одного квазистационарного периода к другому в результатах по толщине льда. Стационарность периода многолетних данных была проверена критериями Фишера, Стьюдента [7, 8].

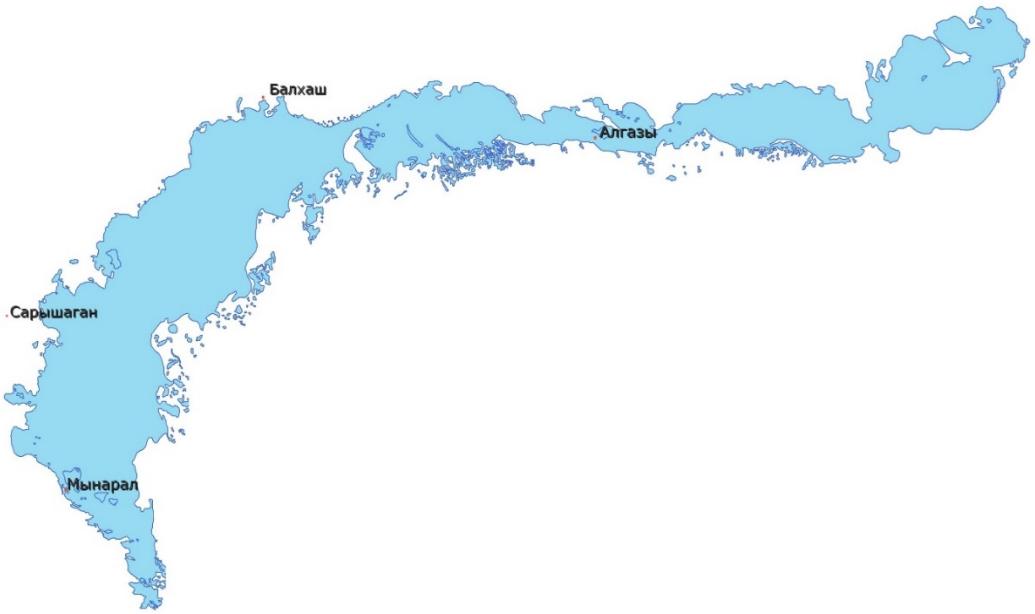


Рис. 1. Расположение метеорологических станций и гидрологических постов на озере Балхаш

Следует отметить, что данные по толщине льда за период с 2000 по 2006 год отсутствовали и, используя метод аналога, пропуски были восстановлены. При этом коэффициент корреляции задавался равным не менее 0,7 и погрешность данных составила до 9 см [9]. Период 1998-1999 гг. – пропуск, восстановление имело большую погрешность.

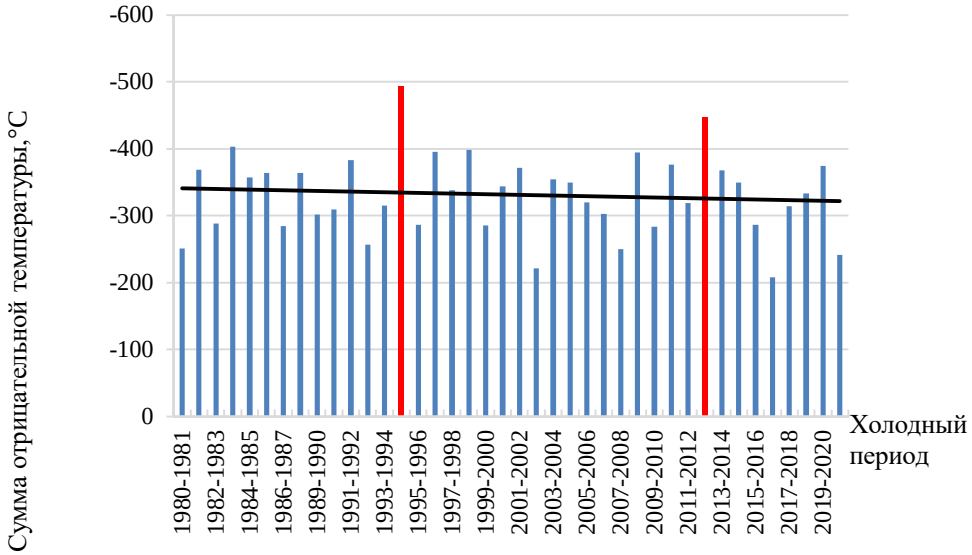
Результаты исследования

Основным фактором, определяющим формирование толщины льда, является температура воздуха, в частности сумма отрицательных температур [10, 11].

Анализ собранных сведений по температуре воздуха за период с 1980 по 2020 годы показал, что на большинстве станций в последние десятилетия наблюдается рост значений, что имеет воздействие на толщину льда и сокращение ледового периода. Кроме того, частые смены волн тепла и холода, которые заметно участились в последние годы, приводят к оттепелям и частичному разрушению ледового покрова на акватории водоема [12].

Важно рассмотреть не только временной ход температуры воздуха, но и суммы отрицательных температур, как основного фактора формирования льда. Рис. 2 на примере МС Балхаш и Сарышаган показывает, что имеется незначительная тенденция уменьшения сумм по модулю.

а)



б)

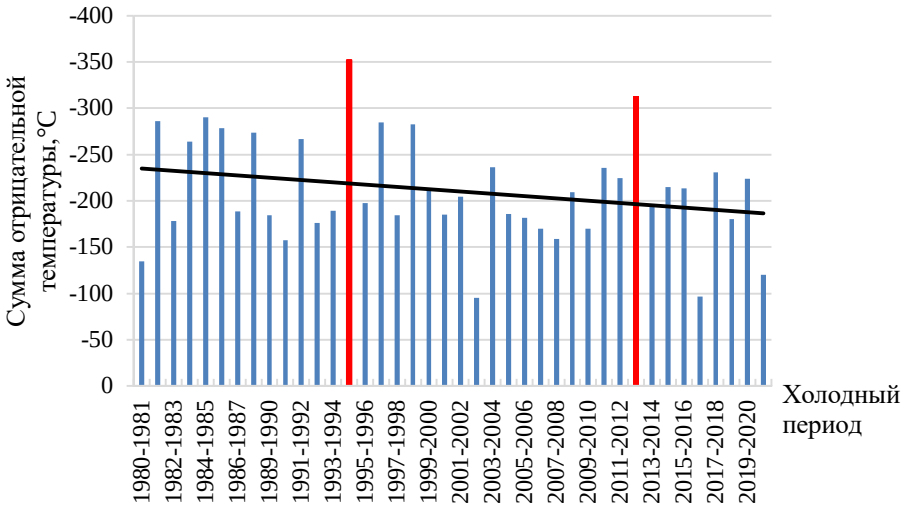


Рис. 2. Временный ход сумм отрицательной температуры на МС Балхаш (а) и Сарышаган (б)

Стоит обратить внимание на особо холодные зимы, такие как, 1994-1995 и 2012-2013 гг. Сумма отрицательных температур 1994-1995 гг. достигала минус 495 ℃ и 350 ℃ на МС Балхаш и МС Сарышаган соответ-

ственно. А в 2012-2013 гг. – 447 °С и – 313 °С. Даже в сравнении этих двух суровых зим, следует отметить, что зима 21 века менее сурова по своим значениям.

Рассмотрим временной ход толщины льда за тот же период на исследуемой акватории (рис.3).

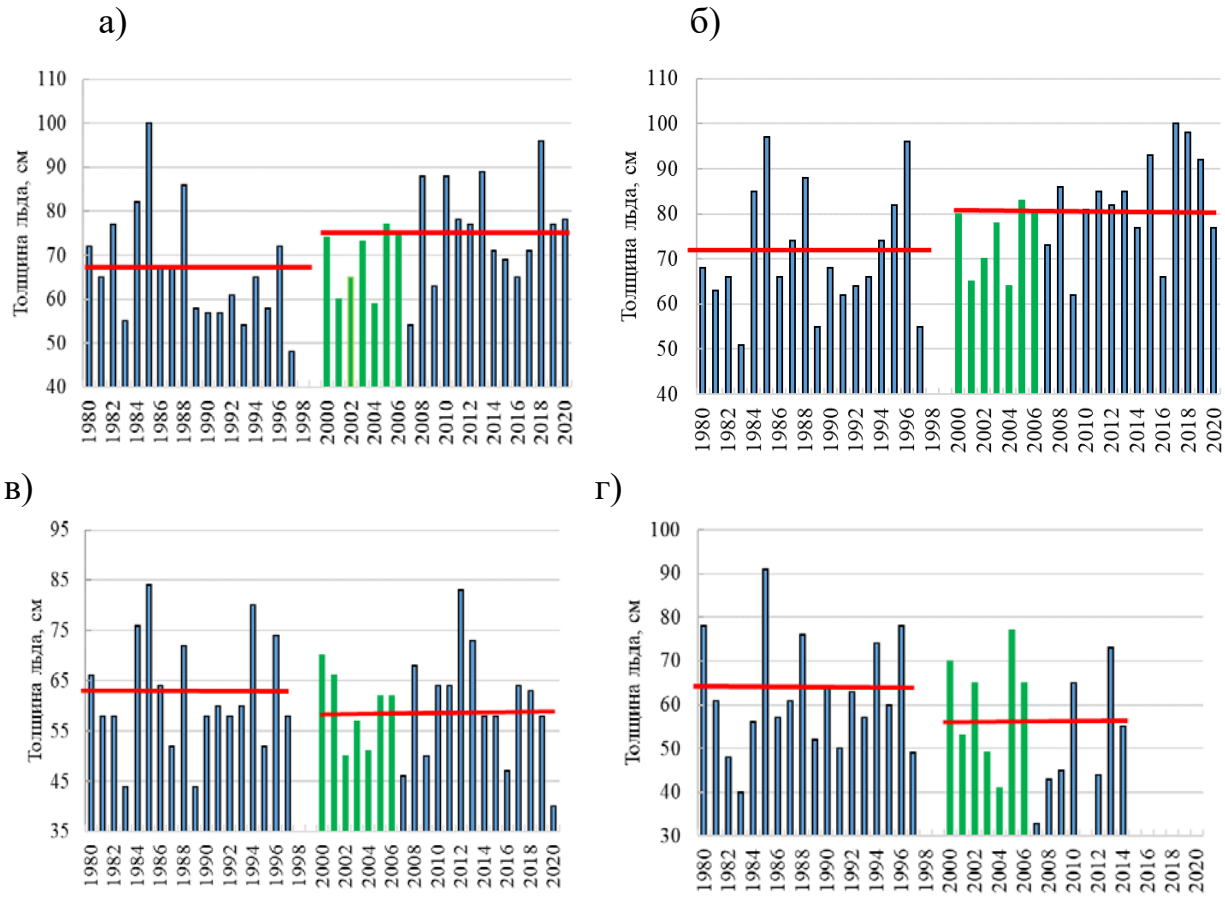


Рис. 3. Временной ход максимальной толщины льда на метеорологических станциях Балхаш (а), Сарышаган (б) и гидрологических постах Мынарал (в), Алгазы (г)

Используя метод ступенчатого моделирования данных, было выявлено, что годом перехода временного ряда от одного квазистационарного периода к другому является 1997 год. Но, учитывая, что данные за 1998-1999 гг. не восстановлены, было принято решение о разделении на два периода 1980-1997 и 2000-2020 гг. Согласно рисунку 3 средняя максимальная толщина льда на МС Балхаш в период с 1980 по 1997 годы составила 66,7 см, а с 2000 по 2020 год она увеличилась до 73,6 см. На станции Са-

рышаган с 1980 по 1997 годы средняя максимальная толщина льда составила 71,1 см, с последующим увеличением до 79,9 см в период с 2000 по 2020 годы.

Наблюдения на ГП Мынарал показало, что толщина льда с 1980 по 1997 годы составляла 62,1 см, тогда как в последующие два десятилетия средняя максимальная толщина снизилась до 59,7 см; аналогичным образом, на ГП Алгазы толщина льда с 1980 по 1997 годы составила 61,9 см, а с 2000 по 2014 годы снизилась в среднем до 55,5 см.

Следует отметить, что ГП Алгазы находится в соленой части озера Балхаш. Из-за повышенной солености воды в озере, лед на его поверхности тает быстрее, чем в других рассматриваемых станциях, где вода пресная. Соленая вода имеет более низкую температуру замерзания, что приводит к тому, что лед образуется медленнее, но также и быстрее разрушается в теплый период.

На гидропосту Мынарал сокращение толщины обусловлено тем, что он находится в южной части, а также это часть озера является мелководной, что оказывает влияние на толщину льда, а также в данном регионе наблюдаются интенсивное увеличение среднегодовых значений температур воздуха [13].

Интересно также посмотреть распределение фиксирования тех или иных толщин в процентном соотношении с долей вероятности их появления, что позволяет оценить факт возникновения максимальных толщин в будущем, применяя метод нормального распределения.

Визуальное представление различия зимних периодов можно оценить по спутниковым снимкам (рис.5).

Таким образом, можно оценить различие мягких и суровых зим за аналогичные даты: 15 декабря 2002 г., 15 декабря 2014 г. и 10 декабря 2019 г. Согласно снимкам, можно заметить, что ледовые образования в 2002 году охватывали весь Балхаш, а к 2019 году только западную часть, а восточная часть в основном была без льда, эти снимки подтверждают изменение ледового режима на озере Балхаш за последние десятилетия.

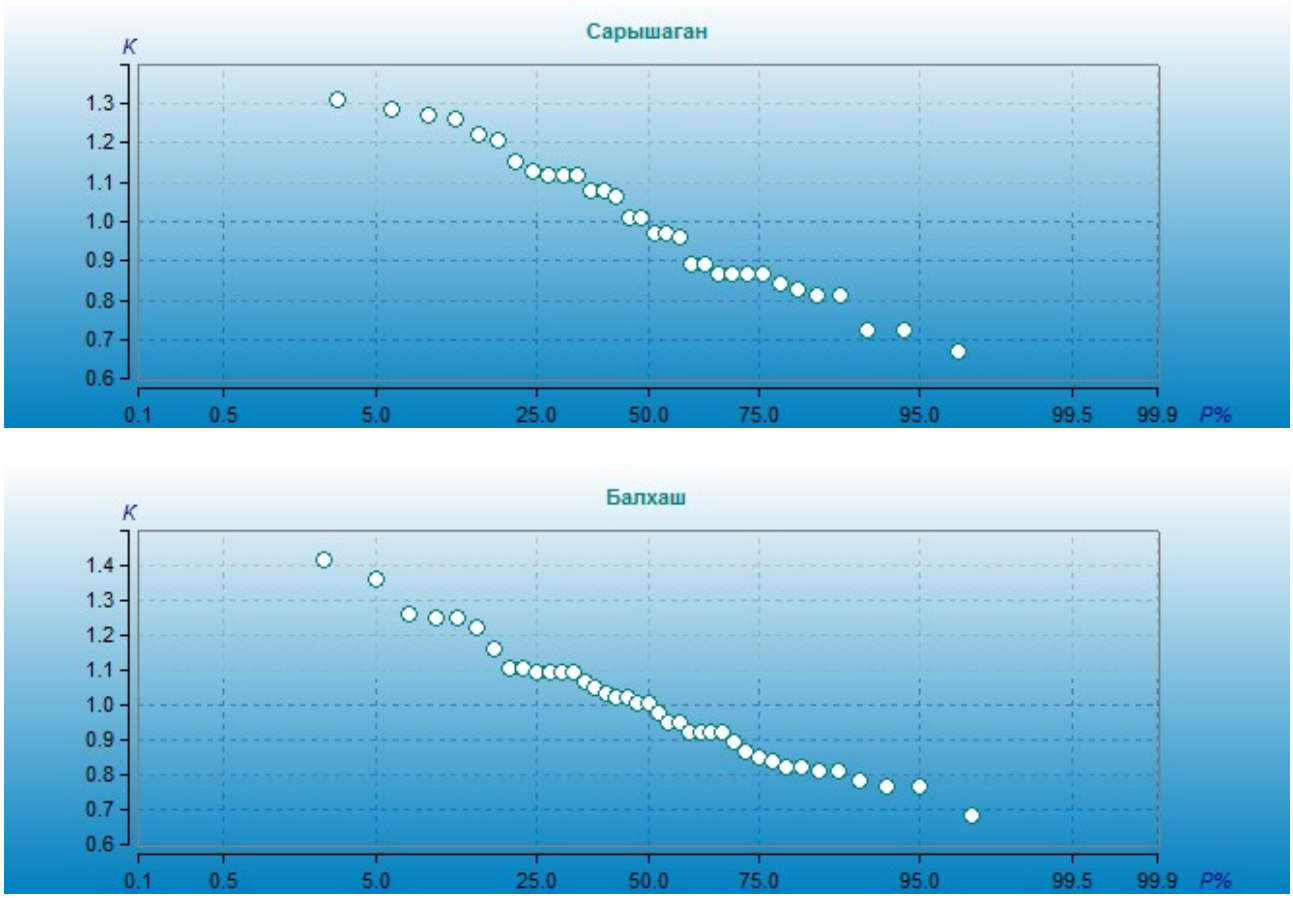
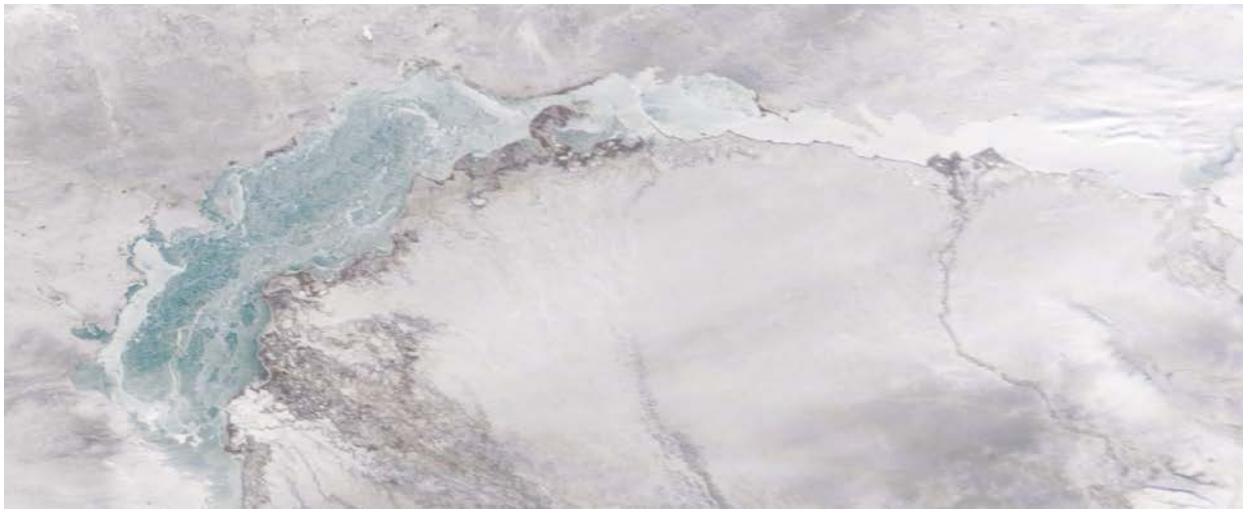
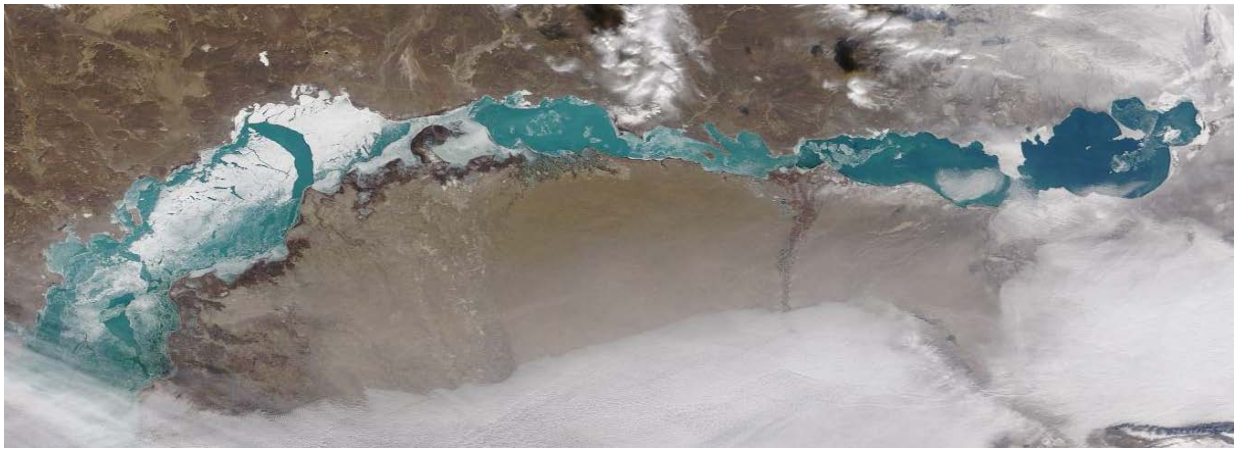


Рис. 4. Повторяемость в процентном отношении различной толщины льда за весь период исследования

15.12.2002



15.12.2014



10.12.2019

Рис. 5. Спутниковые снимки с проекта NASA WorldView [14]

Выводы

В ходе проведенного исследования выявлено, что наблюдается тенденция роста средних значений температуры воздуха за зимний период, который имеет воздействие на условия уменьшения толщины льда на акватории озера. Кроме того, по результатам расчетов сумм отрицательных температур отмечается тенденция уменьшения по модулю. Минимальные суммы были зафиксированы в 1994-1995 и 2012-2013 годы (– 495 ℃ и – 350 ℃ на МС Балхаш и МС Сарышаган соответственно). Толщина льда на гидрологических постах Алгазы и Мынарал сокращается, и это сокращение составляет 6,4 см и 2,4 см соответственно. А на метеорологических станциях Балхаш и Сарышаган, наоборот, наблюдается увеличение толщины льда на 6,9 см и 8,8 см в последние двадцатилетие.

На пространственно-временное распределение гидрометеорологических параметров влияют не только климатические фактора, но и местные локальные особенности. Так, разные части озера влияют на толщину льда, как и реки, впадающие в озеро. В целом подобные изменения ледового покрова могут иметь влияние на инфраструктуру региона, его устойчивое развитие.

Литература

1. Турсунова А. А., Мырзахметов А. Б. Водные ресурсы Иле-Балкашского бассейна с учетом международных принципов совместного использования // Руснаука/ География/3. 2012 https://www.rusnauka.com/14_ENXXI_2012/Geographia/3_110293.doc.htm

2. Белдеубаев Е. Е., Сальников В. Г. О сроках установления и разрушения ледового покрова на озере Балкаш в современных климатических условиях // Гидрометеорология и экология. 2021. – Выпуск 1. – С. 6-16. https://doi.org/10.54668/2789-6323-2021-100-1-6-16

3. Шарипова О.А. Распределение тяжелых металлов в данных отложениях озера Балхаш в зависимости от природных и антропогенных факторов// Вестник Томского государственного университета. 2015. – С. 225-229. DOI 10.17223/15617793/390/37

4. Илякова Р. М., Долгих С. А., Петрова Е. Е. К вопросу о системе мониторинга режима осадков на территории Казахстана // Гидрометеорология и экология. 2023. – Выпуск 3. – С. 16-29. https://journal.kazhydromet.kz/index.php/kazgidro/article/view/950

5. Монкаева Г. Е. Влияние современного изменения климата на испарение с водной поверхности в Иле-Балкашском бассейне// География и водные ресурсы. 2024. – Выпуск 1. – С. 139-154 https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-3-139-154.32

6. Tilekova Z., Oshakbaev M., Khaustov A., 2016. Assessing the geoecological state of ecosystems in the Balkhash region. Geography and Natural Resources 37, 79-86. Https://doi.org/10.1134/S187537281601011X

7. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. СПб.: изд. РГГМУ. 2008. – 408 с.

8. Закс Л. Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.

9. Лобанов В.А., Наурозбаева Ж.К. Влияние изменения климата на ледовый режим Северного Каспия. Монография − СПб, РГГМУ, 2021. – 140 с.

10. Доронин Ю.П., Хейсин Д.Е. Морской лед. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. –318 с.

11. Морской лед. Под. ред. Фролова Е.И., Гаврило В.П. С-Петербург, Гидрометеоиздат. 1997. – 402 с

12. Белдеубаев Е.Е., Долгих С.А. О температурном режиме приземного воздуха в холодный период в Прибалкашье и его изменения в последние десятилетия // Гидрометеорология и экология. 2019. – Выпуск 4. – С. 171-183 https://journal.kazhydromet.kz/index.php/kazgidro/article/view/999

13. Белдеубаев Е.Е., Марченко С.М., Сальников В.Г., Полякова С.Е. Особенности ледообразования на озере Балкаш в экстремально холодные и экстремально теплые месяцы // Вестник КазНУ. Серия географическая, 2023. – В. 69(2). – С. 84-95. DOI: https://doi.org/10.26577/JGEM.2023.v69.i2.08

14. NASA Worldview https://worldview.earthdata.nasa.gov/?v=70.7638016924405,43.4933493600245 9,82.80151537390955,49.418161562622636&t=2002-12-15-T10%3A00%3A00Z

Эффективное использование водных ресурсов с учетом уровня и минерализации грунтовых вод

Пащыев Т.Д., Розыева З.

Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А.Ниязова

Известно, что поток влаги, двигающейся от уровня грунтовых вод вверх на испарение $W_г$, и влажность почвы в зоне аэрации при близком расположении грунтовых вод (до 3-3,5 м) существенно зависят от их глубины Н.

В качестве физической модели можно рассмотреть однородный почвогрунт с уровнем грунтовых вод Н и расчетным корнеобитаемым слоем почвы h, регулирование влажности зоны аэрации, в котором происходит так, как показано на рис. 1.

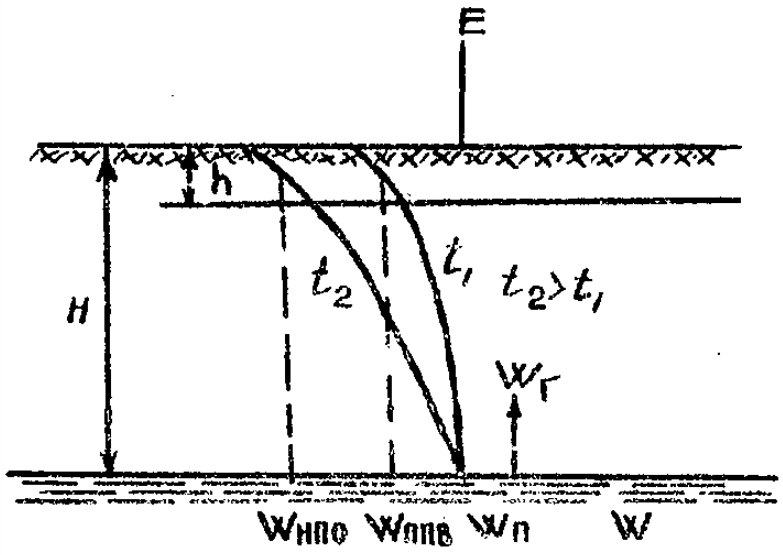


Рис. 1. Схема модели влагообмена зоны аэрации почвогрунтов с грунтовыми водами

При проведении полива нормой m влага распределяется по глубине почвогрунтов таким образом, что в расчетном корнеобитаемом слое почвы запас влаги достигает значения $W_{ППВ}$, а ниже этого слоя влажность по некоторому закону растет до полного насыщения $W_П$ на зеркале грунтовых вод.

После полива гравитационная составляющая потока, направленная вниз, будет максимальной, а капиллярная составляющая потока, направленная вверх – минимальной. В межполивной период влага расходуется на испарение с поверхности почвы и транспирацию сельскохозяйственными культурами (суммарное испарение) с интенсивностью Е за счет влаги, расположенной в верхних слоях почвы. В результате этого в верхних слоях почвы возникают достаточные градиенты влажности. С увеличением градиента влажности возрастает поступление влаги из нижних слоев, и с грунтовых вод - в верхние.

При близком расположении грунтовых вод широко применяется подземное орошение (субирригация). Это – способ увлажнения корнеобитаемого слоя почвы за счет капиллярного подпитывания, путем подъема и поддержания необходимого уровня грунтовых вод.

Существует несколько способов искусственного подъема уровня грунтовых вод: шлюзование сбросных, дренажных и оросительных каналов; подача оросительной воды по сильнофильтрующим каналам, а также по проложенным на глубине 0,5-0,6 м трубчатым увлажнителям; регулированием естественного оттока грунтовых вод, подпитывание артезианскими водами путем прорезания водонепроницаемого слоя.

Подземное орошение применяют для влаголюбивых растений с глубокой корневой системой на землях с безуклонным рельефом, однородных незасоленных с хорошими капиллярными свойствами почвогрунтов, неглубоким залеганием пресных грунтовых вод. Использование хлопчатником и люцерной почвенно-грунтовых вод для водного и минерального питания, по данным академика В.А.Ковды [2], начинается при минерализации примерно 10-12 г/л и меньше. Грунтовые воды с минерализацией 5-6 г/л физиологически доступны для растений, но использование их для орошения вызывает некоторое сезонное засоление почв и снижение их плодородия. Грунтовые воды с минерализацией 2-3 г/л и меньше физиологически благоприятны для растений.

Пресные и слабоминерализованные грунтовые воды, залегающие на глубине 1-2 м, хорошо воспринимаются растениями [12]. С повышением уровня стояния пресных грунтовых вод к поверхности земли урожайность хлопчатника и люцерны увеличивается, а затраты оросительной воды снижаются. С апреля по октябрь из грунтовых вод хлопчатник использует при глубине их залегания 1м – 330-1000 мм; 2м – 160-444 мм; 3 м – 50-200 мм. Использование грунтовых вод люцерной при их глубине 1-3 м по сравнению с полем хлопчатника больше в 2 раза.

Пользуясь лизиметрическими данными, для подсчета общего запаса влаги в верхнем метровом слое почвы за вегетационный период (от влия-

ния грунтовых вод) нами получена зависимость [3]:

$$W = \frac{350}{H^{2}/_{3}}, mm \ (1)$$

где W – общий запас влаги в 0-100 см слое, мм;

H – глубина залегания грунтовых вод (1-3 м), м.

Для определения доступного запаса влаги ($W_{дос}$) из грунтовых вод нами дается следующая зависимость [3]:

$$W_{дос} = \frac{B}{H^{n}}, м^{3}/га \ (2)$$

где B и n – коэффициенты, зависящие от мехсостава, предполивной влажности и расчетного слоя почвы.

Приближенные величины B и n для расчетных слоев почв 0-60, 0-80, 0-100 см, по данным Х.А.Аманова, приведены в таблице 1. Значения B и n рекомендуются для условий совершенной агротехники сельскохозяйственных культур на незасоленных тяжелых почвах.

Таблица 1

Значения коэффициентов B и n

Предполивная влажность почвы, %	**Расчетный слой почвы, см**	**B**	**n**
65	0-60	40	2,10
	0-80	70	1,50
	0-100	110	1,50
75	0-60	35	2,77
	0-80	65	1,83
	0-100	90	1,73

Для подземного орошения используют специальные шлюзовые устройства на дренажных системах, которые имеют возможность обеспечить свободное регулирование глубины залегания опресненных грунтовых вод с целью обеспечения водой корневых систем растений. Дренажные системы после рассоления почв и опреснения грунтовых вод должны выполнять двухстороннее регулирование водно-солевого режима орошаемых почв. Такое орошение издавна применялось в Средней Азии. В Ферганской долине в зоне вклинивания грунтовых вод участки площадью 1-1,5 га огораживают по периметру каналами глубиной до 1 м, в которые подается вода для подъема уровня грунтовых вод. В совхозе «Пахта-Арал» в Голодной степи в результате промывных поливов большими нормами над минерализованными грунтовыми водами создалась и поддерживается подушка пресных, близко расположенных к поверхности земли грунтовых вод (1,2-2,5 м). При 3-5 вегетационных поливах дождеванием и небольшими нормами 400- 500 $м^3$/га получают 30 ц/га хлопка-сырца.

По данным мелиоративного кадастра, имеются следующие площади с глубиной залегания грунтовых вод: менее 1 м – 48,7; 1-1,5 **м –** 127,1; и 1,5-2 **м –** 444 тыс. га. Общая площадь с уровнем грунтовых вод до 2 м – 615,9 тыс. га, или 46 % орошаемой земли. Площади земли с минерализацией грунтовых вод до 1 г/л составляют 146,4 (11 %), 1-3 г/л – 665,8 (50 %). тыс. га (табл.2).

Таблица 2

Площади орошаемых земель по глубине залегания и минерализации грунтовых вод, тыс. га

Велаят	Глубина грунтовых вод, м			Минерализация грунтовых вод, г/л	
	< 1,0	1-1,5	1,5-2,0	<1	1-3
Районы государственного подчинения	2,5	11,6	54,3	34,4	103,4
Марыйский	36,4	32,1	83,6	32,4	137,7
Чарджоуский	3,4	43,0	126,8	41,1	181,1
Ташаузский	6,4	40,4	175,4	38,5	243,6
Итого	48,7	127,1	440,1	146,4	665,8

Внедрение двухстороннего регулирования водного режима в стране позволит комплексно использовать грунтовые и поливные воды для орошения. Водный режим зоны аэрации предлагается регулировать за счет капиллярного подпитывания из грунтовых вод при поддержании их на оптимальной глубине, а тепловой режим почвы и микроклимат приземного слоя воздуха – за счет проведения поливов с небольшими нормами. При работе систем двухстороннего регулирования капиллярное подпитывание грунтовыми водами поддерживает влажность в зоне аэрации в пределах 75-80% ППВ, что обеспечивает сельскохозяйственные культуры бесперебойным снабжением влагой. Потребность растений в воде обеспечивается за счет капиллярного подпитывания грунтовыми водами до 65%, а 35% - за счет поливов.

Исследование накопления ионов хлора в зоне аэрации и в верхнем 1-м слое при уровне грунтовых вод 1-3 м и их минерализации 1-10 г/л в Хорезмском оазисе, проведенное Ф.М.Рахимбаевым [5], показало, что накопление хлор-иона в течение одного вегетационного периода может превысить 0,015 % даже при минерализации грунтовых вод 1-3 г/л, если грунтовые воды находятся на глубине 1-1,5 м. А при минерализации грунтовых вод 10 г/л количество хлор-иона достигает того же значения при их глубине 2,8 м. Критическая глубина засоленных грунтовых вод ($H_{КР}$), по Ф.М.Рахимбаеву [5], для условий Южного Хорезма в зависимости от содержания хлор-иона в слое 0-100 см и минерализации грунтовых вод составляет 1,0-2,8 м от поверхности земли (табл.3).

Таблица 3

Критическая глубина залегания грунтовых вод

Минерализация грунтовых вод, г/л		**Средневегетационная критическая глубина грунтовых вод (м) при исходном содержании хлора (%) в слое почвы 0-100 см**		
общая	**по *Cl***	**0,005**	**0,01**	**0,015**
1-3	0,16-0,49	1,0	1,0-1,1	1,0-1,5
3-5	0,49-0,82	1,0-1,2	1,1-1,8	1,9-2,5
5-8	0,82-1,31	1,2-1,8	1,8-2,2	2,5-2,7
8-10	1,31-1,64	1,8-2,0	2,2-2,5	2,7-2,9

Оптимальную глубину грунтовых вод $h_Г$, в зависимости от их глубины и минерализации рекомендуется принимать $h_Г = (1,0 – 1,5) H_{КР}$.

Подземное орошение – совершенный водосберегающий способ полива, требующий для конкретных почвенно-мелиоративных условий изучение режима и минерализации грунтовых вод; водно-солевого баланса зоны аэрации и путей его оптимизации; эффективности предполагаемых мероприятий, направленных на увеличение урожаев сельскохозяйственных культур; влияния двухстороннего регулирования водного режима почв на комплекс факторов жизни растений и урожайность сельскохозяйственных культур; режима работы дренажа с целью отработки технологии регулирования уровня грунтовых вод для поддержания его заданной глубины; оптимальных конструктивных параметров осушительно-увлажнительных систем двухстороннего действия; площадей, на которых возможно применение осушительно-увлажнительных систем для орошения; составления технико-экономических обоснований рекомендуемых мероприятий.

Допустимые величины минерализации грунтовых и поверхностных вод зависят от водопроницаемости почвогрунтов, их дренированности, а также солеустойчивости сельскохозяйственных культур. Допустимые минерализации грунтовых и поверхностных вод на дренированных (20-25% отвода воды дренажем от водоподачи на орошение), при среднесуглинистом мехсоставе до 3 г/л, легкосуглинистых и песчаных грунтах (25-30% отвода воды) – 3-4 г/л.

Отвод воды дренажем (от водоподачи) составляет в Чарджоуском велаяте 40-50% (больше нормы, почти половина оросительной воды сбрасывается в дренажную сеть); в Ташаузском велаяте 20-25 (меньше нормы); в Марыйском велаяте 15-20 (недостаточно); в районах государственного подчинения – 10-13% (крайне недостаточно). Грунтовые воды, содержащие менее 3-2 г/л легкорастворимых сульфатно-хлоридных солей и имеющие отток 15% водозабора, практически не вызывают при орошении вторичного засоления. При опреснении грунтовых вод и хорошем их оттоке на орошаемых полях образуются плодородные культурные луговые гидроморфные почвы.

При минерализации грунтовых вод выше 4 г/л и поверхностных 2-3 г/л использование грунтовых вод с двухсторонним регулированием не рекомендуется. Токсичность действия солей на растения зависит от фазы их развития. Хлопчатник наиболее чувствителен к солям до фазы цветения. В этот период он задерживает только слабое засоление.

Оросительную норму (М) сельскохозяйственных культур рассчитывают по формуле А.Н.Костякова [6];

$$M = E - 10\,mP\,(W_H - W_K) - W_Г \quad (3)$$

где E – суммарное испарение, м^3/га;

P – осадки за вегетационный период, мм;

m – коэффициент использования осадков (0,1-0,2);

WH, WK – запасы влаги в почве, соответственно в начале и конце вегетационного периода;

На всех землях, подверженных засолению, необходимо применять промывной режим орошения, то есть увеличить оросительные нормы в среднем на 15-25% по сравнению с незасоленными почвами. Оросительная норма нетто с учетом промывного режима будет равна: Мп = М + ΔМ; объем воды ΔМ, необходимый для поддержания промывного режима, определяется в зависимости от водно-физических свойств почвогрунтов, минерализации грунтовой и поливной воды, глубины залегания грунтовых вод, допустимого содержания солей в корнеобитаемом слое и др. Для предварительного расчета может быть принята зависимость

$$\Delta M = (0{,}15\text{-}0{,}25)\ M.$$

При неглубоком залегании пресных грунтовых вод поливную норму (m, м^3/га) сельскохозяйственных культур можно определить по формуле:

$$m = 100\alpha h\,(\beta_{ППВ} - \beta_{min})\,К_П\,, \quad (4)$$

где α – объемная масса почвы, г/см^3;

h – глубина увлажнения почвы, м;

$\beta_{ППВ}$ и β_{min} – предельная полевая влагоемкость и допустимая предполивная влажность почвы, %;

$К_п$ – коэффициент подпитывания почвы грунтовыми водами по данным Х.А.Аманова представлен в таблице 6.

Таблица 6

Коэффициент подпитывания почвы грунтовыми водами $К_п$ для уровня грунтовых вод 1-3 м

Слой почвы	Хлопчатник			Люцерна			Кукуруза и овощные культуры		
	1 м	2 м	3 м	1 м	2 м	3 м	1 м	2 м	3 м
0-50	0,84	0,96	1,0	0,70	0,80	0,90	0,75	0,96	1,0
0-70	0,60	0,82	0,92	0,50	0,70	0,85	0,55	0,87	1,0
0-100	0,30	0,55	0,86	0,30	0,58	0,75	0,40	0,78	1,0

Оптимальная предполивная влажность незасоленной почвы составляет для хлопчатника 70% ППВ до созревания и 60-65% в период созревания; для люцерны, кукурузы и овощных культур – 70-75% ППВ. На засоленных почвах предполивная влажность повышается и составляет для хлопчатника и кукурузы 75%, для люцерны и овощных культур – 75-80% ППВ. Расчетный слой почвы в среднем составляет 0,7 м до цветения и 1,0 – в период плодообразования хлопчатника. Эти показатели применимы и для кукурузы. Поливные нормы люцерны следует рассчитывать по дефициту влаги в слое 1,0 м почвы. Глубину увлажнения 0,7-0,8 м можно принимать для овощных культур.

Примечание: $Е_х$, $Е_л$, $Е_к$, $Е_о$, $W_г^х$, $W_г^л$, $W_г^к$, $W_г^о$ – суммарное испарение и подпитывание грунтовых вод, соответственно с хлопкового, люцернового, кукурузного и овощного полей за период вегетации, $м^3$/га; Σt – сумма среднесуточных температур воздуха за период вегетации (для хлопчатника, люцерны и долгосрочных овощных с апреля по октябрь, для кукурузы – с апреля по сентябрь); Н – глубина грунтовых вод (1-3 м), м.

Литература

1. Циприс Д.Б. Режим регулирования влажности почвы с учетом уровня грунтовых вод. Двухстороннее регулирование водного режима почв. Л., 1978

2. Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых земель, М., 1984

3. Аманов Х.А. Оросительные и дренажные системы нового типа. Ашхабад, 1989

4. Аманов Х.А. Методические указания по курсовому проекту орошения земель. Ч.1. Режим орошения сельскохозяйственных культур. Ашхабад, 1989

5. Рахимбаев Ф.М. Влияние мелиоративных мероприятий на гидрогеологические условия дельтовых орошаемых земель и пути их регулирования: Дис. докт. техн. наук. Ташкент, 1989

6. Костяков А.Н. Основы мелиорации. М., 1960

7. Конторович И.И. Мелиоративное состояние орошаемых земель в волгоградской области. Материалы Международной научно-практической конференции. Волгоградб 2020. С. 86-93

8. Горохова И.Н., Панкова Е.И., Харланов В.А. Изменение мелиоративного состояния орошаемых почв Волгоградской области в XXI веке // Почвоведение. 2019. № 5. С. 595-612

9. Бочарникова О.В. Мелиоративное обоснование комплекса технологий и технических средств орошения сладкого перца. Дис. докт. техн. наук. Волгоград, 2020. С. 68-71

10. Чембарисов Э.И., Ходжамуратова Р.Т., Шодиев С.Р. Характеристика грунтовых вод обсохшей части Аральского моря. Вестник мелиоративной науки Коломна 2019 Выпуск 3. С. 65-72

11. Жусупова Л.К. Разработка технологии освоения засоленных земель, вышедших из сельскохозяйственного оборота (на примере Кызылординской области). Дис. докт. PhD. Кызылорда, 2021. С. 75-79

12. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Кирейчева Л.В., Жусупова Л.К. Алгоритмизация технологического процесса освоения засоленных земель для возделывания сельскохозяйственных культур // Международный технико-экономический журнал, 2017.-№5.- С. 83-90

Трансграничное сотрудничество и системная взаимосвязь воды, продовольствия, энергетики и окружающей среды

МФСА – как единая региональная платформа сотрудничества по водно-экологическим вопросам в бассейне Аральского моря

Жураев И.

Центр реформ в водном хозяйстве
Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан

Международный Фонд спасения Арала (МФСА), созданный 4 января 1993 года в г.Ташкент по инициативе Глав государств Центральной Азии (Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Республика Таджикистан, Туркменистан и Республика Узбекистан), с момента своего основания служит основной платформой для реализации государствами-учредителями Фонда согласованной региональной политики, направленной на экологическое оздоровление бассейна Аральского моря и совместного использования водных ресурсов региона с учетом интересов всех государств [1, 2].

На встрече Глав государств Центральной Азии 26 марта 1993 года в г.Кызылорда (Казахстан) 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 МФСА.

13 июля 1993 года на первом заседании Правления МФСА в г.Ташкент (Республика Узбекистан) была принята «Концепция Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана по решению проблем Арала и Приаралья с учетом социально-экономического развития региона (основные положения)», которая является основополагающим документом для деятельности МФСА.

Основными направлениями деятельности МФСА являются финанси-

рование и кредитование совместных межгосударственных экологических и научно-практических программ и проектов, направленных на спасение Аральского моря и оздоровление экологической обстановки в районах, подвергшихся влиянию Аральской катастрофы, а также решение общих социально-экологических проблем региона, создание и обеспечение функционирования межгосударственной экологической системы мониторинга, мобилизация средств на проведение совместных мероприятий по охране водных и земельных ресурсов, растительного и животного мира, участие в реализации международных программ и проектов по спасению Арала и экологическому оздоровлению Аральского бассейна [3].

В условиях нарастания обеспокоенности, связанных с прогнозами изменения климата, ускоренного таяния ледников и роста потребления водных ресурсов в странах Центральной Азии, МФСА является единственной региональной организацией, которая прошла серьёзное испытание на прочность и сегодня является действенным механизмом, а также единой региональной платформой сотрудничества по водно-экологическим вопросам в бассейне Аральского моря.

За годы своего существования Фонд внес определенный вклад в установление качественно новых межгосударственных отношений в регионе, развитие и укрепление регионального сотрудничества, а также бесконфликтное разрешение сложных водохозяйственных проблем.

МФСА и его институты принимали меры, чтобы вопросы водораспределения, экологической безопасности, социально-экономического развития решались на паритетной основе с учетом интересов всех стран. За период более чем 30 лет была обеспечена региональная площадка для диалога и сотрудничества в решении региональных проблем, связанных с водой и окружающей средой.

Управление Фондом осуществляется Правлением, в состав которого входят заместители Премьер-министров государств-учредителей. Правление Фонда проводит свои заседания не реже двух раз в год, государства-учредители могут вносить предложения о проведении дополнительных заседаний Правления.

В структуру МФСА также входят: Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия (МКВК) с подразделениями (Секретариат, Научно-информационный центр, БВО «Амударья» и БВО «Сырдарья»); Межгосударственная комиссия по устойчивому развитию (МКУР) с подразделениями (Секретариат, Научно-информационный центр – г.Ашгабад) [4].

Главы государств Центральной Азии проявили высокую политическую волю и государственную мудрость в жизненно важных для региона

водных отношениях, поставив их на высокий международный уровень, сохранив вековые традиции дружбы, взаимопонимания, партнерства, направив этот потенциал на созидание и процветание стран Центральной Азии.

Многолетний опыт доказал необходимость и важность наличия МФСА в Центральноазиатском регионе, усилиями которого поддерживается диалог, взаимопонимание, решаются практические задачи водохозяйственного, гидроэнергетического, экологического, социально-экономического характера, развивается партнерство государств, взаимодействие их с различными международными организациями. Необходимо также отметить, что в мире бассейновой структуры, подобной МФСА, где самым высшим уровнем управления является Совет Глав государств, не имеется. Главами государств Центральной Азии очень многое делается для поддержки и укрепления всех структур МФСА.

С момента создания МФСА прошло более 30 лет, и за это время в бассейне Аральского моря возник ряд региональных проблем, связанных с совместным управлением водными и энергетическими ресурсами, а также обеспечением устойчивого развития региона. Усыхание Аральского моря, наряду с современными вызовами, такими как изменение климата, увеличение дефицита водных ресурсов и рост потребления воды, приобрело ещё более серьёзный характер.

Обеспечение в рамках МФСА эффективного регионального сотрудничества обуславливает приведение в соответствие с быстроменяющимися реалиями времени организационной структуры и договорно-правовой базы Фонда с учётом новых инициатив и подходов государств-участников к основным вопросам водно-энергетической повестки дня региона.

Исходя из реалий, новых вызовов и требований экологического и социально-экономического характера, по решению стран-учредителей Фонда в повестку дня внесен вопрос о совершенствовании организационной структуры и договорно-правовой базы МФСА.

Для реализации этой инициативы решением Правления МФСА от 30 января 2018 года была создана Региональная рабочая группа (РРГ) по совершенствованию организационной структуры и договорно-правовой базы МФСА из числа представителей соответствующих министерств, ведомств государств-учредителей и структурных подразделений Фонда.

На 13-ом Саммите МФСА в августе 2018 года в г.Туркменбаши (Туркменистан) Президенты стран-учредителей Фонда приняли решение о запуске данного процесса.

В 2019 году были проведены три встречи РРГ, на которых обсуждались официально направленные предложения стран по совершенствованию организационной структуры и договорно-правовой базы МФСА. В

целом, до настоящего времени проведено 12 заседаний РРГ. В РРГ также были привлечены эксперты и международные консультанты Региональной программы GIZ «Трансграничное управление водными ресурсами Центральной Азии» и проекта ЕС «Нексус диалог в Центральной Азии».

В настоящее время имеется хорошая практика между странами региона по водно-энергетическому направлению, в данном контексте, важным импульсом в вопросе согласованного использования водно-энергетических ресурсов региона стали договоренности Кыргызстана с Казахстаном и Узбекистаном.

В частности, в ходе государственных визитов Президента Кыргызской Республики С.Жапарова в Республику Казахстан (2-3 марта 2021 г.) и Республику Узбекистан (11-12 марта 2021 г.) были достигнуты договорённости о взаимных поставках электроэнергии, учитывающие потребности Кыргызстана в электроэнергии и заинтересованность Узбекистана и Казахстана в попусках воды в оросительный период с Токтогульского водохранилища.

Также, между Узбекистаном и Кыргызстаном достигнута договоренность о дальнейшем развитии двустороннего сотрудничества, в том числе, по совместной реализации инвестиционного проекта «Камбаратинская ГЭС-1».

В целях улучшения в период вегетации водообеспеченности орошаемых земель, расположенных в среднем и нижнем течении р.Сырдарья, подписывается протокол между Казахстаном, Таджикистаном и Узбекистаном по режиму работы водохранилища «Бахри Точик».

В целом, установившиеся в последние годы между лидерами государств Центральной Азии здоровый политический климат и дружественная атмосфера взаимного доверия благоприятствует всестороннему развитию многопланового и взаимовыгодного сотрудничества государств региона и создаёт беспрецедентные условия для практической реализации мер, обозначенных представителями государств-учредителей МФСА предложений по его совершенствованию, с учётом энергетических и ирригационных аспектов сотрудничества стран региона в вопросах использования трансграничных водных ресурсов.

С момента образования МФСА его филиалами на местах последовательно ведутся работы по четырём ключевым направлениям – водные ресурсы, энергетика, окружающая среда и социально-экономическое развитие. Реализованы проекты в рамках 3-х программ действий по оказанию помощи странам бассейна Аральского моря (ПБАМ). В настоящее время продолжается их реализация в рамках ПБАМ-4.

На фоне всё более обостряющихся негативных последствий измене-

ния климата, роль МФСА ещё больше усиливается. На Фонд возлагаются большие надежды по решению одной из ключевых задач региона – рациональному использованию водных ресурсов, которые являются гарантом продовольственной безопасности и жизнедеятельности человека в целом.

МФСА сегодня может служить для стран региона Центральной Азии единой площадкой, где совместными усилиями можно выработать новые механизмы по распределению трансграничных водных ресурсов, усилить меры по внедрению современных водосберегающих технологий, установке систем учёта и мониторинга воды, а также поиску путей по её эффективному использованию.

Несмотря на то, что Кыргызстан «заморозил» своё участие в деятельности МФСА в 2016 году, в настоящее время налажен конструктивный диалог с представителями этой страны. Бишкек также принимает участие в работе Рабочей группы в качестве наблюдателя, вступая в дискуссии по всем вопросам повестки дня.

Следует отметить, что существенным фактором активизации взаимодействия в рамках МФСА, стал запуск нового формата многостороннего диалога – Консультативных встреч глав государств Центральной Азии.

Символично также, что очередная юбилейная пятая Консультативная встреча Глав государств Центральной Азии, которая состоялась 14 сентября 2023 года в г.Душанбе, была совмещена с саммитом МФСА, что еще раз демонстрирует, какое большое внимание лидеры стран региона уделяют экологическим проблемам, в частности преодолению последствий Аральского кризиса.

В ходе своего выступления Президент Республики Узбекистан Ш.М.Мирзиёев на заседании Совета глав государств-учредителей МФСА (15 сентября 2023 года, г.Душанбе) отметил, что Международный фонд спасения Арала – это прежде всего уникальный опыт многостороннего сотрудничества стран Центральной Азии в решении одной из острейших проблем глобального масштаба. Лидер Узбекистана, отметив важность задач правового и институционального обеспечения эффективности многостороннего партнёрства, также обозначил ряд практических предложений по дальнейшему взаимодействию в водно-экологической сфере [5].

В своем выступлении Глава Узбекистана выразил убежденность, что реализация выдвинутых инициатив и принимаемых на заседании документов повысит эффективность и расширит взаимовыгодное сотрудничество в рамках МФСА на благо наших народов и процветания всего региона Центральной Азии.

Итоги саммита МФСА позволили выстроить абсолютно новую линию взаимоотношений между странами-учредителями и заложили креп-

кую основу для усовершенствования деятельности Фонда.

Большую роль в деятельности МФСА, безусловно, играют международные партнёры, которые оказывают всяческую поддержку, а также активно участвуют в процессе его совершенствования. Среди них можно выделить такие авторитетные организации как Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН), Германское общество по международному сотрудничеству (GIZ).

МФСА с 2008 года является наблюдателем в ООН. Благодаря усилиям всех стран-учредителей, в 2018 году была принята резолюция Генеральной Ассамблеи ООН «Сотрудничество между Организацией Объединённых Наций и Международным фондом спасения Арала», а в 2021 году единогласно одобрена резолюция, объявляющая регион Приаралья «зоной экологических инноваций и технологий». В мае 2023 года принята резолюция Экономической и социальной комиссии для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО) «Рассмотрение условий для создания специальной программы ООН для бассейна Аральского моря».

Эти документы придали существенный импульс дальнейшему развитию и повышению эффективности Организации. Все страны-учредители сегодня с большим оптимизмом смотрят на новые перспективы МФСА, который в результате процесса совершенствования, усилит свои позиции по всем направлениям и будет служить экологической устойчивости Центральной Азии и благополучию всех народов региона.

В целом, Международный фонд спасения Арала остается уникальной региональной платформой для диалога практически на всех уровнях – от глав государств и правительств до отраслевых экспертов, в рамках которой обсуждаются вопросы не только решения Аральского кризиса, но и в целом повышения эффективности управления водными ресурсами и охраны окружающей среды.

Литература

1. http://www.icwc-aral.uz/ifas_ru.htm

2. https://www.osce.org/files/f/documents/9/3/75577.pdf

3. https://aral.uz/p_ifas.php

4. https://www.osce.org/files/f/documents/9/3/75577.pdf

5. https://aral.uz/wp/2023/09/15/30_ifas/

Актуальные проблемы перехода к «зелёной» экономике

Джаборова М.Д.

Таджикский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации

Введение

Одним из ключевых направлений современного общества, стала экологическая тематика, создавшая дискуссии вокруг мероприятий, направленных на решения «зеленого» экономического роста.

Основным направлением перехода на «зелёную» экономику считается охрана окружающей среды, улучшение экологии и разумное использование природных ресурсов. Устойчивый экономический рост, который наблюдается за последние десятилетия, повлиял на стремительный рост мирового ВВП. Повышение уровня жизни сопровождается созданием множества благ, однако такое стремительное развитие общества было достигнуто за счет существенного истощения природных ресурсов, что спровоцировало ускорение антропогенных процессов. В связи с этим, следует отметить, что для достижения устойчивого экономического роста необходим плавный переход к «зелёной» экономике, который способствует формированию «зелёного» общества (рис. 1).

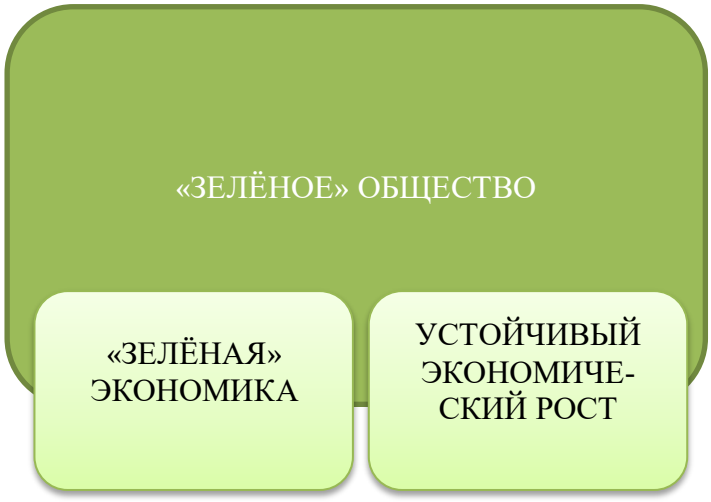


Рис. Компоненты зелёного общества

Взгляд на проблему

Современный мир сопровождается мощным подъемом развития промышленного производства, что стало отправной точкой экономического роста и, как известно, основой любой экономики, в том числе и рыночной, составляет производство. Промышленное производство имеет двоякое влияние на общество. С одной стороны, решаются все макроэкономические проблемы, такие как экономический рост, снижается уровень безработицы и инфляции, повышаются доходы населения, балансируется состояние госбюджета и торгового баланса. Но с другой стороны, в процессе создания материальных и духовных благ происходят растраты сырьевых и энергетических ресурсов, демографический рост повышает «давление» на природу, повреждаются естественные природные процессы и т.д.

Невзирая на то, что главной задачей любого бизнеса является извлечение прибыли, нужно учитывать и обратную сторону влияния промышленного производства на окружающую среду. Активный научно-технический прогресс в мировом сообществе привел к динамичному экономическому росту, а конкуренция породила высокоразвитое индустриальное общество, что повысило уровень вмешательства человека в природную среду. Наравне с развитием промышленности, сельского хозяйства и демографического роста, происходит процесс травматизации окружающей среды. Помимо того, что идёт естественный процесс планетарного климатического изменения, так ещё и масштабное вмешательство общества на биосферу Земли, которое сопровождается антропогенным воздействием, ускоряет процесс экологической катастрофы. Далее рассмотрим наиболее существенные процессы, влияющие на экологическую ситуацию планеты:

1. Химическое загрязнение окружающей среды (газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения).

2. Техногенное загрязнение.

По отчетам Комитета охраны окружающей среды Республики Таджикистан к основным источникам загрязнения относятся $PM_{2.5}$, который попадает в атмосферу в результате деятельности ТЭЦ, транспортной коммуникации, производства цемента, использования химикатов в сельском хозяйстве и т.д. Львиная доля всех выбросов в атмосферу в Республике Таджикистан приходится на автотранспорт – 80%. [6]

Природа не в состоянии полнообъёмно удовлетворить все быстрорастущие потребности общества. В случае чрезмерного использования

природных ресурсов сократится темп экологического самовосстановления; это приведет к вынужденным издержкам на обеспечение и восстановление окружающей среды. В этой связи, возникает необходимость поддержания экологического равновесия, которое сопровождается прямыми и косвенными затратами на охрану окружающей среды. Первоначально возникает необходимость в пересмотре порядка расчета, разработки и утверждения на законодательном уровне нового порядка базовых ставок и индексации платы за загрязнение окружающей среды.

Мировой опыт показывает, что экономика является зависимым компонентом экологии, и даже является её частью. Несогласованность между ними, влечёт серьёзные экологические катастрофы, которые на данный момент наблюдаются в мировом пространстве. В связи с этим, необходимо соблюдать ряд принципов «зеленой» экономики. В теории «зеленой» экономики рассматриваются следующие принципы:

Принципы «зелёной» экономики	**Характеристика принципов «зеленой» экономики**
Принцип справедливости	«Зеленая» экономика обеспечивает равенство между странами, равенство населения внутри стран с учетом уважения прав и разнообразных культур, воспроизводится гендерное равенство, уважаются права коренных народов на земли, территории и имеющиеся ресурсы.
Принцип уважения достоинства	«Зеленая» экономика создает процветание и благополучие для всех путем ликвидации бедности, формирования традиционных и новых «зеленых» рабочих мест в организациях; внедрение «зеленой» экономики предполагает помощь в наращивании потенциала и приобретении новых навыков, что приводит к повышению показателей развития человеческого потенциала в организациях.
Принцип экологичности	Реализация концепции «зеленой» экономики позволит улучшить окружающую среду, так как она учитывает пределы нагрузки на планету, подразумевает целостность Земли и реализует принцип предосторожности.
Принцип устойчивости развития	Реализация «зеленой» экономики создает социоэколого-экономическую устойчивость и разрабатывает сбалансированную политику, направленную на достижение лучших результатов в каждой из этих трех областей. На основе использования системного подхода предполагается развитие системы социальной защиты и охраны окружающей среды с опорой на культурные и этические ценности населения.

Принципы «зелёной» экономики	Характеристика принципов «зеленой» экономики
Принцип эффективности путем обеспечения устойчивого производства и потребления	Реализация этого принципа предполагает устойчивый образ жизни населения путем внедрения социо-эколого-экономических инноваций. Цены на товары и услуги должны отражать реальные затраты на производство и реализацию, включая социальные и экологические издержки, что позволит реализовать принцип, что производитель-загрязнитель должен заплатить. Предполагается направления приоритета возобновляемым источникам энергии и возобновляемым ресурсам,управление жизненным циклом продукта, реализация экономики без вредных выбросов и отходов.

Источник: Зомонова Э.М. Понятие и принципы «зеленой» экономики. АНИ: экономика и управление. 2016. Т. 5. № 1(14) с.13-17 [2]

На основе рассмотренных теоретических принципов, страны с экологической нагрузкой обязаны на практике разрабатывать программы и поэтапно их реализовывать. Следует отметить, что климатические условия, законодательство, менталитет в каждой стране индивидуальны, и в настоящий момент не существует единого подхода к принципам «зелёной» экономики.

Несмотря на то, что в мировом сообществе на внимание на экологические проблемы были заострены еще в середине XX века, в Республике Таджикистан на данную проблематику обратили внимание всего лишь два десятилетия назад – основой послужило активное высыхание Аральского моря. В связи с этим, «зелёные ростки» в отечественной «зелёной» экономике находятся на стадии роста. Каждая страна имеет свои специфические отрицательные факторы влияния на окружающую среду, формирующие определенные законодательные акты. Соответственно, реализация «зелёной» экономики должна осуществляться на уровне государства с установлением соответствующих нормативных актов.

В настоящее время при пристальном внимании Президента Республики Таджикистан Эмомали Рахмона были разработан ряд законодательных актов, постановлений и концепций направленных на защиту окружающей среды, решение экологических проблем и развитие “зелёной” экономики.

Обозначение нормативного документа	Наименование нормативного документа
2010 г., № 673	Закон Республики Таджикистан «Об экологическом образовании населения».
1996 г., № 229	Закон Республики Таджикистан «Об охране атмосферного воздуха».
2012 г., № 818	Закон Республики Таджикистан «Об экологической экспертизе».
ППРТ от 27.11.2014 г.№1160, от 18.07.2017г. №1449, от 08.06.2022 №1879, от 08.06.2022 №1880	Закон Республики Таджикистан «Об охране окружающей среды».
ППРТ 2015 г., №178	Государственная комплексная программа развития экологического воспитания и образования населения РТ на период до 2020 года.
2015 г., №1214	Закон Республики Таджикистан «Об обеспечении экологической безопасности автомобильного транспорта».
ППРТ №123, 2009 г.	Государственная экологическая программа на 2009-2019 гг.
ППРТ, 2010 г. №190, №104; 2018 г., №1483	Закон Республики Таджикистан «О питьевой воде и питьевом водоснабжении».
Приложение 1 к постановлению Правительства Республики Таджикистан от 3 апреля 2021 года, №116	Государственная комплексная программа развития экологического воспитания и просвещения населения Республики Таджикистан на 2021-2025 годы.
2022 г., № 482	Стратегия развития «зелёной» экономики в Республике Таджикистан на 2023-2037 гг.
2024 г., № 2026	Закон Республики Таджикистан «О защите ледников».
ППРТ 2022 г. № 149	Программа развития лесного сектора на 2022-2026 годы.

Источник: htpp://www.adliy.tj (дата обращения 30.05.2024 г.) [6]

На основе вышеизложенного, следует отметить, что Республика Таджикистан одна из ведущих стран, которая является инициатором проведения ряда мероприятий в мировом сообществе по решению глобальных экологических и водных проблем. Фактически инициативы Президента Республики Таджикистан в решении водных вопросов считаются важными и своевременными, поскольку по статистическим данным региональных и международных организаций, более 750 миллионов человек не имеют доступа к безопасной питьевой воде. Учитывая постепенный рост населения, ожидается, что к 2030 году почти 40% населения не будет иметь доступа к безопасной питьевой воде. Мир столкнется с проблемой нехватки воды.

Пути решения проблем

Государственная политика Республики Таджикистан в области охраны окружающей среды направлена на комплексное решение проблем, отражающихся в Программах, концепциях, стратегиях, прогнозах и планах действий. Но для полноценного решения проблем ограничиваться только законодательными мерами недостаточно.

По нашему мнению, во-первых, нужно повышать экологическую культуру населения, с помощью институционального подхода в координации со всеми медиа-сообществами.

Во-вторых, для более эффективного способа борьбы с выбросами, отходами и загрязнениями предприятий, могли бы стать налоговые упразднения для замены устаревшего оборудования на передовое, или внедрение альтернативных менее токсичных материалов в производственный процесс, с учетом поощрений.

В-третьих, создать благоприятную предпринимательскую среду в виде внедрения экономических стимулов и финансовых поощрений.

В-четвертых, рассматривать процесс перехода к «зелёной» экономике на уровне образования и науки.

Далее, для перехода на «зелёное» пространство, применение разовых мер недостаточно. Опыт мировой практики показывает, что любой переход — это длительный процесс, включающий как постепенные, так и радикальные изменения, которые в итоге достигают значительной эффективности. Соответственно, обеспечение благоприятных условий для создания «зелёного» пространства осуществляется на основе всесторонних подходов, путём институционального вмешательства. Поддержка государства, безусловно, играет ключевую роль при переходе на «зелёную» экономику. Од-

нако, бремя реализации программ «зелёной» экономики в основном лежит на предприятиях и частном секторе.

На наш взгляд, в Республике Таджикистан целесообразно было бы использовать один из методов мировой практики – создание экологических фондов. Функционирование этого института должно заключаться в концентрации финансовых средств на реализацию инновационных и инвестиционных проектов. Поступление финансовых средств в экологические фонды может осуществляться за счет:

1) плата при пользование природными ресурсами;

2) плата за негативное воздействие на окружающую среду;

3) пользование объектами животного мира, объектами водных биологических ресурсов, денежные взыскания в виде штрафов, санкций, возмещения ущерба (за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды и др.);

4) добровольных отчислений физических и юридических лиц (как отечественных, так и зарубежных).

Соответственно, деятельность таких фондов направлена на финансовое обеспечение поддержки мероприятий по переходу к «зеленой» экономике, реализацию экологических проектов и внедрение системы квотирования для ограничения загрязнения.

Другой из методов, использованных в мировой практике это «зелёные» государственные закупки. Данная методика направлена на преференции государственным компаниям, использующих ресурсосберегающее оборудование, офисную мебель из экологичных материалов, энергоэффективное управление и т.д. Например, переход на стандарт ISO:14001 (система экологического менеджмента).

Заключение и выводы

Осознание глобальности экологической проблемы и необходимость перехода к «зелёной» экономике активно ведёт мировое сообщество к пересмотру нового институционального механизма на мировом уровне, что резюмируют результаты данного исследования. Для выполнения вышеперечисленных условий для каждого государства требуются большие усилия, в которых процесс должен быть направлен не только на экономический рост, но и на решение социальных проблем, в том числе и на улучшение общего благосостояния населения, с учётом всех параметров «зеленой» экономики.

Таким образом, промышленное производство и другие организации, загрязняющие окружающую среду должны опираться на чётко разработанные цели, задачи и инструменты «зелёной» экономики. Основательное изучение сущности зелёной экономики позволит компаниям эффективно достигать поставленные цели и менять свою производственную среду и приоритеты в пользу устойчивого экономического роста с минимальным воздействием на окружающую среду.

Литература

1. Аксенова О.В., Гузенкова. А.С. Экономические стимулы экологического управления в промышленности. Экономика в промышленности. 2013. № 2. Стр. 97-101

2. Зомонова Э. М. Понятие и принципы «зеленой» экономики. АНИ: экономика и управление. 2016. Т. 5. № 1(14) с.13-17

3. Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности – обобщающий доклад для представителей властных структур // ЮНЕП. 2011: [сайт]. – URL: http://www.unep.org/greeneconomy/ (дата обращения: 09.04.2022)

4. Таджикистан находится на 4 месте в мире по загрязненности воздуха / https://www.asiaplustj.info/ru/news/tajikistan/20230328/tadzhikistan-nahoditsya-na-4-meste-v-mire-po-zagryaznennosti-vozduha

5. https://www.vsemirnyjbank.org/ru/results/2023/08/01/carbon-pricing

6. htpp://www.adliy.tj [Электронный ресурс]. (дата обращения 30.05.2024 г.)

Взаимосвязь воды, продовольствия, энергетики и окружающей среды

Музафарова Н.

Казахстанско-Немецкий Университет

В XXI веке в условиях быстрого роста населения, урбанизации и изменения климата, мировая потребность в природных ресурсах высока как никогда и управление жизненно важными ресурсами становится одной из самых актуальных задач наших дней. Критически важными и фундаментальными элементами глобальной системы для человечества являются вода, продовольствие, энергетика и окружающая среда. Эти сектора тесно связаны между собой, где действия в одном секторе могут значительно влиять на другие и их истощение и нерациональное использование приводят к серьёзным экологическим, экономическим и социальным последствиям.

Концепция (WFE-E nexus) (взаимосвязь воды, продовольствия, энергетики и окружающей среды) позволяет более комплексно оценить влияние человеческой деятельности на природу и устойчивость экосистем, рассматривать эти ресурсы как связанные элементы единой системы.

Данная концепция помогает разрабатывать стратегии, которые одновременно улучшают управление ресурсами, повышают их эффективность, способствуют смягчению последствий изменения климата и обеспечение устойчивого развития.

Вода: ключевой элемент WFE-E nexus

Вода — это основной источник жизни на Земле, без которого невозможно существование большинства живых организмов. Вода удовлетворяет основные потребности человека, поддерживает здоровье, средства к существованию и экономическое развитие, обеспечивает продовольственную и энергетическую безопасность, а также защищает целостность окружающей среды. Вода играет центральную роль в системе взаимоотношений между продовольствием, энергетикой и окружающей средой. В рамках WFE-E nexus вода служит связующим звеном между этими секторами, и

любое воздействие на неё может значительно повлиять на остальные элементы системы.

Однако в XXI веке человечество сталкивается с рядом серьезных вызовов, связанных с управлением и сохранением водных ресурсов. Эти вызовы включают нехватку пресной воды, изменение климата, загрязнение водных источников, а также возрастающие потребности в воде для сельского хозяйства, промышленности и энергетики. Согласно Организации Объединенных Наций 70% ресурсов пресной воды используется в сельском хозяйстве, что свидетельствует о зависимости продовольственных систем от наличия воды. Также, согласно данным UNICEF 2,2 миллиарда человек по-прежнему не имеют доступа к безопасной питьевой воде. В энергетическом секторе вода также играет ключевую роль в производстве электроэнергии: она используется для охлаждения на тепловых и атомных электростанциях, а также для выработки энергии на гидроэлектростанциях. Дефицит воды может ограничить производство энергии, что, в свою очередь, скажется на экономике и жизни общества. Таким образом, нехватка воды или её загрязнение могут нарушить как продовольственную, так и энергетическую безопасность. Решение данных проблем возможно только через комплексный подход.

Продовольствие: взаимосвязь с водой и энергетикой

Продовольственная система тесно связана с водными и энергетическими ресурсами. Сельское хозяйство крайне зависимо от стабильного и доступного водоснабжения и значительного количества энергии для орошения, обработки почвы, производства удобрений хранения и транспортировки продуктов питания. Эффективное орошение позволяет поддерживать высокие уровни производства сельскохозяйственной продукции в регионах с нестабильными водными ресурсами или в засушливых климатических условиях. Традиционные методы орошения часто связаны с неэффективным использованием водных ресурсов. По данным Всемирной организации здравоохранения, на каждый килограмм производимого продовольствия требуется в среднем от 500 до 2000 литров воды. Такие методы, как поверхностное орошение, могут приводить к значительным потерям воды через испарение, утечку и инфильтрацию. Системы капельного орошения и современные технологии мониторинга, напротив, позволяют значительно снизить потери воды и повысить эффективность водопользования. Зависимость сельского хозяйства от водных ресурсов становится особенно очевидной в условиях климатических изменений. Увеличение засух и более непредсказуемые осадки делают доступность воды менее стабиль-

ной. В результате сельское хозяйство сталкивается с растущими вызовами, связанными с адаптацией к меняющимся водным условиям.

Традиционные методы сельского хозяйства, основанные на ручном труде, уступают место механизированным, что значительно увеличивает производительность, но и повышает потребление энергии. Сельское хозяйство зависит как от ископаемых источников энергии, так и от возобновляемых источников. Сейчас современные фермеры стараются минимизировать использование невозобновляемых источников энергии и используют солнечные панели и ветровые турбины для получения электроэнергии, что помогает снизить зависимость от традиционных источников и уменьшить углеродный след.

Вода и энергетика являются основополагающими факторами в производстве продовольствия. В условиях растущего населения и изменения климата необходимость в устойчивом управлении этими ресурсами становится все более очевидной. Эффективное использование воды и энергии не только способствует повышению продовольственной безопасности, но и обеспечивает устойчивое развитие сельского хозяйства в будущем.

Энергетика: взаимосвязь с водой и окружающей средой

В современном мире энергетика является основополагающим элементом, обеспечивающим функционирование общества. Тем не менее, ее воздействие на воду и окружающую среду нуждается в тщательном рассмотрении. Добыча, производство и потребление энергии порождают серьезные экологические проблемы, способные оказать длительное влияние на экосистемы и здоровье людей.

Тепловые электростанции, использующие уголь, газ или ядерное топливо, нуждаются в воде для охлаждения, что составляет значительную долю их операционных затрат. По оценкам, около 40% пресной воды в мире расходуется именно на нужды энергетического сектора. В регионах с ограниченными водными ресурсами это может вызвать серьезные конфликты и проблемы с доступом к воде для населения и сельского хозяйства. Добыча и переработка ископаемых видов топлива сопровождаются загрязнением водоемов. При добыче угля и нефти выделяются токсичные отходы, которые могут попадать в реки и подземные воды, негативно сказываясь на экосистемах и здоровье человека.

Энергетика оказывает значительное влияние на окружающую среду. Строительство новых объектов, таких как электростанции и солнечные фермы, изменяет ландшафт и может угрожать местной флоре и фауне.

Также, тепловые электростанции использующие уголь, нефть или газ, выделяют в атмосферу множество загрязняющих веществ. Загрязнение воздуха от электростанций оказывает серьезное влияние на здоровье человека. Выбросы загрязняющих веществ могут вызывать:

- Респираторные и сердечно-сосудистые заболевания.
- Аллергии и астму.
- Повышение смертности от различных заболеваний.

Кроме того, загрязнение воздуха негативно сказывается на экосистемах. Кислотные дожди, вызванные выбросами серы и азота, могут разрушать почву и наносить вред растениям и водоемам.

Для минимизации негативного воздействия энергетики на воду и окружающую среду необходимо внедрять устойчивые практики. Переход на возобновляемые источники энергии, такие как солнечная, ветровая и геотермальная, может значительно сократить потребление воды и уменьшить выбросы загрязняющих веществ.

Использование технологий, таких как очистка сточных вод и повторное использование воды в производственных процессах, поможет снизить нагрузку на водные ресурсы. Современные методы управления водными ресурсами, включая внедрение «умных» систем мониторинга и управления, могут значительно повысить эффективность использования воды.

Окружающая среда: ключевой элемент в WFE-E nexus

Окружающая среда служит основой для взаимосвязи воды, продовольствия и энергии. Экосистемы оказывают важнейшие услуги, включая фильтрацию воды, опыление и регулирование климата, которые поддерживают производство продуктов питания и энергии. Окружающая среда выполняет ключевую роль в контексте WFE-E nexus, обеспечивая экосистемные услуги, которые поддерживают водные, продовольственные и энергетические системы:

- **Экосистемные услуги:** леса, водно-болотные угодья и другие экосистемы помогают фильтровать воду, регулировать поток и сохранять биоразнообразие, что способствует устойчивости продовольственных систем и энергетических ресурсов.

- **Загрязнение окружающей среды**: загрязнение воздуха, воды и почвы оказывает негативное влияние на все компоненты этой взаимосвязи, разрушая естественные процессы и уменьшая доступность ресурсов.

Экосистемы обеспечивают жизненно важные услуги для сельского хозяйства, такие как:

- **Поддержка плодородия почв**: здоровые почвы, поддерживаемые лесами и травянистой растительностью, обеспечивают урожайность сельскохозяйственных культур.
- **Опыление**: многие растения, производящие продовольствие, зависят от опыления, осуществляемого дикими видами, такими как пчёлы и другие насекомые.
- **Регулирование климата**: экосистемы, такие как леса и водные пространства, влияют на микроклимат, регулируя температуру и поддерживая осадки, что критически важно для производства продовольствия.

Несмотря на значительные преимущества, связанные с WFE-E nexus, существует множество вызовов:

- **Конфликты за ресурсы**: увеличение населения и потребление ресурсов могут привести к конфликтам между различными секторами — например, между сельским хозяйством и энергетическим сектором.
- **Изменение климата**: климатические изменения могут нарушить баланс между водными, продовольственными и энергетическими системами, что требует адаптации и устойчивых решений.
- **Политические и экономические факторы**: необходимость в сотрудничестве между различными секторами и уровнями управления для эффективного управления ресурсами.

Плюсы WFE-E Nexus

1. **Устойчивое использование ресурсов**:
    - WFE-E nexus способствует оптимальному использованию ресурсов, позволяя избежать избыточного потребления и минимизировать отходы. Это особенно важно в условиях ограниченных ресурсов и растущего спроса на воду, продовольствие и энергию.
2. **Улучшение продовольственной безопасности**:

- Интеграция управления водой и энергией в сельском хозяйстве может повысить эффективность производства и уменьшить потери. Это, в свою очередь, способствует улучшению продовольственной безопасности, особенно в регионах, подверженных рискам нехватки ресурсов.

3. **Снижение негативного воздействия на окружающую среду**:
   - Подход WFE-E nexus помогает уменьшить загрязнение и истощение экосистем. За счет использования возобновляемых источников энергии и устойчивых сельскохозяйственных практик снижается углеродный след и негативное воздействие на природу.
4. **Адаптация к изменениям климата**:
   - Интегрированное управление ресурсами позволяет лучше справляться с изменениями климата, обеспечивая гибкость и устойчивость систем. Это включает в себя использование климатически устойчивых сельскохозяйственных практик и технологий, которые снижают потребление воды.
5. **Стимулирование инноваций**:
   - Концепция WFE-E nexus создает возможность для разработки новых технологий и методов управления, которые улучшают синергию между ресурсами. Это может привести к появлению инновационных решений, способствующих устойчивому развитию.

Для достижения баланса в WFE-E nexus необходимо внедрять устойчивые решения:

- **Интегрированное управление ресурсами**: подходы, учитывающие взаимосвязи между водой, продовольствием и энергией, помогут оптимизировать использование ресурсов.
- **Развитие технологий**: инновационные технологии, такие как капельное орошение и возобновляемые источники энергии, могут снизить потребление воды и энергии, а также улучшить производительность сельского хозяйства.
- **Образование и вовлеченность**: повышение осведомленности и вовлечение местных сообществ в процесс принятия решений являются важными шагами к достижению устойчивого развития.

Концепция WFE-E nexus является важным инструментом для достижения устойчивого развития в условиях нарастающего давления на при-

родные ресурсы. Интегрированные подходы к управлению водой, продовольствием и энергией могут предложить множество преимуществ, включая повышение продовольственной безопасности, уменьшение негативного воздействия на окружающую среду и адаптацию к изменению климата. Лишь с помощью совместных усилий и инновационных решений мы сможем создать устойчивое будущее для нашей планеты и ее населения.

Литература

1. United Nations. Climate action. https://www.un.org/en/climatechange/science/climate-issues/water
2. UNICEF. https://www.unicef.org/stories/10-things-you-didnt-know-about-water
3. IAEA. https://www.iaea.org/ru/temy/upravlenie-vodnymi-resursami-v-s

Информация, образование и наука для водной безопасности и сотрудничества

К вопросу создания единого образовательного (академического) пространства в водной отрасли стран Центральной Азии

Ибатуллин С.Р.

Настоящий материал составлен на основе анализа национальных отчетов экспертов стран Центральной Азии, и обсуждения вопросов, связанных с совершенствованием национальных образовательных программ и стандартов обучения специалистов водного профиля.

Состав группы экспертов: Ибатуллин С.Р. (руководитель), Малибеков А.К, (РК), Булекбаева Л.Б, Другалева Е.Э, Исабеков Т.А. (КР), Фазылов А.Р. (РТ),Салохитдинов А..Т, Бекмирзаев Г.А, Маджидов Т.Ш. (РУ). Леонова Т.Г., Комагаева Ю.А, Фугол Л.(ВБ).

1. Современные вызовы и будущие угрозы в обеспечении водной безопасности стран Центральной Азии (или с чем столкнутся специалисты наших стран к 2040-му году)

Управление водными ресурсами и их использование в Центральной Азии насчитывает более четырех тысяч лет. При этом, если во всем регионе в 18-19 веках насчитывалось всего около 15 миллионов жителей, то с середины 20-го века резкий рост экономики стран, изменение климата и особенно, значительный рост населения – до 70 млн, поставили ряд проблем в водопользовании, как между государствами, так и внутри стран. Среди главных вызовов, с которыми столкнулись страны ЦА можно назвать основные, влияющие на управление водными ресурсами и носящие как системный, так и локальный характер.

Для Центральной Азии наиболее острые проблемы следующие.

1. Изменение климата представляет серьезную угрозу для всего природно-хозяйственного комплекса ЦА, в том числе для состояния водных и земельных ресурсов региона. Неутешительные прогнозы в этом плане дает

глобальное потепление. С 1957 г. по 2000 г. запасы воды в ледниках сократились более чем на 25%, и этот процесс интенсивно продолжается. Так, по прогнозам МФСА и НИЦ МКВК, к 2050 году объем речного стока реки Амударья сократится на 10-15% (без учета канала Куш-Тепа, Афганистан), а Сырдарьи – на 6-10%.

2. Интенсивное развитие ирригации в Центральной Азии с вводом огромных массивов орошения (с 3 млн га в 1950 г. до 10,0 млн га к 2022 году) привело к значительному изъятию (до 90 млрд $м^3$ в год) из 115 млрд $м^3$ среднегодового поверхностного стока основных рек ЦА. Ожидаемое изъятие части стока Амударьи Афганистаном (до 4-6 млрд $м^3$) еще больше усилит водную напряженность.

3. Падение уровня Аральского моря и сокращение его объема вызвало целый ряд негативных последствий: резкое ухудшение качества воды и здоровья населения; масштабное опустынивание, засоление и заболачивание почв; сокращение биоразнообразия и усиление негативного влияния на климат. Это создало еще одну серьезную угрозу: деградацию водно-земельных ресурсов, снижение качества воды и опустынивание природных комплексов

4. К серьезным вызовам относится резкий рост населения в странах ЦА, который превышает мировые темпы. За последние 40 лет население ЦА увеличилось в 3,5 раза! Рост населения обусловил процессы интенсификации экономики, которые привели к повышению техногенной нагрузки на водные ресурсы и водному стрессу, снижению удельного водообеспечения на душу населения.

Рост населения региона при устойчиво уменьшающемся объеме речного стока ведет к нарастанию дефицита воды. Водные ресурсы ЦА уже сегодня практически исчерпаны. Снижение средней удельной водообеспеченности в ЦА идет высокими темпами. За последние сорок лет этот показатель снизился с 8,4 тыс.$м^3$/год на человека до 2,3 тыс.$м^3$/год и имеет тенденцию к дальнейшему снижению. При нынешних темпах роста населения ЦА к 2030 году он достигнет критической величины – менее 1,7 тыс.$м^3$/год. При этом необходимо изыскивать ежегодно до 500-700 млн $м^3$ воды дополнительно для жизнеобеспечения населения ЦА при самых низких масштабах потребления.

5. Серьезная проблема – увязка интересов гидроэнергетики и водопользования. Развитие гидроэнергетики требует всестороннего учета интересов всех стран бассейнов Амударьи и Сырдарьи, ведь речь идет не только об электроэнергии, но и воде, на которой зиждется все сельское хозяйство стран Центрально-Азиатского региона. В связи с наличием крупно-

масштабных планов по развитию гидроэнергетики в ЦА актуальность этой проблемы совместного водопользования будет только возрастать.

6. С развалом СССР и глубоким экономическим кризисом, коснувшимся всех сфер экономики, в том числе сельского хозяйства, наступил период потерь орошаемых земель и всего мелиоративного фонда во всех странах, кроме Узбекистана. Но при этом проблема устаревшей инфраструктуры (многим ирригационным сооружениям, плотинам, гидроузлам и др. более 40-50 лет) является общей для всей Центральной Азии.

7. В последние годы во всех странах ЦА приняты новые программы развития водного хозяйства до 2030-2040 гг. предусматривающие ввод новых площадей орошения с передовыми водосберегающими технологиями (например, в РК с 1,2 млн га до 3,0 млн га, в КР – с 1,0 до 2,4 млн га). При этом, необходимо снизить потребности в воде для ирригации на 25-30% с учетом грядущих потерь запасов вод ледников (табл.1).

Таблица 1

Прогноз потребности в оросительной воде при внедрении водосберегающих технологий в бассейне Аральского моря
(оценка С. Ибатуллина)

Страны	Площади орошаемых земель в 2022 г. тыс.га	Удельное водопотребление, $м^3$/га		Используется воды, млрд $м^3$	
		2016 -22 гг.	необходимо снизить к 2030 г.	2016-2022 г.	необходимо к 2030 гг.
Казахстан	781,5	9620,7	8000	6941,3	5844,0
Кыргызстан	2410.0	6889,4	6000	2 954,2	2578,2
Таджикистан	820,7	10774,5	8000	8842,6	6450,0
Туркмения	1801,3	11329,6	8000	20407,9	12656,0
Узбекистан	4205,8	11752,6	8000	49429,0	35200,0
Всего	10020.3	11019,4	7600	**88575,0**	**62728,2**

Как показывают расчеты, для обеспечения водной безопасности стран бассейна Аральского моря в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов, необходимо внедрять водосберегающие технологии в орошаемом земледелии на фоне увеличения их общих площадей. Необходимо довести КПД оросительных систем с 0,6–0,65 до 0,8-0,85 (для сравнения – в СУАР, КНР – 0,92). Эта острая проблема стоит перед всеми странами на ближайшую перспективу.

2. **Кадры – ключ к решению проблем**

Решение приведенных выше проблем возможно при наличии, как достаточного финансирования, так и усиления, а порой создания заново, мощного кадрового состава во всех сферах водного хозяйства. Внедрение в беспрецедентных для ЦА масштабах водосберегающих технологий с необходимой инфраструктурой, строительство гидроэнергетических объектов и систем водоснабжения, эксплуатация всего водного хозяйства потребует соответствующего количества высококвалифицированных специалистов опережающей формации.

Это потребует значительного наращивания выпуска специалистов с инженерной подготовкой и усиления научного потенциала вузов и НИИ по всем направлениям и сферам водного хозяйства стран ЦА.

Одной из задач при этом является определение потребной численности специалистов на перспективу с учетом реализации стратегий и программ развития отрасли.

Нами проанализировано ретроспективное состояние и сделан прогноз на основе сложившихся в СССР показателей средней численности специалистов всех направлений и отраслей водного хозяйства, включая проектирование, строительство и эксплуатацию мелиоративных систем, плотин, обводнительных сооружений и др.

Эти показатели могут дать достаточно объективное представление о том, насколько наши страны должны быть обеспечены необходимым кадровым потенциалом в водно-энергетической отрасли (табл. 2).

Перечисленные проблемы и поиск путей их решения ставят новые по масштабу задачи перед образовательными учреждениями государств Центральной Азии, осуществляющими подготовку кадров для водно-энергетического сектора в экономике этих стран. При этом важным вопросом является воссоздание единого академического пространства в подготовке специалистов водной отрасли.

Таблица 2

Ожидаемая потребность в специалистах для водного хозяйства ЦА в 2035-2040 гг. ***(экспертная оценка С.Р. Ибатуллина)***

Страны	Прогноз площадей орошения, до 2035г. млн га	Прогноз потребной численности специалистов, тыс. чел	Направления профессиональной деятельности в %%		
			Наука +проектирование	Строительство	Эксплуатация
РК	3,5	50-55,0	10	40	50
КР	1,7	24-28	15	50	35
РТ	1.0	18- 22	15	40	45
Туркм	1.6-2,0	23-28	15	50	35
РУ	4,3-4,5	60-72	10	30	60

3. Общее состояние высшего образования по водным специальностям в странах ЦА

Экономические преобразования в странах ЦА и разные пути их политико-экономического развития – от масштабной приватизации до строго централизованного государственного устройства, усилили дезинтеграционные процессы во многих сферах трансграничного сотрудничества наших стран, в том числе значительно ослабили научные связи и академическую мобильность вузов. Коллективы вузов и НИИ с начала 1990-х годов стали нести сначала количественные, а затем и качественные потери.

Все эти процессы происходили в условиях разобщенности образовательных систем наших стран, что является производной от отсутствия реальной центральноазиатской пятистрановой экономической интеграции. Правда, существующее Соглашение от 4 ноября 1998 года (с изменениями от 26.02.2002 г.) между Правительствами Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации и Республики Таджикистан о взаимном признании и эквивалентности документов об образовании, ученых степенях и званиях, а также двухсторонние межправительственные комиссии позволили создать механизм взаимного признания дипломов (Казахстан – Кыргызстан,1998, Казахстан – Узбекистан 2018 г.). Наряду с этим, существует также Соглашение (27 мая 2013 года) между Высшей аттестационной комиссией Кыргызской Республики и аттестационной комиссией Республики Таджикистан по аттестации научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, о сотрудничестве в области подготовки и аттестации научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации. При этом до единого академического и образо-

вательного пространства Центральной Азии, которое существовало в СССР, еще очень далеко.

До 1990 года подготовка инженеров-гидротехников велась по единому для всех вузов Советского Союза учебному плану, который постоянно совершенствовался, а система обучения ориентировалась на подготовку специалистов широкого профиля с учетом многогранности использования водных ресурсов в народном хозяйстве (ирригация, коммунально-бытовое, сельскохозводоснабжение и обводнение пастбищ, промышленное, гидроэнергетическое и т.д.), практика – 6 недель.

В вузах страны сложилась следующая схема структуры обеспечения качества образования, которая, впрочем, оправдана и в современных условиях (С.Ибатуллин, рис.2)

При этом вузами, в целом, обеспечивалось высокое качество высшего образования, которое характеризовалось следующими составляющими (табл. 3).

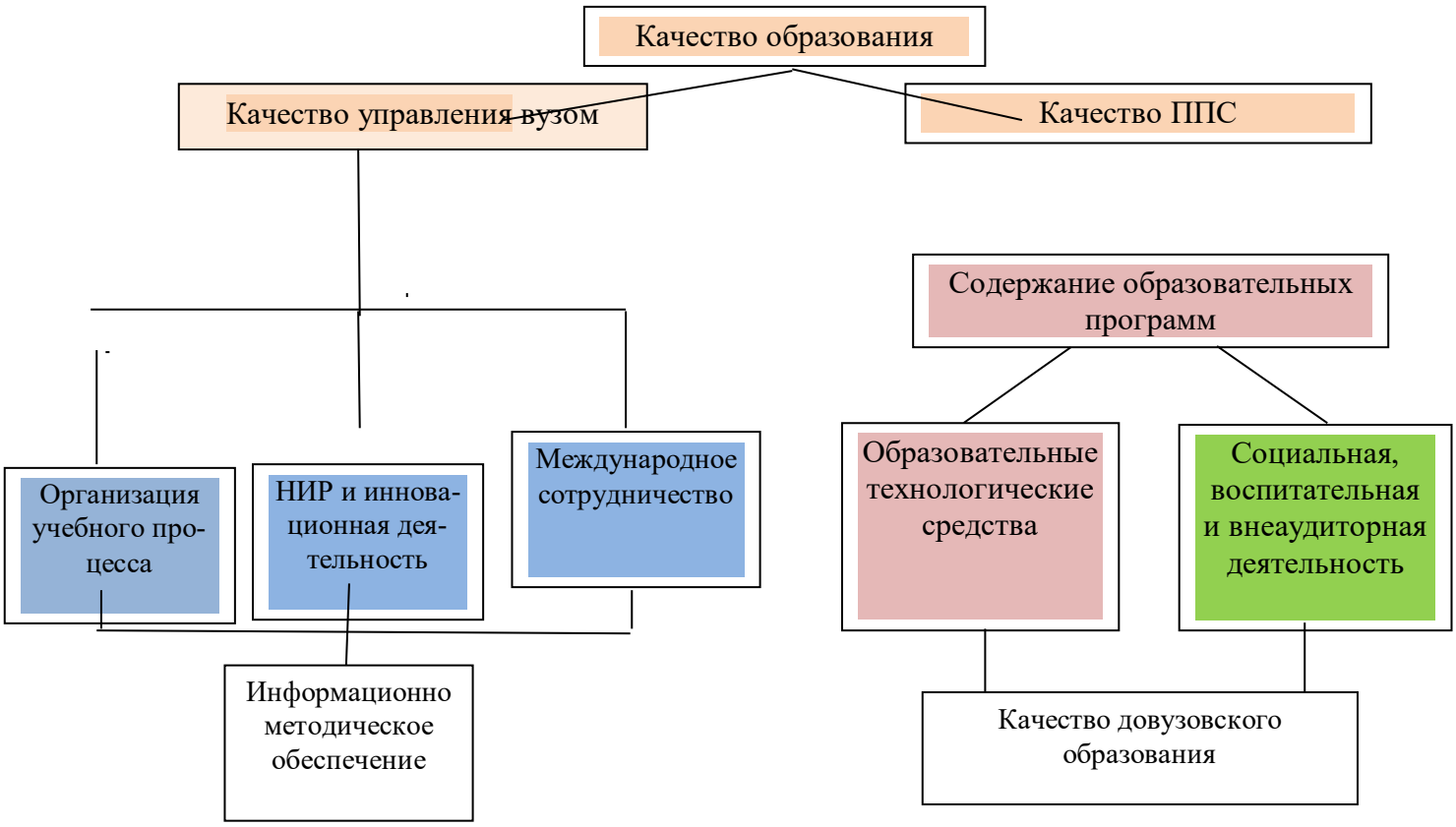


Рис. 2. Структура качества вузовского (послешкольного) образования

Таблица 3

Элементы качества высшего образования
(по отчету А.Р.Фазылова)

Составляющие качества высшего образования	Показатели качества
Качество абитуриентов	Организация: приемная комиссия, подготовительные курсы
Качество управления вузом	Назначение, цели и задачи.
Качество содержания образовательных программ	Соответствие содержания образовательных программ государственным и международным стандартам; современность образовательных программ; качество учебных планов и учебных программ; степень взаимодействия с рынком труда при формировании содержания образовательных программ.
Качество профессорско-преподавательского состава (ППС)	Качественный и возрастной состав ППС; заработная плата ППС; повышение квалификации ППС; воспроизводство и обновление ППС; уровень требований ППС; наличие опыта практической деятельности ППС.
Качество организации учебного процесса	Качество организации и контроля учебного процесса, систем оценки и мониторинга качества; своевременность и доступность информации; организация самостоятельной работы студентов; организация учебных, и производственных практик; содействие в трудоустройстве выпускников; удобное расписание, режим работы служб вуза и т.д.
Качество научно-исследовательской и инновационной деятельности	Состояние научно-исследовательской и инновационной деятельности; состояние научно-исследовательской работы (НИР) студентов; связь НИР с учебным процессом и с производством; наличие научных школ и финансирование научных исследований; состояние инновационной инфраструктуры.
Качество международного сотрудничества	Наличие договоров о сотрудничестве с зарубежными вузами; возможность академической мобильности студентов и ППС; возможность изучения иностранных языков.
Качество учебно-методического обеспече-	Обеспеченность учебно-методической литературой; информационное обеспечение учебного процесса; изда-

Составляющие качества высшего образования	Показатели качества
ния	тельская деятельность вуза.
Качество образовательных технологий и средств	Использование современных информационных компьютерных технологий; автоматизация учебного процесса; обеспеченность компьютерной базой; состояние лабораторно-практического обучения; обеспеченность лабораторным оборудованием и материалами; доступность интернет-ресурсов.
Качество социальной, воспитательной и внеаудиторной деятельности	Организация досуга студентов; обеспеченность местами в общежитии и пунктами питания; качество медицинских услуг.

4. Современное состояние научно-образовательного потенциала в сфере подготовки специалистов для водного хозяйства в ЦА

По результатам исследований вопросов подготовки специалистов в сфере водного хозяйства экспертами Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана были представлены отчеты с подробным анализом состояния кадрового обеспечения отрасли, структуры учебных заведений, учебных программ, взаимоотношений с госструктурами и работодателями, выявлены основные проблемы и даны рекомендации по их устранению.

Анализ отчетов показал, что подготовка кадров для водной отрасли в Центральной Азии сосредоточена в 24 вузах, в которых работает более восьмисот преподавателей, в том числе, почти четыреста – с учеными степенями (табл.4).

Учитывая планы дальнейшего развития орошения, гидроэнергетики и других направлений водного хозяйства в наших странах, С.Ибатуллиным сделан прогноз необходимого количества научно-педагогических кадров в зависимости от потребностей в специалистах (согласовано с национальными экспертами).

Таблица 4

Количественные показатели специальностей водного профиля и прогноз потребности в выпуске специалистов *(данные А.Кеншимова, С.Ибатуллина).*

Страна	Кол-во вузов водного профиля	Кол-во специальностей		ППС вузов, чел.*		Среднегодовое кол-во выпускников, чел.	
		бакалавриата	магистратуры	в 2018 г.	прогноз потребности к 2030 г.	в 2018 г.	прогноз потребности к 2040 г.
РК	9	9	5	108/64	350/170	220	800
КР	3	8	4	72/33	150/90	120	350
РТ	8	11	1	229/91	450/350	245	600
РУ	5	16	13	425/190	560/300	460	600
Всего	24			834/378	1410/760	1045	2350

*Примечание: * в числителе – общее количество, в знаменателе – с ученой степенью.*

Принимается во внимание, что пополнение профессорско-преподавательского состава вузов должно быть закончено к 2030 году с тем, чтобы обеспечить необходимый среднегодовой выпуск специалистов к 2040 году.

5. Направления специальностей и структура учебных планов.

Анализ направлений и блоков специальностей, по которым ведется подготовка кадров для водной отрасли стран, показывает, что в целом, во всех вузах они идентичны и отражают водохозяйственную политику государств ЦА (таб.5).

Вместе с тем, необходимо отметить неоправданно большое количество часов (кредитов), выделяемых для блока гуманитарных дисциплин в вузах Казахстана (23,3%) и Таджикистана (20%), что сопоставимо по объему с общепрофессиональными дисциплинами. Такой дисбаланс можно объяснить политикой идеологов, представителей гуманитарных наук, захвативших верхние ступени управления в министерствах образования и лоббирующих интересы своих коллег в вузах.

В этом смысле намного лучше сбалансированы и более рациональны структуры учебных планов в Кыргызстане и Узбекистане, в которых гуманитарным выделено 15-17%, а общепрофессиональным дисциплинам

представлено 38,3% и 43,7% соответственно, от общего объема нагрузки. Необходимо также отметить большой объем часов специальных и по выбору в учебном плане Таджикистана – 38,3%, что в сумме с п.3 дает 63,5%. Это обеспечивает значительную гибкость в выборе образовательных траекторий студентами и позволяет ориентировать преподавательский состав на перспективные запросы производства.

Вопрос практик поднят во всех отчетах страновых экспертов. Здесь наиболее печальная ситуация в учебных планах казахстанских вузов. Если в Узбекистане на практику выделено 2160 часов, в кыргызских вузах – 750, то в казахских – всего 350 часов. Производственные практики – важнейший компонент в подготовке инженеров водного профиля, независимо от рода его будущей деятельности – будь то наука и проектирование или строительство и эксплуатация ирригационных и водноэнергетических объектов.

Таблица 5

Структура учебных планов специальностей водного профиля (бакалавриат, специальность «Гидромелиорация»)

№ п/п	Наименование блоков дисциплин	РК			КР			РТ			РУ		
		часы	кредиты	%%	часы	кредиты	%%	часы	кредиты	%%	часы	кредиты	%%
1	Гуманитарные и социально-экономические	1680	56	23,3	1080	36	15	1152	48	20	1248	42	17
2	Математические и естественно-научные	1680	56	23,3	1260	42	17,5	504	21	9,0	1487	50	20,2
3	Общепрофессиональные	1680	56	23,3	2760	91	38,3	1536	64	26,5	3212	107	43,7
4	Специальные и по выбору	1800	60	25	1350	46	18,7	2136	89	37,0	947	31	12.9
5	Дополнительные+ военная кафедра							720	30		450	15	6,2
6	Всего, в том числе аудиторных							6048 1920	252 80		7344 4352	245	100
7	Квалификационная практика, выпускная квалификационная работа (дипломный проект), аттестация.	360	12	5	450 300	15 10	10,4	648	27	7,5	2160	72	
8	Итого	7200	240	100	7200	240	100	7968	332	100	9504	317	

Анализ направлений специальностей подготовки по программам бакалавриата в вузах ЦА (табл.6) показывает, что наиболее широкий диапазон представлен в Узбекистане – 16 специальностей из 27. В остальных странах по 7-8 специальностей.

Таблица 6

Наименование и направления специальностей водного профиля (бакалавриат)

Наименование специальностей	РК	КР	РТ	РУ
Водное хозяйство и мелиорация			+	+
Механизация водохозяйственных и мелиоративных работ				+
Гидротехническое строительство (в водном хозяйстве)	+	+	+	+
Эксплуатация гидротехнических сооружений и насосных станций				+
Автоматизация и управление технологических процессов и производств (в водном хозяйстве)				+
Бухгалтерский учет и аудит (в водном хозяйстве)				+
Инженерные системы водоснабжения		+		+
Инновационные технологии и их использование в водном хозяйстве				+
Гидрология рек и водохранилищ	+		+	+
Экологическая безопасность в водном хозяйстве				+
Организация и управление водного хозяйства				+
Технический сервис в сельском и водном хозяйстве				+
Применение инновационных техник и технологий в сельском хозяйстве				+
Гидроэнергетические объекты в ирригационных системах				+
Энергоснабжение в сельском и водном хозяйстве				+
Охрана труда и техника безопасности				+
Водные ресурсы и водопользование	+	+		-
Мелиорация, рекультивация и охрана земель+менеджмент водного хозяйства	+	+	+	-
Гидромелиорация	+*			-
Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов	+	+	+	-
Гидрология суши	+			-
Гидрогеология и инженерная геология	+			-
Инженерные системы сельхоз водоснабжения обводнения и водоотведения	+			
Комплексное использование и охрана водных ресурсов	+	+	+	
Природообустройство		+		
Информационные системы в природообустройстве и водопользовании		+		
Строительство и эксплуатация гидроэлектростанций			+	

В числе традиционных специальностей, перспективными, отвечающими требованиям будущих задач перед водниками, представляются: «автоматизация и управление технологическими процессами в водном хозяйстве» и «инновационные технологии и их использование в водном хозяйстве», представленные в ТИИМСХ, а также «информационные системы в природообустройстве и водопользовании», реализуемые в КГУСТА, КР.

Эти специальности в будущем обеспечат внедрение в ирригации таких новаций как системы SKADA, ГИС технологии, что весьма актуально для всех стран ЦА. Большой интерес представляет специальность «Гидроэнергетические объекты на ирригационных системах», (ТИИМСХ). Малая гидроэнергетика сейчас развивается быстрыми темпами и имеет значительные перспективы для проектировщиков, строителей и эксплуатационников. Перспективной представляется специальность «Информационные системы в природообустройстве и водопользовании», открытая в КГУСТА (КР). Возможно, есть смысл начать проработку вопроса об открытии этих специальностей и в других вузах.

Для Кыргызстана, с учетом планов развития Нарынского каскада ГЭС (см. стр.3), должна представлять интерес специальность «Строительство и эксплуатация гидроэлектростанций», реализуемая в ТТУ, (РТ).

Таким образом, анализ состава специальностей водного направления в различных вузах стран ЦА показывает:

1) для вузов с небольшим набором специальностей есть ориентир в направлении дальнейших усилий по открытию новых профилей и направлений с учетом потребностей отрасли (см. табл.2,4) и диверсификации подготовки специалистов;

2) для повышения эффективности подготовки кадров-водников нужны кардинальные меры со стороны лиц, принимающих решения в области образования в странах ЦА, как по усилению потенциала профессорско-преподавательского корпуса, так и по развитию инфраструктуры вузов;

3) нужны специальные программы обмена опытом и создания тренинг курсов по подготовке и переподготовке преподавателей по новым специальностям (например, на базе ТИИМСХ).

4) разработку образовательных программ, профессиональных стандартов, отраслевых рамок квалификаций, необходимо вести на системной многофакторной основе.

Перечень направлений и программ магистратуры по водным специальностям в вузах ЦА также требует изучения на предмет взаимного обме-

на, а также принятия действенных мер по открытию недостающих специальностей и образовательных ступеней. Например, в ТарГУ есть докторантура по специальности «ГТС», а магистратуры нет, есть магистратура по специальности «Эксплуатация, надежность и безопасность ГТС», а бакалавриата нет. В Таджикских вузах есть магистерская специальность «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» при отсутствии бакалавриата. Тем самым, появился разрыв в цепи непрерывного образования по восходящей. Это приводит к тому, например, что в докторантуру ТарГУ зачастую поступают выпускники смежных специальностей (строительные материалы, СХС и пр.), лишь бы заполнить выделенные места. Самый обширный список специальностей магистратуры, скоординированных с бакалавриатом, представлен в ТИИМСХ.

Магистратура является важным компонентом и ступенью в системе послевузовского образования. Сам процесс обучения в магистратуре позволяет не только дополнить и обогатить знаниями молодых людей – лучших выпускников бакалавриата, но и привить им навыки исследователей, аналитиков, сделать первые шаги в мир науки. В целом, магистратура часто заполняет пробелы в подготовке бакалавров, которые возникают по разным причинам, в основном из-за несовершенства учебных планов, в которых, в свою очередь, возник дисбаланс между блоками дисциплин (табл.7). Кроме этого, результаты обучения в магистратуре позволяют выявить перспективных выпускников, склонных к дальнейшей научной работе в форме докторантуры. Для наших вузов и НИИ – это важнейший фактор усиления научно-педагогического потенциала.

Таблица 7

Перечень специальностей магистратура в вузах ЦА

Наименование специальностей	РК	КР	РТ	РУ
Мелиорация и орошаемое земледелие	+	+		+
Охрана окружающей среды (по отраслям)	+			+
Эксплуатация гидромелиоративных систем		+		+
Водосберегающие технологии орошения		+		+
Эксплуатация, надежность и безопасность гидротехнических сооружений	+		+	+
Эксплуатация и диагностика насосных станций и оборудований				+
Механизация гидромелиоративных работ				+
Автоматизация технологических процессов и производств (в водном хозяйстве)				+
Рациональное использование и управление водными ресурсами	+			+
Экологическая безопасность в водном хозяйстве				+
Организация и управление водного хозяйства				+
Энергоснабжение в сельском и водном хозяйстве			+	+
Smart (интеллектуальные) системы измерения и инструменты в водном хозяйстве				+
Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия			+	
Гидротехническое строительство			+	
Рациональное использование и охрана водных ресурсов			+	

Проблемой для всех вузов является отсутствие реальной системы непрерывного образования в цепочке «бакалавр – магистр – доктор наук». Дело в том, что в структуре образования североамериканских университетов (которую мы пытаемся с большим или меньшим успехом скопировать), предусмотрено накопление кредитов в образовательных программах по мере продвижения студента по ступеням образования. При условии получения высоких баллов, по какому либо предмету в бакалавриате, студенту, поступившему в магистратуру, это позволяет исключить повторное прохождение этого предмета. Это возможно, если студент, обучаясь в бакалавриате, заранее выбрал усиленный курс предмета по программе магистратуры. В наших вузах этот принцип не нашел пока применения в силу отсутствия методической базы, опыта и гибкости преподавания отдельных дисциплин.

Одной из важных проблем является трудоустройство выпускников водохозяйственного профиля. Наиболее благоприятная ситуация в этом вопросе в Кыргызстане и Узбекистане, где на государственном уровне приняты законодательные меры по закрепляемости выпускников по местам работы.

6. Основные общие проблемы, выявленные в ходе анализа отчетов национальных экспертов

Национальные эксперты провели глубокий анализ состояния образования в водной отрасли своих стран, показали сильные стороны, выявили тенденции развития, а также недостатки и проблемы в системе высшего и послевузовского образования.

На основе обобщения обширного отчетного материала в части проблем и недостатков можно выделить следующее.

1. Недостаточная обеспеченность водного хозяйства стран в специалистах, способных на должном уровне вести проектные, строительные и эксплуатационные работы на водных объектах и гидротехнических сооружениях с учетом перспектив развития водной отрасли в странах ЦА.

2. Необходимость своевременного обновления структуры и содержания образовательных программ в соответствии со спросом на рынке труда и международными стандартами.

3. Необходимость приведения структуры образовательных программ в соответствие с НРК, ОРК и ПС, а также корректировка доли вузовского компонента с учетом национальных и региональных рыночных требований.

4. Недостаточное взаимодействие производства и вуза, участие работодателей в формировании учебных образовательных программ, организации учебного процесса и формальное использование материально-технической базы предприятий (кроме вузов Узбекистана)

5. Устаревшая материально-техническая база вузов водного профиля, дефицит современных приборов и оборудования.

6. Отсутствие целевой подготовки кадров в партнерстве с работодателями, по заказу государства или отрасли (кроме вузов Узбекистана и Кыргызстана).

7. Слабые связи в академической среде стран ЦА для развития академической мобильности обучающихся и научно-педагогических кадров.

8. Разрушенная система переподготовки кадров, отсутствие средств на качественную организацию курсов ПК, как производственников, так и преподавательского состава.

9. Отсутствие системы ориентации будущих выпускников на старших курсах по направлению будущей работы: научно-педагогическая деятель-

ность, проектирование, строительство, эксплуатация водохозяйственных систем.

10. Низкая мотивация к активному и качественному усвоению учебных программ.

11. Учебные программы не в полной мере дают знания и навыки, необходимые в практической деятельности. Отчасти это из-за низкой мобильности учебных заведений и степени их свободы. Вузы не успевают внедрять в учебный процесс все новшества, требуемые для будущей работы специалиста.

7. Рекомендации (на основе отчетов экспертов стран ЦА и выводов по ним)

1. Признать целесообразность, а в ряде случаев, и необходимость использования опыта и достижений различных вузов Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана в подготовке специалистов для водной отрасли (смотреть отчеты экспертов).

2. Считать заслуживающими высокой оценки достижения ТИИМСХ, (Республика Узбекистан) в организации подготовки кадров и широкой диверсификации учебных программ и дисциплин с учетом перспектив развития водной отрасли и тесной связи с производством.

3. Одобрить опыт МОН КР и вузов Кыргызской Республики по внедрению методики отслеживания трудоустройства выпускников вузов с целью их закрепляемости на производстве, а также прохождение студентами практик и стажировок преподавателей в ведущих европейских вузах.

4. Одобрить опыт вузов Республики Таджикистан по внедрению в учебный процесс дисциплин, связанных с перспективными задачами развития водно-энергетической отрасли, а также дисциплин «Дипломатия в использования водных ресурсов», «Водное право и гидроэкология».

5. Одобрить опыт ТарГУ им.Дулати (РК) в применении системного подхода к формированию всего комплекса образовательных стандартов и разработанной дорожной карты действий по подготовке единых учебных стандартов и программ бакалавриата и магистратуры для вузов водохозяйственного профиля.

6. Рекомендовать МН и О, МСХ, МВХ РК, КР, РТ, и РУ рассмотреть вопрос организации Центральноазиатской экспертно-аналитической платформы по созданию единого водно-энергетического академического (образовательного) пространства и соответствующей нормативно-правовой базы

для развития тесного сотрудничества между вузами стран Центральной Азии и разработать стратегию достижения этих целей.

7. Рекомендовать Межправительственным комиссиям РК, КР, РТ, и РУ обеспечить условия для необратимости интеграционных процессов по созданию единого межвузовского транспарентного информационного пространства в учебно-методических достижениях в подготовке специалистов для водного хозяйства стран ЦА.

8. Организовать ежегодные, постоянно действующие курсы по повышению квалификации и обмену практическим опытом для ведущих специалистов проектных, строительных и эксплуатационных организаций министерств и ведомств государств ЦА, а также для профессорско-преподавательского состава вузов.

9. Эсперты посчитали целесообразным создание единых (модельных) учебных программ для вузов Центральной Азии, занимающихся подготовкой специалистов водохозяйственного комплекса.

Это решение было реализовано С.Ибатуллиным на примере специальностей «Гидромелиорация» и «ГТС» (см. приложения 1, 2).

Приложение 1

Модельный учебный план специальности «Гидромелиорация»

	Наименование дисциплины	Учебная нагрузка студента в час / кредитах									
		Общий объем нагрузки			Аудиторные занятия Часы/ кредит						СРС
					всего		лек-ции	Прак. се-мин.	лабор	Курс. про-ект	
		час	Кредит	%	час	Кр.					
1	**Гуманитарные и естественно–научные дисциплины**	**1650**	**55**	**22,9**	**1080**	**36**	**280**	**770**	**30**	**-**	**570**
1.1	История страны	60	2		40	1,5	20	20	-	-	20
1.2	Философия	60	2		30	1	30	-	-	-	30
1.3	Родной (государств.) язык	120	4		60	2	-	60	-	-	60
1.4	Русский язык	180	6		120	4	-	120	-	-	60
1.5	Иностранный язык	300	10		240	8	-	240	-	-	60
1.6	Физическая культура	180	6		100	3,5	10	90	-	-	80
1.7	Высшая математика	180	6		120	4	60	60	-	-	60
1.8	Физика	120	4		90	3	30	45	15	-	30
1.9	Химия	90	3		70	2	40	15	15	-	20
1.10	Теоретическая механика	90	3		60	2	30	30	-	-	30
1.11	Информационные технологии	150	5		90	3	30	60	-	-	60
1.12	Дисциплины по выбору	120	4		60	2	30	30	-	-	60
2	**Общепрофессиональные дисциплины**	**2610**	**87**	**36,1**	**1262**	**42,5**	**552**	**559**	**141**	**срс**	**1348**
2.1	Инженерная графика	150	5		105	3,5	50	55	-	-	45

	Наименование дисциплины	Учебная нагрузка студента в час / кредитах									
		Общий объем нагрузки			Аудиторные занятия Часы/ кредит						СРС
					всего		лек-ции	Прак. се-мин.	лабор	Курс. про-ект	
		час	Кредит	%	час	Кр.					
2.2	Инженерная геодезия	210	7		150	5	60	90	-	-	60
2.3	Геология и гидрогеология	120	4		60	2	30	30	-	-	60
2.4	Почвоведение и земледелие	150	5		90	3	45	30	15	-	60
2.5	Гидрология и регулирование сто-ка	90	3		45	1,5	15	15	15	-	45
2.6	Сопромат. Строительная механи-ка	210	7		120	4	60	45	15	-	90
2.7	Гидравлика	150	5		70	2,5	30	20	20	-	80
2.8	Инженерные конструкции	120	4		60	2	30	30	-	-	60
2.9	Безопасность жизнедеятельности	60	2		45	1,5	30	15	-	-	15
2.10	Экономика водного хозяйства	90	3		45	1,5	30	15	-	-	45
2.11	Основание и фундаменты	150	5		56	2	20	16	20	-	94
2.12	Строительные и мелиоративные машины	150	5		56	2	32	18	6	-	94
2.13	СХВ и обводнение пастбищ	120	4		60	2	30	30	-	срс	60
2.14	Производственная практика	120	4		-	-	-	-	-	-	120
2.15	Дисциплины по выбору	720	24		300	10	90	150	60	-	420
3	**Специальные (профилирую-щие) дисциплины**	**2597**	**86,5**	**36,0**	**670**	**21,4**	**350**	**269**	**51**	**срс**	**1927**
3.1	Гидротехнические мелиорации	256	8		128	4	64	54	10	срс	128
3.2	Гидротехнические сооружения	180	6		60	2	30	15	15	срс	120
3.3	Насосы и насосные станции	108	3,6		72	2,4	36	24	12	-	36
3.4	Эксплуатация гидромелиоратив-	148	5		92	2,5	46	32	14	-	56

	Наименование дисциплины	Учебная нагрузка студента в час / кредитах									
		Общий объем нагрузки			Аудиторные занятия Часы/ кредит						СРС
					всего		лек-ции	Прак. се-мин.	лабор	Курс. про-ект	
		час	Кредит	%	час	Кр.					
	ных систем										
3.5	Организация и технология гид-ромелиоративных работ	180	6		90	3	60	30	-	срс	90
3.6	Комплексное использование и охрана водных ресурсов	165	5,5		108	3,5	54	54	-	срс	57
3.7	Дисциплины по выбору	210	7		120	4	60	60	-	-	90
3,8	Квалификационные практики	1350	45		-	-	-	-	-	-	1350
4	**Всего**	**6857**	**228**		**3012**	**100**	**1182**	**1598**	**232**	**-**	**3845**
5	Выпускная квалификационная работа	**360**	**12**	**5,0**	-	-	-	-	-	--	-
	Итого	**7217**	**240**								

Приложение 2

Модельный учебный план специальности «Гидротехническое строительство»

№ п/п	Наименование дисциплины	Учебная нагрузка студента в час / кредитах									
		Общий объем нагрузки			Аудиторные занятия Часы/ кредит						СРС
					всего		лек-ции	Прак. се-мин.	лабор	Курс. про-ект	
		час	Кредит	%	час	Кр.					
1	**Гуманитарные и естественно–научные дисциплины**	**1650**	**55**	**22,8**	**1080**	**36**	**280**	**770**	**30**	**-**	**570**
1.1	История страны	60	2		40	1	20	20	-	-	20
1.2	Философия	60	2		30	1	30	-	-	-	30
1.3	Родной (государств.) язык	120	4		60	2	-	60	-	-	60
1.4	Русский язык	180	6		120	4	-	120	-	-	60
1.5	Иностранный язык	300	10		240	8	-	240	-	-	60
1.6	Физическая культура	180	6		100	3,5	10	90	-	-	80
1.7	Высшая математика	180	6		120	4	60	60	-	-	60
1.8	Физика	120	4		90	3	30	45	15	-	30
1.9	Химия	90	3		70	2,5	40	15	15	-	20
1.10	Теоретическая механика	90	3		60	2	30	30	-	-	30
1.11	Информационные технологии	150	5		90	3	30	60	-	-	60
1.12	Дисциплины по выбору	120	4		60	2	30	30	-	-	60
2	**Общепрофессиональные дисциплины**	**2580**	**86**	**35,7**	**1217**	**41**	**537**	**514**	**166**	**-**	**1363**
2.1	Инженерная графика	150	5		105	3,5	50	55	-	-	45
2.2	Инженерная геодезия	210	7		150	5	60	90	-	-	60
2.3	Геология и гидрогеология	120	4		60	2	30	30	-	-	60
2.4	Гидрология и регулирование сто-	90	3		45	1,5	15	15	15	-	45

№ п/п	Наименование дисциплины	Учебная нагрузка студента в час / кредитах									
		Общий объем нагрузки			Аудиторные занятия Часы/ кредит						СРС
					всего		лек-ции	Прак. се-мин.	лабор	Курс. про-ект	
		час	Кредит	%	час	Кр.					
	ка										
2.5	Сопромат. Строительная механика	210	7		120	4	60	45	15	-	90
2.6	Гидравлика	150	5		70	2,5	30	20	20	-	80
2.7	Инженерные конструкции	120	4		60	2	30	30	-	-	60
2.8	Безопасность жизнедеятельности	120	4		90	3	60	30	-	-	30
2.9	Экономика водного хозяйства	90	3		45	1,5	30	15	-	-	45
2.10	Основания и фундаменты	150	5		56	2	20	16	20	-	94
2.11	Строительные материалы	120	4		60	2	30	-	30	-	60
2.12	Строительные и мелиоративные машины	150	5		56	2	32	18	6	-	94
2.13	Производственная практика	180	6		-	-	-	-	-	-	180
2.14	Дисциплины по выбору	720	24		300	10	90	150	60	-	420
3	**Специальные (профилирующие) дисциплины**	**2625**	**87,5**	**36,3**	**664**	**22,5**	**318**	**278**	**68**	**срс**	**1961**
3.1	Гидроэлектростанции	150	5		82	3	30	26	26	срс	68
3.2	Гидротехнические сооружения	210	7		90	3	38	22	30	срс	120
3.3	Насосы и насосные станции	135	4,5		90	3	54	24	12	-	45
3.4	Организация и технология гидромелиоративных работ	210	7		90	3	40	50	-	срс	120
3.5	Комплексное использование и охрана водных ресурсов	120	4		72	2,5	36	36	-	-	48
3.6	Дисц-ны по выбору	360	12		240	8	120	120	-	-	120
3.7	Квалификационные практики	1440	48		-	-	-	-	-	-	1440

№ п/п	Наименование дисциплины	Учебная нагрузка студента в час / кредитах									
		Общий объем нагрузки			Аудиторные занятия Часы/ кредит						СРС
					всего		лек-ции	Прак. се-мин.	лабор	Курс. про-ект	
		час	Кредит	%	час	Кр.					
4	**Всего**	**6855**	**228**		**2961**	**99,5**	**1135**	**1562**	**264**	**В срс**	**3894**
5	Выпускная квалификационная работа	**360**	**12**	**5,0**	-	-	-	-	-	-	-
	Итого	**7215**	**240**								

Перечень элективных (выборочных) предметов для учебных планов специальностей «Гидромелиорация» и «Гидротехническое строительство»:

1. Цикл общеобразовательных и гуманитарных дисциплин

1.1. Политология, 1.2.Социология, психология; 1.3. Этика; 1.4.Предпринимательское право; 1.5. Водная дипломатия;

1.6. Профессиональные прикладные программы; 1.7. Компьютерная графика; 1.8. САПР, АРМ, SCADA и др;

2. Цикл общепрофессиональных дисциплин:

2.1. Патентоведение; 2.2. Строительные материалы; 2.3. Архитектура; 2.4. Электротехника;

2.5.Изменение климата и зеленая экономика; 2.6.Интегрированное управление водными ресурсами;

2.7. Использование водной энергии; 2.8. Возобновляемые источники энергии;

2.9. Автоматизация и диспетчеризация водохозяйственных систем.

Женщины в водном секторе Центральной Азии: краткий обзор существующих публикаций

Бегишбек кызы М.

Mercy Corps в Кыргызской Республике

1. Введение

Центральная Азия — это регион, который переживает значительные трансформации, вызванные различными социальными, культурными, политическими и экономическими тенденциями, изменение гендерных ролей и разделения труда, особенно в сельскохозяйственном секторе. Поскольку сельское хозяйство остается основой экономик таких стран, как Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан, понимание того, как проявляются гендерные динамики в этой сфере, имеет решающее значение для устойчивого развития. Водный сектор, который охватывает широкий спектр деятельности — от управления водными ресурсами до разработки и администрирования водных политик — играет жизненно важную роль в сельскохозяйственной продуктивности и устойчивости ресурсов [OECD DAC, 2016].

С момента распада Советского Союза в 1991 году традиционные гендерные стереотипы вновь обрели силу в новых независимых государствах Центральной Азии, ограничивая возможности женщин в области образования, честного трудоустройства и политического участия. Женщины сталкиваются с барьерами, которые мешают им защищать свои права и утверждать свои роли как принимающих решения [Kocher, 2013]. Устойчивые социальные установки не только подрывают доверие к женщинам, но и не признают их лидерский потенциал, укрепляя представление о том, что их основные обязанности заключаются в домашней сфере. Этот культурный контекст значительно влияет на выбор женщин в отношении образования и профессий, что приводит к ограниченному участию в политической и общественной жизни, а также к неравному представительству на рынке труда, особенно в водном секторе.

Значение данного исследования заключается в его анализе существующей литературы, касающейся роли женщин в водном секторе Центральной Азии. Хотя доступно множество публикаций, многие из них не обладают научной строгостью, необходимой для информирования об эф-

фективных политиках и программах. Более того, доминирующие нарративы, касающиеся гендера, окружающей среды и развития, формируют предположения и методологии, используемые в этих исследованиях, в конечном итоге влияя на сбор данных и выводы.

Цель этой статьи – найти и проанализировать научные публикации, сосредоточенные на ролях женщин в водном секторе Центральной Азии. Подчеркивая существующие пробелы в исследованиях и акцентируя внимание на важности гендерных перспектив в управлении водными ресурсами, данное исследование стремится способствовать более глубокому пониманию вызовов и возможностей, с которыми сталкиваются женщины в регионе. В конечном итоге оно выступает за более инклюзивный подход к исследованию и формированию политики, который признает и поддерживает вклад женщин в устойчивое управление водными ресурсами.

2. Представление женщин в водном секторе

В настоящее время более 80% населения Центральной Азии живет в условиях нехватки воды [Porkka et al., 2012]. Сельское хозяйство использует около 90% водных ресурсов региона для орошения [WB, 2003]. Наиболее важным фактором, определяющим водную, продовольственную и экологическую безопасность стран Центральной Азии, является то, как управляются водные ресурсы [Mirzaev, 2017]. Женщины вносят значительный вклад в сельское хозяйство во всех регионах мира.

В Таджикистане число женщин, официально работающих в сельском хозяйстве, меньше, чем число мужчин, хотя доля женщин, работающих в этом секторе, постоянно выше, чем в других секторах [Abdulloev, 2013]. Официально трудоустроенные женщины сосредоточены в трех секторах — сельское хозяйство, образование и здравоохранение, тогда как занятость мужчин более разнообразна. По оценкам, 85% работающих женщин трудятся в этих трех секторах, причем наибольшая доля в сельском хозяйстве [TajStat, 2014]. Женщины также составляют 23,4% сотрудников государственной администрации (4393 женщины), но в 2014 году они занимали лишь 17,1% высших должностей в национальных и подчиненных структурах, всего 528 женщин [COWAFA, 2014]. Кроме того, число женщин на старших и специализированных должностях варьирует в зависимости от министерств.

Согласно ежегодным отчетам службы персонала о занимаемых должностях, женщины в Кыргызстане в основном работают в качестве специалистов, главных специалистов, руководителей и специалистов первой категории [НацстаткомКырг. Респ, 2013]. Редко женщины возглавляют

подразделения водных систем, однако есть несколько исключений, таких как начальник водного отдела района Карасуу и отделения Орто-Токойского водохранилища [архив МСВХиПП, 2011]. На уровне принятия решений относительно распределения природных ресурсов женщин очень мало [Musabaeva, 2014].

В 2008 году в Комитете по водным ресурсам при Министерстве экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан работало 34 человека, в том числе 16 женщин [Omarbekova, 2008]. Женщины в Казахстане работают на своих фермах так же, как и работники на других фермах [ADB, 2017]. В сельском хозяйстве доля женщин в трудоустройстве уменьшилась с 35,83% в 1995 году до 30,15% в 2005 году и далее до 17,19% в 2017 году. Уровень занятости мужчин составил 36,75%, 29,61% и 18,87% в 1995, 2005 и 2017 годах соответственно [World Bank, 2017]. Отсутствие водной инфраструктуры увеличивает нагрузку на женщин, так как им приходится добывать воду из других источников для бытового использования [ADB, 2018].

В 2014 году более 40% сотрудников крупных и средних предприятий в Туркменистане были женщинами. Из общего числа трудоустроенных женщин 38,7% работали в образовании, 14,8% в здравоохранении и социальных услугах, а 10,7% — в производстве [Golden Age, 2015].

В Узбекистане большинство женщин в водном секторе работают в финансовых, экономических и инженерных департаментах, где их доля относительно высока — от 19 до 23%. К сожалению, доля женщин на управленческих должностях не превышает 5,5% [UNDP et al., 2019]. Например, в Министерстве сельского хозяйства и водных ресурсов нет женщин на руководящих должностях. Хотя женщины составляют почти половину официально трудоустроенных в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве в Узбекистане [UZstat, 2011], немногие занимают старшие должности в местном правительстве, где принимаются решения по управлению водными ресурсами. Тем не менее проект по управлению капельными системами, установленными на 35 личных подворьях, показал, что роль женщин в использовании воды и водосбережении в повседневной жизни значительна [Ecomomicheskoe obozrenie, 2019].

В Центральной Азии женщины лучше представлены в государственных структурах, отвечающих за социальный сектор, таких как Министерство здравоохранения. Участие женщин в ассоциациях и группах, которые служат сетями для фермеров или предоставляют услуги расширения и обучения, в целом низкое [EAT, 2014]. Это свидетельствует о том, что успешное использование потенциала женщин требует более активного участия в процессах принятия решений внутри гражданских организаций,

местных сообществ и на уровне государства и местных властей в качестве представителей местных и исполнительных органов и правительства.

3. Методология

Систематический поиск публикаций был проведен с использованием электронных инструментов Mendeley и Google Scholar. Мы отобрали только те статьи, которые были опубликованы до 13 декабря 2020 года.

Mendeley — это бесплатный сервис, предназначенный для эффективного управления библиографическими материалами и работы с научными статьями. Сервис интегрирован с крупнейшей международной базой данных Scopus, что значительно упрощает использование Mendeley и предоставляет доступ к большому количеству рецензируемых публикаций со всего мира. Google Scholar, с другой стороны, включает данные из большинства рецензируемых журналов, книг, диссертаций и неакадемических публикаций.

Цель нашего анализа заключалась в том, чтобы рассмотреть общее количество публикаций о женщинах в водном секторе и определить научный характер этих публикаций. Все источники из Mendeley были приняты за «научные», в то время как публикации из Google Scholar включали оба типа: научные и неакадемические, или «не научные».

Для поиска мы использовали ключевые слова как на английском, так и на русском языках, учитывая необходимость изучения публикаций на широко распространенных языках в Центральной Азии. Мы отобрали ключевые слова, связанные с женщинами в водном секторе и странами Центральной Азии. В исследовании было использовано 12 ключевых слов, которые часто упоминаются в научных публикациях. Мы использовали «Казахстан», «Кыргызстан», «Таджикистан», «Туркменистан», «Узбекистан» и «Центральная Азия» в качестве географических поисковых терминов. Документы считались релевантными, если они соответствовали хотя бы одному тематическому поисковому термину и одному географическому поисковому термину в своих заголовках или ключевых словах.

Общее количество найденных источников было зафиксировано в таблице. Поскольку Google Scholar включает все типы публикаций, а Mendeley — только научные, мы рассчитали разницу в значениях в процентах научных публикаций (из Mendeley) относительно общего числа публикаций (из Google Scholar). Это позволило нам оценить эффективность (т.е. научный характер) издательской активности по вопросам гендера.

Важно отметить, что это не обязательно отражает текущую ситуацию женщин в водном секторе Центральной Азии, а скорее темы, охваченные в публикациях.

4. Академические публикации о женщинах Центральной Азии в целом

В таблице 1 представлены результаты анализа, который определяет процент использования ключевых слов в академических публикациях о женщинах в Центральной Азии как на русском, так и на английском языках. Для определения общего числа публикаций мы использовали поисковые инструменты Google Scholar и Mendeley. Анализ показывает различия между этими двумя поисковыми системами, которые широко используются исследователями.

Таблица 1

Процент использования ключевых слов в публикациях о женщинах в Центральной Азии в Mendeley и Google Scholar
(Дата запроса: 13.12.2020)

Ключевые слова на английском языке				**Ключевые слова на русском языке**		
Ключевые слова	Google Scholar	Mendeley	% от Google Scholar	Google Scholar	Mendeley	% от Google Scholar
Women in Kyrgyzstan	40600	335	1	20200	0	0
Women in Kazakhstan	94300	690	1	26400	1	0
Women in Uzbekistan	69200	457	1	19600	1	0,01
Women in Turkmenistan	35600	74	0	18200	0	0
Women in Tajikistan	50400	318	1	18500	2	0,01
Women in Central Asia	282	28	10	34 700	893	2,57

Важность расчета процента по данным Google Scholar заключается в том, что некоторые публикации могли отказаться от подачи своих журналов на индексацию, что может привести к недостаточному охвату. Кроме того, Google Scholar содержит значительное количество псевдонаучных публикаций. Другие научные статьи также можно найти в Mendeley. Однако отсутствие ссылок на Mendeley не обязательно означает, что публикация имеет ограниченное качество.

Результаты для ключевого слова «женщины конкретной страны» на английском составляют примерно 1%, а на русском — примерно 0%, что указывает на почти полное отсутствие значительных исследований, отраженных в Google Scholar (табл.1).

При ранжировании количества публикаций, найденных через Mendeley и Google Scholar, Казахстан занимает первое место, Узбекистан — второе, Кыргызстан — третье, Таджикистан — четвертое, а Туркменистан — последнее.

Поиск по ключевому слову «Женщины в Центральной Азии» составил 10% от частоты использования на английском и 2,57% на русском. Это свидетельствует о том, что регион Центральной Азии в целом вызывает больший интерес у исследователей, чем отдельные страны в его составе. Хотя количество таких публикаций гораздо ниже, качество статей, как правило, выше. Диспропорция между языками может указывать на то, что большинство авторов пишут на русском.

5. Состояние исследований о женщинах в водном секторе Центральной Азии

5.1 Ключевые слова на английском о женщинах в водном секторе

Таблица 2 обобщает частоту встречаемости различных английских ключевых слов, связанных с женщинами в водном секторе, как это было установлено в публикациях, индексируемых Google Scholar и Mendeley. Таблица включает общее количество публикаций, связанных с каждым ключевым словом, наряду с соответствующими показателями из Mendeley и процентом публикаций из Mendeley относительно общего числа, найденного в Google Scholar.

Таблица 2

Частота встречаемости английских ключевых слов для статьи в Mendeley и Google Scholar
(Дата запроса: 13.12.2020)

Ключевые слова	Google Scholar	Mendeley	% от Google Scholar
Female farmers	21 800	4 939	23
Women in WUAs	870 000	4 604	1
WUAs in Central Asia	120 000	385	0
Water User Groups	4 530	1 325	29
Women water user groups	2	0	0
Water governance	40 600	14 167	35
Women in water governance	75	4	5
Participation of women	4 540 000	70 747	2
Participation of women in water sector	934 000	6 576	1
Education of women	4 150 000	218 804	5
Education of women in water sector	1 620 000	10 490	1
Women headed households	22 500	849	4
Women headed households in WUAs	2 040	1 458	71

Анализ выявляет значительные вариации в количестве публикаций по различным ключевым словам. Например, «female farmers» представлено 21,800 публикациями в Google Scholar, из которых 4,939 в Mendeley, что указывает на то, что примерно 23% литературы научно индексируется в Mendeley. Ключевое слово «women in WUAs» (Ассоциации водопользователей) демонстрирует значительное количество — 870,000 в Google Scholar, но только 4,604 в Mendeley, что составляет всего 1%.

В контрасте ключевое слово «water user groups» отображает 4,530 публикаций в Google Scholar и 1,325 в Mendeley, что соответствует 29%. «Women water user groups» почти отсутствует, со всего лишь 2 публикациями, найденными в Google Scholar, и ни одной в Mendeley, что отражает 0% представительства.

Ключевые слова, такие как «water governance» и «participation of women», имеют более высокие показатели, с 40,600 и 4,540,000 публикациями в Google Scholar соответственно, в то время как их значения в Men-

deley (14,167 и 70,747) приводят к процентам 35% и 2%. Фраза «education of women» также представлена заметно, с 4,150,000 публикациями в Google Scholar и 218,804 в Mendeley, что дает процент 5%.

Термин «women-headed households in WUAs» демонстрирует наибольшую пропорцию, с 2,040 публикациями в Google Scholar и 1,458 в Mendeley, отражая значительные 71%.

В целом, результаты указывают на то, что, несмотря на обширную литературу о ролях женщин в различных контекстах, исследования, специально сосредоточенные на женщинах в водном секторе, остаются ограниченными. Большее количество публикаций в Google Scholar указывает на более широкий дискурс по этим темам, в то время как Mendeley предлагает более отобранную коллекцию рецензируемых работ.

5.2 Русские ключевые слова о женщинах в водном секторе

Таблица 3 показывает сравнение широкого использования ключевых слов в Mendeley и Google Scholar. Русский язык был выбран для анализа, так как он считается официальным языком и многие работы в Центральной Азии были написаны на нем. Мы учли тот факт, что Mendeley не включает много русских источников.

Результаты таблицы 3 показывают, что огромное количество работ по образованию женщин было написано в мире; Google Scholar показывает 264,000, из которых 93 являются научными. Однако в публикациях, посвященных образованию женщин в области управления водными ресурсами, имеется 7,850 работ, из которых лишь 3 публикации были найдены в Mendeley. Это свидетельствует о том, что большое внимание уделяется изучению образования в различных отраслях, но научных публикаций в водном секторе очень мало. Хотя более 60% сельских женщин работают в сельском хозяйстве, ключевые слова «женщины фермеры» показывают 17,400 публикаций в Google Scholar и 1,574 публикации в Mendeley. Другой поиск важного слова «женщины в АВП в Центральной Азии» привел к 210 публикациям в Google Scholar, но ни одной публикации не было найдено в Mendeley. Для Центральной Азии введение АВП является одним из лучших способов правильного использования водных ресурсов. Однако исследования на эту тему проводятся в ограниченном количестве и то при поддержке международных доноров. В Google Scholar было найдено 145,000 публикаций по слову «участие женщин», но, если добавить слово «водный сектор», количество публикаций сократится на 17,700. В Mendeley было найдено 118 работ, и только 4 работы со словом «в водном секторе».

Подводя итоги анализа частоты использования ключевых слов на русском языке, можно сказать, что необходимо пересмотреть проблемы женщин в водном секторе и тщательно их изучить, выпуская качественные публикации, признанные в научном мире.

Таблица 3

Частота встречаемости русских ключевых слов для статей в Mendeley и Google Scholar
(Дата запроса: 13.12.2020)

Ключевые слова	Google Scholar	Mendeley	% от Google Scholar
Female farmers/Женщины фермеры	17400	1574	0
Women in WUAs/Женщины в АВП	210	0	0
WUAs in Central Asia/АВП в Центральной Азии	668	1	0
Water User Groups/Группы водопользователей	12900	0	0
Women water user groups/Группы водопользователей женщин	375	0	0
Water governance/Управление водными ресурсами	27 600	16	0,05
Women in water governance/ Женщины в управление водными ресурсами	16 200	9	0,05
Participation of women/Участие женщин	145 000	118	0,08
Participation of women in water sector/Участие женщин в водной сфере	17 700	4	0,02
Education of women/Образование женщин	264 000	93	0,03
Education of women in water sector/Образование женщин в водной сфере	7 850	3	0,03
Women headed households/Домашние хозяйства, возглавляемые женщинами	577	0	0
Women headed households in WUAs/Домохозяйства возглавляемых женщинами в АВП	7	0	0

6. Статьи о женщинах в водном секторе Центральной Азии

Результатом сравнительного анализа ключевых слов из публикаций о Центральной Азии были определены некоторые причины проведения исследований и важность изучения гендерных вопросов в этом регионе. Причины были выявлены в соответствии с таблицами 1, 2 и 3 этой статьи, которые подробно описывают частоту встречаемости и качество определенных ключевых слов. При поиске конкретных терминов в публикациях были выделены вопросы, касающиеся женщин, как описано в последующих частях.

В Центральной Азии страны гарантируют равные права для женщин и мужчин, включая доступ к природным ресурсам [UN Human Rights, 2021]. Однако количество женщин, участвующих в процессах принятия решений относительно распределения этих ресурсов, минимально. Участие женщин в управлении водными ресурсами крайне редко [Musabaeva, 2014].

Ограничения доступа женщин к водным ресурсам и их управлению негативно сказываются на их общем статусе и положении в обществе Центральной Азии. Женщины, осознающие проблемы, связанные с использованием воды, часто сталкиваются с плохим качеством питьевой воды. Правовая безграмотность и нехватка информации препятствуют их возможности обращаться в органы власти, отвечающие за контроль качества воды по юридическим вопросам [Stulina et al., 2020]. В настоящее время в республиках появились неправительственные организации, которые активно занимаются вопросами, с которыми сталкиваются женщины в сельских районах, сосредоточив внимание на их образовании и защите их прав.

6.1 Недостаток информации о женщинах в АВП

Специфическая контекстуальная информация о различных опытах, заботах и приоритетах мужчин и женщин является необходимой для эффективного внедрения гендерного подхода. Информация должна регулярно разбиваться по полу, а анализ гендера должен включаться в ситуационный анализ. Такой подход поможет выявить существующие неравенства и послужит основой для разработки политик, направленных на устранение этих различий [Derbyshire, 2002].

В Кыргызстане и Узбекистане тема женщин хорошо исследована, с многочисленными исследованиями на уровне страны, региона, района и деревни [Dear Ch et al., 2013]. К сожалению, большая часть этих данных

устарела и требует тщательного обновления. Некоторые исследования рассматривают влияние образования женщин на принятие решений в области управления водными ресурсами, включая АВП (Ассоциации водопользователей).

По данным Чада Дира, Беттины Вольграмм и Джылдыз Шигаевой, критические темы в Кыргызстане и Таджикистане практически отсутствуют в литературе [Dear Ch et al., 2013]. В частности, лишь несколько публикаций предоставляют информацию о взаимосвязи между миграцией и управлением водными ресурсами, энергоэффективностью, управлением рисками бедствий, оплатой экосистемных услуг, стратегиями обеспечения продовольственной безопасности домохозяйств, мерами по охране почвы и воды и их долгосрочными преимуществами, а также взаимодействиями между охраняемыми территориями и местными сообществами.

Подобная нехватка данных существует в Туркменистане, где исследователи сталкиваются с серьезными трудностями. Центры ресурсов, поддерживаемые донорами, были определены как лучшие, а иногда и единственные источники информации. Эта проблема особенно актуальна для людей, у которых нет доступа к интернету или возможности найти соответствующую информацию без помощи [USAID Gender Assessment, 2010]. В Казахстане продолжаются усилия по расширению прав женщин, включая водный сектор. Однако значительным препятствием для более глубоких исследований этой темы является нехватка информации, особенно о женщинах в АВП.

6.2 Признание критической роли женщин в управлении водными ресурсами

Статья, опубликованная 9 июля 2019 года Петром Котсе, фотографом и консультантом проекта USAID «Умные воды Центральной Азии», подчеркивает важность участия женщин в управлении водными ресурсами в Туркменистане. В статье рассказывается о женщине, ставшей членом Малого бассейнового совета (МБС), которая заявляет: «Во многих случаях женщины – домохозяйки, потому что именно женщина рожает детей; она отвечает за то, чтобы научить их, как живут наши люди. Именно женщины учат детей тому, что вода — это особый ресурс, который следует ценить и защищать. Моя мама учила меня этому, и я учу свою дочь» [Kotse, 2019].

Ее позиция в МБС усиливает голоса тысяч туркменских женщин, входящих в совет, увеличивая ее авторитет в обществе. Это указывает на наличие образованных и активных женщин, которые могут участвовать в решении критических вопросов. Она также делится информацией о работе

МБС с другими женщинами в своем сообществе, полагая, что это способствует их развитию в области управления водными ресурсами и позволяет решать существующие проблемы.

В Кыргызстане женщин часто не признают, как группу заинтересованных сторон, и их участие в водном секторе недостаточно [Herrfahrdt et al., 2006]. Обычно нет инициатив, сосредоточенных на женщинах, или мер, способствующих их участию. Несмотря на то, что сельское хозяйство, включая управление орошением, воспринимается как мужская сфера в Кыргызстане, участие женщин увеличивается по сравнению с некоторыми соседними странами.

Управление водными ресурсами в Казахстане в основном сосредоточено на сельскохозяйственном секторе как основном потребителе воды. Женщины, как основные пользователи воды, тратят значительное время на транспортировку и обработку воды для домашних нужд [EU, 2017]. Устаревшая инфраструктура привела к перебоям в снабжении водой, что еще больше усложняет роль женщин как менеджеров. Можно утверждать, что женщины не активно участвуют в водном секторе, потому что их не признают как независимых фермеров [Switzerland Global Enterprise, 2017].

Глобальный и центральноазиатский опыт в области гендерного развития продемонстрировал, что достижение гендерного равенства не может быть реализовано лишь на декларативном уровне. Существуют реальные препятствия, и их устранение требует целенаправленных мер для обеспечения равных возможностей и результатов. Различные скрытые барьеры, наряду с прямой дискриминацией, мешают женщинам получать свою справедливую долю политического влияния и других форм влияния [Abdyldabek, 2021]. Наиболее значительным барьером является преодоление исторического наследия дискриминации женщин и существующих гендерных стереотипов.

6.3 Улучшение образования женщин

Представленность женщин в системах образования и подготовки в сельском хозяйстве страны является еще одной мерой гендерных разрывов в аграрных знаниях. В Таджикистане проводятся различные учебные курсы и семинары для повышения знаний женщин [FAO UN, 2016]. Однако женщины часто не участвуют в инициативах по управлению водными ресурсами на уровне сообществ, которые не соответствуют их жизненным нагрузкам, растущему количеству домохозяйств, возглавляемых женщинами, или их непосредственному интересу к улучшению водоснабжения. Участие женщин в водном секторе можно улучшить, активно приглашая

их на встречи и поддерживая небольшую группу заинтересованных женщин [Abdullaev et al., 2009].

В Узбекистане молодые мужчины значительно чаще ищут техническое образование в таких областях, как транспорт, связи, строительство и сельское хозяйство [UZstat, 2007]. Напротив, молодые женщины преимущественно выбирают традиционно «женские» области обучения, такие как образование и здравоохранение. Этот образовательный выбор, безусловно, обусловлен устойчивыми гендерными стереотипами, которые впоследствии воспроизводятся на рынке труда [Center for Economic Research, 2015]. Технические специальности часто ассоциируются с высокооплачиваемыми отраслями, в то время как гуманитарные специальности, как правило, ведут к низкооплачиваемым работам, обычно в государственном секторе.

В Казахстане сельское хозяйство не рассматривается как подходящее для женщин, и многим женщинам запрещено регистрироваться как землевладельцы, несмотря на их опыт работы на государственных или коллективных фермах [IsDB, 2019]. Это ограничение ограничивает их доступ к кредитам, аграрному обучению, современным сельскохозяйственным технологиям и участию в структурах принятия решений, таких как Ассоциация водопользователей.

В Кыргызстане реализуется несколько проектов, поддерживаемых международными организациями, с гендерно чувствительными элементами, которые приносят положительные результаты в целевых секторах и сообществах. Эти инициативы, особенно в сфере водоснабжения и санитарии, направлены на обеспечение устойчивого использования природных водных ресурсов и принятие участия, отражающего потребности и мнения как мужчин, так и женщин [ADB, 2019]. Однако женщины в местных сельских сообществах часто имеют ограниченное участие в проектировании и реализации программ и проектов, которые их касаются. Они не всегда могут открыто выразить свои потребности, не говоря уже о сотрудничестве и стратегическом выступлении за них. Укрепление роли женщин в этой области является ключевым [Kurmanova, 2017].

Женщины с ограниченными знаниями в области управления водными ресурсами часто сталкиваются с трудностями в адекватном участии в планировании, реализации, эксплуатации и обслуживании программ водоснабжения и санитарии. В целом, организации по управлению водными ресурсами в значительной степени доминируют мужчинами на всех уровнях управления. Необходимы целенаправленные программы по наращиванию потенциала, нацеленные на женщин, в то время как программы, нацеленные на мужчин, нужны для повышения осведомленности о специфических потребностях женщин.

Заключение

Анализ показывает значительный разрыв в обновленных, эмпирических и хорошо документированных научных знаниях о женщинах в водном секторе Центральной Азии, как это видно в англоязычной, так и русскоязычной литературе. Качество научных исследований в регионе пострадало из-за длительного переходного периода после распада Советского Союза в 1991 году. В результате многие проводимые исследования часто соответствуют требованиям финансируемых донорами проектов, что может ограничивать объем и применимость полученных результатов.

Независимые исследовательские усилия сталкиваются с серьезными проблемами, включая отсутствие надежных данных, нехватку исследователей и недостаточные инвестиции в независимые и публичные научные учреждения. Эта среда подавила комплексные исследования, которые адекватно охватывают сложную динамику гендера и управления водными ресурсами. Примечательно, что только 5,5% современной научной литературы на русском языке составляют исследования, проводимые на уровне домохозяйств, что отражает значительное упущение в понимании жизненного опыта женщин и их критических ролей в управлении водными ресурсами.

Существующая литература подчеркивает важность признания вклада женщин и уникальных проблем, с которыми они сталкиваются в доступе к водным ресурсам и их управлении. Это упущение не только ограничивает наше понимание гендерной динамики в управлении водными ресурсами, но также препятствует разработке эффективных политик и вмешательств, направленных на содействие гендерному равенству.

В дальнейшем существует настоятельная необходимость в более инклюзивных и целенаправленных исследованиях, которые учитывают разнообразный опыт и перспективы женщин в водном секторе. Это включает не только увеличение объема исследований, но и повышение их качества путем приоритизации сбора и анализа данных на уровне домохозяйств и сообществ. Вовлечение женщин в исследовательский процесс и принятие решений имеет решающее значение для обеспечения того, чтобы их голоса были услышаны, а их потребности были учтены. Создавая среду, которая поддерживает независимые и строгие исследования, мы можем лучше подготовить политиков, НПО и местные сообщества к созданию равноправных решений, которые улучшат статус и возможности женщин в водном секторе Центральной Азии.

Литература

1. Abdulloev, M. (2013): Gender Aspects of Agriculture. Dushanbe, Tajikistan

2. ADB (2017): Irrigation Rehabilitation Sector Project. Initial Poverty and Social Analysis. Appendix 4. P.17 https://www.adb.org/projects/documents/kaz-50387-002-ipsa

3. Anastasia Kocher (2013): Central Asian Regimes Trample Women's Rights. The Effects of Political Transition on the Status of Women in Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan and Uzbekistan. DeKalb, Illinois

4. Asian Development Bank (2018): Asian Development Outlook-2018 "How Technology Affects, Jobs". [Available at 09.01.2021] www.adb.org/sites/default/files/publication/411666/ado2018-highlights.pdf

5. Asian Development Bank (2019). Kyrgyz Republic country Gender Assessment. December, 2019

6. Dear, C., Shigaeva, J., Wolfgramm, B. (2013): Assessing the State of Sustainable Land Management Research in Kyrgyzstan and Tajikistan. Mountain Research and Development 33(4):443–452

7. Derbyshire, H., (2002): Gender Manual "Practical Guidelines for Development Policy Makers" DFID. www.dfid.go.uk.pub

8. European Union (2017): Gender Study for Central Asia. Kazakhstan Final Report https://eeas.europa.eu/sites/eeas/files/kazakhstan_final_report_16.11.2017_approved.pdf

9. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016): National Gender Profile of Agricultural and Rural Livelihoods – Tajikistan: Country gender assessment series. Ankara

10. Gosudarstvennogo komiteta po statistike Respubliki Uzbekistan. Demograficheskaja situacija, 2020

11. Government of the Republic of Uzbekistan and UN Country Team. Millennium Development Goals Report Uzbekistan (2015) – Tashkent: Center for Economic Research, – 92 p.

12. Gulnara Kurmanova (2017): Gender i problemy razvitija sel'skogo hozjajstva v Kyrgyzstane. International agricultural journal № 2 / 2017. http://www.gender.cawater-info.net/publications/articles.htm

13. Herrfahrdt, E., Kipping, M., Pickardt, T., Polak, M., Rohrer, C., & Wolff, C. F. (2006). Water governance in the Kyrgyz agricultural sector: on its way to integrated water resource management? (DIE Studies, 14). Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik gGmbH https://nbnresolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-113691

14. Iskender, Abdullaev., Vilma, Horinkova,. (2009): Assessing the Gender Performance of the Water Users Associations. IWRI

15. Islamic Development Bank (2019): Country gender profile Kazakhstan. Women and Youth Empowerment Division Resilience and Social Development Department. February, 2019

16. Mirzaev, N.N. (2017): Vnedrenie IUVR v CA Dostizhenija, uroki, videnie. Nauchno-informacionnyj centr Mezhgosudarstvennoj koordinacionnoj vodohozjajstvennoj komissii. Tashkent

17. Musabaeva, K.A, (2014): Gender aspects of water resources management in the Kyrgyz Republic. Izvestija Vuzov № 3, 2014

18. Petro Kotzé. USAID Central Asia Smart Waters program, Turkmenistan, 2019. https://usaidcentralasia.exposure.co/post401489. (Accessed 7 January 2021)

19. Switzerland Global Enterprise, (2017). Industry Report: Water Management in Kazakhstan, https://www.sge.com/sites/default/files/cserver/article/downloads/industry_report_kazakhstan_water_management_2017.pdf, P.10

20. Tekushhij arhiv MSVHiPP. Materialy kollegii po itogam 2011 goda. / Svedenija o kadrovom sostave Departamenta vodnogo hozjajstva za 2011g.

21. UN Human Rights Office of the High Commissioner. n.d. UN Treaty Body Database http://tbinternet.ohchr.org/_layouts/TreatyBodyExternal/Treaty.aspx?CountryID=93&Lang=EN, (accessed 19 October 2020)

22. United States Agency for International Development, Susan Somach of DevTech Systems, Inc. and Deborah Rubin of Cultural Practice, LLC. (2010): Gender assessment USAID/Central Asian Republics: Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan and Uzbekistan. March, 2010

23. World Bank (2017). Employment in agriculture, female (% of female employment) (modeled ILO estimate) – Kazakhstan. [Available at 09.01.2021] https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.FE.ZS?locations=KZ&view=chart

24. Zhanyl Abdyldabek kyzy (2021): Obespechenie predstavlennosti zhenshhin vo vlasti.
http://www.gender.cawaterinfo.net/publications/articles.htm. [Dostupno na saite 21.01.2021]

25. OECD DAC (Organization for Economic Co-operation and Development Assistance Committee), (2016). "Converged Statistical Reporting Directives for the Creditor Reporting System (CRS) and the Annual DAC Questionnaire, Chapters 1–6." DCD/DAC (2016)3/FINAL. OECD, Paris

26. United Nations Development Programme (UNDP). (2016). Case Study on Combating Gender Inequality in Political Participation in Kyrgyzstan. Regional Human Development Report. Progress at Risk. Inequalities and Human Development in Eastern Europe, Turkey, and Central Asia. Istanbul. http://www.eurasia.undp.org/content/rbec/en/home/library/human_development/regionalhuman-development-report-2016--progress-at-risk.html

27. Committee of Women's and Family Affairs (COWAFA). (2014). Press conference of the Committee on Women and Family Aff airs under the Government of the Republic of Tajikistan, 30 July 2014. (Available at http://kumitaizanon.tj/ru/news/id/150). [In Russian]

28. Enabling Agricultural Trade (EAT) project/ Fintrac Inc, 2014, p. 17

29. WB (2003). Irrigation in Central Asia: Social, Economic and Environmental Considerations. Report of the World Bank http://www.worldbank.org/eca/environment, (accessed 23 May 2011)

30. Porkka M, Kummu M, Siebert S, Florke M (2012) The role of virtual water flows in physical water scarcity: the case of Central Asia. Water Res Dev 28(3):453–474. doi:10.1080/07900627.2012.684310

31. Omarbekova, A. (2008). Women's role in managing water resources in Kazakhstan [Роль женщин в управление водными ресурсами в Казахстане]. Information bulletin, №3(10) (accessed September 7, 2020 at: www.gender.cawater-info.net)

32. Turkmenistan: The Golden age. 2015. Letopis – 2014: Razvitiye veloyatov I Ashkhabada [Chronicle – 2014: Development of welayats and Ashgabat]. 06 January 2015. (Available at http://www.turkmenistan.gov.tm/?id=7984)

33. UNDP and the Ministry of Water Management «Strengthening technical capacity» of the EU Program «Sustainable Water Resources Management in Rural Areas of Uzbekistan». Economic Review No. 6 (234) 2019

Исследования на разные темы

Расчет рейтинга экологического развития отдельных регионов Республики Беларусь за 2022 год

Цубленок Д.В., Водейко М.В.

Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов»,

Статья ориентирована на информирование общественности и всех заинтересованных лиц о проведенной работе по расчету рейтинга экологического развития отдельных регионов Республики Беларусь, полученных результатах и балльном соотношении рассматриваемых административных территорий относительно друг друга.

Данная статья содержит результаты расчета рейтинга экологического развития регионов областных центров, г.Минск, Брестского, Витебского, Гомельского, Гродненского, Минского и Могилевского районов в 2022 году.

Исходные данные для расчета показателей рейтинга экологического развития областных центров, Минска и районов являются данные, формируемые в соответствии с ТКП 17.02-19-2021 (33140) «Охрана окружающей среды и природопользование. Рейтинг экологического развития регионов Республики Беларусь. Технические требования», утверждённые и введенные в действие постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27 апреля 2021 г. № 5-Т (далее – ТКП 17.02-19-2021) органами государственного управления, организациями, подчиненными Правительству Республики Беларусь, местными органами власти (райисполкомы, Брестский, Витебский, Гомельский, Гродненский, Минский, Могилевский горисполкомы), территориальными органами Минприроды и подчиненными организациями, иными организациями Республики Беларусь. Методика расчета рейтинга экологического развития городов и районов также приведена в ТКП 17.02-19-2021, где подробно описаны последовательность, формулы, формирование комплексов показателей в группы показателей для детального и корректного расчета.

Основным результатом статьи стало ранжирование городов и районов по комплексу показателей, которые затронули вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, а также вопросы эффективности экологической политики на региональном уровне. Так, например, в 2022 году лидером стали г.Брест и Брестский район, однако, с наименьшим количеством баллов в рассматриваемом году стали г.Могилев и Могилевский район.

Ключевые слова. Экорейтинг, воздействие на окружающую среду, охрана окружающей среды, комплексная оценка, экологическое состояние, экологические показатели.

Расчет рейтинга экологического развития регионов Республики Беларусь обусловлен необходимостью комплексной оценки экологического состояния отдельных регионов Республики Беларусь для реализации государственной политики страны в области устойчивого развития и повышения качества окружающей среды [1].

В Беларуси экорейтинг введен впервые в 2021 году РУП «ЦНИИКИВР». В 2023 году проведен расчёт и составление экологического рейтинга за 2022 год в разрезе областных центров и города Минск, а также Брестского, Витебского, Гомельского, Гродненского, Минского и Могилевского районов на основании данных статистики, предоставленные в 2023 год за предыдущий год [2].

Наиболее важными задачами проведения работ по составлению экологического рейтинга развития регионов Республики Беларусь являются проведение оценки экологического состояния отдельных регионов и их последующее ранжирование по комплексу показателей с целью выявления и определения значимости отдельных экологических проблем на рассматриваемой территории для последующего планирования, разработки и реализации мероприятий по улучшению экологического состояния территории и ее устойчивому функционированию.

Показатели экологического развития регионов, согласно техническому кодексу установившейся практики ТКП 17.02-19-2021 затрагивают вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Проведение рейтинговой оценки и представление ее результатов в виде информационных материалов способствует повышению качества экологической информации и информированности населения о состоянии окружающей среды в конкретном регионе [3].

На основании результатов экологического рейтинга осуществляется координация на региональном уровне деятельности субъектов, вовлеченных в управление окружающей средой, и развивается система экологических показателей на территориальном уровне.

Расчет рейтинга экологического развития отдельных регионов Республики Беларусь проведен, согласно ТКП 17.02-19-2021, на основании исходных данных, сформированных в соответствии с национальным законодательством в области использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, с учетом международных подходов по оценке экологического состояния окружающей среды и ее отдельных компонентов.

Рейтинг экологического развития регионов Республики Беларусь представляет собой метод количественной оценки и сравнительного анализа показателей экологического развития отдельных административно-территориальных единиц Республики Беларусь [3].

Рейтинг экологического развития регионов за 2023 год рассчитан для областных центров, г.Минск, Брестского, Витебского, Гомельского, Гродненского, Минского и Могилевского районов [2].

Для формирования экологического рейтинга областных центров и Минска использовано 32 показателя в 3-х категориях. При этом в каждой из 3-х категорий выделено от 3 до 5 групп показателей, и каждая группа включает от 1 до 4 показателей.

Для формирования экологического рейтинга Брестского, Витебского, Гомельского, Гродненского, Минского и Могилевского районов за 2022 год использовано 37 показателей в 3-х категориях. При этом в каждой из 3-х категорий выделено от 4 до 6 групп показателей, и каждая группа включает от 1 до 4 показателей.

По каждому показателю район или город получает баллы, количество которых определяется положением данного района (города) среди других районов (городов) с присвоением баллов от 0 до 100, где 100 баллов характеризует район или город как абсолютного лидера по показателю, а 0 баллов – как абсолютного аутсайдера [3].

Методология экологического рейтинга позволяет ранжировать города и районы Республики Беларусь по показателям в 3-х категориях, каждая из которых имеет свой относительный вес (вклад) в итоговый рейтинг района:

- текущее состояние и использование компонентов окружающей среды – 30%;

- воздействие основных видов экономической деятельности на окружающую среду – 30%;

- управление воздействием на окружающую среду и эффективность экологической политики – 40% [1].

Для визуализации распределения баллов в таблицах используется градиентная цветовая заливка: наиболее высокие баллы по показателю отражаются насыщенным зеленым цветом, переходящим в светло-зеленый и белый, с последующим переходом на светло-красный цвет и его насыщением [3].

Таким образом, результат составления рейтинга экологического развития городов и районов за 2022 год получен путем суммирования баллов по всем показателям каждой группы в пределах 3-х категорий, а именно, «Текущее состояние и использование компонентов окружающей среды», «Воздействие основных видов экономической деятельности на окружающую среду» и «Управление воздействием на окружающую среду и эффективность экологической политики».

Анализ полученных результатов расчёта рейтинга экологического развития областных центров и г.Минск, Брестского, Витебского, Гомельского, Гродненского, Минского и Могилевского районов за 2022 год проведен в разрезе групп показателей, категорий показателей и итогового результата расчёта рейтинга [2].

По совокупности проанализированных показателей для областных центров и Минска в категории 1 «Текущее состояние и использование компонентов окружающей среды» результаты рейтинга городов ранжированы в последовательности от лучшего к худшему: г.Брест, г.Витебск, г.Гомель, г.Могилев, г.Гродно и г.Минск (таблица 1). Среди районов ранжирование в следующем порядке от лучшего к худшему: Брестский район, Витебский район, Гомельский район, Могилевский район, Гродненский район, Минский район (табл.2).

По группе показателей «Водные ресурсы, водопользование», отражающей текущее состояние и использование водных ресурсов в пределах городов и районов, наилучший результат в 2022 году отмечен г.Витебск и г.Гомель, наихудший – в г.Минск. Среди районов наибольшее количество баллов по результатам расчета рейтинга имеет Брестский район, наименьшее – Могилевский район.

По группе показателей «Атмосферный воздух», отражающей уровень воздействия на атмосферный воздух стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, наилучший результат в 2022 году зафиксирован в г.Витебск, наихудший – в г.Могилев. Среди районов наибольшее количество баллов по данной группе показателей имеет Могилевский район, наименьшее – Минский район.

Таблица 1

Сравнительная балльная оценка деятельности в категории «Состояние и использование компонентов окружающей среды» в Минске и областных центрах в 2022 году

Наименование административно-территориальной единицы	Водные ресурсы, водопользование	Атмосферный воздух	Земельные ресурсы и почвы
г.Брест	54	73	84
г.Витебск	100	100	7
г.Гомель	81	59	36
г.Гродно	4	30	84
г.Минск	1	27	3
г.Могилев	29	15	100

Таблица 2

Сравнительная балльная оценка деятельности в категории «Состояние и использование компонентов окружающей среды» на территории административных районов в 2022 году

Наименование административно-территориальной единицы	Водные ресурсы, водопользование	Атмосферный воздух	Земельные ресурсы и почвы	Биоразнообразие
Брестский район	100	18	72	94
Витебский район	60	41	100	3
Гомельский район	27	8	36	100
Гродненский район	64	7	3	75
Минский район	69	5	32	7
Могилевский район	14	100	5	35

По группе показателей «Земельные ресурсы и почвы» в 2022 году среди городов лидируют г.Могилев, г.Брест и г.Гродно, наименьшее количество баллов по расчетам рейтинга – у г.Минск и г.Витебск (в основном

за счет наибольшего, среди остальных, содержания нефтепродуктов и тяжелых металлов в почвах города). Среди районов наибольшее количество баллов по данной группе показателей рассчитано для Витебского и Брестского районов, наименьшее количество баллов – для Гродненского и Могилевского районов (в основном за счет наименьшей, среди остальных, доли средостабилизирующих земель и недостаточного средневзвешенного уровня гумуса в почвах пахотных земель).

.По группе показателей «Биоразнообразие» на основе расчета рейтинга наибольшее количество баллов в 2022 году имеют Гомельский район (за счет наибольшей площади, на которой проведены работы по экологической реабилитации и восстановлению естественных экологических систем) и Брестский район (за счет наименьшей, среди остальных районов, площади произрастания инвазивных растений, которые оказывают вредное воздействие и (или) представляют угрозу биологическому разнообразию, жизни и здоровью граждан). Витебский и Минский районы по данной группе показателей имеют наименьшее количество баллов, в основном, за счет наибольшей площади произрастания инвазивных растений, которые оказывают вредное воздействие и (или) представляют угрозу биологическому разнообразию, жизни и здоровью граждан.

По совокупности проанализированных показателей областных центров и г.Минск в категории «Воздействие основных видов экономической деятельности на окружающую среду» результаты рейтинга городов ранжированы в последовательности от лучшего к худшему: г.Гродно, г.Брест, г.Минск, г.Могилев, г.Гомель, г.Витебск (табл.3).

Среди районов в категории «Воздействие основных видов экономической деятельности на окружающую среду» результаты рейтинга ранжированы в последовательности от лучшего к худшему: Брестский район, Витебский район, Минский район, Гродненский район, Гомельский район, Могилевский район (табл.4).

Таблица 3

Сравнительная балльная оценка деятельности в категории «Воздействие основных видов экономической деятельности на окружающую среду» в Минске и областных центрах в 2022 году

Наименование административно-территориальной единицы	Производственная сфера	Транспорт	Жилищно-коммунальное хозяйство	Обращение с отходами	Энергетика
г.Брест	17	53	33	100	54
г.Витебск	10	1	54	45	1
г.Гомель	35	19	12	6	100
г.Гродно	100	39	100	49	3
г.Минск	21	100	40	3	87
г.Могилев	35	7	88	51	33

Таблица 4

Сравнительная балльная оценка деятельности в категории «Воздействие основных видов экономической деятельности на окружающую среду» на территории административных районов в 2022 году

Наименование административно-территориальной единицы	Производственная сфера	Сельское хозяйство	Жилищно-коммунальное хозяйство	Обращение с отходами	Энергетика	Транспорт
Брестский район	100	3	100	100	8	5
Витебский район	9	8	69	31	100	1
Гомельский район	3	100	31	2	36	1
Гродненский район	46	21	46	16	46	4
Минский район	26	2	6	10	73	100
Могилевский район	48	25	7	24	53	2

По группе показателей «Производственная сфера», отражающей воздействие производственной сферы на атмосферный воздух и водные ресурсы в пределах областных центров и г.Минск, наилучший результат в 2022 году зафиксирован в г.Гродно (лидирует по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов и имеет второе место по уровню повторно используемой и оборотной воды в производстве), наихудший – г.Витебск (наименьшее значение по доле повторно используемой и оборотной воды в производстве) и в г.Брест (наименьшее значение сокращенных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов).

Среди районов наибольшее количество баллов имеют Брестский район (за счет наиболее эффективного, по сравнению с другими районами, проведения мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух) и Могилевский район (за счет наибольшей, среди остальных районов, доли повторно используемой и оборотной воды в общем объеме воды, используемой на производственные нужды). Наименьшее количество баллов по группе показателей у Гомельского и Витебского районов (за счет наименьших значений доли повторно используемой и оборотной воды в производстве).

В 2022 году, как и в 2021 году *по группе «Транспорт»* по результатам оценки наличия экологических транспортных средств в собственности физических лиц и организаций на 10 000 человек лидируют г.Минск (8,55 единиц на 10 000 человек) и г.Гродно (4,33 единиц на 10 000 человек), наименьшее значение данного показателя отмечено в г.Витебск – 1,67 единиц на 10 000 человек.

По группе показателей «Жилищно-коммунальное хозяйство» по комплексу показателей образования и обращения с ТКО наилучший результат в 2022 году зафиксирован г.Гродно, наихудший – в г.Гомель. Такой результат достигнут, в основном, за счет обеспеченности мощностями по сортировке ТКО на душу населения. В 2022 году набольший балл присвоен г.Гродно, а наименьший балл имеет г.Минск и г.Гомель.

Среди районов по данной группе показателей лидирует Брестский и Витебский районы. Наименьшее количество баллов имеет Минский район, где объемы образования ТКО на 10 000 человек в год выше, чем в других районах, а также обеспеченность мощностями по сортировке ТКО наименьшая в расчете на 10 000 человек. В Гомельском и Могилевском районах обеспеченность мощностями по сортировке ТКО также низкая.

По группе показателей «Обращение с отходами» в 2022 году лидирует г.Брест за счет наибольшего уровня использования отходов производства и наименьшего значения доли захороненных отходов на объектах захоронения. Наименьшее количество баллов, среди всех рассматриваемых городов, зафиксировано в г.Минск. Следует отметить, что наибольшая доля выведенного из эксплуатации оборудования, содержащего полихлорированные бифенилы (далее – ПХБ), отмечена в г.Могилев (98,17%), что на 0,35% больше, чем в 2021 году, а наименьшая – в г.Витебск (75,15%). Среди районов по данной группе показателей наибольшее количество баллов имеет Брестский район (лидирует по 2 показателям из 4). Наименьшее количество баллов имеет Гомельский район. Аналогичная ситуация для этих районов характерна и в 2021 году.

По результатам использования в 2022 году возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) *по группе «Энергетика»* сохраняется тенденция 2020 года – наилучший результат в г.Гомель (установленная электрическая мощность 15 950 МВт), наихудший – в г.Витебск, где ВИЭ по-прежнему отсутствуют и (или) их использование минимально. Однако, среди районов Витебский район занимает 1 место, за ним следует Минский район. Минимальный балл по данной группе показателей среди районов присвоен Брестскому району, где установленная электрическая мощность наименьшая (4,660 МВт).

По *группе показателей «Сельское хозяйство»* максимальное количество баллов за 2022 год имеет Гомельский район за счет лидирующих позиций по показателям «общая пестицидная нагрузка на почвы» и «доля объектов хранения навоза и навозосодержащих сточных вод, не отвечающих экологическим требованиям». Наименьшее количество баллов по группе показателей «Сельское хозяйство» имеет Минский район, за счет того, что имеет наихудшие значения среди других районов по показателям «общая пестицидная нагрузка на почвы» и «доля объектов хранения навоза и навозосодержащих сточных вод, не отвечающих экологическим требованиям».

По совокупности проанализированных показателей для областных центров и г.Минск в категории 3 «Управление воздействием на окружающую среду и эффективность экологической политики» результаты рейтинга городов ранжированы в последовательности от лучшего к худшему: г.Минск, г.Гродно, г.Брест, г.Витебск, г.Гомель, г.Могилев (таблица 5).

В категории 3 «Управление воздействием на окружающую среду и эффективность экологической политики» результаты рейтинга районов ранжированы от лучшего к худшему: Витебский район, Гродненский район, Гомельский район, Брестский район, Минский район, Могилевский район (таблица 6).

Таблица 5

Сравнительная балльная оценка деятельности в категории «Управление воздействием на окружающую среду и эффективность экологической политики» в Минске и областных центрах в 2022 году

Наименование административно-территориальной единицы	Эколого-экономические показатели	Реализация местных природоохранных инициатив и участие в международном сотрудничестве	Участие общественности в решении экологических вопросов	Экологическое образование и просвещение	Эффективное использование городской территории
г.Брест	21	75	60	11	59
г.Витебск	9	25	100	16	70
г.Гомель	100	100	5	4	8
г.Гродно	22	12	83	63	51
г.Минск	37	50	8	100	100
г.Могилев	48	46	54	27	5

По группе «Эколого-экономические показатели» в 2022 году абсолютный лидер – г.Гомель (за счет наибольшего значения доли средств городского бюджета, направленных на реализацию природоохранных мероприятий и количества предприятий, имеющих сертифицированную систему менеджмента окружающей среды). Следует отметить в данной группе показателей г.Могилев, который имеет незначительное отставание от лидера по значениям показателей. Аутсайдер по данной группе показателей – г.Витебск.

Среди районов в 2022 году лидирует Гродненский, имеющий наибольшее значение инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и второе место (после Гомельского района) по доле средств местных бюджетов, направленных на природоохранные мероприятия.

Таблица 6

Сравнительная балльная оценка деятельности в категории «Управление воздействием на окружающую среду и эффективность экологической политики» в административных районах в 2022 году

Наименование административно-территориальной единицы	Эколого-экономические показатели	Реализация местных природоохранных инициатив и участие в международном сотрудничестве	Участие общественности в решении экологических вопросов	Экологическое образование и просвещение
Брестский район	12	64	44	64
Витебский район	13	100	100	100
Гомельский район	73	64	12	45
Гродненский район	100	79	43	66
Минский район	36	19	3	43
Могилевский район	10	19	6	19

Что касается *группы показателей «Реализация местных природоохранных инициатив и участие в международном сотрудничестве»* наилучший результат в 2022 году зафиксирован в г.Гомель (за счет количества проектов международной технической помощи (далее – МТП), реализуемых на территории города). Наименьшее количество баллов в группе рассчитано для г.Гродно (отсутствуют проекты МТП и минимальное значение наличия местных инициатив в области климата).

В разрезе районов в 2022 году лидирует Витебский район (имеет наибольшее количество реализуемых проектов МТП). Наименьшее количество баллов по данной группе показателей имеют Минский и Могилевский районы, где отсутствуют проекты МТП и наименьшее количество местных инициатив.

По группе показателей «Участие общественности в решении экологических вопросов», позволяющей оценить уровень взаимодействия с общественностью местных органов исполнительной власти в вопросах, затрагивающих рациональное использование и охрану природных ресурсов, наибольшее количество баллов в на протяжении 2020 –

2022 годов по результатам расчета рейтинга характерно для г.Витебск, наименьшее – для г.Гомель и г.Минск. Среди районов по данной группе показателей в 2022 году наибольшее количество баллов имеет Витебский район, а наименьшее – Минский район.

По группе показателей *«Экологическое образование и просвещение»* лидирует г.Минск, среди районов – Витебский. При этом города и районы в 2022 году провели значительно больше мероприятий по экологическому образованию и просвещению населения, что говорит о лучшей информационной обеспеченности населения актуальной информацией о состоянии окружающей среды.

По группе показателей «*Эффективное использование городской территории»* наибольшее количество баллов в 2022 году набрал г.Минск, а наименьшее, как и в 2021 году – г.Гомель. В данной группе показателей следует отметить г.Витебск, имеющий наибольшее значение по показателю «обеспеченности населения озелененными территориями общего пользования».

Итоговый результат расчёта рейтинга экологического развития рассматриваемых городов и административных районов позволил ранжировать их в следующей последовательности (от лучшего к худшему):

в разрезе городов: г.Брест, г.Гродно, г.Минск, г.Гомель, г.Витебск, г.Могилев (табл.7);

в разрезе административных районов: Брестский район, Витебский район, Гродненский район, Гомельский район, Минский район, Могилевский район (табл.7).

Поскольку экологический рейтинг составляется 3-й год подряд, имеется возможность сравнить результаты расчета рейтинга за период 2020 – 2022 гг. Максимальное количество баллов в 2020 году составило 283, что обеспечило 1-е место Гродно [4]. В 2021 году максимальное количество баллов – 280 получил Брест, улучшив свое положение в рейтинге. В 2022 году наибольшее количество баллов равно 230 – этот результат рассчитан для г.Брест [5].

Минимальное количество баллов в 2020 году – 100 было у Витебска. Минимальное количество баллов в 2021 году – 126 (Гомель). В 2021 году Витебск улучшил результат, переместившись с 6-го места на 5-е с количеством баллов 150. Минимальное количество баллов в 2022 году составляет 180 и соответсвует г.Могилев – последнее место.

Таблица 7

Итоговый результат расчета рейтинга экологического развития Минска и областных центров за 2022 год

Наименование административно-территориальной единицы	Итоговые баллы рейтинга	Место	Наименование административно-территориальной единицы	Итоговые баллы рейтинга	Место
г.Брест	230	1	Брестский район	254	1
г.Витебск	184	5	Витебский район	252	2
г.Гомель	192	4	Гомельский район	181	4
г.Гродно	215	2	Гродненский район	213	3
г.Минск	203	3	Минский район	139	5
г.Могилев	180	6	Могилевский район	116	6

Расчет рейтинга экологического развития административных районов за 2021 год проведен впервые. В 2021 году 1-е место с количеством баллов 245 занял Могилевский район, а расчет рейтинга в 2022 году показал, что максимальное количество баллов (254) и 1-е место присвоено Брестскому району. Наименьшее количество баллов в 2021 году – 123 у Минского района, в 2022 году – 116 у Могилевского района.

На основе анализа статистических данных за 2022 год и результатов расчета рейтинга экологического развития регионов разработан комплекс мероприятий, направленных на снижение антропогенной нагрузки на компоненты окружающей среды.

Результаты расчета рейтинга экологического развития регионов Республики Беларусь за 2022 год отражают необходимость повышения качества экологического образования, информирования граждан о состоянии окружающей среды, их вовлеченность в природоохранные мероприятия, а также повышение координации на региональном уровне деятельности субъектов, которые заняты управлением окружающей средой. По результатам расчета рейтинга с учетом наиболее проблемных показателей для областных центров, Минска, Брестского, Витебского, Гомельского, Гродненского, Минского и Могилёвского районов разработан комплекс мероприятий по улучшению экологического состояния территорий [6].

Литература

1. Дубенок С.А., Кулаков А.Ю., Конончук Т.П. Методология разработки и формирования рейтинга экологического развития регионов Республики Беларусь. Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2022; 1:14–24

2. Громадская Е.И., Баканова Д.В., Водейко М.В. Состояние природной среды Беларуси. Минск: РУП «ЦНИИКИВР»; 2022. 147 с.

3. Охрана окружающей среды и природопользование. Рейтинг экологического развития регионов Республики Беларусь. Технические требования = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Рэйтынг экалагічнага развіцця рэгіёнаў Рэспублікі Беларусь. Тэхнічныя патрабаванні. ТКП 17.02-19-2021 (33140). – Введен в действие постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27 апреля 2021 г. № 5-Т. – Минск: Минприроды, 2021

4. Громадская Е.И., Дубенок С.А., Сушко С.В. Состояние природной среды Беларуси. Минск: РУП «ЦНИИКИВР»; 2022. 150 с.

5. Громадская Е.И., Цубленок Д.В., Водейко М.В. Состояние природной среды Беларуси. Минск: РУП «ЦНИИКИВР»; 2023. 151 с.

6. Цубленок Д.В., Громадская Е.И., Водейко М.В. Расчет рейтинга экологического развития отдельных регионов республики за 2021 год. Журнал БГУ »Экология» – Минск, 2023. – Выпуск №3. – С. 97–105

Система водяного отопления, повышенного естественного циркуляционного давления

Назаров С.М.[1], Хужаев П.С.[1], Стерлигов В.А.[2]

[1] Таджикский технический университет имени акад. М.С.Осими

[2]ФГБОУ ВО Липецкий государственный технический универиситет

Введение

Территория Таджикистана на 97% состоит из гор и лишь на 3% из равнин. При этом практически 90% его представлено горным обогащением руд. Поэтому, особенно в горных районах, из-за перепада высот наиболее рационально использовать системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды. Территория Таджикистана по регионам и рельефу местности представляет собой разрозненное размещение жилых и административных зданий. В частности, это касается сельских населенных пунктов и местностях, где использование рассредоточенных систем отопления более рационально.

В горных регионах использование естественной циркуляции в системах водяного отопления особенно выгодно, так как перепад высот может быть использован для создания естественного потока воды через систему. Это устраняет необходимость в насосе, что может привести к значительной экономии средств с точки зрения как первоначальных инвестиций, так и текущих затрат на электроэнергию [3-8].

Таким образом, уникальные географические и демографические характеристики Таджикистана делают его особенно подходящим для использования систем водяного отопления с естественной циркуляцией, а также децентрализованных или рассеянных систем отопления. Эти технологии могут обеспечить значительную экономию средств и повысить эффективность отопления зданий страны.

Кроме того, следует также отметить, что подача электроэнергии в сельскую местность в зимний период ограничена, а это снижает эффективность использования систем водяного отопления, а в ряде случаев делает невозможным их использование. Дополнительно следует отметить, что с высотой системы водяного отопления давление воды в системе снижается, что также может привести к образованию воздуха, способствующего цир-

куляции воды в системе отопления. Это частично компенсирует циркуляцию воды в системе водяного отопления и снижает затраты на электроэнергию.

Ограниченная доступность электроэнергии в сельских районах Таджикистана в зимний период может стать серьезной проблемой для эксплуатации систем водяного отопления. В этих случаях может возникнуть необходимость в использовании альтернативных источников энергии, таких как биомасса или солнечная энергия, для дополнения или замены электроснабжения.

В заключение, хотя уникальные географические и демографические характеристики Таджикистана делают его подходящим для использования систем водяного отопления с естественной циркуляцией и децентрализованных или рассеянных систем отопления, существуют также проблемы, которые необходимо решить, чтобы обеспечить эффективную и надежную работу этих систем.

То, что было упомянуто ранее, может также применяться к более низким высотам.

Обзор литературы по теме

Системы водяного отопления широко используются в различных отраслях промышленности, включая жилые и коммерческие здания, для обеспечения теплом и горячей водой. Одним из наиболее распространенных типов систем водяного отопления является система естественной циркуляции, которая основана на разнице плотностей горячей и холодной воды для обеспечения циркуляции жидкости по системе. Однако эти системы могут быть неэффективными и требуют дополнительных насосов для поддержания циркуляции. В последние годы исследователи изучают способы улучшения естественной циркуляции в системах водяного отопления для повышения их производительности и КПД.

В нескольких исследованиях изучалось использование различных геометрических форм и конфигураций для улучшения естественной циркуляции в системах водяного отопления. Например, исследователи продемонстрировали, что использование спиральной трубки или спирального змеевика может увеличить коэффициент теплопередачи и улучшить циркуляцию жидкости (Khan et al., 2018; Lee et al., 2017). Другие исследования показали, что добавление перегородки или ребристой пластины также может улучшить естественную циркуляцию за счет создания турбулентности и перемешивания жидкости (Kim et al., 2016; Lee et al., 2019).

Недавние исследования были сосредоточены на разработке более совершенных и эффективных систем водяного отопления, использующих искусственный интеллект и алгоритмы машинного обучения. Например, исследователи разработали прогнозирующую модель, которая использует алгоритмы машинного обучения для оптимизации работы системы естественной циркуляции (Wang et al., 2020). В других исследованиях изучалось использование искусственного интеллекта для управления температурой и расходом жидкости в системе отопления на водной основе (Chen et al., 2020) [10].

В заключение, в этом обзоре литературы подчеркивается важность улучшения естественной циркуляции в системах водяного отопления. Используя различные геометрические формы, конфигурации, добавки и покрытия, исследователи продемонстрировали, что можно повысить производительность и КПД этих систем. Последние достижения в области искусственного интеллекта и машинного обучения также открыли новые возможности для оптимизации производительности этих систем. Будущие исследования должны быть направлены на разработку более эффективных и устойчивых систем водяного отопления, способных удовлетворить растущий спрос на энергию и горячую воду.

Материалы и методы

В системе водяного отопления с естественной циркуляцией разница температур между горячей водой в верхней части системы и более холодной водой в нижней части создает естественный поток или циркуляцию воды.

Другой способ – охлаждение теплоносителя, обычно воды, в котле. Когда вода в котле нагревается, она расширяется и создает давление в системе. Когда вода остывает, она сжимается и давление в системе снижается. Этот цикл расширения и сжатия может создать естественное циркуляционное давление внутри системы, даже если между верхней и нижней частями системы нет значительной разницы температур.

В заключение, хотя разница температур между верхней и нижней частями системы водяного отопления с естественной циркуляцией является наиболее распространенным способом создания естественного циркуляционного давления, это не единственный способ. Охлаждение теплоносителя в котле также может создавать естественное циркуляционное давление внутри системы, обеспечивая альтернативный вариант эффективной и надежной работы этих систем.

Из рисунка 1 видно, что с возрастанием высоты столба жидкости h, величина циркуляционного давления увеличивается, возрастает при этом циркуляционный расход повышая температуру теплоносителя так как увеличивается потенциал подающей воды, тем самым увеличивая циркуляционное давление.

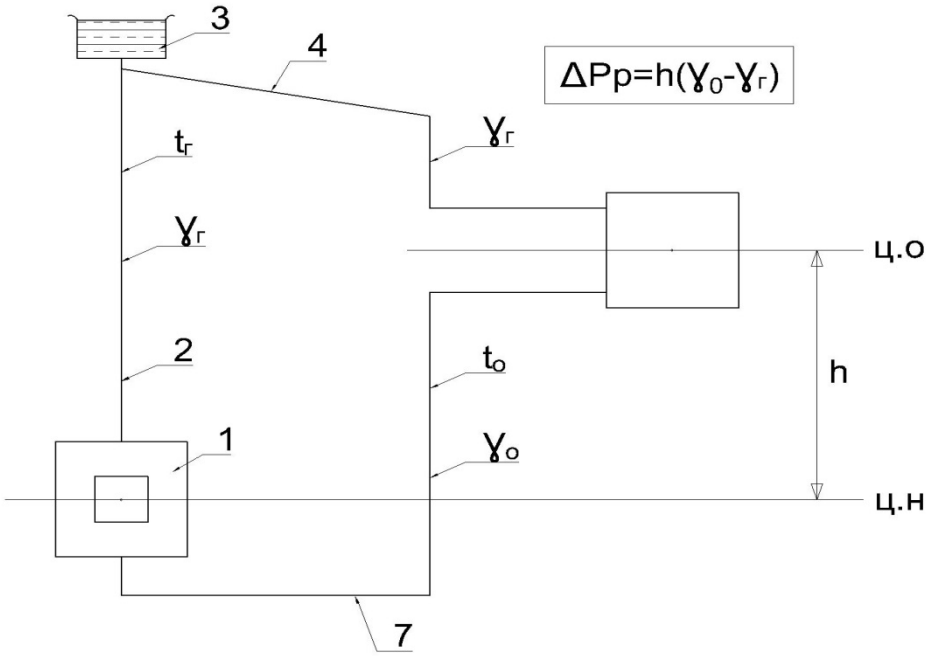


Рис.1 Принципиальная схема системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды

1. Водогрейный котел. 2. Главный стояк. 3. Расширительный бак. 4. Магистраль горячей воды. 5. Стояк. 6. Отопительный прибор. 7. Магистраль охлажденной воды.
ЦО – центр охлаждения ЦН – центр нагрева

В комбинированной системе водяного отопления для нагрева воды используются несколько источников тепла, таких как бойлер и солнечные батареи. Это позволяет более эффективно использовать ресурсы, поскольку система может переключаться между различными источниками тепла в зависимости от доступности и стоимости. Кроме того, использование естественной циркуляции в этих системах устраняет необходимость в насосе, что снижает потребление энергии и затраты на техническое обслуживание.

Важно отметить, что чем выше температура воды, тем больше величина естественного циркуляционного давления. Из рисунка 2 видно, что при смешивании пара с водой в вертикальной трубе появляется ещё одно дополнительное значение $\Delta P_{доп}$, что характеризует увеличение циркуляционного давления [8-11].

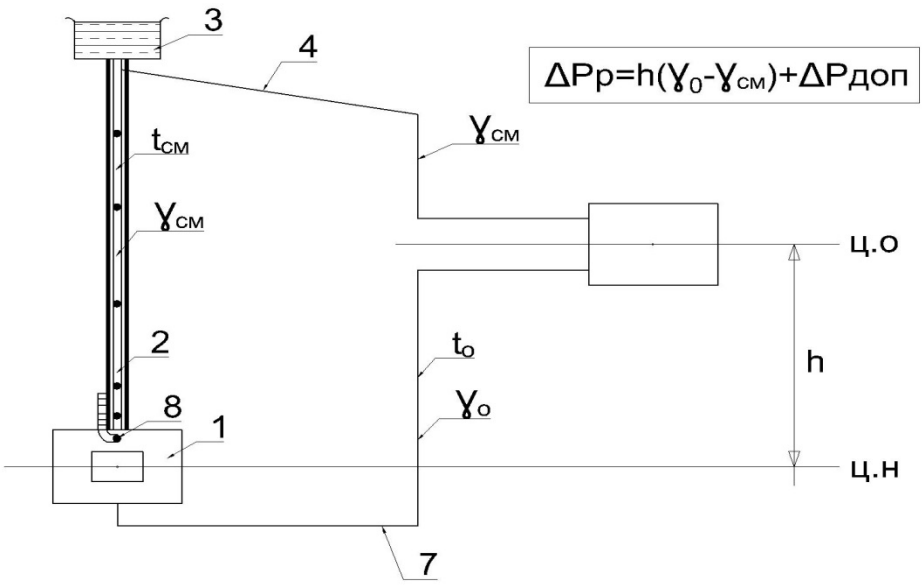


Рис. 2. Принципиальная схема системы водяного отопления с естественной циркуляции воды со смещением пара

1. Водогрейный котел. 2. Смесительная патрубка. 3. Расширительный бак. 4.Магистраль горячей воды. 5. Стояк. 6. Отопительный прибор. 7. Магистраль охлажденной воды. 8. Параобразователь. ЦО – центр охлаждения ЦН – центр нагрева

Для решения проблемы на кафедре «Системы водоснабжение, теплогазоснабжения и вентиляция» Таджикского технического университета предложена комбинированная система водяного отопления, с естественной повышенной циркуляцией воды.

Результаты

Сущность предлагаемой конструкции заключается в том, что печное устройство снабжено парообразователями используемого источника энер-

гии и направленно в сторону вертикальной трубы комбинированной системы водяного отопления.

Таким образом, получаемый пар в парообразователе смешиваясь с теплоносителем системы отопления увеличивает теплосодержание теплоносителя, что приводит к увеличение циркуляционного давления (циркуляции воды) в системе отопления и поддержке необходимых перепадов температуры теплоносителя [5-11].

На чертеже рис.3 представлена схема системы водяного отопления с водогрейным котлом. Котел состоит из корпуса 1, патрубка для входа охлажденного теплоносителя 2, патрубка для выхода нагретого теплоносителя 3, нагревательного прибора 4, верхней крышки 5, жестко присоединенной к корпусу 1, водогрейной трубки поверхности нагрева 6, расположенной в топочном пространстве. Открытые концы этой трубки жестко закреплены на промежуточной перегородке 7, которая отделяет водяную камеру 8 от топочного пространства. Отверстия для входа 9 и выхода 10 теплоносителя от водогрейной трубки выходят в водяную емкость 8 для сбора нагретой воды. Тепловоспринимающие поверхности парообразовательных камер 11 заглушены со стороны топочной камеры 12 и открыты со стороны емкости для сбора пара 13, выполнены, например, из короткой цилиндрической трубки. Топливо загружается через загрузочное отверстие 14 на поверхность колосниковой решетки 15. Твердые отходы топлива собираются в зольнике 16. Устойчивость установки котла обеспечивается закреплением корпуса котла на жестко установленных ножках 17.

Комбинированный котел работает следующим образом:

Систему водяного отопления и котел заполняют водой через подпиточную линию 18. Воздух удаляется через расширительный бак 19. Топливо загружают через загрузочную дверку 14 на поверхность колосниковой решетки 15. Горение топлива приводит к образованию продуктов горения, которые омывают тепловоспринимающую поверхность водогрейных труб 6 и парообразовательные трубки 11 комбинированного котла. Из водяной камеры 8 охлажденная в системе отопления теплоноситель через входное отверстие 9 поступает в водогрейную трубной поверхности 6, нагревается и через выходное отверстие 10 поступает в водяную камеру 8, повышая температуру теплоносителя. Когда величина циркуляционного давления в системе водяного отопления окажется выше гидравлического сопротивления системы отопления, в системе отопления происходит циркуляция воды. Вода в парообразовательных трубках 11, под тепловым воздействием продуктов горения превращается в пар и движется в сторону паросборника 13, накапливается и под некоторым умеренным давлением проходит в вертикальный участок трубы 20. На этом участке образуется пароводяная смесь, плотность которого меньше плотности теплоносителя. Это разница

плотностей приведет к возникновению выталкивающей силы и повышает циркуляцию воды в системе отопления и повышает его эффективность. Для контроля давления пара и температуры установлены предохранительный клапан 21, и термометр 22, а для отвода продуктов горения из котла в атмосферу – дымоход 23 [8].

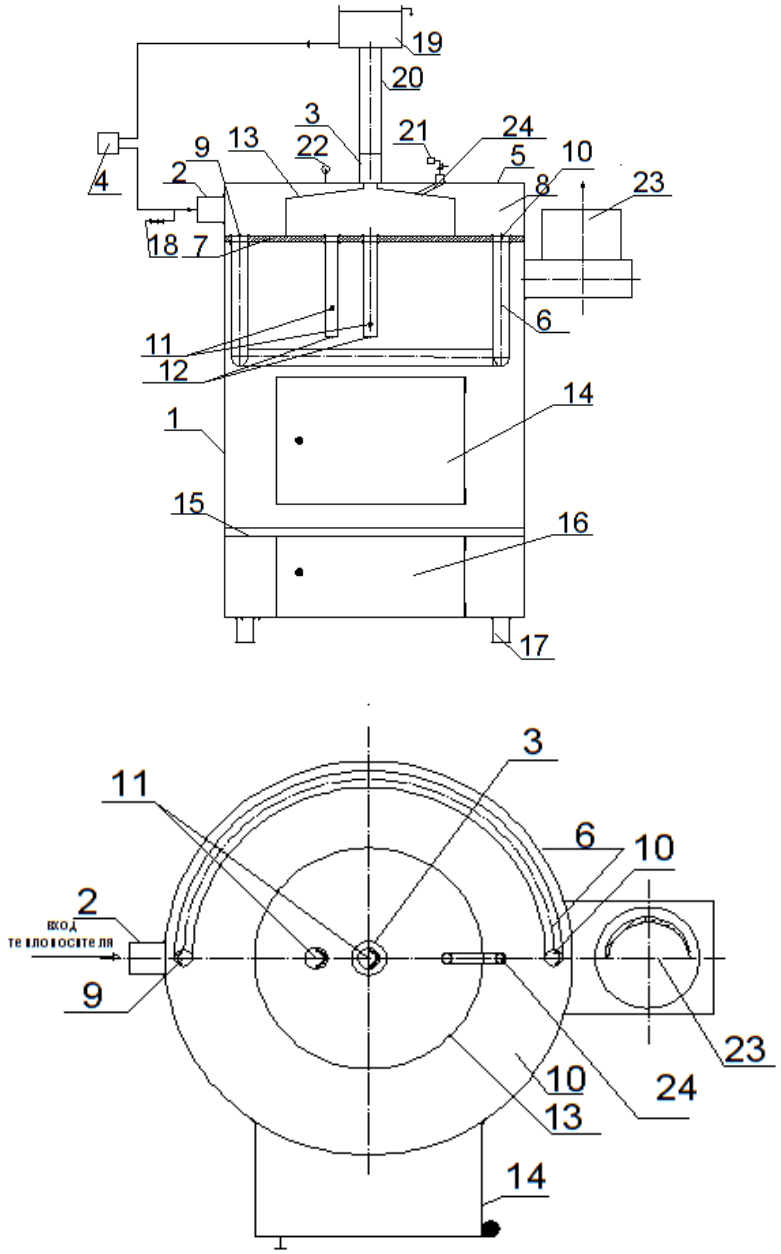


Рис. 3. Комбинированная систем водяного отопления с естественным побуждении циркуляции

Ключевая особенность конструкции

1. Естественная циркуляция. Система использует естественную циркуляцию для увеличения давления воды, что снижает потребность во внешних насосах и повышает эффективность.

2. Комбинированная система. Система сочетает в себе парогенератор с вертикальной секцией трубопровода, что позволяет улучшить теплопередачу и снизить потребление энергии.

3. Повышенное давление. Конструкция системы с естественной циркуляцией увеличивает давление воды, снижая риск механических неисправностей и повышая надежность системы.

4. Упрощенная конструкция. Конструкция системы упрощена по сравнению с традиционными системами, что упрощает установку и обслуживание.

Выводы

Система водяного отопления с повышенным давлением естественной циркуляции предлагает уникальное решение для эффективных и надежных систем отопления. Повышенная эффективность, повышенная надежность и экологические преимущества делают его привлекательным вариантом для широкого спектра применений.

Снижение температуры наружного воздуха приводит к увеличению температурного напора на каждом нагревательном приборе. Это, в свою очередь, снижает циркуляционный расход. Система водяного отопления с естественной циркуляцией теряет устойчивость работы, а в некоторых случаях теплоноситель в системе перестает циркулировать. Для устранение этого недостатка подобных систем предложена система водяного отопления, повышенного естественного циркуляционного давления.

Предлагаемая конструкция имеет новый подход к системам водяного отопления за счет использования паросборника и направление его в вертикальный участок трубопровода.

Преимущества этой конструкции включают повышенную эффективность, снижение энергопотребления и упрощенную конструкцию, что делает ее экономически эффективным решением для различных приложений.

Заключение

Спроектированная система водяного отопления, использующая высокое давление естественной циркуляции, продемонстрировала свою эффективность в достижении оптимальной производительности и экономичности. Уникальные конструктивные особенности системы, включая контур естественной циркуляции и использование теплообменника, позволяют системе работать при высоком давлении, что приводит к повышению тепловой эффективности и снижению энергопотребления. Способность системы поддерживать высокий уровень давления также обеспечивает эффективную передачу тепловой энергии от источника тепла к воде, что приводит к быстрому и эффективному нагреву воды. Кроме того, конструкция системы позволяет свести к минимуму риск термического удара и коррозии, обеспечивая длительный и надежный срок службы. Кроме того, высокое давление естественной циркуляции в системе также позволяет подключать несколько отопительных приборов, таких как радиаторы, конвекторы и тепловые насосы, что делает ее универсальным и адаптируемым решением для различных применений. Таким образом, разработанная система водяного отопления, использующая высокое давление естественной циркуляции, представляет собой надежное, эффективное и экономичное решение для нагрева воды в различных областях применения. Ее уникальные конструктивные особенности и высокий уровень давления делают ее привлекательным вариантом для тех, кто стремится повысить производительность и экономичность своей системы отопления [4-11].

Основные преимущества:

- Высокая тепловая эффективность
- Снижение энергопотребления
- Быстрый и эффективный нагрев воды
- Минимальный риск теплового удара и коррозии
- Универсальное и адаптируемое решение для различных областей применения

Направления будущих работ:

- Дальнейшие исследования и разработки для оптимизации конструкции и производительности системы
- Изучение новых материалов и технологий для повышения эффективности и надежности системы

- Изучение потенциальных применений в таких отраслях, как пищевая промышленность, фармацевтика и здравоохранение.

Приложения

1. Жилые здания. Эту конструкцию можно использовать в жилых домах для обеспечения эффективных и экономичных решений отопления.

2. Коммерческие здания. Эту конструкцию можно использовать в коммерческих зданиях для обеспечения эффективных и надежных решений для отопления.

3. Промышленное применение. Эту конструкцию можно использовать в промышленности для обеспечения эффективных и экономичных решений отопления.

Литература

1. Ливчак В.И. Установление уровней удельного годового расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение многоквартирных домов и обеспечивающих их систем автоматизации теплопотребления // Энергосовет. – 2012. – № 4 (23) (июль–август)

2. Михайлов Ф.С. Отопление и основы вентиляции. Москва 1972.12с.

3. Дроздов В.Ф. Отопление и Вентиляция. Отопление. Москва «Высшая школа» 1976. 232с.

4. Хужаев П.С., Поччоев М.М., Абдуллаева Ф.Р Анализ теплозащитных свойств наружных ограждений сельских жилых зданий. // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Наука и образование в современном мире: вызовы xxi века» технические науки iv том science and education in the modern world: challenges of the XXI century» nur-sultan, kazakhstan, april 2021 с 46 – 51

5. Шокиров Р.М Повышение энергоэффективности зданий в Республике Таджикистан // Инженерный вестник Дона, №3, С.87 (2022) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7505

6. СНиП II-3-79* (98) «Строителӣная теплотехника»

7. Кутепов, А. М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании: [Учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений] / А. М. Кутепов, Л.С. Стерман, Н.Г. Стюшин. – М.: Высш. шк., 1986. – 447 с., ил

8. Назаров С.М. и др. Комбинированная система водяного отопления с естественным побуждением циркуляции. – Малый патент Республики Таджикистан TJ836, МПК F24D1/00, F24/D9/00

9. Хужаев П.С., Аланазаров Ш., Линеаризация теплофизических свойств продуктов сгорания топлива от температуры (статья) Материалы республ. науч.-практ. конф., посв. 20-летию государственной независимости Респ. Таджикистан и 55-летию Тадж. тех. универ. им. акад. М.С. Оими. -Душанбе, 2011. –С.451-455

10. Хужаев П.С., Индивидуальный теплогенератор, работающий на твердом топливе. / Междунар. науч.-практ. конф. «Переспективы применения иновационных технологий и усовершенствования технического образования в высших учебных заведениях стран СНГ», часть-1, посв. 20-летию государственной независимости Респ. Таджикистан и 55-летию ТТУ. им.акад. М.С. Оси-ми. –Душанбе, 2011. –С.187-188

11. Хужаев П.С., Сулйманова Н.А. Повышение энергоэффективности индивидуальных твердотопливных отопительных котлов малой мощности / Специальный выпуск Сборник избранных научных работ международной научно-практической конференции на тему “Проблемы и решения применения цифровых технологий в области инженерных коммуникаций” (2022 год, 24 мая) Республика Узбекистон город Самарканд. С.73-75

Гидравлическое сопротивление труб для движущегося пароводяного потока

Назаров С.М.[1], Хужаев П.С.[1], Стерлигов В.А.[2]

[1] Таджикский технический университет имени акад. М.С.Осими

[2]ФГБОУ ВО Липецкий государственный технический универиситет

Введение

Гидравлическое сопротивление труб является одним из ключевых факторов, определяющих эффективность и безопасность транспортировки жидкостей и газов в промышленных системах. В частности, в случае движения пароводяного потока, который часто используется в теплоэнергетике, химической и нефтяной промышленности, правильный расчет и управление этим сопротивлением играет vital роль в оптимизации работы оборудования и систем.

Гидравлическое сопротивление трубопроводов обусловлено множеством факторов, включая характеристики самой жидкости, физические свойства труб (материалы, диаметр, шероховатость), а также условия движения потока (скорость, температура, давление). В движущемся пароводяном потоке важно учитывать, что он может иметь как газовую, так и жидкостную фазу, что накладывает дополнительные требования к расчету и моделированию гидравлических характеристик.

Основной задачей данного исследования является анализ основных аспектов гидравлического сопротивления труб для движущегося пароводяного потока, а также рассмотрение методов и расчетных моделей, используемых для оценки потерь давления в таких системах. Понимание этих процессов необходимо не только для повышения эффективности работы трубопроводных систем, но и для обеспечения их надежности и долговечности.

Исследование гидравлического сопротивления в контексте пароводяного потока также имеет важное значение для разработки новых технологий и улучшения существующих систем транспортировки, что, в свою очередь, может способствовать экономии ресурсов и снижению экологической нагрузки на окружающую среду.

Результаты

Движение воды и пароводяной смеси в вертикальной трубе, а также в замкнутом циркуляционном контуре, состоящем из вертикальных и горизонтальных участков, обеспечивается разностью плотностей воды и пароводяной смеси. При вынужденном движении пароводяной смеси, разность давлений в двух произвольных сечениях трубы представляется в виде суммы перепадов давления, в результате действия сил трения, преодоления местных сопротивлений, ускорения и нивелирного напора, т.е.:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{мс}} + \Delta P_{\text{ускор}} + \Delta P_{\text{нив}}, \text{Н/м}^2 \text{ (Па)}. \quad (1)$$

Нивелирный напор определяют как разность гидростатических давлений в рассматриваемых сечениях трубопровода:

$$\Delta P_{\text{нив}} = g \cdot \rho''_{\text{см}} \cdot \Delta h_{2-1}, \quad (2)$$

где Δh_{2-1} – разность геодезических отметок выходного сечения 2 и входного сечения 1 (центр охлаждения и центр нагрева в системе отопления).

В случае, когда выходное сечение 2 расположено ниже входного 1, нивелирный напор является отрицательной величиной. Для прямолинейных участков:

$$\Delta h_{2-1} = l \cdot \sin \alpha, \quad (3)$$

где l – длина участка трубы между сечениями 2 и 1, м;

α – угол наклона, отсчитываемый от горизонтали, град;

$\rho''_{\text{см}}$ – истинная плотность пароводяной смеси, кг/м^3.

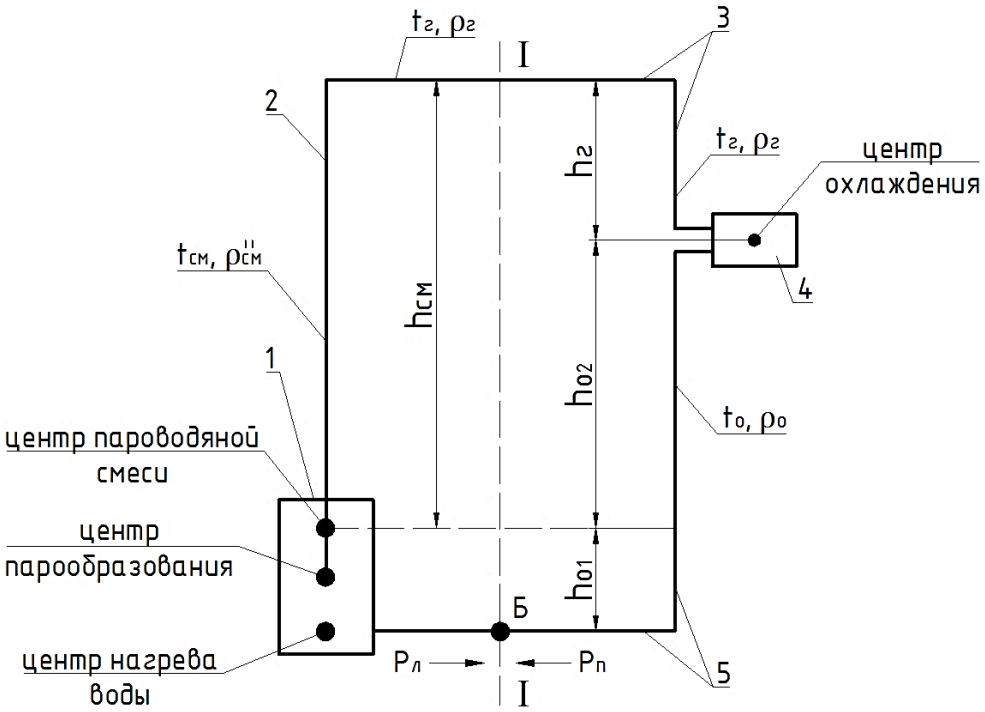


Рис. Схема вертикального циркуляционного контура:

1) генератор теплоты; 2) вертикальный трубопровод пароводяной смеси; 3) трубопровод горячей воды; 4) отопительный прибор; 5) трубопровод охлажденной воды

Истинная плотность определяется по формуле:

$$\rho''_{\text{см}} = (1-\varphi)\cdot\rho' + \varphi\rho''.$$

Когда истинная плотность заметно меняется в границах рассматриваемого участка трубы, в результате конденсации пара (охлаждения) или парообразования (нагрева) или из-за большого перепада давлений, то нивелирной напор рассматривают как интеграл вида:

$$\Delta P_{\text{нив}} = g\int_1^2 [\rho'\cdot(1-\varphi)+\rho''\varphi]\cdot\sin\alpha\cdot dl. \qquad (4)$$

В уравнении (37) для данного участка трубы значение плотности смеси определяют либо как интеграл:

$$\rho_{\text{см}}^{''\text{ср.}} = \frac{1}{l_{2-1}} \cdot \int_{1}^{2} \rho_{\text{см}}'' \cdot \sin\alpha \cdot dl, \tag{5}$$

либо как сумму, полученную путем деления трубы на n участков с одинаковыми или близкими углами наклона и линейного усреднения $\rho_{\text{см}}''$ в пределах каждого участка:

$$\rho_{\text{см}}^{''\text{ср.}} = \sum_{1}^{n} (\rho_{\text{см}\,i}'' \cdot \sin\alpha_i \cdot l_i) \,/\, \sum_{1}^{n} l_i. \tag{6}$$

Для приближенных расчетов, либо когда нет достоверных данных об истинных объемных паросодержаниях, вместо истинных плотностей пароводяной смеси при определении нивелирного напора используют расходные параметры, как то объемное паросодержание.

В этом случае следует оценить возможную погрешность, с учетом той доли, которую занимает $\Delta P_{\text{нив}}$, в общем перепаде давлений, и вероятного различия между φ и β.

Потери давления в трубе на ускорение возникают тогда, когда скорости потока смеси в двух рассматриваемых сечениях неодинаковы вследствие изменения живого сечения канала, или вследствие изменения паросодержания смеси.

Тогда потери напора (давления) определяют как разность количеств движения смеси в двух сечениях:

$$\Delta P_{\text{уск}} = (mw)_2 - (mw)_1. \tag{7}$$

Количество движения гомогенной среды определяют через массовую скорость и плотность среды из соотношения:

$$mw = \frac{w_m^2}{\rho}. \tag{8}$$

С учетом скольжения фаз для двухфазного потока:

$$mw = w_m^2 \left[\frac{(1-x)^2}{\rho'(1-\varphi)} + \frac{x^2}{\rho'' \cdot \varphi} \right]. \quad (9)$$

При проведении экспериментов обычно измеряют суммарный перепад давлений на исследуемом участке трубы, а затем из измеренного значения потерь, для определения $\Delta P_{\text{тр}}$ вычитают $\Delta P_{\text{нив}}$ и $\Delta P_{\text{уск}}$ (при отсутствии местных сопротивлений), определенные по известным уравнениям. Когда отсутствуют достоверные величины паросодержаний или их расходные величины β, результаты измерений могут быть искажены, в результате изменения соотношения между отдельными составляющими полного перепада давлений, особенно при малых скоростях и больших тепловых потоках [1].

При малых тепловых потоках и приращениях энтальпии потока на единицу длины трубы, а также при высоких давлениях $\Delta P_{\text{уск}}$ незначительно в сравнении с $\Delta P_{\text{тр}}$, и при определенной циркуляции не учитывается [1].

Для определения потерь на трение при изотермическом течении в трубах гомогенной среды применяют уравнение Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta P_{\text{тр}}^{\text{гом}} = \xi_{\text{гом}} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho w_m^2}{2}, \quad (10)$$

где $\xi_{\text{гом}}$ – коэффициент гидравлического сопротивления для гомогенной среды.

При турбулентном течении в трубах $\xi_{\text{гом}}$ можно считать по формуле Никурадзе [1]:

$$\xi_{\text{гом}} = \left(1{,}74 + 2 \lg \frac{d}{2^{\Delta}} \right)^{-2}, \quad (11)$$

Δ – средняя высота выступов шероховатости (Δ=0,08 мм – трубы из углеродистой и низколегированной стали; Δ=0,01 мм – для аустенитной стали).

При течении пароводяной смеси в различных участках циркуляционного контура, где происходит изменение скорости потока как по величине, так и по направлению, потери давления учитывают по формуле [1]:

$$\Delta P = \sum \xi_{\text{м}} \cdot \frac{w_m^2}{2\rho'} \left[1 + \left(\frac{\rho'}{\rho''} - 1 \right) \right]. \quad (12)$$

Значения $\xi_{\text{м}}$ для различных видов местных сопротивлений приводятся в справочной литературе в виде таблиц и номограмм. Следует отметить, что значения $\xi_{\text{м}}$ для пароводяной и гомогенной сред заметно отличаются от значения $\xi_{\text{м}}$ в формуле (12) – для пароводяной смеси выше, чем для гомогенной среды, причем это увеличение зависит от относительной длины и угла наклона труб [1].

Таким образом, гидравлическое сопротивление труб для движущегося пароводяного потока — важная тема, имеющая большое значение в проектировании систем теплотехнического оборудования, особенно в контексте паровых и водяных систем теплообмена. Движение воды и пароводяной смеси в трубах обусловлено как разностью плотностей компонентов, так и различными факторами, влияющими на гидравлическое сопротивление.

Движение в вертикальной трубе

В вертикальных трубах движение пароводяной смеси происходит за счет разности плотностей, что создает эффект плавучести. Когда пар со значительно меньшей плотностью поднимается вверх, он поднимает с собой частички воды, что создает восходящий поток. В этом случае ключевыми факторами являются:

- Гравитационные силы: в вертикальных системах, гравитация способствует дополнительным потерям давления.
- Кинетическая энергия потока: скорость потока также вносит свои коррективы в потери давления.
- Влияние пузырьков пара: при движении паровой фазы в жидкости происходит образование пузырьков, что также увеличивает сопротивление из-за турбулентности.

Движение в замкнутом циркуляционном контуре

Циркуляционные контуры, которые включают в себя как вертикальные, так и горизонтальные участки, требуют более сложного анализа гидравлического сопротивления. Здесь актуальны следующие аспекты:

- Расчет потерь давления: на горизонтальных участках потери давления будут зависеть от длины трубы, её диаметра и скорости потока. Кроме того, различные элементы системы (краны, фитинги) также приводят к дополнительным потерям.
- Перепады давления: такие перепады могут быть связаны как с изменением высоты, так и с изменением геометрии трубопровода, что также следует учитывать при расчетах.
- Циркуляция в системе: уравнение Бернулли может быть адаптировано для учета фактора наличия пара, который, реагируя на изменение давления и температуры, влияет на свойства смеси.

Расчет гидравлического сопротивления

Для расчета гидравлического сопротивления можно использовать различные эмпирические формулы, такие как уравнение Darcy-Weisbach или подходы, основанные на потерях энергии. Важно учитывать как динамические, так и статические характеристики потока, чтобы точно оценить гидравлические потери на каждом этапе.

Заключение

Гидравлическое сопротивление труб для движущегося пароводяного потока — это сложная область, требующая глубоких знаний физических процессов, протекающих в системе. Оптимизация и управление такими процессами — ключ к эффективной работе систем теплообмена, и современный подход к расчетам позволяет повысить эффективность энергетических установок, снижая оперативные затраты и позволяя избежать аварийные ситуации.

Литература

1. Кутепов, А. М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании: [Учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений] / А. М. Кутепов, Л.С. Стерман, Н.Г. Стюшин. – М.: Высш. шк., 1986. – 447 с., ил.

2. Назаров С.М. и др. Комбинированная система водяного отопления с естественным побуждением циркуляции. – Малый патент Республики Таджикистан TJ836, МПК F24D1/00, F24/D9/00

3. Khujaev Parviz.Jamshed Ismatullozoda, Zuhriddin Umirzakov, Barxayotjon Maxsitaliyev, Farangiz Tillaboyeva, Murodiljon Sobirov, Akmaljon Mamatov Environmental aspects and preferences when creating an energy-efficient house from natural materials such as Samantha // **E3S Web of** Conferences 538, 01004 (2024) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453801004 IPFA 2024

4. Khujaev Parviz., Saidgufronov B.P., Kholmuratov T.R., Abduganiev A., Yakubov A.O., Maramov M Features of improving the operation of the ventilation system in underground communication structures// **BIO Web of Conferences Volume 84 (2024)** International Scientific and Practical Conference

5. Хужаев П.С. – Характеристики вертикалӣного жаротрубного котла при сжигании различнҷх видов угля”// Вестник. Кыргызского государственного университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. –Бишкек, 2014. -№4. –С.90-94

6. Хужаев П.С., Сулаймонов А.А., Поччоев М.М Твердотопливный теплогенератор// Вестник Таджикского национального университета. – Душанбе, 2014. -№1/1(126). -С.100 -104

Разработка Государственного водного кадастра: тогда и сейчас

Сахваева Е.П.

Кыргызский НИИ ирригации

Данной статьей автор намерена привлечь внимание к такому важному разделу, касающемуся управления водными ресурсами, как Государственный Водный кадастр. И начать нужно, по моему мнению, с истории…

Итак, Государственный водный кадастр это – систематизированный, постоянно пополняемый свод сведений о водных объектах, составляющих единый государственный фонд водных ресурсов, о режиме, качестве и использовании вод, а также о водопользователях.

Как известно, начало разработки Государственного водного кадастра (ГВК) СССР приходится на 1933 год, который разрабатывался в течение более, чем 20 лет. ГВК содержал общие сведения о реках и морях Советского Союза, о режимах и уровнях вод. В СССР впервые Водный кадастр по разделу вод суши был подготовлен и издан Государственным гидрологическим институтом в 1933-1940 гг.

Впоследствии подготовка, издание/публикация осуществлялись Гидрометеорологической службой СССР, при этом публикация состояла из трех серий:

1. Гидрологическая изученность, в которых содержались сведения о количестве и размерах рек, озер, водохранилищ, их стационарной и экспедиционной изученности, а также перечня основных работ и неопубликованных материалов, в которых имеются сведения о водных объектах. До настоящего времени сведения данного издания остаются актуальными, необходимыми при проведении исследований в целях планирования, проектирования водохозяйственных и др. объектов. Несомненно, что Гидрологическая изученность, изданная в 60-е годы прошлого века, требует дополнений, изменений, корректировки;

2. Основные Гидрологические характеристики (ОГХ), содержащие проверенные материалы наблюдений по режиму рек, озер и водохранилищ на станциях и постах Гидрометеорологической службы и учреждений других ведомств за период с начала их действия по 1962 г. включительно в виде таблиц с пояснительным тестом к ним. Впоследствии ОГХ были изданы

по материалам наблюдений в 1963-1970, 1971-1975, 1976-1980 годах. Последнее издание называется «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» и издано было в административном разрезе: в частности для Средней Азии – по союзным республикам. Издания осуществлялись централизовано Гидрометеоиздатом в г.Ленинград, после 1980 года подготовка и публикация подобных изданий была прекращена.

3. Ресурсы поверхностных вод СССР – монографии, представляющие собой научное обобщение данных о режиме рек, озер и водохранилищ с практическими рекомендациями по расчетам элементов водного режима как при наличии, недостаточности, так и отсутствии данных наблюдений.

Данные монографии до настоящего времени имеют большую научную и практическую значимость для гидрологических инженерных исследований, проектирования и строительства объектов народного хозяйства: ГЭС, автомобильных и железных дорог, ирригации и др. Но следует заметить, что все разделы данных монографий разработаны на гидрологических данных середины шестидесятых годов прошлого века, т.е. на данных шестидесятилетней давности.

Каждая серия изданных материалов состояла из 20 отдельных томов, часть из которых – из нескольких выпусков. Деление на тома и выпуски было произведено по принадлежности территории к крупным речным бассейнам и с учетом, по возможности территориальных границ, т.е. в основном по гидрографическому принципу.

Так, гидрологическая изученность, ОГХ и монографии для Среднеазиатского Региона были изданы для бассейнов р.Амударья, Сырдарья, оз.Иссык-Куль, Чу, Талас и Тарим, Центрального и Южного Казахстана бассейн оз.Балхаш и др.

Собственно Государственный водный кадастр состоял из трех разделов:

- I Поверхностные воды
- II Подземные воды
- III Использование вод

В свою очередь каждый раздел подразделялся на: каталожные, ежегодные и многолетние данные.

А раздел «Поверхностные воды» имел подразделы: 1. Реки и каналы; 2. Озера и водохранилища; 3. Качество вод суши; 4. Селевые потоки; 5. Ледники; 6. Моря и морские устья рек.

Так, ежегодные данные по разделу «Поверхностные воды» состояли из:

- ежегодных данных о режиме и ресурсах поверхностных вод суши
- ежегодных данных о качестве поверхностных вод суши
- ежегодных данных о селевых потоках
- ежегодных данных о режиме и качестве вод морей, и морских устьев рек.

Следует заметить, что, такие издания, как Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши и Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши были изданы уже не по гидрографическому принципу, а по территориально–административному делению, причем содержали данные за 1976-1980 гг. и 1988 г. соответственно. Это усложнило работу исследователей, в частности по подбору рек-аналогов, восстановлению и удлинению рядов-наблюдений и, особенно, трансграничных рек, что остается проблемой и в настоящее время.

Раздел «Использование вод» содержал:

1) каталоги водопользования, которые включали сведения о расположении и характеристике водохозяйственных объектов, площадях орошаемых и осушаемых земель;

2) ежегодные данные об использовании вод, о фактических заборах и сбросах воды с учетом их количественных и качественных показателей, о полном и безвозвратном водопотреблении; здесь же помещались отчетные водохозяйственные балансы;

3) многолетние характеристики использования водных ресурсов – обобщенные сведения за последние 5 лет и весь период наблюдений.

Согласно действующему законодательству Кыргызской Республики Государственный водный кадастр (ГВК) представляет собой систематизированный, постоянно пополняемый и при необходимости уточняемый свод данных о водных объектах и водных ресурсах, составляющих государственный водный фонд, о режимах, качестве и использовании вод, а также о водопользовании.[1] Он ведется с целью обеспечения необходимой информацией для управления водными ресурсами, планирования развития водного хозяйства, рационального использования и охраны водного фонда.

В новых условиях, после обретения независимости, в целях выполнения постановления Жогорку Кенеша Кыргызской Республики от 14 января 1994 года № 1423-XII «О порядке введения в действие Закона Кыргызской Республики «О воде» Правительство Кыргызской Республики утвердило Положения:

[1] постановление Правительства Кыргызской Республики от 25 января 1995 года № 19

- О государственной статистической отчетности о состоянии и использовании вод в Кыргызской Республике;

- О государственном учете и контроле использования вод в Кыргызской Республике;

- О мониторинге водного фонда в Кыргызской Республике;

- О Государственном реестре водохозяйственных сооружений Кыргызской Республики;

- О порядке ведения Государственного водного кадастра Кыргызской Республики.

Согласно Положения «О порядке ведения Государственного водного кадастра Кыргызской Республики» ведение его возлагается на специально уполномоченные государственные органы, в том числе на:

- Государственное агентство по гидрометеорологии при Правительстве Кыргызской Республики – по разделу «Поверхностные воды»;
- Государственный орган водного хозяйства Кыргызской Республики – по разделу «Использование вод»;
- Государственный орган по геологии Кыргызской Республики – по разделу «Подземные воды»;
- Государственный орган охраны окружающей среды Кыргызской Республики принимает участие в ведении ГВК по подразделам «Качество поверхностных вод» и «Качество подземных вод».

При этом общая координация работ по организации ведения ГВК, систематизации, накоплению и хранению сводного банка данных учета водных объектов, водных ресурсов, водохозяйственных сооружений и водопользователей возлагается на государственный орган водного хозяйства Кыргызской Республики.

В целях осуществления работ по подготовке ГВК, ее составляющих были проведена работа по кодификации водных объектов, в основу которой была положена кодификация, существовавшая в СССР. Был подготовлен Отраслевой Классификатор показателей и кодов использования водного фонда Кыргызской Республики АИС «Водхоз», который применялся при составлении госстатотчетности 2ТП-водхоз, выдаче разрешений на водопользование и др.

ГВК Киргизской ССР, а впоследствии Кыргызской Республики разрабатывался Министерством мелиорации и водного хозяйства, а точнее проектным институтом Киргизгипроводхоз на хоздоговорных условиях с

Министерством, для чего в структуре этого института действовала Группа водного кадастра, которой в 1996 году был издан последний вариант ГВК.

В последствии принятым Водным кодексом Кыргызской Республики (2005г.) предусмотрено создание Единой информационной системы о воде (ЕИСвод), состоящей из:

- реестра разрешений на сброс отходов и загрязняющих веществ в водные объекты, водохозяйственные сооружения и земли водного фонда;

- государственного водного кадастра;

- другой информации, определяемой Правительством Кыргызской Республики.

В свою очередь Государственный водный кадастр включает информацию:

- по количеству и качеству поверхностных вод;

- по количеству и качеству подземных вод;

- по землям водного фонда;

- по состоянию, условиям и местоположению государственных ирригационных систем и водохозяйственных сооружений.

Также было предусмотрено, что информация государственного мониторинга водных ресурсов включается в Государственный водный кадастр.

В соответствии с положением, утверждаемым Правительством Кыргызской Республики ведение/разработка Государственного водного кадастра возлагалась на Государственную водную администрацию, уполномоченный государственный орган по гидрометеорологии и уполномоченный государственный орган по гидрогеологии.

При этом Государственная водная администрация, уполномоченный государственный орган по гидрометеорологии, уполномоченный государственный орган по гидрогеологии имеют право беспрепятственно и безвозмездно получать от предприятий, учреждений, организаций независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности, и граждан-водопользователей сведения, необходимые для ведения Государственного водного кадастра.[2]

Начиная с 1997 года в республике произведен ряд институциональных преобразований.

[2] Водный Кодекс Кыргызской Республики утвержден 12 января 2005 года № 8

В 1997 году Министерство водного хозяйства и мелиорации КР было преобразовано в Департамент водного хозяйства министерства сельского и водного хозяйства, в 2009 году на базе ДВХ было создано ГП Ирригация и Агентство водных ресурсов при вновь созданном Министерстве природных ресурсов Кыргызской Республики.

Постановлением ПКР от 3 сентября 2010 года № 186 был создан Государственный комитет Кыргызской Республики по водному хозяйству и мелиорации.

В 2012 г. Министерство природных ресурсов было упразднено, на базе которого было создано Агентство по геологии и минеральным ресурсам при Правительстве КР. Также в 2012 году был создан Департамент водного хозяйства и мелиорации министерства сельского хозяйства, пищевой промышленности и мелиорации Кыргызской Республики (30 июля 2019 года № 383).

В 2019 году было создано Государственное агентство водных ресурсов при Правительстве Кыргызской Республики, в последующем в 2021 году создается Служба водных ресурсов при МСХ, являющаяся правопреемником Государственного агентства водных ресурсов при Министерстве сельского, водного хозяйства и развития регионов Кыргызской Республики.

В настоящее время ведение Государственного водного кадастра возложено на Службу водных ресурсов совместно с другими госорганами. В соответствии с Положением[3] Служба водных ресурсов Министерства водных ресурсов, сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности:

- обеспечивает разработку, формирование и устойчивое функционирование Единой информационной системы по воде;

- во взаимодействии с другими государственными органами, органами местного самоуправления и субъектами водопользования осуществляет мониторинг состояния и использования водных ресурсов;

- организует совместно с другими государственными органами разработку и периодическое обновление сведений Государственного водного кадастра.

В рамках данной работы в Нацстаткомитет Кыргызской Республики ежегодно предоставляются сведения по обязательной форме госстатотчетности 2ТП-водхоз по использованию поверхностных и подземных вод, которая является одной из составных частей ГВК, как это было показано выше.

---

[3] приложение к Постановлению Кабинета Министров Кыргызской Республики от 6 августа 2021 года № 116

Но еще раз хочу заострить внимание читателя на том, что в течение последних тридцати лет ГВК в полном объеме не разрабатывается: не готовятся и не издаются «Основные Гидрологические характеристики (ОГХ)», «Гидрологические ежегодники», не говоря уже об обновлении ранее изданных монографий.

Несколько слов необходимо сказать и о метеорологической информации, о том, что последний научно-прикладной справочник по климату СССР был издан, в частности, выпуск 32 по Киргизской ССР Гидрометеоиздатом в г.Ленинград в 1989 году. В нем приводятся исследования по наблюдениям на части действующих метеостанций по информации до 1980 года.

На мой взгляд, отчасти это объясняется тем, что:

- потенциал государственных органов, научных организаций по управлению, мониторингу, изучению водных ресурсов недостаточен;
- отмечается недостаточность данных мониторинга о водных ресурсах, обусловленная сокращением сети наблюдений, видов работ и подразделений по ведению гидрометеорологического мониторинга;
- мониторинговые данные за водными ресурсами предоставляются Службой по гидрометеорологии лишь на платной основе.

Таким образом, государственные органы, научные круги, эксперты, студенты, общественность не имеют возможности анализа, исследования, планирования, применения в практической деятельности гидрологической, метеорологической информации за последние 44 года по причине ее отсутствия в открытом доступе.

Отмечу, что актуальность и важность перечисленной информации возрастает в связи с Изменением климата, поскольку отсутствие ее не дает возможности аналитикам, ученым получить объективную картину текущих, прогнозных изменений водных ресурсов, метеорологических параметров и др.

Следует акцентироваться на том, что, собственно, для этого и были созданы в свое время Гидрометеорологические службы, как единого государства, так и союзных республик, а в настоящее время стран СНГ.

Поэтому необходима большая работа в этом направлении со стороны государственных органов, научных кругов, экспертов на национальном уровне.

На межгосударственном уровне, возможно, вопросы разработки/подготовки, издания перечисленных составных Государственного вод-

ного кадастра, справочников по климату могут быть рассмотрены на заседаниях Межгосударственной научно-технической комиссии по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве, Межгосударственном совете по гидрометеорологии стран СНГ.

Не исключается возможность поддержки в этом вопросе партнеров по развитию, доноров.

Верстка: Беглов И.Ф.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz