

ГЕОГРАФИЯ ИНСТИТУТЫ
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ
INSTITUTE OF GEOGRAPHY

ОРТАЛЫҚ АЗИЯНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ

БҰҰ жариялаған «Су – өмір үшін»
онжылдығының қорытындысына арналған
Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының
МАТЕРИАЛДАРЫ

Қазақстан, Алматы, 22–24 қыркүйек, 2016 жыл

2 к і т а п

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

МАТЕРИАЛЫ
Международной научно-практической конференции,
посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия
«Вода для жизни»

г. Алматы, Казахстан, 22–24 сентября 2016 года

К н и г а 2

WATER RESOURCES OF CENTRAL ASIA AND THEIR USE

MATERIALS
International Scientific-Practical Conference
devoted to the summing-up of the "Water for Life"
decade declared by the United Nations

Almaty, Kazakhtan, September 22–24, 2016

V o l u m e 2

Алматы
2016

ӘОЖ 556(292.53)(063)
КБЖ 26.22
О-72

Научно-редакционный совет:

Е. Н. Нысанбаев (председатель), И. А. Абишев, д.э.н., проф. И. К. Бейсембетов, д.э.н., проф. Т. И. Есполов, д.г.н., проф. А. Р. Медеу, д.г.н., проф. И. М. Мальковский, д.г.н., проф., акад. НАН РК И. В. Северский

Главный редактор
д.г.н., проф. А. Р. МЕДЕУ

Редакционная коллегия:

к.г.-м.н. Б. Д. Абдуллаев, д.г.н., проф., Ф. Ж. Акиянова, к.г.н. С. К. Аламанов, к.г.н. С. К. Алимкулов, д.г.н., проф. А. Н. Амиргалиев, Б. К. Бекнияз, к.г.н. С. К. Вейсов, д.г.н., проф. Ж. Д. Достай, И. А. Коваль, д.т.н. К. А. Кожобаев, д.т.н., проф. Н. Р. Корпеев, к.г.н. А. С. Мадиебеков, д.г.н., проф. Х. М. Мухаббатов, д.г.-м.н. О. В. Подольный, д.с.-х.н., проф. Я. Э. Пулатов, д.т.н., проф. Ш. Х. Рахимов, к.г.н. Р. Ю. Токмагамбетова, д.г.н. Л. С. Толеубаева, к.г.н. А. А. Турсунова

О-72 Орта Азия су ресурстары және оларды пайдалану: БҰҰ жариялаған «Су – өмір үшін» онжылды-дығының қорытындысына арналған Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары (22–24 қыркүйек, 2016 ж.) = Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: мат-лы междунар. научно-практ. конф., посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни». = Water resources of Central Asia and their use: materials International Scientific-Practical Conference devoted to the summing-up of the "Water for Life" decade declared by the United Nations. – Алматы, 2016. – 444 с. – каз., рус., англ.

ISBN 978-601-7150-81-5

БҰҰ жариялаған «Су – өмір үшін» онжылдығының қорытындысына арналған «Орталық Азияның су ресурстары және оларды пайдалану» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференция баяндамаларының жинағында климаттық өзгерістер жағдайында Орталық Азияның су ресурстарын бағалау және болжам жасау; су ресурстарын басқару әдістерін жасау; су шаруашылықтың кешендерінің геоақпараттық жүйелерін құру және математикалық үлгісін жасау; жерасты және жер беті суларының трансшекаралық алаптарындағы ынтымақтастық; экстремалдық гидрологиялық құбылыстар сияқты маңызды бағыттар бойынша материалдар ұсынылған. Аталған мәселелерді шешу ұланғайыр Орталық Азия аймағының әлеуметтік-экономикалық дамуы мен саяси тұрақтылығы және экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету стратегиясында ерекше маңызды рөлге ие.

Жинақ су ресурстарын бағалау, болжам жасау, пайдалану және басқару салаларындағы мәселелермен айналысатын мамандардың ширек тобына арналған.

В сборнике докладов Международной научно-практической конференции «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование», посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни», предоставлены материалы по важным направлениям: оценка и прогноз водных ресурсов Центральной Азии в условиях изменения климата; разработка методов управления водными ресурсами; создание геоинформационных систем и математическое моделирование водохозяйственных комплексов; водное сотрудничество в трансграничных бассейнах подземных и поверхностных вод; экстремальные гидрологические явления. Решения перечисленных проблем имеет исключительно важное значение в стратегии социально-экономического развития и обеспечения политической стабильности и экологической безопасности обширного Центрально-Азиатского региона.

Сборник предназначен для широкого спектра специалистов, занимающихся решением широкого спектра проблем в области оценки, прогноза, использования и управления водными ресурсами.

In reports of the International scientific-practical conference "Water Resources of Central Asia and their use", dedicated to summing up of the UN Decade "Water for Life", are provided materials on the following issues: evaluation and forecast of water resources in Central Asia in the context of the climate change; development of water management; creation of geoinformation systems and mathematical modeling of water systems; water Cooperation in transboundary basins, groundwater and surface water; hydrological phenomenon. Solutions to the above issues are of crucial importance in the strategy for socio-economic development and political stability as well as an environmental safety of Central Asian region as a whole.

The collection is designed for a wide range of professionals involved in the decision of significant issues in the field of assessment, forecasting, use and management of water resources.

ӘОЖ 556(292.53)(063)
КБЖ 26.22

ISBN 978-601-7150-81-5

© ТОО «Институт географии», 2016

Уважаемый читатель!

Перед Вами Материалы международной научно-практической конференции «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование», посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни».

Проблемы устойчивого водообеспечения стран Центральной Азии приобретают в последние десятилетия острый социально-экономический, экологический и политический характер, что обусловлено, с одной стороны, возрастанием роли антропогенных факторов, связанных с водопотреблением на нужды населения, промышленности и сельского хозяйства, а с другой – природными факторами, вызванными изменениями климата.

Основными угрозами и вызовами в области водообеспечения в странах Центральной Азии являются глобальные и региональные изменения климата, несогласованность межгосударственных водных отношений, использование водозатратных технологий и несовершенство технических средств водорегулирования и водораспределения. Следствиями реализации водных опасностей могут стать обострение межгосударственных противоречий, развитие новых очагов экологической нестабильности, срыв программ социально-экономического развития.

Целью научно-практической конференции была демонстрация и обсуждение существующего опыта управления водными ресурсами как основы устойчивого развития на региональном и национальном уровнях.

Представленный сборник – плод труда и научных изысканий специалистов России, Кыргызстана, Узбекистана, Туркменистана, Таджикистана, Белоруссии, Сербии, Италии, Великобритании, США, Германии, Швейцария, Нидерландов, Сербии, Франции, ЮНЕСКО, Казахстана.

В сборнике докладов Вы найдете материалы по злободневным вопросам и важным направлениям: оценка и прогноз водных ресурсов Центральной Азии в условиях изменения климата; разработка методов управления водными ресурсами; создание геоинформационных систем и математическое моделирование водохозяйственных комплексов; водное сотрудничество в трансграничных бассейнах подземных и поверхностных вод; экстремальные гидрологические явления. Решение перечисленных проблем имеет исключительно важное значение в стратегии социально-экономического развития и обеспечения политической стабильности и экологической безопасности обширного Центрально-Азиатского региона.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов, занимающихся решением целого спектра проблем в области оценки, прогноза, использования и управления водными ресурсами.

Секция 3

Управление водными ресурсами: принципы, методы, результаты

Б. Д. АБДУЛЛАЕВ, А. А. МАВЛОНОВ

ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», Госкомгеологии РУз, Ташкент, Узбекистан

РОЛЬ НАУКИ ПРИ РЕШЕНИИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ, ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Описаны основные научные достижения и разработки Института гидрогеологии и инженерной геологии Республики Узбекистан за последние годы. Даны приоритетные направления на перспективу.

The article describes the main scientific achievements and development in recent years of the Institute of Hydrogeology and Engineering Geology of the Republic of Uzbekistan. Given the priority areas for the future.

Подземные воды Республики Узбекистан в настоящее время являются надежным источником питьевого водоснабжения населения. На их долю приходится до 60% водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды.

В последнее десятилетие руководством республики большое внимание уделяется вопросу питьевого водоснабжения сельского населения. Во исполнение постановлений правительства и президента только за последние годы гидрогеологическими предприятиями оценены возможности питьевого водоснабжения маловодообеспеченных, труднодоступных населенных пунктов во всех областях Узбекистана (более 500). В ближайшем будущем сохранится и еще более усугубится ряд проблем, связанных с распределением водных ресурсов в странах Центральной Азии.

За последние годы ГП «Институт ГИДРОИНГЕО» разработана общая гидрогеологическая концепция использования подземных вод палеоруслы Сырдарьи. Аналогично планируется выполнить исследования по всем крупным месторождениям подземных вод республики. Объектами таких исследований в ближайшее время должны быть **Зарафшанское** МПВ; группа **Центрально-Кызылкумских** МПВ в верхнеплиоценовых отложениях; палеоконус выноса р. Зарафшан; **Нуратинское** МПВ; группа МПВ **Южной и Северной Ферганы** и др.

Впервые выявлены связи региональных и локальных разломов с сеткой планетарных разломов Земли. Обоснована гипотеза об эталонной сетке планетарных разломов и установлены их основные направления, знание которых будет способствовать помимо использования в гидрогеологии повышению эффективности поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, в том числе и месторождений углеводородов.

На основе анализа современных научно-теоретических представлений приступили к разработке методических требований по поиску, разведке и оценке запасов подземных вод под водозаборы галерейного типа на месторождениях и участках локального скопления подземных вод. В настоящее время определены такие участки, где имеется возможность для сооружения водозаборов галерейного типа.

Для определения геофильтрационных свойств водоносных горизонтов по данным опытных опробований скважин (ОФР) разработаны программные системы «ГИДПАР». С использованием системы «ГИДПАР» проведен подсчет эксплуатационных запасов по нескольким

месторождениям подземных вод. В настоящее время эта программная система успешно внедрена и используется при подсчете ЭЗПВ.

Активно ведутся гидрогеологические исследования по переоценке эксплуатационных запасов подземных вод, утвержденных 30–40 лет тому назад, которые изменили водохозяйственные условия, что, как правило, приводило к сработке и истощению запасов пресных подземных вод и ухудшению их качества. В первую очередь, это коснулось территории Западного Узбекистана. В низовьях Амударьи исчезла основная часть месторождений приканальных линз пресных подземных вод.

В связи с развитием региональных исследований на качественно новом уровне и принятой концепцией «Геокарта 200» создана гидрогеохимическая база данных по всей территории республики с картографической привязкой с применением ГИС-технологий, что позволит в кратчайшие сроки выполнить поиск по необходимому объекту, производственным подразделениям – решать геологоразведочные задачи на высоком уровне и в быстром темпе.

Мониторинговые исследования играют важную роль при составлении проектов сельскохозяйственной мелиорации, обосновании площадей источников питьевого водоснабжения, орошения, планового орошения новых земель и особенно перераспределения поверхностного стока в связи с распадом единой системы водопользования и назначения водохранилищ. В настоящее время институтом разработаны временные требования по оформлению полученных данных в результате мониторинговых исследований.

Для повышения информативности получаемых результатов мониторинга и модернизации мониторинговых пунктов разработано устройство автоматизированного измерения уровня и температуры подземных вод в гидрогеологических скважинах. Внедрение данного устройства при ведении мониторинга подземных вод, помимо увеличения полученной информации, позволяет сократить режим посещения наблюдательных пунктов до минимума.

Не меньший интерес представляют собой минеральные промышленные и термальные воды. Основной задачей проведения исследований в области минеральных вод является расширение минерально-сырьевой базы. Республика Узбекистан располагает разнообразными природными лечебными водами, что дает возможность повсеместно создать сеть бальнеологических здравниц.

На данный момент произведен учет всех разведанных и эксплуатируемых месторождений, участков и одиночных скважин. Разведано с подсчетом эксплуатационных запасов 87 месторождений. В настоящее время эксплуатируется 49 месторождений и 30 участков, отбор из которых производится 87 скважинами. Часть месторождений минеральных вод (8 скважин) используется без утвержденных эксплуатационных запасов. Таким образом, количество действующих на минеральные воды скважин составляет 95 и на их базе действуют более 100 здравниц и более 20 цехов розлива.

В результате научно-исследовательских работ ГП «Институт ГИДРОИНГЕО» на территории Республики Узбекистан есть возможность более широкого использования минеральных вод для различных нужд за счет постановки поисково-разведочных работ в Каракалпакстане и ряде вилоятов республики.

Разрабатываются научно-методические основы изучения и выявления новых типов минеральных, термальных и промышленных вод, закономерностей их распространения, формирования и перспектив их использования в целях повышения минерально-сырьевой базы Узбекистана. Сейчас есть возможность более широкого использования минеральных вод за счет постановки поисково-разведочных работ на железистые, кремнистые, йодные, сероводородные, бромные и другие типы.

Помимо расширения бальнеологии и курортов в нашей республике имеются возможности извлечения различных ценных компонентов из подземных промышленных вод. Разрабатываются технологии комплексного извлечения промышленно ценных компонентов (I, Br, Au, Sc, Re, U) из промышленных ПВ и оценки их экономической эффективности.

В настоящее время наименее изучены термальные воды Узбекистана, хотя уже известны отдельные их месторождения. В ряде стран (Италия, Россия, США, Исландия, Япония, Новая Зеландия) термальные воды (температура до 220–230 °С) используются для получения

гидротермальной энергии. Эти воды также представляют интерес для извлечения из них ряда редких элементов и их соединений (германий, вольфрам, цезий, литий и др.). Подобные работы необходимо проводить и на нашей территории, для этого имеются все предпосылки. Наряду с промышленными и минеральными водами необходимо усилить исследование термальных вод, уделив внимание закономерностям их распространения, формирования, изменения химического состава и термических показателей.

Интенсивное орошение новых территорий в Ферганской и Зеравшанской долине, Бухарском оазисе, Каршинской и Голодной степи, Каракалпакии и Хорезме, неудовлетворительное состояние гидромелиоративных систем привели к интенсивному засолению земель (до 50–90%), подтоплению и заболачиванию обширных территорий.

В последние несколько десятилетий ослаблено внимание к гидрогеологии орошаемых территорий или мелиоративной гидрогеологии. Отмечается подъем уровня грунтовых вод, вызванный слабой дренированностью орошаемых территорий ввиду отсутствия или недостаточно эффективной работы дренажа и максимальной их испаряемости.

Помимо засоления почвы и понижения в результате этого урожайности сельхоз-культур это привело и к подтоплению территорий городов и населенных пунктов, резко ухудшило социально-экономическую обстановку. В таких условиях находится сейчас большая часть орошаемых территорий республики.

Поэтому назрела настоятельная необходимость постановки следующей задачи: **установить гидрогеолого-мелиоративное состояние орошаемых земель республики и его изменения за последние 60 лет, изучить динамику гидрогеологических и гидрохимических процессов и обосновать рекомендации по улучшению гидрогеолого-мелиоративных и эколого-социальных условий орошаемых территорий.**

Основные научные проблемы, стоящие перед инженерной геодинамикой: **обеспечение современными научными теориями, методическими материалами и технологиями контроля экзогенных геологических процессов (ЭГП) с целью недопущения возникновения чрезвычайных ситуаций и обеспечения безопасности населения, экономических объектов и инженерных сооружений.** Сегодня институтом проводится научно-исследовательская работа по оценке взаимного воздействия атмосферных осадков и низкочастотных длительных колебаний далеких глубокофокусных Памиро-Гиндукушских землетрясений на время и механизм развития оползней разжижения в дисперсных обводненных грунтах. По крупным оползневым участкам составлены электронные варианты крупномасштабных инженерно-геологических карт и карт динамики движения оползневых масс с поясняющими инженерно-геологическими разрезами. В процессе разработки научно-методических основ дистанционного контроля площадной оползневой ситуации определена система дешифровочных признаков выделения на космоснимках оползней, объектов угрозы, инфраструктуры, жилой застройки. Разработана технология учета и параметризации ЭГП на основе применения дешифровочных признаков, выявления новых объектов угрозы и объективной оценки зон поражения проявлениями ЭГП. Разработаны научно-методические подходы к обоснованию безопасных территорий, проложению трасс линейных сооружений.

Важным научным направлением в области инженерной геологии являются изучение и анализ трещиноватости массива, роли тектонических нарушений в изменении механических свойств пород и устойчивости массива, выявление ослабленных зон в различных геолого-тектонических условиях и их влияния на устойчивость горных выработок. **На основе выполненных научно-исследовательских работ установлены закономерности и зональности формирования и распространения инженерно-геологических процессов в разведанных и эксплуатируемых месторождениях.**

Проведена типизация инженерно-геологических процессов, развитых на карьерах и подземных горных выработках, исходя из положений, определяющих зоны формирования каждого типа и вида инженерно-геологических процессов.

Осуществляются **геоэкологические исследования** и картографирование для оценки экологического состояния геологической среды и обоснования комплекса природоохранных мероприятий, экологический аудит и мониторинг (определение текущего состояния окружаю-

шей среды) при проведении геологоразведочных работ на нефть, газ и другие полезные ископаемые.

Изучение загрязнения различными ингредиентами и разработка комплекса мероприятий, направленных на сохранение и улучшение качественного и количественного состояния подземных вод, позволят использовать их в народном хозяйстве.

Приоритетные задачи на будущее:

1. В области **разведочной гидрогеологии** главной приоритетной задачей, обеспечивающей решение вопроса питьевого водоснабжения населения республики в XXI веке, является максимальное сохранение запасов подземных вод разведанных месторождений на основе их грамотного высокоэффективного использования, управления ресурсами подземных вод, защиты их от загрязнения и истощения, локализации участков интенсивного загрязнения, искусственного формирования запасов пресных подземных вод на перспективных площадях, а также нахождение новых перспективных участков как в границах самих месторождений, так и за их пределами (участки локального скопления пресных подземных вод УЛСППВ).

2. Слабо изучены в настоящее время горные массивы, где происходит формирование поверхностного и подземного стока, который является источником питания подземных вод месторождений, расположенных в равнине. Кроме того, горная зона является областью распределения ультрапресных подземных вод. Поэтому установленные закономерности распределения зон трещиноватости в горной зоне республики являются одним из дополнительных приоритетных направлений исследований института на ближайшую перспективу.

3. Установить гидрогеолого-мелиоративное состояние орошаемых земель республики, его изменения за последние 60 лет, изучить динамику гидрогеологических и гидрохимических процессов и обосновать рекомендации по улучшению гидрогеолого-мелиоративных и эколого-социальных условий орошаемых территорий.

4. Для расширения минеральной базы и сети санаториев, профилакториев и лечебниц необходима постановка поисково-разведочных работ для более широкого использования минеральных вод **в Каракалпакстане** и ряде вилоятов республики.

5. Необходимо усилить исследование термальных вод, уделив внимание закономерностям их распространения, формирования.

6. Установить факторы, причины и механизмы развития оползневых процессов различных типов и оценить риски от ЭГП для территорий, социальных, экономических объектов и сооружений.

7. Разработать геопространственную базу данных экзогенных геологических процессов на основе ГИС программных продуктов с привлечением данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), которая позволит на общей картоснове в единой геопространственной системе вести сбор, хранение, обработку и представление различных наборов информации об ЭГП.

8. Усовершенствовать методические подходы проведения инженерно-геологических и гидрогеологических работ на месторождениях твердых полезных ископаемых.

9. Для получения достоверной информации о современном состоянии геологической среды необходимо продолжить комплексные геоэкологические исследования и картографирование в республике, а также разработать технологии по очистке загрязненных подземных вод от различных токсичных элементов для сохранения качества пресных подземных вод.

10. Усовершенствовать методический подход к изучению загрязнения геологической среды, позволяющий оперативно и достоверно определять загрязненные территории и выявлять источники загрязнения. Широко применять на практике мобильные и экспресс-лаборатории для своевременной оценки экологической ситуации и принятия решений, разработать комплекс природоохранных мероприятий по улучшению экологической ситуации.

Г. С. АДЖЫГУЛОВА

Кыргызско-Российский славянский университет, Бишкек, Кыргызстан

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ВОДОДЕЛИТЕЛЯ ДВУСТОРОННЕГО ДЛЯ КАНАЛОВ-БЫСТРОТОКОВ ГОРНО-ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ

Приводятся результаты модельных исследований одной из модификаций новой конструкции вододелителя для быстротечных каналов в целях разработки их инженерного расчета.

The results of simulation studying of one of the modification of new design of the water divider for the high-velocity canals for the designing of their engineering calculation are presented.

В «Национальной стратегии устойчивого развития Кыргызской Республики на период 2013–2017 годы» ставится задача ежегодного введения новых орошаемых земель, повышение эффективности использования действующей ирригационной сети и водных ресурсов [1]. Успешное выполнение намеченной программы связано со строительством многих крупных и мелких гидротехнических сооружений на оросительных системах республики.

Основной функцией этих сооружений является подача оросительной воды с минимальными потерями и планомерное распределение ее между потребителями. Большинство оросительных систем Кыргызстана расположено на площадях со значительными уклонами, где наиболее распространенным типом ирригационных каналов являются каналы-быстротоки, обладающими значительными запасами водной энергии. Высокоскоростные потоки в таких каналах делают предпочтительным использование принципа водоотбора без вмешательства в поток, т.е. деление потока по вертикали.

С целью увеличения эксплуатационной надежности при снижении затрат на строительство водораспределительного сооружения, а также для применения на каналах-быстротоках с высокоскоростным стационарным бурным течением при двухстороннем заборе воды предложена новая конструкция двухстороннего вододелителя для каналов с бурным течением двух модификаций [2].

Двухсторонний вододелитель для каналов с бурным течением работает следующим образом (ВДКБТ-1). Высокоскоростной бурный поток из подводящего канала 1, имеющего уклон дна (i) больше критического ($i_{кр}$), отсекаемый горизонтальными козырьками 8, через отверстия между продольными стержнями 13 решетки 12 поступает в камеры 7 донного колодца 3, где за счет действия Г-образных преобразующих козырьков 9 происходит перевод винтового движения потока в поступательное по направлению к отводящим каналам 14 и 15 (рисунок 1).

В связи с тем, что правая и левая часть решетки выполнены с разными зазорами между прутьями в зависимости от пропорции вододеления между отводами (см. рисунок 1), происходит пропорциональное распределение потока в отводящие каналы 14 и 15 в соответствии с величинами заданных проектных расходов воды. Зазор между стержнями решетки функционально зависит от коэффициентов водоотбора в отводящие каналы. Расход воды, поступающей из камер 7 донного колодца 3 в отводящие каналы 14 и 15, регулируется плоскими затворами 10. Если расход отводящего канала $Q_{отв}$ меньше расхода Q , поступающего по подводящему быстротечному каналу 1, то оставшаяся часть потока проходит над донным колодцем 3 и поступает в транзитный канал 2.

Однако при необходимости может быть произведен отвод в каналы 14 и 15, либо в какой-то один из них, всего расхода подводящего канала 1.

Для выполнения инженерного расчета усовершенствованной конструкции вододелителя модификации ВДКБТ-1, а также для обоснования его рациональных параметров необходимо провести гидравлические исследования на физической модели. Состав и методика таких исследований ранее разработаны и апробированы нами при экспериментальном обосновании

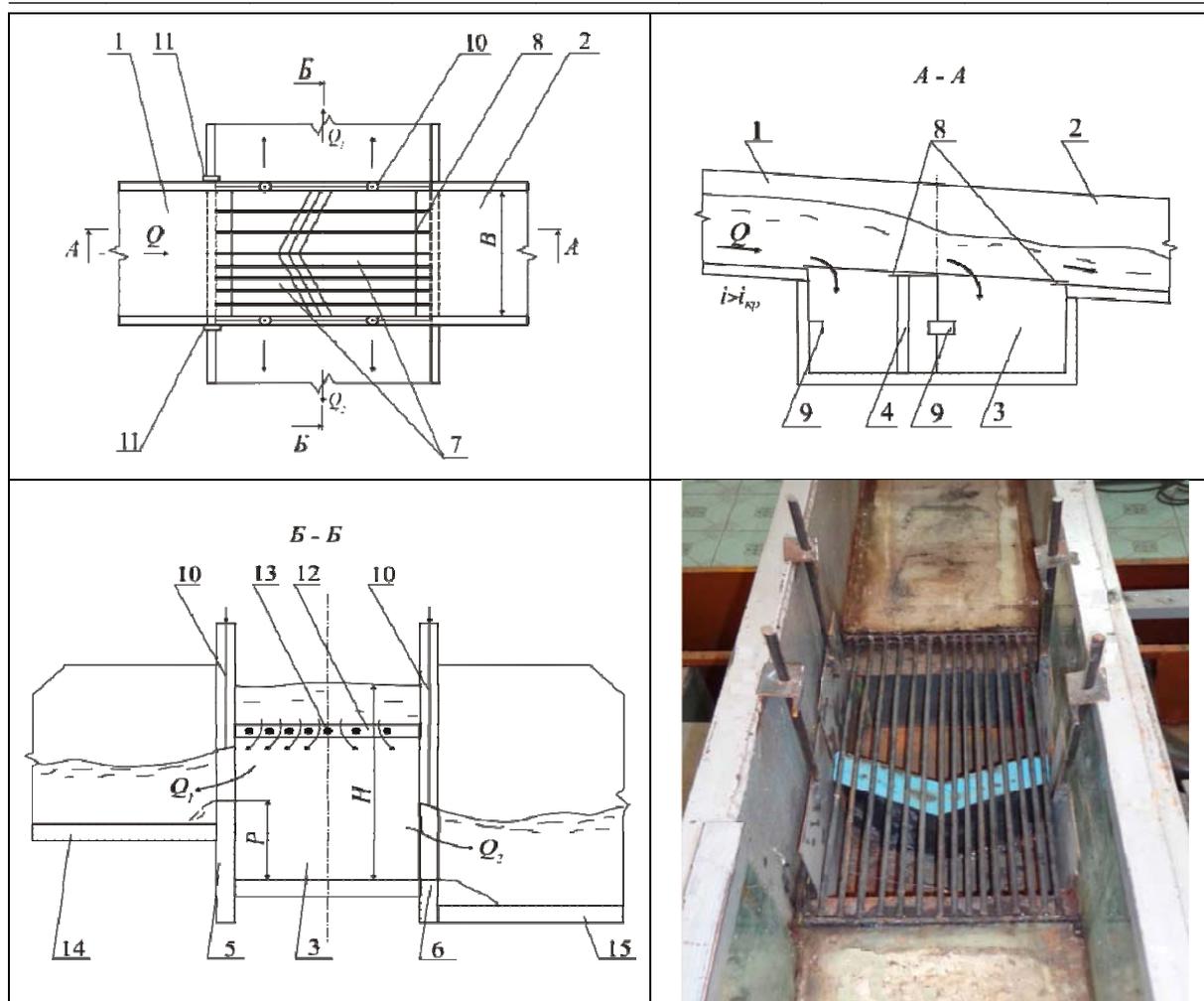


Рисунок 1– Схема и модель первой модификации двухстороннего вододелителя для каналов с бурным течением (ВДКБТ-1)

предшествующей конструкции двухстороннего вододелителя бурного потока [3]. Физическая модель ВДКБТ-1 изготовлена из металла и органического стекла и смонтирована на гидравлическом лабораторном лотке (ГЛЛ) в лаборатории гидротехнических сооружений Кыргызско-Российского славянского университета (см. рисунок 1).

Лабораторные исследования структуры и параметров потока на модели ВДКБТ-1 выполнялись в следующем порядке. Расходы воды в ГЛЛ исходя из возможностей лотка варьировались на модели от минимального 3,8 л/с до максимального 18,0 л/с. Открытия плоских затворов устанавливались равными $a = 0,5; 1,0; 1,5; 2,0$ и 3,0 см.

Глубины воды в нескольких створах ГЛЛ в зоне расположения вододелителя и в двух створах отводящих лотков замерялись шпитценмасштабом. Измерение скоростей в заданных точках производилось микровертушкой.

Пропускная способность вододелителя изучалась в зависимости от соотношений транзитного и отводимого расходов. Параметры потока измерялись на выходе из вододелителя в отводящем лотке.

После завершения проведенного цикла лабораторных исследований был проведен анализ изменения коэффициента водоотбора α_e в зависимости от изменения расхода в подводящем канале.

В процессе исследований устанавливались функциональные зависимости коэффициента расхода вододелителя от параметра Фруда. Параметр кинетичности Фруда определялся для среднего сечения модели ВДКБТ-1 по формуле:

$$Fr_{cp} = \alpha v_{cp}^2 / gh_{cp},$$

где h_{cp} – средняя глубина потока; v_{cp} – средняя скорость потока на модели.

Лабораторными исследованиями анализировалось изменение величин коэффициента расхода μ в зависимости от разных открытий затворов (см. таблицу).

Результаты расчета коэффициента расхода μ ВДКБТ-1 от параметра Фруда Fr_{cp}

$a / a_{max} = 0,2$		$a / a_{max} = 0,4$		$a / a_{max} = 0,6$		$a / a_{max} = 0,8$		$a / a_{max} = 1,0$	
Fr_{cp}	μ								
5	0,36	5	0,424	5	0,44	5	0,457	5	0,467
10	0,304	10	0,36	10	0,386	10	0,4	10	0,414
15	0,24	15	0,29	15	0,33	15	0,35	15	0,374
20	0,19	20	0,25	20	0,28	20	0,3	20	0,343
25	0,16	25	0,18	25	0,241	25	0,27	25	0,3

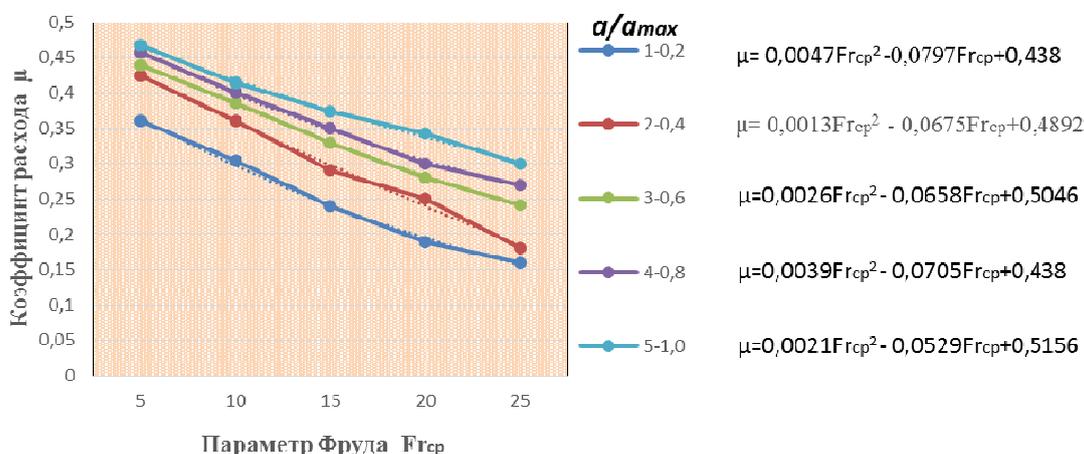


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента расхода истечения через решетчатую плиту и боковые затворы ВДКБТ-1 от параметра кинетичности

Из приведенных зависимостей видно (рисунок 2), что коэффициент расхода сооружения μ уменьшается с увеличением параметра Fr_{cp} при каждом открытии, что согласуется с другими наблюдениями [4].

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Коэффициенты расхода новой конструкции принимают значения от $\mu = 0,36-0,467$. Среднее значение $\mu_{cp} = 0,41$, что согласуется с прототипом $\mu_{cp} = 0,4$.
2. Предложенная конструкция ВДКБТ-1 более проста в изготовлении и эксплуатации в сравнении с прототипом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Национальная стратегия устойчивого развития Кыргызской Республики на период 2013–2017 годы. Утверждена Указом Президента Кыргызской Республики от 21 января 2013 года, № 11.
- [2] Лавров Н.П. Новая конструкция вододелителя двухстороннего для каналов-быстротоков горно-предгорной зоны / Н.П.Лавров, О.В. Атаманова, Г.С. Аджыгулова, Т.А. Исабеков // Вестник Рязанского государственного агроинженерно-технологического университета. – Рязань, 2015. – № 3(27). – С. 72-75.
- [3] Исабеков Т.А. Состав и методика экспериментальных исследований двухстороннего вододелителя для каналов с бурным течением / Т.А. Исабеков, Г.С. Аджыгулова // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. – Бишкек, 2012. – Т. 12, № 6. – С. 30-32.
- [4] Арсенишвили К.И. Вихревой водовыпуск типа донного колодца на каналах с большими уклонами / К.И. Арсенишвили, О.Г. Натишвили // Гидротехника и мелиорация. – 1957. – № 7. – С. 16-19.

А. АМАНБАЕВ

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства»,
Усть-Каменогорск, Казахстан

СОХРАНЕНИЕ ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ НИЗОВЬЯ РЕКИ СЫРДАРИЯ НА ПРИМЕРЕ КАЗАЛИНСКОГО ЛЕВОБЕРЕЖНОГО КАНАЛА

Мақалада, Қазалы ЛМК-нан су алатын, Қараарық каналының су тарату құрылыстары мен көлдер жүйесіндегі су жүретін өзеңтердегі су шығындарының есебінің қорытындысы келтірілген және Қараарық каналын пайдалануға қажетті шаралар ұсынылған. Көрсетілген көлдер мен шабындықтарды сақтап қалу бұл төңіректің шөлге айналуының алдын алу мен қатар Сырдария өзенінің төменгі жағындағы аймақта экологиялық жағдайдың жақсы сақталуына көмегін тигізеді.

Приводятся результаты расчета расходов водораспределительных сооружений и участков-протоководерной системы канала Караарык, подпитываемого из Казалинского ЛМК, и предложены необходимые мероприятия по эксплуатации канала Караарык. Сохранение указанных озер и сенокосов позволяет предотвратить опустынивание данной территории и способствует экологическому благополучию в низовьях реки Сырдария.

The article presents the costs calculation of water distribution facilities and duct sections of Karaaryk channel lake system fueled by Kazaly LMC. In the article also offered the necessary actions for Karaaryk channel operation. Saving these lakes and hayfields to prevent desertification of the territory and contributes to environmental well-being in the lower reaches of the Syr Darya River.

Как известно, Аральское море превратилось в ряд расчлененных водоемов со своим будущим и своими балансами, которые зависят от хозяйствующих здесь субъектов.

Последствия глобальной экологической катастрофы, вызванные высыханием Аральского моря, главным образом коснулись концевых участков оросительных каналов. Нехватка воды в них и ограниченность средств для эксплуатации сделали каналы бесхозными [1, 2].

Рассмотрим систему озер канала Караарык, расположенную в дельте реки Кишидарии (старая протока р. Сырдарии, которая впадала в южную часть моря), являющуюся представителем проточной схемы обводнения, с последовательным перетоком воды по каскаду водоемов, с наполнением канала Караарык подпитывающегося из Казалинского левобережного магистрального канала (КЛМК). Таким образом, подача воды в озерную систему полностью зарегулирована, и это является особым отличием ее от других озерных систем (рисунок 1).



Рисунок 1 – Озерная система канала Караарык, подпитывающегося из Казалинского левобережного магистрального канала

Из-за отсутствия средств для эксплуатации, вследствие зарастания и заиления, разрушения существующих гидротехнических сооружений и размыва дамб обвалования в последние годы подача воды по каналу Караарык (длиной 48 км) была ограничена. В результате имело место высыхание озерной системы, наполняющейся посредством канала Караарык (система озер канала Караарык).

Поэтому для установления статуса системы озер канала Караарык и возможного сценария его дальнейшего использования представим гидрологический режим современного состояния реки Сырдария – самой озерной системы и график работы Казалинского левобережного магистрального канала (рисунок 2).

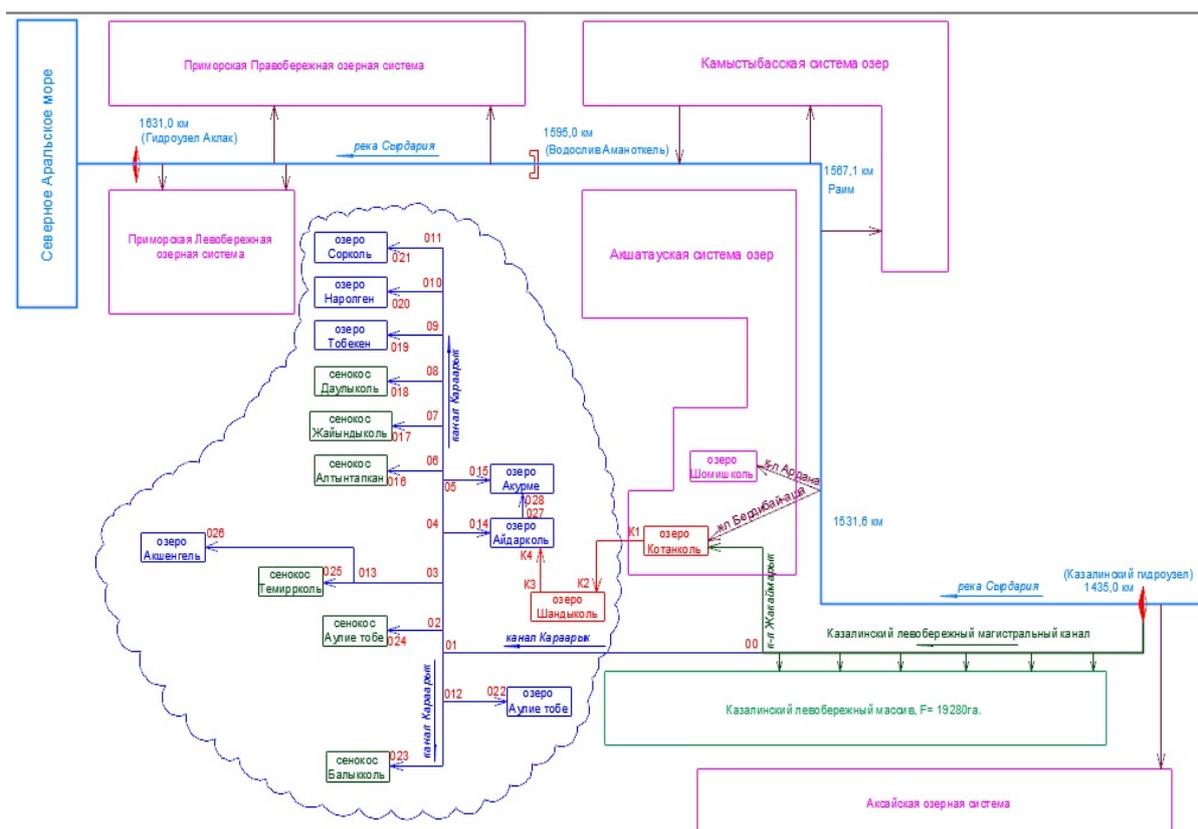


Рисунок 2 – Линейная структура озерной системы канала Караарык

Гидрологический режим реки Сырдария, которая является основным (единственным) источником питания, зависит только от изменений, происходящих в самом бассейне реки. Устойчивое функционирование природно-экологических комплексов в низовьях реки обеспечивается Шардаринским водохранилищем и Коксарайским контррегулятором, которые являются основными емкостями, регулируемыми поступающий с верховьев сток проектной емкостью 8,2 (полная) и 7,2 км³ (полезная), из которых емкость Коксарайского контррегулятора 3 км³.

Как видно, из рисунка 3, максимальные расходы по реке Сырдария в створе Казалинского гидроузла наблюдаются после вегетационного периода в зимне-весенний (декабрь–апрель) период [1].

Казалинский гидроузел им. А. А. Тыныбаева расположен в нижнем течении Сырдарии в 32 км выше города Казалинска. Гидроузел состоит из щитовой водоподъемной плотины пропускной способностью 1000 м³/с, левобережного и правобережного водоприемников с промывными галереями и однопролетного шлюза-рыбохода, левобережного (100 м³/с) и правобережного (85 м³/с) головных регуляторов.

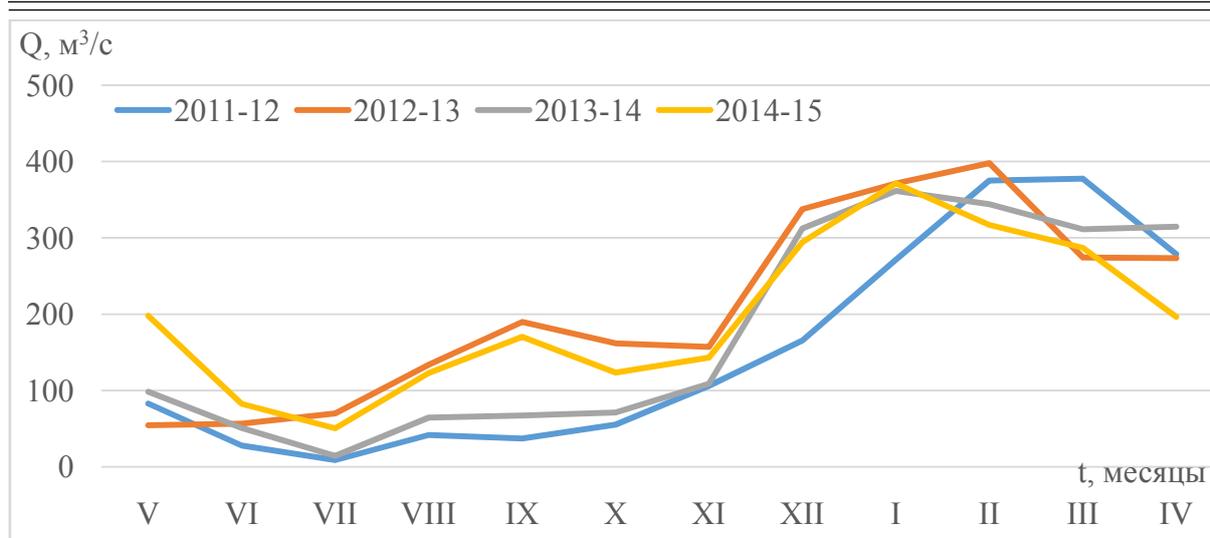


Рисунок 3– Внутригодовое распределение стока р. Сырдария в створе г. Казалинска после ввода Коксарайского контррегулятора

Казалинский левобережный магистральный канал построен в 1958 г. Общая протяженность канала 88,7 км. Проектная площадь орошаемых земель, подвешенная к каналу, составляла 19 372 га. На канале построено 52 гидротехнических сооружения. Максимальная проектная пропускная способность канала 100,0 м³/с. В настоящее время канал не обеспечивает пропуск максимальных расходов. При форсированных расходах по р. Сырдария прибрежные заливные луга покрываются водой и фильтрационные потоки через дамбу под напором устремляются в русло канала, тем самым вызывая угрозу разрушения. Во избежание негативных последствий такого режима канал приходится наполнять водой, то есть поддерживать в нем расход около 6 м³/с в подпорном режиме, что подтверждается данными производственного участка «Қазалы су шаруашылығы» Кызылординского филиала РГП «Казводхоз». С другой стороны, такой режим показывает работу каналу в зимнем режиме и не исключает возможность подачи воды в систему озер канала Караарык через каналы КЛМК круглый год. При максимальной проектной пропускной способности 100 м³/с максимальный расход в голове КЛМК составляет всего 41,6 м³/с.

Заполнение системы озер канала Караарык из реки Сырдария. В результате реализации проекта «Реконструкция гидротехнической системы для заполнения паводковыми водами р. Сырдарии, Котанколь Казалинского района и Шомишколь Аральского района Кызылординской области» осенью (к декабрю) 2014 г. введены в эксплуатацию каналы Бердибай-Аша (10 км) и Ардана-Жарма (3,4 км) с головным сооружением, расположенным на левом берегу р. Сырдария.

По каналу Бердибай-Аша вода поступает в озеро Котанколь. В период осенне-весенних паводков озеро Котанколь набирает воду до отметки 59,72 м (рисунки 4 и 5). При отметке воды в озере Котанколь выше 59,0 м вода начинает поступать через протоки «мост» и «труба» в озеро Шандыколь и далее в озеро Айдарколь. С другой стороны, при уровне воды в озере Котанколь выше 58,3 м наблюдается затопление прилежащих сельскохозяйственных угодий, поэтому возникает необходимость понижения уровня воды в озере с отметки 59,72 м до отметки 58,3 м. По предварительным данным проведение такого мероприятия позволило бы подать из озера Котанколь в озеро Шандыколь и далее в систему озер канала Караарык более 20 млн м³ воды.

По сведениям производственного участка «Қазалы су шаруашылығы» Кызылординского филиала РГП «Казводхоз» подача воды в канал Бердибай-Аша и Ардана-Жарма началась 28–29 декабря 2014 г. при расходе воды в русле реки Сырдария 313 м³/с (УВВБ – 68,20 м, УВНБ – 67,81 м).



Рисунок 4 – Графики колебания уровня воды в р. Сырдария (створ водозабора Бердибай-Аша и Ардана-Жарма)

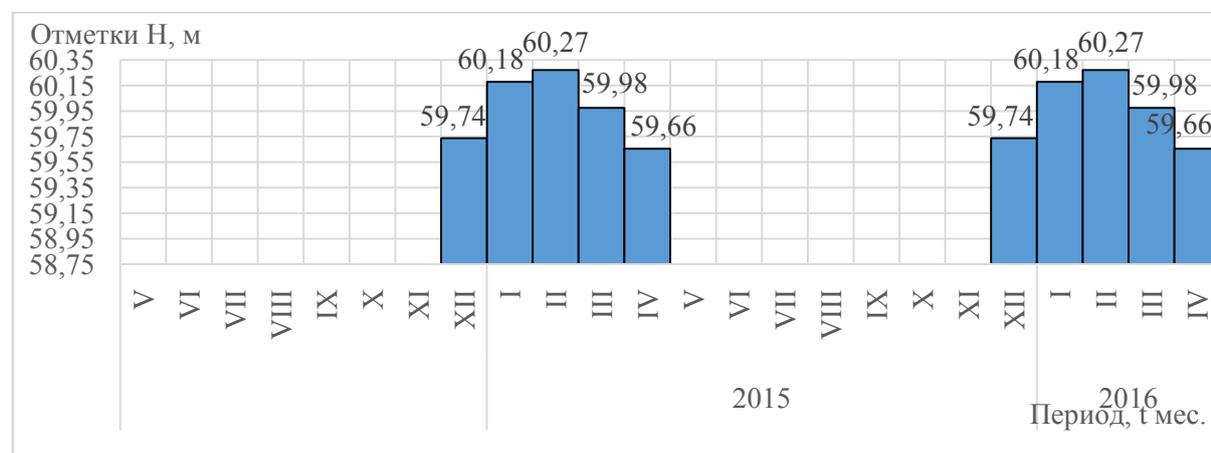


Рисунок 5 – Прогнозные уровни забора воды в каналы Бердибай-Аша и Ардана-Жарма

Результаты имитационных расчетов озерной системы канала Караарык:

Имитационные расчеты по каждому озеру проводились по следующей схеме:
 расчет поступления воды из реки в отводящий канал (начало расчета);
 расчет подачи воды по каналу в озера и сенокосы с одновременным гидравлическим расчетом участков канала за водовыпуском;
 расчет отвода воды по каналу (протоке) с учетом гидравлического режима из озера и сенокосов с одновременным расчетом участков канала за водовыпуском;
 изменение водного баланса озер и сенокосов с учетом испарения и эвапотранспирации [3–5];

увязка уровней поступления воды из канала в озера (приход) и оттока воды с озер на основании батиграфических кривых озер.

Из-за отсутствия данных по минерализации расчеты по изменению минерализации воды в озерах (сенокосах) не проводились.

Подача воды по веткам К1-К2-К3-К4 (см. рисунки 1 и 2).

Проведены расчеты уровня озер Котанколь, Шандыколь, Айдарколь и Акорме при подаче воды в озеро Котанколь с реки Сырдария через канал Бердибай-Аша и отсутствии подачи воды с канала Караарык после ввода в эксплуатацию нового канала имени Сақыбая Нармаганбетова. На рисунке 6 приведен ход изменения уровней в этих озерах при заданных расчетных условиях.

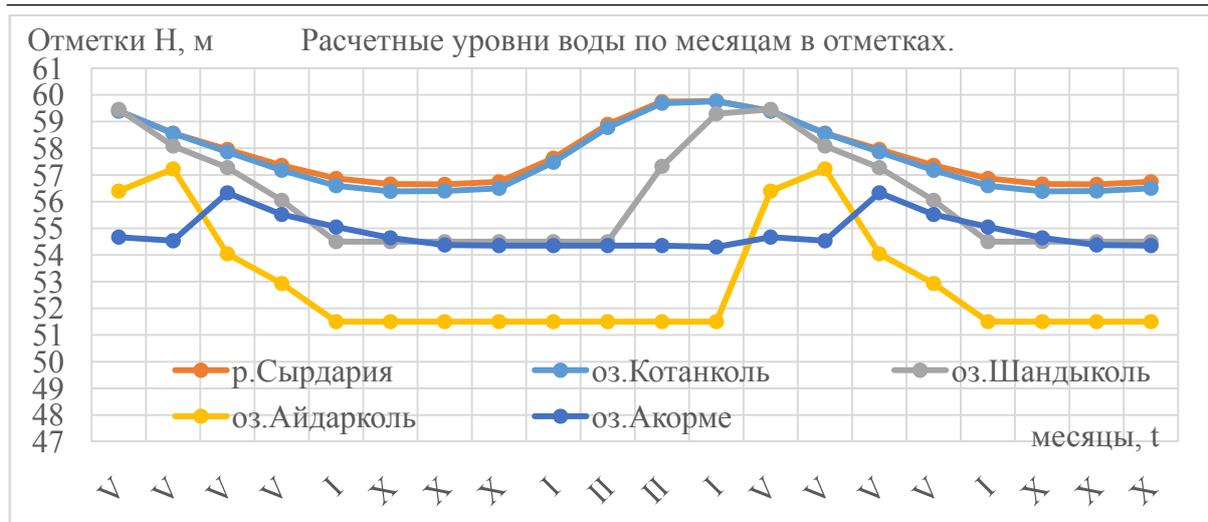


Рисунок 6 – Расчетный режим работы озер Котанколь–Шандыколь–Айдарколь–Акорме при подаче воды с реки Сырдария через канал Бердибай–Аша.

Подача воды по веткам 00-01-02-03-013 и 00-01-012 (см. рисунки 1 и 2).

Проведены расчеты заводнения сенокосов Балыкколь, Аулие тобе, Темиркол и озер Аулие тобе, Акшенгель при подаче воды с канала Караарык. На рисунке 7 приведен ход изменения уровней в этих озерах при заданных расчетных условиях.

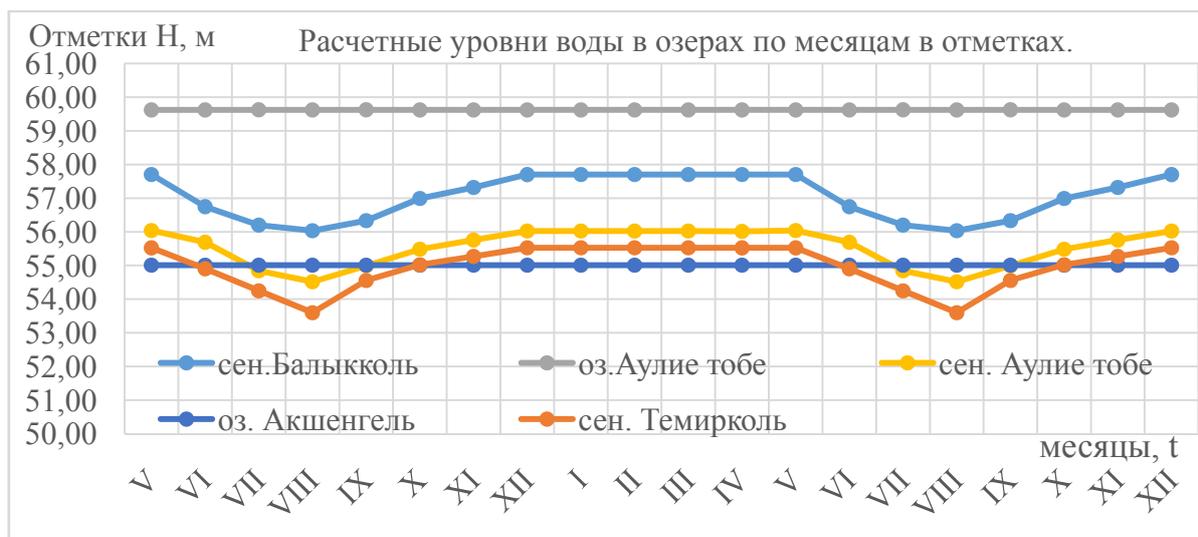


Рисунок 7 – Рекомендуемый режим работы сенокосов Балыкколь, Аулие тобе, Темиркол и озер Аулие тобе и Акшенгель при подаче воды с канала Караарык

Подача воды по веткам 00-01-02-03-04 и K1-K2-K3-K4 (см. рисунки 1 и 2).

Приведены рекомендуемые режимы работ озер Акорме и Айдарколь при подаче воды с канала Караарык и поступлении воды с озера Котанколь. На рисунке 8 приведен ход изменения уровней воды на сенокосах Алтынтапкан, Жайындыколь, Даулыколь и озерах Айдарколь, Акорме, Тобекен, Наролген и Сорколь при подаче воды из канала Караарык и поступлении воды из озера Котанколь (после ввода в эксплуатацию нового канала им. Сақыбая Нармаганбетова).

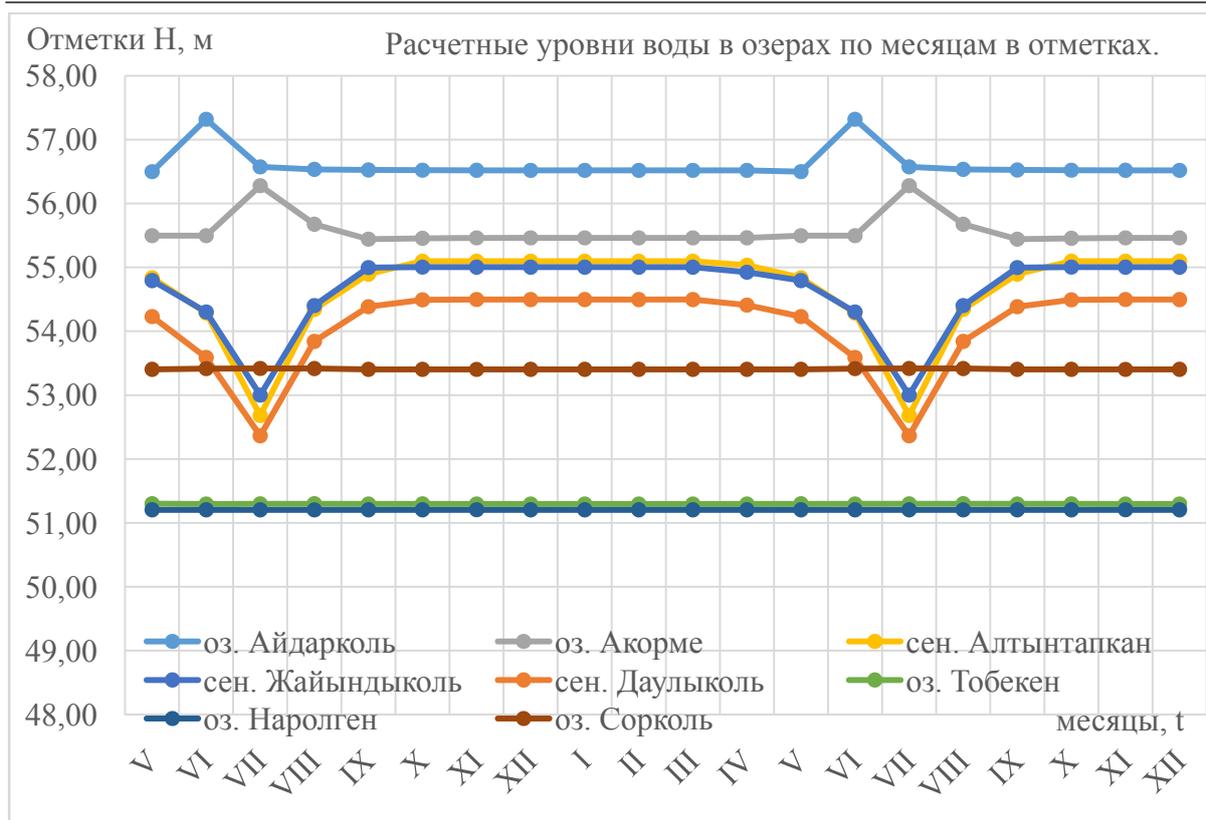


Рисунок 8 – Рекомендуемый режим работы сенокосов Алтынтапкан, Жайындыколь, Даулыколь и озер Айдарколь, Акорме, Тобекен, Наролген и Сорколь при поступлении воды через озера Котанколь–Шандыколь и подаче воды с канала Караарык

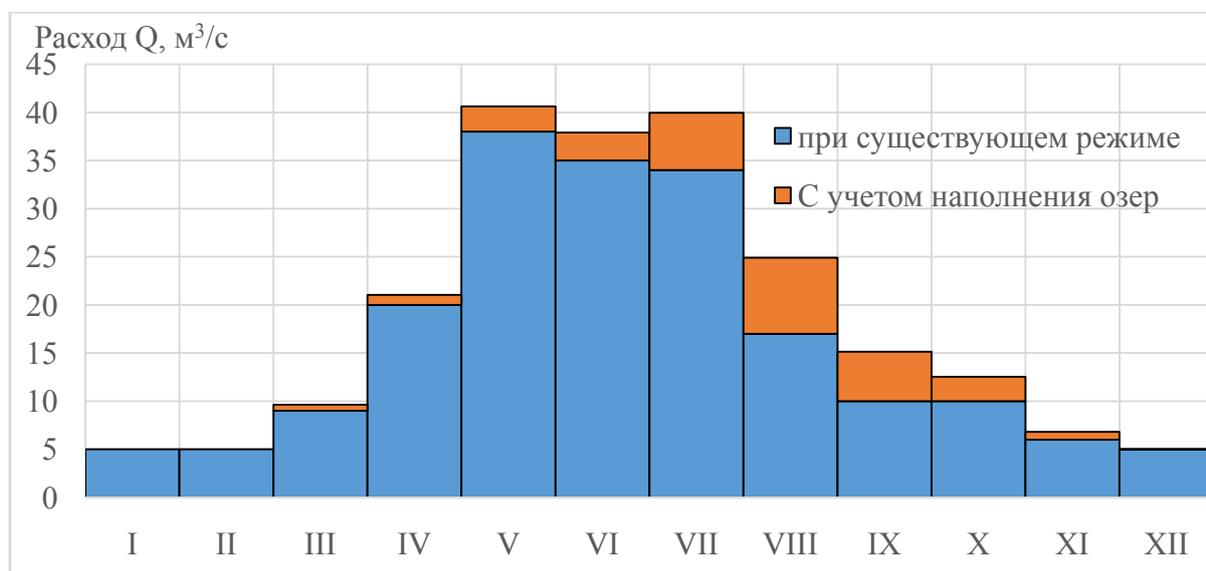


Рисунок 9 – График забора воды в КЛМК с учетом заполнения озерной системы из канала Караарык при подпитке через озера Котанколь–Шандыколь

Приоритетными объектами системы являются озера с возможностью зарыбления и сенокосы, которые служат кормовой базой сельского округа Жанакурлылыс. Исходя из этого устойчивое водообеспечение *озерной системы канала Караарык* рекомендуется определить на площади 4,343 тыс. га, из них озера – 2,64 тыс. га. При этом прогнозируемое водопотребление

системы оценивается в 106,7 млн м³ в год за счет подачи речной воды по каналу Караарык через КЛМК без учета подпитки через озера Котанколь–Шандыколь.

Узловые расходы канала Караарык для поддержания расчетных уровней воды в озерах системы канала Караарык при подпитке через озера Котанколь–Шандыколь сведены в таблицу.

На рисунке 9 представлен график забора воды в КЛМК с учетом заполнения озерной системы из канала Караарык при подпитке через озера Котанколь–Шандыколь.

Выводы. Согласно расчетам для устойчивого водообеспечения озерной системы канала Караарык на площади 4,343 тыс. га, в том числе озер – 2,64 тыс. га, сенокосов – 1,703 тыс. га, необходима подача 106,7 млн м³ воды в год.

Для внедрения интегрированного управления водными ресурсами при восстановлении и устойчивом водообеспечении системы озер канала Караарык необходимы следующие мероприятия:

1) график водозабора и диспетчерский график водораспределения КЛМК необходимо осуществить с учетом подачи воды в систему озер канала Караарык (см. таблицу, рисунок 9);

2) соответствующие услуги водохозяйственных организаций, связанные с подачей 106,7 млн м³ воды в год в озерную систему канала Караарык, должны финансироваться из бюджета;

3) для восстановления озерной системы канала Караарык и поддержания в ней рекомендуемых уровней необходимо проведение ремонтно-восстановительных работ по каналу Караарык и сооружений на нем;

4) для дополнительной подпитки озер Айдарколь и Акорме через озера Котанколь–Шандыколь необходимо строительство канала им. Сақыбая Нармаганбетова между озерами Котанколь и Шандыколь длиной 8,1 км, а также канала-протоки между озерами Шандыколь и Айдарколь длиной 4,3 км.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Отчеты Арало-Сырдарьинского БИ.
- [2] Кипшакбаев Н. и др. Восстановление экологической системы в дельте Сырдарии и северной части Аральского моря. – Алматы: Эверо, 2010. – 220 с.
- [3] Железняков Г.В. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока / Г.В. Железняков, Т.А. Неговская, Е.Е. Овчаров. – М.: Колос, 1984. – 205 с.
- [4] Михайлов В.Н. Гидрология / В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов. – М.: Высш. шк., 2008. – 463 с.
- [5] Овчаров Е.Е. Практикум по гидрологии, гидрометрии и регулированию стока / Е.Е. Овчаров, Н.Н. Захаровская, И.В. Прошлоков и др. – М.: Агропромиздат, 1988. – 224 с.

С. М. АНУАРБЕКОВ, В. И. ДЕВЯТКОВ, А. М. КАСЫМХАНОВ, Б. С. АУБАКИРОВ

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Усть-Каменогорск, Казахстан

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ, ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И ГИДРОБИОНТАХ В ОЗЕРЕ ЖАЙСАН

Ауыр металдардың мәлиерлік құрамын анықтау бойынша 2015 жылы Жайсан көлінде жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмыстарының мәліметтері келтірілген.

Приводятся данные научно-исследовательских работ по определению содержания тяжелых металлов, проведенных в 2015 году на оз. Жайсан.

The article presents the data of scientific research to determine the content of heavy metals carried out in 2015 on Lake Zhaisan.

В рыбохозяйственные водоемы поступает большое количество вредных веществ, многие из которых обладают биологической активностью и способны аккумулироваться в тканях гидробионтов. Среди всех известных поллютантов тяжелые металлы представляют наибольший интерес ввиду их стабильности в водной среде, способности к кумулятивному эффекту, трансформации внутри биоценоза водоема и высокой точности для водных организмов.

Большинство тяжелых металлов в естественных условиях представляют собой микро-элементы, необходимые для развития гидробионтов и способные, подобно биогенным соединениям, вызвать лимитирование роста при их дефиците, но в больших количествах они являются ксенобиотиками [1]. При этом воздействие низких концентраций тяжелых металлов на гидробионты в условиях постоянного загрязнения водных объектов является довольно опасным: уменьшаются индексы видового разнообразия, нарушаются темпы и процессы биопродукции, происходит смена доминантных видов биоценоза и т.д. [2].

Отбор проб воды на токсикологический анализ в 2015 году проводился в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85 [3]. Пробы воды для токсикологического анализа отбирали в пластмассовую тару и фиксировали концентрированной азотной кислотой (по 1 мл на 100 мл воды).

Определение содержания тяжелых металлов (меди, цинка, свинца, кадмия и никеля) в воде, донных отложениях, кормовых организмах и мышечной ткани рыб проводилось атомно-абсорбционным методом [4]. Соответствие результатов анализов рыбохозяйственным ПДК будет оцениваться по общепринятому «Обобщенному перечню ПДК...» [5].

Пробы донных отложений водоемов отбирались в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01–80 [6] в створе питающих их водотоков, в зоне влияния сброса сточных вод промышленных предприятий при помощи дночерпателя Ван-Вина с глубиной погружения в грунт не менее 20 см и площадью захвата не менее 0,1 м².

Донные отложения (грунты) отбирали в количестве 200–300 г, высушивали, растирали, просеивали через сито с диаметром ячейки 0,1 мм. Воздушно-сухой образец 10 г упаковывали в бумажные пакетики и этикетировали.

Образцы кормовых организмов отбирали с грунтовой поверхности. Отобранные образцы кормовых организмов (макрзообентоса) высушивали и измельчали до состояния муки. Воздушно-сухой образец 5 г (не менее 3 г) упаковывали в бумажные пакетики и этикетировали.

Навеску хищных и мирных рыб отбирали с середины спины средневозрастных особей массой 100 г, помещали в мешочки. Образцы мышечных тканей рыб высушивали и перемалывали (растирали) до состояния муки. Воздушно-сухой образец 10 г упаковывали в бумажные пакетики и этикетировали.

Характеристика источников антропогенного загрязнения оз. Жайсан тяжелыми металлами. Прямых источников антропогенного загрязнения воды оз. Жайсан нет, однако ежегодно фиксируется превышение ПДК по тяжелым металлам. Токсичные металлы частично

вносятся в озеро со стороны КНР с водами р. Кара Ертис, а также с притоком р. Кендирлик, берущей свое начало с северного склона Тарбагатайского хребта.

В ходе исследования было установлено превышение ПДК_{рх} по содержанию в поверхностной воде таких элементов, как медь, цинк и свинец. Превышения рыбохозяйственных норм по содержанию никеля и кадмия обнаружено не было.

Наибольшие концентрации меди, свинца и никеля отмечались со стороны Тарбагатайского побережья на станции Причал. Содержание кадмия на обеих станциях наблюдения из всех металлов было наименьшим и не превышало рыбохозяйственных норм.

По валовым концентрациям тяжелые металлы можно расположить в ряд Zn>Ni>Pb>Cu>Cd (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в поверхностных водах оз. Жайсан в 2015 г.

Станция	Побережье	Содержание металлов, мг/кг				
		Cu	Zn	Pb	Ni	Cd
Причал	Тарбагатайское	0,0051	0,008	0,009	0,0127	0,0009
Аксуат	Курчумское	0,0045	0,015	0,004	0,0038	0,0013
В среднем		0,0048	0,0115	0,0065	0,0083	0,0011

Загрязнение тяжелыми металлами донных отложений. Донные отложения рек являются чувствительными индикаторами уровня загрязнения территории, поскольку они накапливают различные металлы в разнообразных химических формах, а впоследствии и сами становятся источником поступления химических соединений в водную среду. Донным отложениям поверхностных вод Ертисского бассейна свойственна кадмиево-свинцовая специализация. Геохимическая структура донных отложений поверхностных вод Ертисского бассейна имеет вид: Zn>Mn>Pb>Cu>Cr>Co>Cd>Mo [7].

Взвешенные минеральные и органические частицы, водные организмы, их фрагменты и продукты метаболизма способствуют перемещению загрязняющих веществ из поверхностных слоев воды в более глубокие, а также в донные осадки. Донные осадки – критическая зона в среде водоема, где накопление загрязняющих веществ намного превышает их содержание в водной толще. Здесь органические вещества и металлы подвергаются сложным превращениям [8].

Виды донных осадков в оз. Жайсан отобранные для токсикологического анализа в 2015 г., представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Виды донных отложений, отобранных для токсикологического анализа, на оз. Жайсан

Станция	Побережье	Виды донных отложений
Причал	Тарбагатайское	Черно-серые глинистые илы с сернистым запахом
Аксуат	Курчумское	Темно-серые глинистые илы

Отобранные на токсикологический анализ пробы донных отложений в ходе пробоподготовки просеивались через сито размером 0,1 мм и, следовательно, обладали максимальной адсорбционной способностью. В таблице 3 представлено содержание тяжелых металлов в донных отложениях оз. Жайсан.

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в донных отложениях оз. Жайсан

Станция	Содержание металлов, мг/дм ³				
	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Причал	0,84	17,10	18,20	4,40	30,70
Аксуат	3,21	15,00	21,50	27,10	35,40
В среднем	2,03	16,05	19,85	15,75	33,05

В донных отложениях оз. Жайсан второе место по степени накопления занимает никель. Ранжированный ряд по степени накопления тяжелых металлов: $Zn > Ni (Pb) > Cu > Cd$.

Накопление тяжелых металлов в мягкой водной растительности. Наибольшей аккумулярующей способностью техногенных элементов обладают погруженные растения. На первом месте по интенсивности накопления стоят харовые водоросли, затем идут элодея, роголистник, рдесты, уруть. Погруженные растения накапливают тяжелые металлы в 10 раз интенсивнее, чем прибрежно-водные. Некоторые растения избирательно аккумулируют эти соединения. Так, ряска накапливает достаточно много бора, харовые водоросли – медь, тростник – ртуть. Интенсивность поглощения токсичных соединений зависит от времени года и развития растений; наибольшее содержание элементов наблюдается в период их интенсивного роста, а наименьшее – осенью. Максимальной поглотительной способностью в отношении тяжелых металлов обладает роголистник темно-зеленый, минимальной – рогоз узколистый. На уровень накопления токсичных элементов оказывают влияние степень зарастания и проточность участков. С увеличением степени зарастания средние концентрации тяжелых металлов в растениях уменьшаются. Возрастание скоростей течения приводит к повышению содержания исследуемых токсичных элементов [9].

Для токсикологического анализа на содержание тяжелых металлов мягкой водной растительностью на двух станциях наблюдения были отобраны пробы рдеста кудреватого. В ходе исследований было установлено, что рдест кудреватый в озере Жайсан в большей степени накапливает цинк, затем медь, никель, свинец и кадмий (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание тяжелых металлов в мягкой водной растительности оз. Жайсан

Станция	Содержание металлов, мг/дм ³				
	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Причал	1,63	8	4,62	1,93	12
Аксуат	1,93	4,93	4,85	2,22	11,9
В среднем	1,78	6,47	4,74	2,08	11,95

Оценка уровня биокумуляции тяжелых металлов бентосными организмами. Зообентос, как наиболее долгоживущий и стационарный компонент гидробиоценоза, наиболее четко отражает степень загрязнения, особенно хронического. При мониторинге пресноводных экосистем излюбленным объектом служат животные макрозообентоса. Они удовлетворяют многим требованиям к биоиндикаторам, среди которых повсеместная встречаемость, достаточно высокая численность, относительно крупные размеры, удобство сбора и обработки, сочетание приуроченности к определенному биотопу с определенной подвижностью, достаточно продолжительный срок жизни, чтобы аккумулировать загрязняющие вещества за длительный период.

Бентосные организмы, как правило, не являются хозяйственно ценными или уникальными объектами, поэтому изъятие их из водоема в исследовательских целях не наносит ущерб его экосистеме.

Для количественного определения содержания тяжелых металлов в макрозообентосе отбирались моллюски видов *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus), *Lymnaea auricularia* (Linnaeus), *Lymnaea ovata* (Draparnaud), *Viviparus viviparus* (Linnaeus), *Lithoglyphus naticoides* C.Pfeiffer, *Anodontapiscinalis* Nilsson.

На озере Жайсан максимальной степенью накопления характеризуется медь и цинк как элементы, обладающие наибольшей химической активностью и высокой эффективностью накопления в водорослях и бентосных организмах, что определяет их особую значимость для биоты (таблица 5). Они являются главными составляющими многих металлоферментов, участвующих в природной селекции аэробных клеток, в окислительно-восстановительных процессах тканей, иммунной реакции, стабилизации рибосом и мембран клеток. Наименьшей степенью накопления характеризуются никель и кадмий.

Таблица 5 – Содержание тяжелых металлов в бентосных организмах на оз. Жайсан

Станция	Содержание металлов, мг/дм ³				
	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Причал	0,302	13,200	0,960	2,790	24,300
Аксуат	1,030	17,900	1,940	4,060	12,200
В среднем	0,67	15,55	1,45	3,43	18,25

Уровень накопления токсикантов в мышечной ткани рыб. Накопление тяжелых металлов в тканях промысловых рыб регистрируется в водоемах по всему бассейну р. Ертис. Основной причиной возникновения подобных явлений служат антропогенное загрязнение водоемов сточными водами и воздушными выбросами промышленных предприятий, а также трансграничный перенос токсикантов по главным притокам бассейна.

На оз. Жайсан на станции Причал Тарбагатайского побережья для анализа были выловлены судак и карась, на станции Аксуат Курчумского побережья – карась и щука. Степень накопления у рыб разных видов неодинакова, более подвержены токсическому воздействию по кадмию, меди, свинцу и цинку оказались рыбы мирного класса. Так, в мышцах мирных рыб концентрация металлов была больше, чем у хищных, – меди в 1,2 раза, никеля в 1,3 раза, свинца в 1,5 раза, цинка в 2,6 раза соответственно. Содержание кадмия находилось на сопоставимом уровне. Наибольшее количество металлов отмечено у хищных рыб в районе станции Аксуат, у мирных – на станции Причал (таблица 6). Содержание кадмия у хищных и мирных рыб превышало ПДК в среднем в 2,6 раза, свинца – в 1,2 раза.

Таблица 6 – Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани рыб оз. Жайсан

Класс рыб	Станция отбора	Побережье	Содержание металлов, мг/дм ³				
			Cd	Cu	Ni	Pb	Zn
Хищники	Причал	Тарбагатайское	0,474	1,38	0,45	1,03	16,6
	Аксуат	Курчумское	0,547	1,59	0,71	1,38	31,4
	В среднем		0,511	1,49	0,58	1,21	24,00
Мирные	Причал	Тарбагатайское	0,506	1,66	0,35	1,54	41
	Аксуат	Курчумское	0,517	0,9	0,73	1,02	24,4
	В среднем		0,512	1,28	0,54	1,28	32,70

Способность металлов к накоплению можно расположить в ряд: в мышцах хищных видов рыб – Zn > Cu > Pb > Ni > Cd и у мирных рыб – Zn > Cu(Pb) > Ni > Cd.

В Восточном Казахстане расположены богатые залежи полиметаллических руд и руд редкоземельных металлов, поэтому естественное фоновое содержание тяжелых металлов в водоемах Ертисского бассейна очень высоко. Для адекватной оценки степени загрязнения тяжелыми металлами экосистем бассейна необходимо определить фоновые содержания тяжелых металлов в поверхностных водах и донных отложениях водоемов нашего региона, используя в качестве фоновых створов истоки горных рек, впадающих в крупные водотоки Ертисского бассейна.

Кроме этого, для снижения степени токсического воздействия тяжелых металлов на биоту водоемов Ертисского бассейна необходимо, в первую очередь, уменьшить количество поступления данных токсикантов со сточных вод с горнодобывающих и обогащательных предприятий путем создания замкнутых циклов их водоснабжения. Необходимо активно вовлекать в переработку либо провести консервирование накопленных в процессе обогащения либо складирования вскрышных пород и твердых минеральных отходов, предотвратив попадание в поверхностные воды токсикантов путем выветривания и выщелачивания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кленкин А.А., Кораблина И.В., Корпакова И.Г. Тяжелые металлы в промысловых рыбах Азовского моря // Вопросы рыболовства. – 2008. – Т. 9, № 3. – С. 72-87.
- [2] Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – М.: ВНИРО, 1997. – 350 с.
- [3] ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. Введ. 1986.07.01. – М.: Изд-во стандартов, 1985. - 15 с.
- [4] Спектрометрическое определение тяжелых металлов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биологических материалах: Методические указания. – Алматы, 1999. – 41 с;
- [5] Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М., 1990. – 46 с.
- [6] ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 5 с.
- [7] Панин М.С. Тяжелые металлы в воде, донных отложениях р. Иртыш и ее притоках // Химия в интересах устойчивого развития. – 2000. – № 6. – С. 845- 854.
- [8] Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 528 с.
- [9] Гигевич Г.С., Власов Б.П., Вынаев Г.В. Высшие водные растения Беларуси. – Минск, 2001.

Б. С. АУБАКИРОВ, А. А. ЕВСЕЕВА

Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Усть-Каменогорск, Казахстан

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ КАРА ЕРТИС НА ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ

Қара Ертіс өзенінің негізгі морфологиялық және гидрологиялық ерекшеліктері сипатталып, Қара Ертіс ихтиофаунасының түрлік құрамының өзекті мағлұматтары беріліп, балық популяцияларының көбеюі мен негізгі биологиялық көрсеткіштері бойынша ақпарат көрсетілген.

Изложены основные морфологические и гидрологические особенности р. Кара Ертыс, приведены актуальные сведения о видовом составе ее ихтиофауны, представлены данные по основным биологическим показателям и воспроизводству популяций рыб.

The article presents the main morphological and hydrological features Kara Ertyis river, provides current information on the species composition of the fish fauna, data on basic biological parameters and reproduction of fish populations Kara Ertyisriver.

Река Ертыс является основной водной артерией на востоке Республики Казахстан, Постановлением Правительства РК от 3 ноября 2004 г., № 1137 [1] она отнесена к водоемам международного значения. Река Ертыс является трансграничным водотоком, берущим начало на территории Китайской Народной Республики (КНР), протекающим по территории Казахстана и впадающим в р. Обь на территории РФ. Российская Федерация предъявляет требования по обеспечению в среднем и нижнем течении р. Ертыс водой в весенний нерестовый для рыб период. Китайская Народная Республика регулировала сток р. Кара Ертыс в верхнем течении, из-за чего гидрологический режим реки и ее водность изменились. В последние годы остро стоит вопрос оптимизации гидрологического режима водоемов бассейна с целью увеличения их биопродуктивности, сохранения биоразнообразия. Промысловый лов рыбы в р. Ертыс (русле реки) ведется только на территории ВК области, ниже каскада водохранилищ. Здесь имеются рыбопромысловые участки и есть необходимость установления ОДУ. Выше оз. Жайсан (так называемый Кара Ертыс) промысел рыбы запрещен, так же, как и в русле реки на территории Павлодарской области.

Материал и методика. Первичные материалы по гидрологии водоемов получены в филиале РГП «Казгидромет» по ВКО, они обработаны и проанализированы специалистами филиала. Сбор и обработка ихтиологического материала (научно-исследовательские уловы) проводился по общепринятым методикам [2-7].

Характеристика и гидрологический режим р. Кара Ертыс. Река Ертыс берет начало в КНР на юго-западном склоне Монгольского Алтая на высоте 2500 м над уровнем моря. На территории РК р. Ертыс до впадения в оз. Жайсан носит название Кара Ертыс. Длина водотока р. Кара Ертыс 700 км (583 км на территории КНР), площадь водосбора 73 800 км². В пределах РК Кара Ертыс – равнинная река, со средней скоростью течения 1,0–1,2 м/с. Протекает по безводной песчано-глинистой степи, спускаясь с отрогов Алтайских гор и Тарбагатай до впадения в оз. Жайсан, где образуется болотистая, поросшая камышом дельта.

Река Кара Ертыс в районе границы с КНР (0–15 км от границы) имеет ширину русла 40–100 м, в период половодья ширина может достигать 200–400 м. Глубина составляет от 1 до 4 м, в паводок в основном русле глубина может достигать 5–8 м. Дно песчаное, имеется множество намываемых песчаных кос, которые в летнюю межень выступают из воды, разделяя основное русло на несколько рукавов. Скорость течения в межень составляет 0,5–1,0 м/с, в период паводка скорость увеличивается до 1,3–1,5 м/с.

Левый берег отлогий, песчаный, сыпучий, поросший древовидным кустарником (в основном тальник). Береговая линия изрезанная, имеются несколько затонов и стариц, а также

небольшие мелководные участки со спокойным течением. Правый берег более крутой, глинистый, поросший лиственным лесом (в основном тополь). Ниже границы в 3 км в р. Кара Ертис впадает небольшая речка (пограничники ее называют Китайка), также имеются небольшие затоны со стоячей водой и небольшая протока. В 6 км ниже границы от основного русла отходит крупная протока (50–70 м шириной, глубиной 0,5–2,5 м) с медленным течением, которая огибает и заливаает в период половодья остров (примерно 2 км длиной), затем сливается с основным рукавом реки. Со стороны протоки заливаемое побережье острова заросло мягкой травой. Существующие затоны и протоки на этом участке р. Кара Ертис – места нереста рыб.

В дельте р. Кара Ертис имеет сильно меандрирующее русло с множеством больших и малых островов. Грунт русла песчаный и песчано-илистый в затонах. Берега в нижней части дельты почти не возвышаются над водой, в межень сплошь покрыты зарослями тростника и рогоза. Даже при слабом поднятии уровня вода переливается через берега. В период половодья река заливаает многочисленные озера и озерки без сухих берегов, границу которых составляет стена сплошных зарослей высшей водной растительности. Глубина озер небольшая – от 1,5 до 3,5 м, дно покрыто серыми и черными илами с массой растительных остатков, толща воды пронизана мягкой водной растительностью (рдесты, уруть, роголистник). В верхней части дельты берега реки постепенно повышаются, но не более чем на 1,0–1,5 м над водой [8].

Кара Ертис – река с ярко выраженным весенним половодьем и относительно стабильным, меженным уровнем в летний и зимний период (рисунок 1). Весенний паводок р. Кара Ертис зависит от климатических условий и идет естественным путем, в последние годы его интенсивность зависит так же и от степени водопользования на территории КНР. В 2015 г. весенний паводок был продолжительным по времени – поднятие уровня приходится на начало второй декады марта, окончание – на конец первой декады июля. Высота паводковой волны с третьей декады апреля по вторую декаду июня находилась практически на одном уровне (407,55–407,75 мБС), что косвенно указывает на регулирование стока р. Кара Ертис со стороны КНР. Максимальное поднятие уровня р. Кара Ертис отмечено в 2010 г. до отметки 409,23 мБС, после чего уровень начал снижаться до своих среднеегодовых значений.

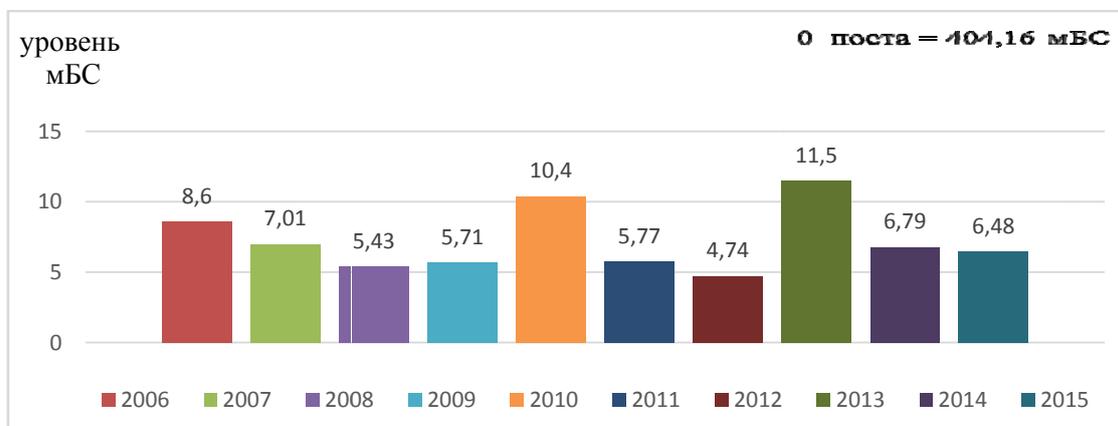


Рисунок 1 – Динамика уровня воды р. Кара Ертис в 2006–2015 гг. (по среднегодовым данным)

Так как площадь нерестилищ в дельте р. Кара Ертис составляет около трети таковой по оз. Жайсан, необходимо, чтобы уровень воды в реке в период протекания весеннего половодья был достаточным для заливания нерестовых площадей (выше отметки 408,16 мБС).

В маловодные годы при отсутствии паводка большая часть производителей рыб нерестится на мелководных участках самого оз. Жайсан, поэтому в средне- и многоводные годы р. Кара Ертис приобретает особое значение в воспроизводстве рыбы оз. Жайсан.

Разница в объемах стока Кара Ертис в мало- и многоводные годы составляет до 6 км³ стока, приток в многоводные превышает таковой в маловодные в 2 раза. При этом показатели стока с октября по март почти не отличаются в разные по водности годы, с апреля по октябрь сильно отличаются (в 2–3 раза). Независимо от водности года за период паводка (май–июнь) по реке проходит 48–53% годового стока, т.е. около половины.

Среднегодовой объем стока р. Кара Ерчис изменяется достаточно сильно и зависит от степени водопотребления на территории КНР и природно-климатических условий на территории водосбора. Динамика среднегодового объема стока воды р. Кара Ерчис за десять лет (2006–2015 гг.) представлена на рисунке 2. По данным филиала РГП «Казгидромет» по ВКО минимальный среднегодовой объем стока р. Кара Ерчис наблюдался в 2012 г., максимальный – в 2013 г. Среднегодовой объем стока р. Кара Ерчис составляет 7,2 км³.

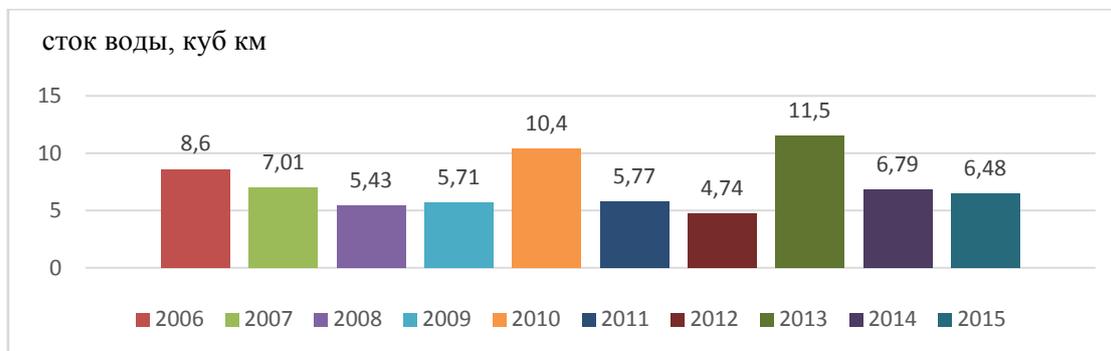


Рисунок 2 – Динамика объема стока воды р. Кара Ерчис в 2006–2015 гг. (по среднегодовым данным)

Таким образом, с 2006 по 2015 г. можно отметить как многоводные – 2006, 2010, 2013 гг., как годы средней водности – 2007 и 2014 гг., маловодные – 2008–2009, 2011–2012 гг. Благоприятные для нереста рыб условия в р. Кара Ерчис создаются только в многоводные годы, когда пропускаемый объем стока удовлетворяет условиям воспроизводства. Так, 2010 и 2013 годы можно отметить как благоприятные для нереста рыб [9,10].

Ихтиофауна реки Кара Ерчис характеризуется высоким видовым разнообразием рыб, распределение которых носит выраженный сезонный характер. В реке обитают как местные, оседлые рыбы, так и полупроходные, поднимающиеся сюда из оз. Жайсан в период нерестовых миграций. В состав ихтиофауны р. Кара Ерчис в настоящее время входят 20 видов рыб, из которых 15 относятся к аборигенам и 4 являются акклиматизантами, случайный вселенец – 1. Видовой состав р. Кара Ерчис показан в таблице 1 [9].

Таблица 1– Видовой состав ихтиофауны р. Кара Ерчис

Вид	Статус вида
Щука – <i>Esox lucius</i> (Linnaeus)	Промысловый, аборигенный
Восточный лещ – <i>Abramis brama</i> (Linnaeus)	Промысловый, интродуцированный
Карась китайский – <i>Carassius auratus auratus</i> (Linnaeus)	Промысловый, интродуцированный
Карась серебряный – <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch)	Промысловый, аборигенный
Карась золотой – <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus)	Промысловый, аборигенный
Сазан – <i>Cyprinus carpio carpio</i> (Linnaeus)	Промысловый, интродуцированный
Язь – <i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus)	Промысловый, аборигенный
Елец сибирский – <i>Leuciscus leuciscus baicalensis</i> (Dybowski)	Непромысловый, аборигенный
Зайсанский гольян – <i>Phoxinus phoxinus bergi</i> (Berg)	Непромысловый, аборигенный
Плотва сибирская – <i>Rutilus rutilus lacustris</i> (Pallas)	Промысловый, аборигенный
Линь – <i>Tinca tinca</i> (Linnaeus)	Промысловый, аборигенный
Губач озерный – <i>Nemachilus stoliczkae</i> (Necaschewitsch)	Непромысловый, аборигенный
Щиповка сибирская – <i>Cobitis melanoleuca</i> (Nichols)	Непромысловый, аборигенный
Налим – <i>Lota lota</i> (Linnaeus)	Промысловый, аборигенный
Ерш – <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus)	Непромысловый, аборигенный
Окунь – <i>Percfluviatilis</i> (Linnaeus)	Промысловый, аборигенный
Судак – <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus)	Промысловый, интродуцированный
Голец сибирский – <i>Barbatula barbatula</i> (Dybowski)	Непромысловый, аборигенный
Пескарь сибирский – <i>Gobiogobio cyprinoides</i> (Dybowski)	Непромысловый, аборигенный
Амурский чебачок – <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel)	Непромысловый, случайный вселенец

Из промысловой ихтиофауны широко распространены не более 6–8 видов рыб, из которых массовыми промысловыми видами в настоящее время являются лещ, судак, окунь, щука. В небольших количествах в уловах встречаются плотва, язь, карась, единично в уловах присутствуют сазан, линь, налим. Другие виды рыб являются непромысловыми.

Лещ представлен наиболее многочисленным и массовым видом в реке и составляет основу уловов практически во все сезоны года. В уловах возрастной ряд леща доходил до 12 лет. Средние размерно-весовые показатели леща за ряд лет – 22,1 см по длине и 268 г по массе (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика биологических показателей леща за 2006–2015 гг.

Год	Средняя длина, см	Средняя масса, кг	Упитанность по Фультону	Средняя ИАП, тыс. икр.	Средний возраст	Кол-во экз.
2006	21,1	251	1,97	44,03	5,1	75
2007	23,5	327	2,07	59,98	5,8	125
2008	22,5	280	2,02	52,45	5,3	148
2009	21,9	229	1,96	59,1	5,2	140
2010	22,7	249	2,04	–	5,4	25
2011	20,7	197	1,99	–	4,7	65
2012	23	272	2,10	26,68	5,5	71
2013	23,6	378	2,00	–	5,8	25
2015	20,1	225	1,97	143,0	5,3	25

Язь – представитель аборигенной фауны, его численность в речной системе довольно высокая, и в основном встречаются младшевозрастные группы. Исследования показывают, что в весенний нерестовый период местная популяция язя существенно пополняется за счет рыб, поднимающихся из оз. Жайсан. В уловах возрастной ряд язя доходил до 8 лет. Средние размерно-весовые показатели язя за ряд лет – 25 см по длине и 405 г по массе (таблица 3). Упитанность язя по Фультону в среднем 2,1 [11].

Таблица 3 – Динамика биологических показателей язя за 2006–2015 гг.

Годы	Средняя длина, см	Средняя масса, кг	Упитанность по Фультону	Средняя ИАП, тыс. икр.	Средний возраст	Кол-во экз.
2006	21,5	338	2,21	–	4,3	47
2007	29,8	651	2,11	–	6,4	22
2008	25,9	402	2,07	–	5,2	35
2009	21,8	291	2,38	31,56	3,9	26
2011	20,7	197	1,99	–	4,7	65
2012	21,5	238	2,00	–	3,9	31
2013	30,5	715	2,22	–	6,8	25
2015	26,4	408	2,15	–	5,1	21

Окунь – среднечисленный вид в р. Кара Ерчис, относится к хозяйственно-ценным аборигенным. Наблюдается рост его удельного значения в уловах, составивший до 50–65 % в отдельных биотопах. Размерный состав рыб характеризуется присутствием особей от 6 до 30 см длиной и массой до 551 г. Возрастной ряд окуня варьирует от 1 года до 8 лет. Динамика биологических показателей окуня за ряд лет указана в таблице 4.

Плотва образует в р.Кара Ерчис речную популяцию, по биологическим показателям несколько отличную от озерной. Численность плотвы в реке довольно высокая и в весеннее время увеличивается за счет рыб из оз. Жайсан. В уловах возрастной ряд плотвы доходил до 6 лет. Средние размерно-весовые показатели плотвы за ряд лет – 16,3 см по длине и 98 г по массе (таблица 5).

Таблица 4 – Динамика биологических показателей окуня за 2006–2015 гг.

Год	Средняя длина, см	Средняя масса, кг	Упитанность по Фультону	Средняя ИАП, тыс. икр.	Средний возраст	Кол-во экз.
2006	20,1	237	2,26	–	4,4	45
2007	20,8	202	2,06	–	4,5	78
2008	22,8	283	2,11	32,58	5,2	40
2009	16,5	121	1,99	–	3,6	76
2011	19,3	143	1,83	–	4,8	21
2012	22,7	269	2,12	–	5,3	45
2013	18,8	155	1,88	–	3,8	25
2015	17,5	138,2	2,00	–	4,0	46

Таблица 5 – Динамика биологических показателей плотвы за 2006–2015 гг.

Год	Средняя длина, см	Средняя масса, кг	Упитанность по Фультону	Средняя ИАП, тыс. икр.	Средний возраст	Кол-во экз.
2006	16,9	111	2,00	22,89	4,1	60
2007	16,2	100	1,90	5,46	4,1	59
2008	14,8	73	1,91	7,01	3,6	117
2009	14,3	68	1,87	13,9	3,1	86
2010	17,3	124	2,28	–	4,9	19
2011	18,6	136	2,08	–	4,9	16
2012	17,1	133	2,11	–	3,3	39
2013	14,5	67	1,81	–	2,4	25
2015	17,4	71	1,84	0	2,6	21

Судак – ценный промысловый вид, поднимается в реку весной, до последнего времени создавал довольно значительные концентрации. В последние годы численность нерестовой популяции судака снизилась в связи с падением его запасов в оз. Жайсан. В уловах присутствовали особи с длиной тела от 24 до 72 см в возрасте от 2 до 10 лет. Динамика биологических показателей судака за ряд лет указана в таблице 6.

Таблица 6 – Динамика биологических показателей судака за 2006–2015 гг.

Год	Средняя длина, см	Средняя масса, кг	Упитанность по Фультону	Средний возраст	Кол-во экз.
2006	36,6	834	1,28	3,2	32
2007	35,4	636	1,24	3,2	48
2008	41,2	967	1,25	3,8	24
2009	36,4	734	1,23	3,5	11
2011	35,0	650	1,23	3,3	3
2012	38,4	818	1,36	3,7	12
2013	49,5	1825	1,45	5,0	2
2015	29,8	344	1,18	2,4	16

Щука образует в речной системе р.Кара Ерчис местную популяцию, которая весной пополняется рыбами, поднимающимися на нерест из оз. Жайсан. В уловах возрастной ряд щуки доходил до 8 лет. Средние размерно-весовые показатели щуки за ряд лет – 43 см по длине и 796 г по массе. Динамика биологических показателей за ряд лет указана в таблице 7 [12].

Таблица 7– Динамика биологических показателей щуки за 2006–2015 гг.

Год	Средняя длина, см	Средняя масса, кг	Упитанность по Фультону	Средний возраст	Кол-во экз.
2006	45,1	955	0,95	4,2	8
2007	45,1	950	0,88	4,4	15
2008	42,4	883	0,90	4,0	21
2009	40,6	719	0,86	3,8	22
2011	38,4	681	0,90	3,6	7
2012	47,9	1031	0,88	4,5	4
2013	30,4	242	0,80	2,8	9
2015	45,1	905	0,91	4,3	8

Сазан – довольно обычный вид для р. Кара Ертис, однако в уловах присутствует лишь в нерестовый период и в многоводные годы. В 2015 г. улов составил 10,1% от всей пойманной рыбы, в составе улова присутствовали особи с длиной тела до 52 см и массой до 3428 г. Предельно наблюдаемый возраст сазана 8 лет. Упитанность рыб по Фультону равна 2,38, по Кларку – 1,94.

Линь относится к аборигенным видам рыб, численность его в речной системе р.Кара Ертис находится на низком уровне. Обычные места обитания линя – заливы, заросшие мягкой водной растительностью затоны. В 2015 г. по численности от общего улова он составил 3,2 % [9]. Основные биологические показатели линя за 2015 г. указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Основные биологические показатели линя в 2015 г.

Возрастной ряд	Длина, см (мин-макс)	Средняя длина, см	Масса, г (мин-макс)	Средняя масса, г	Кол-во, экз.	%
5	26	26	428	428	1	20,0
6	29	29	340	340	1	20,0
7	29-32	31	670-888	812	3	60,0
Итого	26-32	29,6	340-888	640,8	5	100

Елец – представитель малоценных видов рыб, в определенных биотопах образует довольно значительные концентрации, его удельное значение в уловах колеблется от 3 до 20 %. В уловах встречаются особи длиной тела до 15 см и массой до 40 г. в возрасте 3–4 года.

Малоценные виды рыб (шиповка, ерш, голец, пескарь) в научно-исследовательских уловах р. Кара Ертис попадались редко, специальные биологические исследования этих видов рыб не проводились. Также стоит отметить, что в ходе научно-исследовательских работ 2008–2011 гг. в районе трансграничного створа был обнаружен чужеродный для р. Кара Ертис вид – китайский чебачок – представитель амурского комплекса.

В период нерестовых миграций количество проходных рыб для каждого вида различна. Наиболее высоко вверх по реке, до государственной границы, поднимаются язь, сазан, судак, последний из которых раньше всех начинает обратный спуск в низовья реки. Дольше всех на разливах у государственной границы и в русловой части реки задерживается лещ. Плотва и окунь высоко в верховья реки не поднимаются и обычно концентрируются в заливах и затонах. Щука также далеко вверх не мигрирует, поднимаясь по реке короткими бросками – из залива в залив, передвигаясь вдоль берега. Наиболее длительные миграции совершают лещ, язь, судак, передвигаясь по центральной, русловой части реки. Популяции оседлых видов рыб, к которым относятся такие типично речные рыбы, как язь, елец, щука, налим, плотва, голец, пескарь, шиповка, в весеннее время существенно пополняются за счет рыб, поднимающихся из оз. Жайсан на нерест. В весенне-летний период в реке довольно большие концентрации образуют такие виды, как лещ, язь, судак, карась. Осенью они вновь мигрируют в авандельту оз. Жайсан.

Если учесть, что основные виды рыб в нашем регионе относятся к фитофильной группе, то в р. Кара Ертис в районе государственной границы и на китайской территории подходящих нерестилищ намного меньше, чем ниже по течению. Поэтому производители рыб, если и поднимаются выше по реке, то их количество невелико. Чем выше поднимается рыба, тем меньше ее остается, так как производители заходят в заливы, протоки и затоны. Поэтому до государственной границы поднимается значительно меньше половины общего нерестового стада рыб, входящих весной в реку. Тем не менее даже этого достаточно для того, чтобы признать высокую роль среднего течения р. Кара Ертис в обеспечении воспроизводства рыб оз. Жайсан. Ценные редкие виды рыб в ходе исследований не отмечены. Однако по информации местных жителей в реке в весенний период встречается таймень [13].

Состояние ихтиофауны р. Кара Ертис на современном этапе развития можно охарактеризовать следующими положениями:

- сравнительно высоким видовым разнообразием рыб;
- сезонным характером распределения и концентрации рыбных сообществ;
- сравнительно высокой эффективностью естественного нереста рыб.

Выводы и рекомендации по использованию водных ресурсов и рыбных запасов р. Кара Ертис. В состав ихтиофауны р. Кара Ертис в настоящее время входят 20 видов рыб, из которых 16 относятся к аборигенам, 3 акклиматизанта, 1 случайный вселенец. Рыбное сообщество реки включает как местных рыб, так и полупроходных, поднимающихся сюда из водохранилища Буктырма в период нерестовых миграций. К местным аборигенным видам относятся такие типично-речные рыбы, как елец, язь, щука, налим, голец, плотва, пескарь, шиповка. Популяции местных видов в весеннее время существенно пополняются за счет рыб, поднимающихся из водохранилища на нерест. Довольно большие концентрации образуют лещ, язь, судак, карась. Осенью они вновь мигрируют в преддельтовое пространство оз. Жайсан. Река Кара Ертис играет существенную роль в воспроизводстве рыбных запасов оз. Жайсан, водохранилища Буктырма – основного рыбопромыслового водоема на востоке Республики Казахстан.

Выше по течению (на китайской стороне) практически нет нерестилищ, поэтому производители рыб если и поднимаются туда, то в незначительном количестве, и там не находят условий для нереста. Концентрация рыбы в приграничном участке значительно ниже, чем в среднем течении реки на территории Республики Казахстан. Чем выше по течению поднимается рыба, тем меньше ее остается, так как производители заходят в протоки, пойменные озера и затоны. До госграницы поднимается незначительная часть общего нерестового стада рыб, входящего весной в реку.

Часть рыбного населения остается на зимовку в так называемых «ямах» в русле реки. В настоящее время даже при минимальных отметках уровня осенью и зимой в русле реки существуют «ямы» глубиной 3–4 м, где в подледный период образуются вполне подходящие условия для зимовки. В случае нарастающего отъема стока реки ее русло к зиме будет полностью осушаться, углубления в русле промерзнуть до дна, что приведет к гибели рыб и уничтожению донных гидробиоценозов.

Кара Ертис впадает в оз. Жайсан – самый крупный рыбопромысловый водоем на востоке Казахстана, здесь ежегодно добывается 7–10 тыс. т рыбы, в том числе ценных видов – сазан, судак, рипус. Причем наиболее хорошие нерестилища для всех видов рыб, кроме рипуса, находятся как раз в дельте и нижнем течении р. Кара Ертис.

Снижение водности за счет искусственного уменьшения стока р. Кара Ертис приведет к исчезновению богатейших нерестилищ в дельте реки. Общая площадь дельты составляет 625 км². Приблизительно 415 км² общей площади дельты составляют нерестилища. При заборе КНР дополнительно 2,1 км³, потери нерестилищ составят около 120–150 км² (30–35 % площади нерестилищ в дельте) [10].

Популяции местных видов в весеннее время существенно пополняются за счет рыб, поднимающихся из водохранилища на нерест. Довольно большие концентрации образуют лещ, язь, судак. Летом (при низком уровне воды в реке) или осенью (при более высоком уровне в межень) они вновь мигрируют в дельту реки и оз. Жайсан. То же самое относится к молодежи

рыб. При малом количестве воды в среднем течении реки молодь рыб не имеет достаточного количества пищи (зоопланктон) и уже в июле скатывается в дельту, увеличивая и так значительную концентрацию молоди там в этот период. Значительное количество молоди гибнет в отшнурованных водоемах как в нижнем, так и в среднем течении реки [13].

Равномерный забор из р. Кара Ертыс в объеме свыше 1 км³ в год будет иметь серьезные последствия для рыбного населения самой реки, поскольку половину года река будет пересохшей.

Казахстану необходимо озаботиться сохранением существующих рыбных запасов и в целом биоразнообразия своей части р. Кара Ертыс, создать на всем протяжении реки по территории Республики Казахстан зоологический, или даже биосферный, заповедник, заниматься рыбохозяйственной мелиорацией (спасение молоди рыб из отшнурованных водоемов в пойме, выкос жесткой водной растительности на нерестилищах в дельте реки). Проводимые с 2005 г. силами природопользователей работы по спасению молоди в остаточных водоемах дельты и нижнего течения реки имеют большое рыбохозяйственное значение, по своим результатам для сохранения запасов рыб они сопоставимы с результатами работ по зарыблению водоема молодь ценных видов рыб, а средств и времени на это тратится значительно меньше [14].

Проблема сохранения биоразнообразия и объема биоресурсов в Ертысском бассейне является общей для Казахстана, России и Китая. В связи с тем, что река Ертыс является трансграничной и протекает по территории трех государств, каждое из которых имеет право на использование водных ресурсов на свои нужды, забор воды китайской стороной правомочен. Уменьшение объема водных ресурсов, поступающих на территорию Казахстана по р. Ертыс, может сказаться и на обеспечении водой Среднего и Нижнего Ертыса на территории Омской и Тюменской областей Российской Федерации, а значит и на объеме рыбных запасов этих регионов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Об утверждении перечня рыбохозяйственных водоемов (участков) международного и республиканского значения: Пост. Прав. РК 03.11.2004 г., № 1137. – Астана, 2004. – 1 с.
- [2] Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
- [3] Чугунова Н.И. Методика изучения возраста и роста рыб. – М.: Советская наука, 1952.
- [4] Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 448 с.
- [5] Никольский Г.В. Экология рыб. – М.: Высшая школа, 1974. – 376 с.
- [6] Майорова А.А. К методике определения возрастного состава улова // Труды Азово-Черноморской научной рыбохозяйственной станции, 1934. – С. 15-63.
- [7] Морозов А.В. К методике установления возрастного состава уловов // Бюллетень ГОИ. – 1934. – С. 16-54.
- [8] Куликова Е.В. Гидрологические, гидрохимические особенности и уровень загрязненности трансграничного стока реки Черный Иртыш // Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. – Алматы: Бастау, 2008. – С. 306-317
- [9] Отчет о научно-исследовательской работе «Определение рыбопродуктивности рыбохозяйственных водоемов и/или их участков, разработка биологических обоснований предельно допустимых объемов изъятия рыбных ресурсов и других водных животных и выдача рекомендаций по режиму и регулированию рыболовства на водоемах международного, республиканского и местного значений Ертысского бассейна: озеро Жайсан, водохранилища Буктырма и Шульбинское водохранилища, река Иртыш». – Усть-Каменогорск, 2015.
- [10] Отчет о научно-исследовательской работе «Определение рыбопродуктивности рыбохозяйственных водоемов и/или их участков, разработка биологических обоснований ОДУ (общих допустимых уловов) и выдача рекомендаций по режиму и регулированию рыболовства на водоемах международного, республиканского и местного значений Зайсан-Иртышского бассейна. раздел: озеро Жайсан, Бухтарминское и Шульбинское водохранилища, река Иртыш». – Усть-Каменогорск, 2012. – Ч. 1
- [11] Рыбы Казахстана. – Т. 1. Миноговые, Осетровые, Сельдевые, Лососевые, Щуковые. – В 5 т. / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Песериди Н.Е. и др. – Алма-Ата: Наука, 1986.
- [12] Рыбы Казахстана. – Т. 2. Карповые. – В 5-ти т. / Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф., Солонинова Л.Н. и др. – Алма-Ата: Наука, 1987.
- [13] Кириченко О.И., Жаркенов Д.К. Ихтиофауна реки Черный Иртыш: воспроизводство и миграция рыб // Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. – Алматы: Бастау, 2008. – С.355-371.
- [14] Куликов Е.В. Вопросы использования рыбных ресурсов трансграничной реки Черный Иртыш // Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. – Алматы: Бастау, 2008. – С. 371-376.

К. Ш. АШИРЯЕВ

КазННТУ им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

О НАУЧНОМ ПОДХОДЕ К НОРМИРОВАНИЮ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Мақалада суды тұтыну және ағынды суларды прогрессивті нормалары мен стандарттар рөлін көрсетеді, әр түрлі бұрыштарға бағалауын қарады: жүйенің, құрылымы мен процесс ретінде белгілі бір талаптар бекітілген, ол ережелерді міндетті түрде орындау керек. Нормалау және су мазмұны міндеттері ашылған. Техникалық және экономикалық нормалар мен су тұтыну және су бұру өнеркәсіптік стандарттар жүйесін құруды ұсынды.

Показана роль прогрессивных норм и нормативов водопотребления и водоотведения, рассмотрено нормирование с разных сторон – как система, структура и процесс. Установлены требования, соблюдение которых является обязательным условием и одновременно критерием научного нормирования. Раскрыто содержание и задачи нормирования водопотребления и водоотведения. Предлагается создание Системы технико-экономических норм и нормативов водопотребления и водоотведения в промышленности.

The article shows the role of progressive norms and standards of water consumption and water removal, considered a valuation from different angles: as a system, structure and process. Established requirements, compliance with which is a prerequisite and at the same time the criterion of scientific rationing. The content and objectives of rationing water consumption and wastewater. It proposed the creation of systems of technical and economic norms and standards of water consumption and wastewater industry.

Прогрессивные нормы и нормативы водопотребления и водоотведения являются базой регулирования использования и охраны водных ресурсов, позволяют максимально учесть резервы экономии природной и сокращение сброса сточных вод, повысить эффективность их использования.

Значение норм и нормативов водопотребления и водоотведения для планово-проектных расчетов иногда рассматривается упрощенно без достаточного теоретического анализа их сущности и роли в формировании показателей планов использования и охраны водных ресурсов. Обычно нормы и нормативы рассматриваются только как технико-экономические показатели, позволяющие определять потребности в воде и услуги по отведению и очистке сточных вод. Такой односторонний подход принижает роль норм и нормативов водопотребления и водоотведения в регулировании использования и охраны водных ресурсов.

Одним из важных вопросов повышения научного уровня регулирования охраны и рационального использования водных ресурсов становится отражение в нормах водопотребления и водоотведения основных направлений индустриально-инновационного развития.

Следует подчеркнуть два аспекта проблемы создания нормативной базы водопользования в отраслях экономики: возрастание роли нормативной базы в повышении сбалансированности планов как инструмента количественного отражения в них важнейших направлений научно-технического прогресса и усиление воздействия ее на совершенствование технологических процессов разработки планов по охране и рациональному использованию водных ресурсов. В первом случае речь идет о роли нормативной базы в совершенствовании методических вопросов планирования, а вот во втором – о разработке автоматизированных информационных систем планирования и управления использованием и охраной водных ресурсов.

Таким образом, нормирование способствует решению таких основополагающих вопросов эффективности использования и охраны водных ресурсов, как обеспечение сбалансированности водообеспечения и водопотребления, внедрение ресурсо- и водосберегающих технологий, обеспечение режима экономии и охраны вод в отраслях экономики. Без прогрессивной нормативной базы невозможно успешное создание и применение автоматизированных информационных систем управления использованием и охраной водных ресурсов.

Нормирование водопотребления и водоотведения имеет своим объектом регламентацию использования и охраны водных ресурсов в отраслях экономики, регионах и на предприятиях. Основу нормирования составляет определение научными методами обоснованной меры водопотребления и водоотведения на осуществление конкретных производственных операций (работ) в цехах и на производственных участках. Однако установление норм водопотребления и водоотведения этим не исчерпывается. Наряду с пооперационными нормами необходимы также различного рода укрупненные нормы, отвечающие требованиям планирования и организации процесса водопотребления и водоотведения на различных ступенях управления им от участка в цехе до экономики страны в целом. Их разработка также составляет задачу нормирования водопотребления и водоотведения.

Следовательно, процессы регламентации использования и охраны водных ресурсов изучаются наукой нормирования применительно как к первичным звеньям производства – предприятиям, их цехам и участкам, так и к производству в масштабе отраслей и экономики страны в целом. Последний аспект является главным в теории нормирования водопотребления и водоотведения, так как лишь рассмотрение проблемы в национальном разрезе позволяет определить отправные моменты исследования. Обусловлено это тем, что хотя процесс нормирования водопотребления и водоотведения имеет особенности в зависимости от направления использования воды и характера ее производственного потребления, а также условий водоотведения, в то же время существуют общие закономерности (а также принципы и методы) этого процесса, свойственные нормированию в целом независимо от особенностей конкретного объекта его приложения. Эти закономерности обусловлены технико-экономической природой норм водопотребления и водоотведения.

Это вовсе не означает, что нормирование отвлекается от конкретных условий водопотребления и водоотведения. В каждом конкретном случае нормирования именно эти условия имеют решающее значение для определения уровня норм и их состава, необходимого для обеспечения потребностей организации и управления водопользованием в данной его ячейке.

Нормирование водопотребления и водоотведения может рассматриваться с разных сторон: как система, как структура и как процесс.

Нормирование как система характеризуется содержанием образующих его подсистем различного уровня и состава, сюда же входит вся совокупность органов, разрабатывающих нормы и контролирующих их применение на различных ступенях управления экономикой (включая все службы водопользования и технические средства их работы), организационные формы, методы нормирования и т.д.

Нормирование как структура – это определенный относительно устойчивый порядок отношений между подсистемами системы нормирования. Оно охватывает взаимосвязи и взаимодействия, существующие в системе нормирования как в вертикальном разрезе (по ступеням управления), так и в горизонтальном – между различными ячейками на одной и той же ступени управления и т.д.

Характеристика нормирования как процесса имеет основополагающее значение для охраны и рационального водопользования. Нормирование водопотребления и водоотведения как процесс есть установление плановой меры водопотребления и водоотведения на единицу (либо другой измеритель) выпускаемой продукции (или работы), утверждение норм и их пересмотр, доведение норм до исполнителя, контроль за соблюдением установленных норм, а также организация, координирование и руководство всей этой работой.

Содержание нормирования как процесса раскрывается в его функциях, представляющих виды деятельности, через которое оно реализуется на практике.

Прежде всего нормы расхода позволяют устанавливать правильность соотношения между объемом производства соответствующей продукции и необходимым для этого количеством воды.

Нормы расхода воды являются важным средством установления и соблюдения объективно необходимых пропорций в развитии взаимосвязанных отраслей промышленности и водного хозяйства.

С помощью норм водопотребления и водоотведения рассчитывается потребность предприятий и строек в воде, разрабатываются планы водообеспечения, организуется оперативная

работа по выполнению этих норм, осуществляется текущее обеспечение цехов, участков и рабочих мест необходимым количеством воды.

Наличие норм, требуемого количества и качества водопотребления и водоотведения позволяет осуществлять систематический и действенный учет и контроль за рациональным использованием и охраной вод.

Таким образом, нормы водопотребления и водоотведения должны являться важным средством последовательного осуществления режима экономии свежей воды и сокращения сброса сточной воды.

Основываясь на прогрессивной технике, технологии, организации труда, на использовании передового опыта и достижений науки и техники в области водопользования и водоохраны, нормы водопотребления и водоотведения способствуют систематическому снижению себестоимости подачи и отведения воды. Одним из источников экономии свежей воды и сокращения сброса сточной воды в промышленности, например, является оборотное использование вод. Установление прогрессивных норм расхода свежей и оборотной воды при этом побуждает работников промышленности к применению более совершенных технологических средств, процессов и внедрению бессточных технологий и систем водообеспечения.

Перечисленные виды деятельности и составляют функции нормирования водопотребления и водоотведения. Нормы и нормативы водопотребления и водоотведения необходимы для обеспечения режимов экономии и охраны водных ресурсов и имеют прямую связь с объективными экономическими законами. С помощью норм устанавливается максимально допустимый уровень водопотребления и водоотведения.

Прогрессивные нормы способствуют усилению рациональности использования и охраны водных ресурсов и пропорциональности развития водного хозяйства и тем самым служат инструментом отражения в индикативных планах действия закона режима экономии. Практически каждая норма показывает соотношение, пропорцию. Например, норма расхода воды на производство свинца или цинка определяет соотношение между потребностью в воде и производством единицы данной продукции, т.е. свинца или цинка.

Нормирование водопотребления и водоотведения основывается на определенных принципах, к числу которых относятся научность и комплексность.

Научность нормирования предполагает исследование закономерностей процесса водопользования, учет современных достижений научно-технического прогресса, отражение в нормах прогрессивных направлений их развития.

Комплексность нормирования проявляется в обеспечении системного подхода к организации процесса нормирования расхода воды и его взаимодействия с нормированием материальных и топливно-энергетических ресурсов и т.п.

К устанавливаемым нормам водопотребления и водоотведения предъявляется ряд требований, соблюдение которых является обязательным условием и одновременно критерием научного нормирования. К ним относятся индикативность норм, их прогрессивность и динамичность. Индикативность проявляется в том, что плановые нормы носят рекомендательный характер. Прогрессивность означает, что нормы должны основываться на прогрессивной технике, технологии, организации труда, учитывать передовой опыт водопользования. Кроме того, прогрессивные нормы должны быть динамичными, т.е. изменяться по мере организационно-технических сдвигов в производственных условиях водопотребления и водоотведения. Само по себе снижение норм водопотребления и водоотведения в планируемом периоде по сравнению с фактическим уровнем расхода в отчетном периоде не свидетельствует о прогрессивности установленных норм. Если при этом недостаточно учтены новая техника, технология и передовой опыт экономии воды и сокращение сброса загрязненных сточных вод, нормы не являются прогрессивными.

Следует также отметить, что, будучи расчетной базой планирования, нормы водопотребления и водоотведения должны быть, как и планы по основному производству, напряженными и реально выполнимыми. Нормы водопотребления и водоотведения должны быть ниже фактических расходов воды на единицу продукции в отчетном периоде. По мере улучшения организационно-технических условий производства и водообеспечения они должны пересмат-

риваться и снижаться, а также устанавливаться на уровне ниже средних расходов воды по данной отрасли производства или по данной группе продукции.

В соответствии с предметом исследования содержание нормирования водопотребления и водоотведения сводится к следующему:

изучению влияния тех факторов, которые определяют расход воды на единицу продукции или объема работы: качество исходного сырья, виды производимой продукции и выполняемых работ для наиболее целесообразного выбора категории воды;

технологии производства – для разработки и внедрения наиболее рациональных методов и приемов переработки продукции, обеспечивающих экономию воды и снижение сброса загрязненных сточных вод в процессе производства, повышение производительности труда, лучшее использование производственных водохозяйственных мощностей; организации водоснабжения, водоотведения и очистки вод, условий хранения воды, ее обработки и подготовки к повторному и оборотному использованию – для создания наиболее благоприятных условий снижения и полной ликвидации нерационального расхода и потерь воды по организационным причинам;

определению необходимого для осуществления данного технологического процесса или выполнения заданной работы расхода воды, соответствующего современному уровню развития техники, технологии, экономики и организации производства и предусматривающего наиболее полное использование производственных возможностей;

определению на основе индивидуальных норм укрупненных норм водопотребления и водоотведения на различных ступенях управления экономикой ;

изучению передового опыта экономии воды и сокращению сброса сточных вод, созданию условий, способствующих его широкому распространению и развитию.

В соответствии со своим содержанием научное нормирование водопотребления и водоотведения призвано решать следующие задачи:

разрабатывать научно обоснованные прогрессивные нормы водопотребления и водоотведения;

способствовать экономичному использованию и охране водных ресурсов при проектировании новых водохозяйственных объектов и мероприятий, а также в процессе производства и эксплуатации действующих объектов путем широкого внедрения прогрессивных норм водопотребления и водоотведения в проектную и производственную работу;

обеспечивать необходимой нормативной базой водопотребления и водоотведения научное регулирование использования и охрану во всех звеньях управления народным хозяйством;

обеспечивать своевременное утверждение, доведение до исполнителей, пересмотр и систематический контроль за соблюдением норм и нормативов;

осуществлять эффективное управление процессом нормирования водопотребления и водоотведения.

Разработка и внедрение прогрессивных норм и нормативов обеспечивает ускорение научно-технического прогресса, осуществление режима экономии, повышение эффективности водопользования и охрану водных объектов.

Важное значение имеет разработка методологии расчета норм на основе удельных (пофакторных) нормативов для перспективного планирования, прогнозирования и оценки прогрессивности индивидуальных норм расхода воды на физическую единицу продукции.

В перспективе необходимо создание Системы прогрессивных технико-экономических норм и нормативов водопотребления и водоотведения в промышленности с учетом качества потребляемой и отводимой воды.

Целями создания такой системы являются:

обеспечение отраслей, производственных объединений, предприятий научно обоснованными методическими положениями и инструкциями по нормированию водопотребления и водоотведения;

обеспечение всех уровней планирования и использования водных ресурсов достоверной информацией для организации нормативного хозяйства;

организация единых условий для своевременного уточнения и обновления норм и нормативов в связи с индустриально-инновационным развитием, совершенствованием структуры потребления выпускаемой продукции;

уменьшение трудоемкости формирования и рассмотрения норм расхода воды в министерствах (комитетах);

создание условий для постепенного перехода от многозвенной системы расчета расхода воды к соответствующим централизованным расчетам через ИВЦ Комитета по водным ресурсам МСХ РК.

Система норм и нормативов водопотребления и водоотведения утверждается Комитетом по водным ресурсам МСХ РК и является нормативно-методическим регламентирующим документом, содержащим обязательные к учету и использованию в хозяйственной практике: общие положения, порядок формирования норм и нормативов, порядок их разработки и утверждения по категориям используемой воды. В перечень норм и нормативов водопотребления входят расходы воды на технологические нужды основного производства, вспомогательного и подсобного производства, транспортные нужды, хозяйственные нужды работающих на производстве, потери и др., а также нормативы удельных капитальных вложений в системы водоснабжения.

Нормы и нормативы водоотведения включают сточные воды от основного и вспомогательного производства нормативно-чистые (не требующие очистки) и загрязненные (требующие очистки), а также нормативы удельных капитальных вложений в системы водоотведения.

Документ этот должен также содержать основные положения по автоматизации сбора, накопления и обновления норм и нормативов.

Примерная структура основных положений по созданию Системы норм и нормативов водопотребления и водоотведения:

1. Сущность нормирования водопотребления и водоотведения.
2. Методические основы водопотребления и водоотведения.
3. Методы нормирования водопотребления и водоотведения.
4. Методы анализа норм и нормативов водопотребления и водоотведения.
5. Методические основы корректировки норм и нормативов водопотребления и водоотведения.
6. Организация нормирования и планирования заданий по экономии водных ресурсов.

В заключение следует отметить следующее.

Нормы водопотребления и водоотведения являются неотъемлемой частью системы научно обоснованных технико-экономических норм и нормативов по видам работ и затрат сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов, включая нормы и нормативы охраны окружающей среды. Основная задача нормирования – обеспечение применения в производстве технически и экономически обоснованных норм водопотребления и водоотведения в целях наиболее эффективного использования и охраны водных ресурсов.

Совершенствование нормирования водопотребления и водоотведения должно проводиться в части повышения уровня обоснованности норм с учетом современных достижений научно-технического прогресса и социально-экономических требований. Рассматривая прогрессивные нормы как инструмент обеспечения эффективного использования и охраны водных ресурсов, необходимо значительно улучшить методические, технические, организационные и кадровые основы нормирования. Эти улучшения должны идти по пути повышения аналитической обоснованности и прогрессивности норм, увязки норм, стандартов, автоматизации сбора и обработки используемой при нормировании информации, совершенствования организации и улучшения кадрового состава служб нормирования на всех его уровнях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аширяев К.Ш. Нормирование водопотребления и водоотведения в цветной металлургии. Обзор. Информация ЦНИИЦВЕМЕТ экономики и информации. – М., 1986. – Вып. 2.
- [2] Аширяев К.Ш. Нормирование водопотребления и водоотведения – база устойчивого водопользования // Экология и общество. – 2009. – № 3-4. – С. 30-32.
- [3] Мырзахметов М.М., Аширяев К.Ш. Научные основы нормирования водопользования и управления водосбережением // Мат-лы Регион. науч.-практ. конф. – Усть-Каменогорск, 2009. – С. 125-131.
- [4] Аширяев К.Ш. Учебно-методический комплекс «Промышленное водопотребление и водоотведение». – Алматы, 2007.
- [5] Мырзахметов М.М., Аширяев К.Ш. Факторы изменения удельных расходов воды и техническое обоснование норм // Мат-лы Междун. конф., посвящ. 75-летию КазНТУ им. К. И. Сатпаева.

К. Ш. АШИРЯЕВ

КазННТУ им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ БАЛКАШ-АЛАКОЛЬСКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Мақалада басты терминдер мен аңықтаулар, мақсаттар сипатталған, суды үнемдеудің бағдарламасын дамыту үшін су қорғау, кезеңді даму жол картасының бағдарламасы бойынша, су шаруашылығының су балансын құру, ғылыми-зерттеу нысанына арналған бастапқы деректерді жинау, бағдарлама құрылысын сумен жабдықтау және су пайдалану тиімділігін арттыру бойынша іс-шаралар тізімі, бағдарламасын жүзеге асыруды бақылайды, бағдарламаны ақпараттық қолдау.

Рассмотрены вопросы повышения эффективности водопользования и водосбережения на примере Балкаш-Алакольского водохозяйственного комплекса. Этот бассейн является одной из крупнейших озерных систем планеты и представляет собой уникальный природный комплекс, по площади превышающий территорию некоторых государств. В бассейне проживает пятая часть населения страны, половину которого составляют сельские жители. Для оценки эффективности водосберегающей политики на различных уровнях управления предлагается использовать усовершенствованную систему понятий, определений и показателей. Изложены основные положения концепции водосберегающей политики и пути ее реализации по трем направлениям: организационно-экономическому, инновационно-технологическому и информационно-образовательному.

The article presents the basic terms and definitions, goals, reasons for developing programs enhance the efficiency of water use and water conservation, road map phased development and implementation of the Program, the collection of baseline data about the object of research, the basic principles of the water balance, structure of the Program, the list of measures on water saving and improving water efficiency, controls the implementation of the program, information support of the Program.

Актуальность проблемы. Водная безопасность страны становится одной из важнейших проблем современности. Среди факторов, ее характеризующих, можно назвать и необходимость рационального и эффективного использования водных ресурсов в отраслях экономики.

В Государственной программе «Управление водными ресурсами Казахстана-2040» отмечается низкая эффективность использования водных ресурсов в Казахстане по сравнению с другими государствами: экономике страны требуется в три раза больше воды на доллар валового внутреннего продукта (ВВП), чем России или США, и в шесть раз больше, чем Австралии.

В этой связи, как нам представляется, коренное повышение водохозяйственной эффективности экономики (системных мер по водосбережению) должно являться центральной задачей водной стратегии Казахстана на ближайшую и более отдаленную перспективу. Водная стратегия должна предусматривать интенсивную реализацию организационных и технологических мер экономии воды, то есть проведения целенаправленной водосберегающей политики.

В статье рассмотрены некоторые предложения по формированию программы повышения эффективности водопользования и водосбережения на примере Балкаш-Алакольского водохозяйственного комплекса БАВХК на ближайшую перспективу.

Современное состояние водопользования БАВХК. Балкаш-Алакольский бассейн занимает обширную территорию в 415 тыс. км² на юго-востоке Казахстана и северо-западе Китая. В бассейне проживает пятая часть населения страны, половину которого составляют сельские жители.

На территории Балкаш-Алакольского бассейна насчитывается 52 тыс. рек и временных водотоков и около 24,4 тыс. озер и искусственных водоемов.

Общая суммарная акватория водоемов бассейна около 22 700 км². Средний многолетний годовой объем поверхностного стока рек составляет примерно 26,5 млрд м³. В 2015 году общий объем стока по бассейну составил 25,056 км³.

Общие прогнозные запасы подземных вод бассейна оцениваются в 17,4 км³, из них разведано 6,892 км³ и утверждено для использования 6,892 км³.

Основными потребителями водных ресурсов бассейна являются орошаемое земледелие, коммунальное хозяйство, промышленность, энергетика, сельские населенные пункты, животноводство. Отрасли не потребляющие, но использующие воду, – рыбное хозяйство, рекреационные хозяйства, водный транспорт, гидроэнергетика.

Общий объем забора воды из водных объектов Балкаш-Алакольского бассейна в 2015 году составил 3867,805 млн м³, в том числе:

коммунальное хозяйство – 211,960 млн м³(5,5%);

промышленность – 256,610 млн м³(6,7%);

сельское хозяйство – 3373,827 млн м³(87,2%);

рыбное хозяйство – 21,978 млн м³ (0,6%)

(из поверхностных источников – 3600,237 млн м³, 93,1%, из подземных источников – 267,568 млн м³, 6,9%.

В сравнении с 2014 годом наблюдается уменьшение водопотребления в коммунальном хозяйстве на 1,5 %, увеличение в сельском хозяйстве на 2,0 %, в промышленности на 14 %.

Таблица иллюстрирует динамику изменения спроса на воду и обеспеченности водными ресурсами по Балкаш-Алакольскому бассейну с 2012 по 2040 г.

Удовлетворение экономических потребностей в водных ресурсах, км³

Бассейн	Доступные, устойчивые и надежные водные ресурсы		Спрос на воду		Профицит / дефицит	
	2012	2040	2012	2040	2012	2040
Балкаш-Алакольский	4,0	3,0	3,3	4,7	0,7	-1,7
В среднем по стране	23,2	14,9	15,8	24,6	7,4	-9,7
Сумма по дефицитным бассейнам	–	–	–	–	-2,5	-12,2
<i>Примечание.</i> Данные из программы «Управление водными ресурсами Казахстана -2040».						

Как видно из таблицы, к 2040 г. по бассейну ожидается дефицит в 1,7 км³ или 17,5% от среднего по стране.

В связи с изложенным вопросы повышения эффективности водопользования и водосбережения для Балкаш-Алакольского бассейна являются весьма актуальными.

Рассмотрим основные понятия, определения и показатели, используемые нами при изучении проблемы эффективности водопользования и водосбережения.

Показатели эффективности водопользования и водосбережения. Для оценки эффективности водосберегающей политики на различных уровнях управления предлагается использовать следующие понятия, определения и показатели.

Государственная водосберегающая политика – административно-правовое и финансово-экономическое регулирование процессов забора, очистки, транспортировки, хранения, распределения и использования водных ресурсов с целью их рационального использования и экономного расходования.

Жизненный цикл водного ресурса – последовательность, совокупность производственно-технологических процессов получения воды, полезной для жизнедеятельности человека и нужд общества.

Коэффициент полезного использования воды (КПИВ) – характеристика эффективности водохозяйственной системы в отношении использования воды на всех стадиях от забора воды до полезного использования; определяется отношением полезно использованной воды к расходуемой с учетом всей суммы потерь.

Коэффициент полезного действия водохозяйственной системы (КПДВХС) – характеристика эффективности водохозяйственной системы в отношении производства воды; опреде-

ляется отношением полезно использованной воды (превращенной в продукцию или услуги при циклическом процессе) к суммарному количеству воды, поступившей в систему.

Непроизводительный расход водных ресурсов – потери воды, вызванные нарушением требований технологических регламентов, проектных показателей, государственных стандартов для оборудования или бесхозяйственностью.

Нерациональный расход водных ресурсов – расход ВР на всех стадиях подачи и потребления воды, в том числе на промышленных предприятиях, в жилых и общественных зданиях и др., для которых на основе водохозяйственной экспертизы выявлены резервы снижения потребления ВР.

Норматив расхода воды – регламентируемая величина расхода воды для данного производства, процесса, продукции, работ и услуг.

Региональная (областная) система водообеспечения – совокупность предприятий, организаций и объектов водного хозяйства независимо от организационно-правовых форм, осуществляющих забор, подачу, очистку, распределение и потребление воды, связанных общностью режима.

Водохозяйственное обследование – систематическая или разовая проверка состояния водного хозяйства с целью определения соответствия проводимой работы и полученных результатов плановым, проектным и другим ресурсным возможностям.

Период регулирования – временной интервал (квартал, полугодие, год), принимаемый для расчетов показателей, включаемых в предложения по установлению тарифов на воду и размера платы за услуги.

Показатель (индикатор) эффективности водопользования – абсолютная или удельная величина потребления водных ресурсов, необходимая для производства продукции любого назначения, установленная регламентирующими документами.

Показатель эффективности водопользования в составе государственных стандартов – регламентируемая величина или диапазон удельного расхода воды для производства данной продукции, работ, услуг.

Полезный отпуск (полезно отпущенная вода) – отчетный статистический показатель деятельности водоснабжающей организации, характеризующий количество воды, отпускаемой потребителям.

Потенциал (резерв) водосбережения – доля потерь воды, которую возможно сократить при переустройстве действующей технологии.

Потери водных ресурсов – разность между общим количеством забираемых из водных источников ресурсов и полезно использованных на всех стадиях жизненного цикла водного ресурса.

Потери воды коммерческие – разность между поданой и полезно использованной водой, обусловленная несовершенством системы учета, неодновременностью и неточностью снятия показаний счетчиков, погрешностью используемых приборов учета, неравномерностью оплаты водопотребления, наличием безучетных потребителей, хищениями.

Потери воды расчетные – потери, обусловленные расходом воды на испарение, несовершенством водохозяйственных сооружений и оборудования, и определяемые по известным физическим закономерностям и параметрам режимов работы.

Потери воды фактические (отчетные потери) – разность между количеством воды, поданной в сеть, и реализованной водой, вычисленной по сумме оплаченных счетов к определенному моменту времени.

Потребитель (абонент) – физическое или юридическое лицо, осуществляющее пользование водой.

Производитель воды – коммерческая организация, независимо от организационно-правовой формы, осуществляющая производство и отпуск воды в сети для дальнейшей передачи, распределения и продажи потребителям.

Расточительный расход водных ресурсов – расход воды с превышением строительных и технологических норм, несоблюдением действующих правил эксплуатации производственных

и коммунально-бытовых объектов, в том числе при авариях, из-за бесхозяйственности, некомпетентности обслуживающего персонала и т.д.

Рациональное использование водных ресурсов – достижение максимальной эффективности использования водных ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и одновременном снижении техногенного воздействия на окружающую среду.

Резерв (потенциал) водосбережения – оцениваемая экспертами величина возможной экономии используемой воды при реализации тех или иных мер водосбережения.

Тарифы на воду – система целевых ставок, по которым осуществляются расчеты за воду, подаваемую потребителям.

Удельный расход воды – показатель, определяемый отношением количества фактически израсходованной воды (в натуральном или стоимостном выражении) к количеству фактически произведенной продукции данного вида.

Экономический эффект водосбережения – система стоимостных показателей, отражающих прибыльность (или убыточность) мероприятий по водосбережению.

Водная безопасность – состояние защищенности государства, региона, предприятия и человека от угрозы недополучения воды и водных ресурсов в необходимых для жизнедеятельности количестве и качестве для нынешнего и будущих поколений.

Водная составляющая себестоимости продукции – доля себестоимости продукции предприятия, затрачиваемая на забор, очистку и использование воды.

Водный аудит – процедура независимой проверки предприятия с целью определения количественных и качественных показателей использования воды и определение мер по повышению эффективности водопользования.

Водный паспорт – официальный документ, утверждаемый территориальным органом государственного водного надзора, содержащий сведения о количестве и качестве потребления воды и водохозяйственных установках предприятия.

Водный баланс – баланс забора, транспортировки, очистки, распределения и потребления воды.

Водоёмкость продукции (удельный расход) – экономико-статистический показатель, определяемый отношением объема потребляемых водных ресурсов к произведенной продукции в натуральном выражении.

Водосберегающая политика – административно-правовое и финансово-экономическое регулирование процессов эффективного использования и экономного расходования водных ресурсов.

Водосбережение – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование водных ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот сточных вод.

Эффективное использование водных ресурсов – достижение технически возможной и экономически оправданной эффективности использования водных ресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и одновременном снижении техногенного воздействия на окружающую среду.

Основные положения концепции водосберегающей политики. Водосбережение должно быть отнесено к стратегическим задачам государства, являясь одновременно и основным методом обеспечения водной безопасности, и единственным реальным способом сохранения достаточно высокого уровня комфорта жизни населения страны.

В этом случае требуемые для внутреннего развития водные ресурсы можно получить не только за счет увеличения забора воды и строительства новых водохозяйственных объектов по традиционной технологии но и с меньшими затратами за счет внедрения инновационных технологий получения воды.

Цели водосбережения совпадают и с другими целями Балкаш-Алакольского водохозяйственного комплекса, такими, как улучшение экологической ситуации, повышение экономичности систем водоснабжения и др. Водосбережение позволяет обеспечивать подключение новых потребителей при минимальных капитальных затратах на развитие инфраструктуры и снимает проблемы выделения земельных участков под новое строительство объектов водо-

снабжения и водоотведения, отчуждение санитарно-защитных зон и т.д., что в целом положительно сказывается на градостроительном развитии.

Основная роль в увеличении эффективности использования воды принадлежит современным водосберегающим технологиям.

Применение водосберегающих технологий позволяет решить сразу несколько задач: сэкономить существенную часть водных ресурсов, решить проблемы отечественного водохозяйственного комплекса (ВХК), повысить эффективность производства и уменьшить нагрузку на окружающую среду.

Сложность решения указанных проблем в республиканском, региональном и муниципальном масштабе обусловлена их комплексным характером, требующим рассмотрения, с одной стороны, научно-технических вопросов, предметно связанных с процессами водопотребления и их оптимизацией, с другой – организационно-управленческих аспектов, связанных с оптимизацией отраслевых процессов управления.

Сдерживает решение проблемы повышения эффективности отраслевого водопотребления отсутствие методической базы управления водопотреблением и водосбережением, научно обоснованных лимитов на отраслевом уровне, а также методик для проектирования систем, позволяющих создать информационную базу поддержки принятия рациональных управленческих решений.

Поскольку среди стратегических ориентиров долгосрочной государственной водной политики выделяют не только водную и экологическую безопасность страны, но и водную и бюджетную эффективность, то решение проблемы повышения водной и бюджетной эффективности на примере водопотребления и водосбережения Балкаш-Алакольского водохозяйственного комплекса является в настоящее время актуальной задачей.

Сегодня практически отсутствуют методология, методы решения оптимизационных задач водопотребления на уровне отрасли, региона. Имеющееся относительно небольшое количество научно-практических разработок позволяет решать вопросы водопотребления лишь на отдельных объектах.

Следует отметить, что решение проблемы повышения эффективности водопользования и водосбережения в экономике сдерживается не только отсутствием нормативно-правовой базы, но и отсутствием систематизированного перечня терминов и определений в этой области.

Важнейшим вспомогательным средством анализа эффективности водосберегающей политики являются технико-экономические показатели, которые однозначно определяют многочисленные явления и взаимосвязи, присущие водопользованию и водосбережению. Они характеризуют важнейшие стороны экономического и технического состояния систем водоснабжения и водоотведения, развитие и деятельность в области водопользования и водосбережения отдельных отраслей, предприятий и в целом национальной экономики.

Пути повышения эффективности водопользования и водосбережения в отраслях экономики БАВХК.

В целях повышения эффективности водопользования и водосбережения в отраслях экономики БАВХК мы предлагаем осуществить следующие меры.

1. Организационно-экономическое направление:

развитие нормативно-правовой базы, в состав которой войдут законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНИПы, отраслевые нормы технологического проектирования и другие нормативные документы для сферы водосбережения;

осуществление государственной экспертизы эффективности проектных решений водопользования с целью их оценки на соответствие действующим нормативам;

проведение регулярных обследований водопользования (водаудитов) хозяйствующих субъектов, сертификация продукции по водоемкости, введение в действие прогрессивных и экономически целесообразных норм расхода воды;

поэтапное приведение цен и тарифов на воду в соответствие с фактическими затратами на их производство и транспортировку для всех категорий потребителей;

разработка новых и совершенствование существующих экономических мероприятий, стимулирующих повышение эффективности водопользования при производстве продукции и

определяющих меры ответственности за нерациональное потребление ВР для хозяйствующих субъектов, конкретных руководителей и должностных лиц;

разработка и реализация региональных и отраслевых программ водосбережения, согласованных с планами развития экономики регионов и страны.

2. Инновационно-технологическое направление:

внедрение водосберегающих технологий и оборудования, оптимизация режимов работы и оптимального распределения воды в системах водопользования;

снижение потерь и расхода воды при транспортировке за счет уменьшения расходов на собственные нужды, технического перевооружения и оптимизации режимов работы систем водопользования;

создание и внедрение систем автоматизированного контроля, управления и регулирования гидравлических режимов систем водопользования мегаполисов;

создание и внедрение систем автоматического регулирования потребления воды горячего и холодного водоснабжения в жилых, общественных, производственных помещениях и в технологических установках всех типов;

создание и внедрение нового поколения автоматизированных систем учета воды с интеграцией их в региональные центры водосбережения, максимальное снижение расхода воды в жилищно-коммунальном секторе экономики региона путем внедрения регулируемых систем водоснабжения, водоотведения;

организация разработки, производства в промышленных масштабах и скоординированного распространения и внедрения водосберегающего оборудования, приборов, систем учета, контроля и регулирования расхода водных ресурсов;

создание и совершенствование информационных систем по водопользованию и водосбережению;

разработка типового перечня экономически обоснованных водосберегающих мероприятий, рекомендованных для внедрения в отраслях экономики;

разработка типового перечня быстро окупаемых и малозатратных мер по водосбережению для внедрения на объектах бюджетной сферы;

создание совместных предприятий по производству передового водосберегающего оборудования, материалов, приборов, систем учета и контроля потребления водных ресурсов.

3. Информационно-образовательное направление:

создание и развитие непрерывной многоуровневой системы образования в области водосбережения;

создание и развитие учебно-методических и лабораторных баз соответствующих кафедр вузов, центров переподготовки и повышения квалификации кадров средней и высшей технической и экономической квалификации, расширение магистратуры и докторантуры для подготовки кадров высшей квалификации, а также создание научных школ в области современных эффективных технологий водопользования и водного менеджмента;

разработка базового учебного пособия по водосбережению для подготовки и переподготовки персонала системы водопользования РК, специалистов департаментов водного и коммунального хозяйства городских и областных акиматов, служб водосбережения водохозяйственных компаний;

создание водоэффективных демонстрационных зон, передовых предприятий, научно-исследовательских и образовательных центров для проведения НИР и ОКР и обучения передовым водосберегающим технологиям;

создание консалтинговых центров с соответствующим кадровым и информационно-методическим обеспечением по правовым, финансовым, инновационным и аудиторским вопросам водосбережения;

создание эффективных средств пропаганды и рекламы водосбережения для предприятий и учреждений с учетом профиля их производственно-хозяйственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Государственная программа «Управление водными ресурсами Казахстана-2040».
- [2] Аширяев К., Нарбаев М., Шайпитенов К. Методические рекомендации по разработке региональных программ водосбережения // Труды науч.-техн. конф., КазНТУ им. К. И. Сатпаева. – Алматы, 2012.
- [3] Аширяев К., Кабулова А., Аширяева С. О концепции водосберегающего менеджмента // Труды междунаучно-практической конференции «Актуальные проблемы управления вод.рес. и водосбереж.». – Алматы, 2014.
- [4] Аширяев К.Ш. Учебно-методический комплекс «Основы водопользования и охрана водных ресурсов». – Алматы: КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2006.
- [5] Аширяев К.Ш. Учебно-методический комплекс «Планирование и управление водными ресурсами и водопользованием». – Алматы: КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2006.
- [6] Аширяев К.Ш. Учебно-методический комплекс «Комплексное использование водных ресурсов». – Алматы: КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2007.
- [7] Аширяев К.Ш. Силлабус и курс лекций для магистрантов «Водосберегающие технологии в отраслях экономики». – Алматы, 2012.

Р. К. БЕКБАЕВ

Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНЫХ ВОД НА ДОЛЮ ИХ УЧАСТИЯ В ОРОСИТЕЛЬНОЙ НОРМЕ

Қашыртқы-кәріз суының суармалы жерлердің сумен қамтамасыз етілу мөлшеріне әсері қарастырылған. Қашыртқы-кәріз суын суаруға пайдалану шегі, олардың минералдылығына байланысты екендігі анықталды.

Рассмотрено влияние коллекторно-дренажных вод на водообеспеченность орошаемых земель. Установлено, что пределы использования коллекторно-дренажных вод на орошение зависят от их минерализации.

The article discusses the impact of collector-drainage water on the water availability of irrigated lands. It is established that the limits of the use of collector-drainage water for irrigation depends on their mineralization.

Введение. В настоящее время на ирригационных системах Казахстана из года в год возрастает дефицит водных ресурсов. В результате этого в вегетационный период имеет место нехватка оросительной воды. Объем дефицита водных ресурсов в засушливые годы может превышать более 50% оросительной нормы. Это приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. При этом опыт орошения в нашей стране и за рубежом показывает, что высокая стабильность сельскохозяйственного производства и охрана окружающей среды на орошаемых землях достигаются в тех случаях, когда нарушение природного равновесия, не вызывает резкого изменения в направлении общего потока водорастворимых органоминеральных соединений, которые формируются в естественных условиях.

В сложившейся ситуации, повышения водообеспеченности на ирригационных системах можно достичь путем использования коллекторно-дренажных вод на орошение [1]. Объемы коллекторно-дренажных вод, формирующиеся на ирригационных системах Южного Казахстана, достигают 1,2–1,5 км³/год. Поступая в источники орошения, они повышают их минерализацию. Например, минерализация реки Сырдарья на границе с Узбекистаном равняется 0,8–0,9 г/л, а в городе Кызылорде – 1,1–1,3 г/л. Аналогичная ситуация увеличения минерализации по течению реки имеет место и на других реках Казахстана [2]. Таким образом, в условиях роста дефицита водных ресурсов и минерализации поверхностных вод возникла необходимость использования коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур.

Такой подход к утилизации коллекторно-дренажных вод на ирригационных системах обеспечивает снижение темпов протекания большого геологического кругооборота и повышение малого биологического кругооборота. Поэтому целью исследований явилось установление пределов использования коллекторно-дренажных вод на орошение.

Материалы и методика исследований. Опыт использования минерализованных коллекторно-дренажных вод показывает, что в корнеобитаемом слое почв протекают сложные эколого-мелиоративные процессы: ионообменные сорбции, засоление, осолоцевание, ощелачивание почв, миграция питательных элементов и органических веществ [3, 4]. Скорость их протекания при прочих равных условиях предопределяется минерализацией и ионно-солевым составом оросительных вод. Поэтому в исследованиях установлено влияние минерализации и ионно-солевого состава коллекторно-дренажных вод на темпы протекания процессов засоления, осолоцевания и ощелачивания почв.

Пригодность коллекторно-дренажной воды на орошение сельскохозяйственных культур и промывку засоленных почв оценивается по следующим показателям: опасности засоления почв; опасности осолоцевания почв; токсичности отдельных ионов. Для характеристики качества коллекторно-дренажной воды определялись общее содержание солей; количественные

показатели анионов; количественные показатели катионов; различные соотношения ионов; наличие соды; токсичных и нетоксичных солей. По характеру влияния солей на рост и развитие сельскохозяйственных культур они располагаются в следующей последовательности [5]:



Высокое содержание катионов натрия в минерализованной воде при использовании ее на орошение вызывает осолонцевание почвы, что негативно сказывается на развитии сельскохозяйственных культур. Поэтому осуществлена оценка влияния качества воды на натриевое осолонцевание почв по показателями SAR (натриевое адсорбционное отношение) [6]. При этом, если $\text{SAR} < 10$ – опасность осолонцевания почв малая; $\text{SAR} = 10-18$ – средняя; $\text{SAR} = 18-26$ – высокая; $\text{SAR} > 26$ – очень высокая.

Опасность содового засоления почв оценивалась по содержанию в воде нормальной соды Na_2CO_3 . При $\text{Na}_2\text{CO}_3 < 0,3$ мг-экв/л – вода безопасна для орошения; $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,3-0,6$ мг-экв/л – пригодна для орошения; $\text{Na}_2\text{CO}_3 > 0,6$ мг-экв/л – не пригодна для орошения без внесения мелиорантов.

Щелочность коллекторно-дренажной воды оценивалась по значениям водородного показателя (рН). При рН 6,5–7,9 – вода нейтральная; 8,0–8,5 – слабощелочная; 8,6–9,0 – сильнощелочная; 8,6–9,0 – сильнощелочная и при $>9,0$ – очень сильнощелочная.

Другим фактором осолонцевания почв является повышенное содержание катионов магния в оросительной воде. Оценка влияния магния осуществлялась определением процентного содержания магния по его отношению к сумме катионов кальция и магния. Магний оказывает вредное влияние на почву, если его содержание выше 50%, т.е протекают процессы магниевого осолонцевания почв [6].

На динамику водно-солевого режима почв при орошении оказывают влияние объемы инфильтрационных потерь. Для определения размеров инфильтрационных потерь до и после полива определялась влажность в корнеобитаемой толще почв. В период полива определялись фактические объемы воды, поданные на опытно-производственный участок (ОПУ), а также объемы сброса оросительной воды за ее пределы. Используя эти данные, объемы инфильтрационных вод находились по расчетной зависимости:

$$q_{\text{и}} = Q - 100 j H (\beta_{\text{п}} - \beta_{\text{и}}) - q_{\text{с}}, \quad (1)$$

где $q_{\text{и}}$ – объем инфильтрационных потерь за 1 полив, м³/га; $\beta_{\text{п}}$ – влажность расчетной толщи почв после полива, % от веса абсолютно сухой почвы; $\beta_{\text{и}}$ – влажность расчетной толщи почв перед поливом, % от веса абсолютно сухой почвы; H – мощность корнеобитаемой толщи почв, м; j – плотность почв, г/см³; Q – поливная норма – брутто, м³/га; $q_{\text{с}}$ – объем сбросной воды, м³/га.

Количество вымытых солей из корнеобитаемой толщи с инфильтрационными водами за один полив определялось по следующей формуле:

$$S_{\text{вым}} = 0,001 C_i q_{\text{и}}, \quad (2)$$

где $S_{\text{вым}}$ – количество вымытых солей за один полив, т/га; C_i – минерализация инфильтрационных вод за i полив, г/л; $q_{\text{и}}$ – объем инфильтрационных вод i полива, м³/га.

Изменения запасов солей в корнеобитаемом слое почв за вегетационный период устанавливались по зависимости:

$$\Delta S = S_{\text{исх}} - S_{\text{кон}}, \quad (4)$$

где $S_{\text{исх}}$, $S_{\text{кон}}$ – запасы солей в корнеобитаемом слое в начале и конце вегетации, т/га.

Запасы солей в почвогрунтах в т/га рассчитывались по формуле:

$$S_{\text{исх,кон}} = 100 j H S_0, \quad (5)$$

где S_0 – запасы солей в корнеобитаемом слое, % от веса абсолютно сухой почвы; H – мощность корнеобитаемой толщи почв, м; J – плотность почв, г/см³.

Результаты и обсуждения. Исследования пределов использования минерализованных вод на орошение проводились при возделывании сорго. Минерализация оросительной воды изменялась от 0,5–0,7 до 4,8–5,3 г/л. Результаты исследований показывают, что при поливе сорго, в зависимости от минерализации воды, при одинаковых размерах поливных норм поступает различное количество солей (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение запасов солей в корнеобитаемом слое при различной минерализации оросительной воды

Минерализация оросительной воды, г/л	Оросительная норма, м ³ /га	Поступление солей с оросительной водой, т/га	Объем инфильтрационных вод, м ³ /га	Минерализация инфильтрационных вод, г/л	Количество вымытых солей, т/га	Изменение запасов солей в почвогрунтах, т/га
0,5–0,7 (контроль)	6500	3,3	1180	3,2	3,8	-0,5
1,2–1,9	6500	9,3	1120	3,4	3,8	5,5
2,6–3,6	6500	16,7	1040	3,8	3,9	12,8
4,8–5,3	6500	28,1	1200	4,7	5,6	22,5

Из приведенных данных видно, что с ростом минерализации оросительной воды запасы солей увеличиваются в корнеобитаемой толще почв. В результате происходит повышение запасов солей, т.е. $S_{исх} < S_{кон}$. Например, при орошении сорго пресной водой в конце вегетации количество солей снизилось за счет их вымыва из корнеобитаемой толщи с инфильтрационными водами. Во втором варианте, где минерализация оросительной воды 1,2–1,9 г/л, произошло увеличение запасов солей в корнеобитаемой толще почв до 5,5 т/га. В 3 и 4 вариантах запасы солей возросли, в 4 варианте они составили 22,5 т/га. Следовательно, при использовании минерализованных коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур необходимо строго контролировать минерализацию почвенного раствора. При этом концентрация почвенного раствора ($C_{пр}$) всегда должна быть выше минерализации коллекторно-дренажных вод $C_{кдв}$. Только при таких условиях не протекают процессы накопления солей в корнеобитаемом слое почв. В этом случае сохраняется условие $S_{кон} < S_{исх}$.

С повышением минерализаций коллекторно-дренажных вод происходит их превышение над концентрацией почвенного раствора. В таком случае необходимо снизить минерализацию коллекторно-дренажных вод путем разбавления пресной водой. Например, при минерализации коллекторно-дренажных вод 1,2–1,9 г/л, разбавление их пресной водой в объеме 1000 м³/га обеспечивает стабилизацию эколого-мелиоративного состояния почв. Следовательно, в данном случае доля коллекторно-дренажных вод в оросительной норме составляет 85%. При повышении минерализации коллекторно-дренажных вод их доля в оросительной норме снижается (таблица 2).

Таблица 2 – Затраты воды на поливы сельскохозяйственных культур в зависимости от минерализации оросительных вод

Вариант	Минерализация оросительной воды, г/л	Количество поверхностных вод и коллекторно-дренажных вод в оросительной норме (брутто), м ³ /га		Доля коллекторно-дренажных вод в оросительной норме, % от оросительной нормы	
		пресная вода	коллекторно-дренажная вода	пресная вода	коллекторно-дренажная вода
1 (контроль)	0,5-0,7	6500	0	100	0
2	1,2-1,9	1000	5500	15	85
3	2,6-3,6	2000	4500	30,7	69,3
4	4,8-5,3	4000	2500	61,5	38,5

Сравнительный анализ приведенных данных показывает, что при поливе сорго водой с минерализацией 2,6–3,6 доля пресных вод увеличивается до 2000 м³/га, а доля коллекторно-дренажных вод в оросительной воде снижается и составляет 69,3% от оросительной нормы. В 4 варианте доля коллекторно-дренажных вод снизилась до 38,5% от оросительной нормы.

Опыт использования минерализованных вод показал, что при их использовании для орошения в корнеобитаемом слое почв могут протекать процессы осолонцевания и ощелачивания. Поэтому необходимо установить их ионо-солевой состав и оценить возможность осолонцевания и ощелачивания почв. В таблице 3 приведен ионный состав коллекторно-дренажных вод Махтааральского массива орошения, где коллекторно-дренажные воды используются на орошение.

Таблица 3 – Ионный состав коллекторно-дренажных вод, мг-экв/л

Коллектор	Анионы				Катионы			Сумма солей, г/л
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
Северный сброс	Сл.	<u>0,195</u> 3,20	<u>0,196</u> 5,52	<u>0,793</u> 15,48	<u>0,164</u> 8,20	<u>0,112</u> 9,20	<u>0,156</u> 6,80	1,566
Концевой сброс		<u>0,293</u> 4,80	<u>0,210</u> 5,92	<u>1,012</u> 21,08	<u>0,196</u> 9,80	<u>0,143</u> 11,80	<u>0,235</u> 10,20	2,089
Кзылкупумский		<u>0,234</u> 3,84	<u>0,284</u> 8,00	<u>1,104</u> 23,00	<u>0,204</u> 10,20	<u>0,146</u> 12,00	<u>0,291</u> 12,64	2,263
Арнасайский		<u>0,302</u> 4,96	<u>0,568</u> 16,00	<u>1,584</u> 33,00	<u>0,256</u> 12,80	<u>0,204</u> 16,80	<u>0,560</u> 24,36	3,474
Жетысайский		<u>0,234</u> 3,84	<u>0,344</u> 9,69	<u>1,311</u> 27,31	<u>0,240</u> 12,00	<u>0,170</u> 14,00	<u>0,341</u> 14,84	2,640
ЦГК	<u>0,14</u> 0,48	<u>0,244</u> 4,00	<u>0,633</u> 17,84	<u>1,592</u> 33,16	<u>0,280</u> 14,0	<u>0,211</u> 17,40	<u>0,554</u> 24,08	3,528
Сардоба	–	<u>0,234</u> 3,84	<u>0,406</u> 11,44	<u>1,275</u> 26,56	<u>0,236</u> 11,80	<u>0,170</u> 14,00	<u>0,369</u> 16,04	2,690

Сравнительный анализ показывает, что среди анионов доминирует ион SO₄²⁻. Минерализация данного иона изменяется от 0,793 до 1,592 г/л. Среди катионов преобладают ионы – Mg²⁺ и Na⁺. Поэтому в корнеобитаемом слое почв доминируют токсичные сульфаты MgSO₄ и Na₂SO₄, а также NaCl. В Центрально-Голодностепском коллекторе присутствует нормальная сода Na₂CO₃. Содержание нормальной соды составляет 0,48 мг-экв, или 0,140 г/л (таблица 4). Нетоксичные соли в коллекторно-дренажной воде Махтааральского массива представлены гидрокарбонатом и сульфатом кальция. Однако их доля в коллекторно-дренажных водах намного меньше, чем доля токсичных солей.

Таблица 4 – Солевой состав коллекторно-дренажных вод, г/л

Коллектора	Нетоксичные соли			Токсичные соли					Сумма солей
	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	Сумма	Na ₂ CO ₃	MgSO ₄	Na ₂ SO ₄	NaCl	Сумма	
Северный	0,259	0,340	0,599	–	0,552	0,091	0,324	0,967	1,566
Концевой	0,389	0,340	0,729	–	0,708	0,307	0,345	1,360	2,089
Кзылкупумский	0,311	0,432	0,743	–	0,720	0,333	0,467	1,520	2,263
Арнасайский	0,401	0,533	0,934	–	1,013	0,594	0,933	2,540	3,474
Жетысайский	0,311	0,558	0,869	–	0,840	0,366	0,565	1,771	2,640
ЦГК	0,324	0,686	1,010	0,025	1,044	0,409	1,040	2,518	3,528
Сардоба	0,311	0,542	0,853	–	0,843	0,327	0,667	1,837	2,690

Высокое содержание токсичных солей в коллекторно-дренажных водах Махтааральского массива говорит о необходимости проведения мелиоративных мероприятий по снижению темпов протекания деградационных процессов в корнеобитаемом слое почв. Это подтверждается показателями Cl⁻/SO₄²⁻, Mg* и Na₂CO₃ (таблица 5).

Из приведенных данных следует, что показатели Cl⁻/SO₄²⁻ во всех коллекторах превышают допустимые значения (0,2), что подтверждает возможность накопления солей в корнеобитаемом слое почв. Это требует проведения мероприятий по удалению токсичных солей из корнеобитаемой толщи почв. К таким мероприятиям относится промывка орошаемых земель во вневегетационный период. В условиях Махтааральского массива ежегодно в зимне-весеннее время проводятся эксплуатационные промывки [7]. В результате этого почва не только рыхлится, но и происходит накопление влаги в корнеобитаемом слое. Кроме того, в зоне аэрации создается пресный слой воды, который в вегетационный период используется на субиригацию. Поэтому в Махтааральском массиве хлопчатник поливается всего 1 или 2 раза.

Таблица 5 – Оценки качества коллекторно-сбросных вод

Коллектор	Сумма солей	Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻	SAR	Mg [*] , %	Na ₂ CO ₃ , мг-экв/л
Северный сброс	1,566	0,36	2,4	52,8	–
Концевой сброс	2,089	0,28	3,1	54,6	–
Кызылкумский	2,263	0,35	3,8	53,6	–
Арнасайский	3,474	0,48	6,5	56,8	–
Жетысайский	2,640	0,35	4,1	53,8	–
ЦГК (Центрально-Голодно-степский коллектор)	3,528	0,54	6,1	55,4	0,48
Сардоба	2,690	0,43	4,5	54,3	–
Допустимые пределы	<3	<0,20	<10	<50	<0,3

Показатели SAR во всех коллекторах не превышают допустимый предел. Это означает, что при использовании коллекторно-дренажных вод в корнеобитаемом слое почв не протекают процессы натриевого осолонцевания. Однако в корнеобитаемом слое протекают процессы магниевое осолонцевания почв за счет высоких показателей Mg [8]. Поэтому при использовании коллекторно-дренажных вод на орошение необходимо предусмотреть мероприятия по внесению в почву или в воду химмелиорантов.

Закключение. Таким образом, повышения водообеспеченности орошаемых земель и уменьшения водоотведения с ирригационных систем можно достичь путем использования возвратных вод на орошение сельскохозяйственных культур, промывку засоленных почв и субиригацию. При этом основной причиной, ограничивающей использование возвратных вод на орошение и промывку, является осолонцевание почвы, которое особенно интенсивно протекает в верхних горизонтах корнеобитаемой толщи.

Орошение сельскохозяйственных культур возвратными водами рекомендуется осуществлять в периоды острого дефицита оросительных вод. При использовании возвратных вод на орошение, технология полива сельскохозяйственных культур должна дополнительно включать определение минерализации и ионного состава возвратных вод; оценку качественного состава возвратных вод; установление объемов использования возвратных вод с учетом физико-химических свойств почв и солеустойчивости возделываемых культур. От этих показателей зависит доля участия минерализованных коллекторно-дренажных вод в поливной воде.

Исследования проводились по программно-целевому финансированию 0119-ПЦФ/МОН РК – 2015.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вышпольский Ф.Ф., Мухамеджанов Х.В. Технология водосбережения и управления почвенно-мелиоративными процессами при орошении. – Тараз, 2005. – 162 с.
- [2] Бекбаев Р.К. Технический уровень голодностепского массива орошения и его влияние на объемы коллекторно-сбросных вод // Вестник. – 2012 – № 4. – С. 40-44.
- [3] Вышпольский Ф.Ф., Бекбаев Р.К., Бекбаев У.К., Аманбаева Б. Дренажно-сбросные воды – дополнительный источник орошения // Научные исследования в мелиорации и водном хозяйстве: Сб. науч. тр. – Тараз, 2012. – Т. 49, вып. 1. – С. 67-73.
- [4] Bekbayev R.K., Balgabayev N.N., Zaparkulova E.D. and Bekbayev N.R. Dynamics of Condition of Groundwater and Using if for Sub-Irrigation on Irrigated Lands of the Golodnostepsky Massif. Oriental Journal of Chemistry. – 2015. – Vol. 31. – P. 219-230.
- [5] Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.
- [6] Якубов Х.И., Усманов А.У., Броницкий Н.И. Руководство по использованию дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур и промывку засоленных земель. – Ташкент: САНИИРИ, 1982. – 77 с.
- [7] Бекбаев Р.К. Совершенствование технологии промывок засоленных и солонцеватых почв // Водосбережение: технологии и социально-экономические аспекты: Материалы международного семинара ИКАРДА. – Тараз: ИЦ «Аква», 2002. – С. 176-187.
- [8] Ибатуллин С., Вышпольский Ф., Бекбаев Р., Бекбаев У. и др. Рекомендации по совершенствованию технологии применения химмелиорантов для повышения урожайности сельхозкультур на слитных почвах (щелочных, солонцеватых). – Тараз, 2007. – 25 с.

Н. Р. БОЛАШВИЛИ, Н. Г. МАЧАВАРИАНИ, В. Ш. ГЕЛАДЗЕ, Т. В. КАРАЛАШВИЛИ

"Институт Географии им. Вахушти Багратиони" ТГУ, Тбилиси, Грузия

ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И СТОКА НАНОСОВ РЕК ВОСТОЧНОЙ ГРУЗИИ

Приводятся количественные характеристики водных ресурсов Кахетии, их режим, распределение по территории и состояние ирригационных систем. Представлены распределение и особенности количества и состава стока наносов рек. Изложены основные мероприятия по смягчению последствий опустынивания. Даны рекомендации по технологиям орошения в зависимости от ареалов их применения и основные препятствующие факторы.

The paper presents quantitative characteristics of the water resources of Kakheti, their regime and distribution; Condition of irrigation systems; Distribution and composition of the sediment load of the rivers; Key actions to mitigate the effects of desertification. Recommendations on irrigation technologies, depending on their areas of application and the main impediments.

Дефицит пресной воды – одна из крупнейших глобальных проблем. На фоне современной экологической ситуации, глобального потепления климата и прогрессирующего процесса опустынивания ожидается обострение этой проблемы.

Ресурсы пресной воды – одно из важнейших стратегических богатств Грузии. Общий объем водных ресурсов составляет около 100 км³. Однако вследствие неравномерного распределения водных ресурсов по территории в ряде районов возникает значительный дисбаланс между количеством водных ресурсов и водопотреблением. В Восточной Грузии, которая является основным водопотребителем, водообеспеченность населения и территории в четыре раза меньше, чем в Западной.

Климат Грузии за последние 4–5 десятилетий значительно изменился в неблагоприятную сторону. В Восточной Грузии наблюдается значительный рост температуры воздуха ($\sum t^{\circ} > 0^{\circ}\text{C}$ на 100–150 °C) на фоне уменьшения атмосферных осадков (70–100 мм), а естественный сток р. Мтквари (Кура) по сравнению с 1940 г. снизился на 25–30 %. В маловодные периоды в некоторых бассейнах (реки Алазани, Иори, Храми и др.) часто сток рек бывает меньше экологической нормы. Участились засухи и сильные ветры. По результатам исследований проведенных в рамках изменения климата как в горных, так и в низменных районах Грузии, за исключением зимнего периода, количество жарких дней возрастет на 50 % и более. Это вызовет увеличение потребляемой воды на оросительные нужды. Изменение климата наряду с экологическими проблемами создаст серьезные трудности сельскому хозяйству страны, особенно в низменных районах, где эксплуатации природных ресурсов давно превысила допустимый предел.

В Грузии наиболее уязвимыми с точки зрения опустынивания регионами являются Кахетия и Южная Картли. В связи с этим изучение отмеченных территорий является актуальным. На территории Грузии семиаридные и аридные ландшафты занимают 9,5 тыс. км², большая часть которых приходится на Восточную Грузию.

Кахетия богата плодородными землями и пастбищами, является ведущим регионом страны по виноградарству и зерновым культурам, характеризуется дефицитом воды и определена как регион, уязвимый к опустыниванию. Согласно прогнозу [1,2], к концу XXI века, в южной части Кахетии ожидается уменьшение гидротермического коэффициента от 1.1 до 0.7, что переведет климат региона из категории сухих субтропиков в сильно аридный. Все это еще более усугубит проблему с пресной водой и предположительно вызовет миграцию населения.

Водные ресурсы Кахетии сосредоточены в бассейнах рек Алазани и Иори. Здесь протекает более 2000 рек, длина большей части (95 %) которых не превышает 10 км. Густота речной сети составляет 0.45 км/км².

Бассейн р. Алазани по сравнению с бассейном р. Иори богат водными ресурсами. Водные ресурсы р. Алазани в Грузии – 3,10 км³ (570 мм). Водные ресурсы р. Иори (в Грузии) – 0,80 км³

(210 мм). Среднее и нижнее течения бедны водными ресурсами. Модуль стока варьирует от 5,00 до 2,80 л/с·км². В маловодные годы и по сезонам сток ниже экологической нормы. В ближайшем будущем вследствие глобального потепления и процессов опустынивания ожидается обострение проблемы дефицита воды.

Левые притоки р. Алазани, стекающие с южных склонов Кавказского хребта, характеризуются высоким стоком. Притокам как правым, так и левым присущи селевые явления. По течению реки модуль стока варьирует от 49,0 до 9,0 л/с·км² [3].

В Кахетии 5 гидрологических районов (3 в бассейне р. Алазани, 2 в Иори), где сток однозначно определяется высотой местности.

Регион не богат водоемами. В бассейне р. Иори, в районе плоскогорья внешней Кахетии, встречается большое количество незначительных размеров соленых озер. В Кахетии лишь незначительная часть водных ресурсов зарегулирована водохранилищами. Из водохранилищ следует отметить Сиони и Дали, имеющие комплексную функцию.

Большой активностью селевых процессов характеризуются левобережные притоки р. Алазани. В результате подпора устьевых районов происходит затопление несколько сотен га территории (уникальный Чиаурский пойменный лес). За последние годы заметно активизировались селевые процессы по бассейнам правых притоков р. Алазани.

После 90-х годов XX века в Грузии почти совершенно парализованы ирригационные системы, резко упал уровень агротехники. Ко всему этому добавились энергокризис и массовые миграционные процессы населения. Все это в случае сохранения существующего тренда климатических изменений создаст реальную опасность интенсивного опустынивания.

Параллельно с изменением климата в регионе наблюдается множество примеров отрицательного воздействия антропогенного фактора. В результате имеем неблагоустроенные оросительные системы, заброшенные, не законсервированные скважины, деградированные почвы (часть Алазанской долины, муниципалитет Сагареджо), вторичное засоление территории из-за несоблюдения норм полива (муниципалитеты Дедоплисцкаро и Сигнахи) и др.

Дефицит водных ресурсов часто создается искусственно в случаях интенсивного роста урбанизации населения, промышленности и сельского хозяйства без их должного учета. Поэтому система управления водными ресурсами должна исходить из того, что недостаток или избыток воды следует оценивать в соответствии с потребностью в ней. Таким образом, налицо необходимость перехода на систему управляемого водопотребления в целях устойчивого развития водных ресурсов.

В настоящее время почти все ирригационные системы Кахетии функционируют, однако не с полной нагрузкой. Сравнительно лучшее положение на нижней Алазанской системе. Здесь возможен полив 150 000 га земель, в данное время технические возможности позволяют полив около 50 000 га.

В связи с интенсивным ростом водопотребления и различной ценностью составляющих речного стока помимо количественного учета назрел также вопрос классификации водных ресурсов по признакам степени устойчивости и зарегулированности. Показателем степени устойчивости водных ресурсов является величина подземной составляющей речного стока, а зарегулированности – объем (полезный) воды содержащийся в озерах и водохранилищах. Подземный речной сток вместе со стоком, зарегулированным озерами и водохранилищами, является суммарным устойчивым стоком и представляет собой наибольшую ценность, так как этот источник водных ресурсов обеспечивает население определенным, гарантированным количеством высококачественной воды. В Кахетии имеются значительные потенциальные возможности, так как водохранилищами зарегулирована лишь незначительная часть водных ресурсов.

В Кахетии мероприятиями по смягчению последствий опустынивания считаем районирование территории по степени уязвимости и опустыниванию; районирование орошаемых земель по технологиям и технике орошения; оценку дефицита или обилия воды в связи с ее потреблением; для увеличения устойчивого стока строительство водохранилищ на притоках рек Иори и Алазани; переход к управляемому водопотреблению.

С целью перехода региона к управляемому водопотреблению и разработки мероприятий восстановления/модернизации ирригационных систем создана многопрофильная геоинформационная система Кахетии [4]. Эта система кроме стандартных слоев содержит слои водных ресурсов, водообеспеченности территории и населения, землепользования, стока наносов, ирригационных систем, демографической ситуации и соответствующие базы данных.

В результате потепления климата и ожидаемых изменений естественных климатических поясов требуется коррекция типов технологии ирригационных систем. Необходимо учесть и тенденцию роста площади орошаемых земель.

Ниже приводятся рекомендации по технологиям орошения, соответствующие ареалы их применения и основные препятствующие факторы на территории Кахетии (таблицы 1, 2).

Таблица 1

Технология	Ареал применения технологии
Поверхностный полив самотеком	В основном территории, расположенные восточнее магистральных каналов Алазанской верхней и нижней ирригационных систем, западнее Наурдальской системы и в бассейне р. Иори – южнее верхнего Самгорского магистрального канала
Поверхностный полив механическим водоподъемом	В основном территория, расположенная южнее нижней Алазанской ирригационной системы и в бассейне р. Иори – склоны, прилегающие к верхнему Самгорскому магистральному каналу.
Искусственное дождевание	Равнинные и в особенности холмистые территории с большим (>10°) уклоном; предгорья Кавказского и Гомборских хребтов; территория, расположенная южнее нижней Алазанской ирригационной системы; правобережье р. Алазани, где ориентация овражной сети осложняет применения технологии полива самотеком и механическим водоподъемом. В случае развития процесса глобального потепления технология получит большую нагрузку в низменных и особенно в холмистых и в горных районах до высоты 1300–1500 м
Точечное орошение	Территории, бедные водными ресурсами. В основном восточные и юго-восточные районы Кахетии (Оле-Наомари, Тарибана, Элдари, Шираки и др.)

Таблица 2

Технология	Основные препятствующие факторы
Поверхностный полив самотеком	Параллельно Алазанских ирригационных каналов посредством вертикальных скважин (примерно 300 скважин глубиной до 5 м), устройство дренажной системы. Отмеченную работу в первую очередь следует провести в Сигнахском и Дедоплисскарском муниципалитетах; энергоносители для обеспечения работы дренажных систем; квалифицированные ирригаторы
Поверхностный полив механическим водоподъемом	Энергоносители; расчистка каналов защита их от селевых потоков
Искусственное дождевание	Террасирование склонов и создание естественного напора; в районах действия сильных ветров активизация ветрозащитных полос; квалифицированные ирригаторы; энергоносители
Точечное орошение	Необходимые материально-технические средства для точечного орошения; энергоносители; квалифицированные ирригаторы; подбор высокорентабельных культур и выявление сферы их реализации (напр., в муниципалитете Дедоплисскаро – гранат)

Как было отмечено, для смягчения процесса опустынивания среди превентивных мероприятий являются подбор технологии орошаемых земель, строительство водохранилищ и реабилитация/усовершенствование ирригационных систем. В решении перечисленных задач немаловажную роль играет знание количества и состава стока наносов рек, которое необходимо для установления неразмываемых скоростей течения, предотвращения антропогенного вида эрозии – «ирригационной», заиления запланированных водохранилищ и др.

Максимальное количество взвешенных наносов по р. Алазани проносится за весенне-летний периоды. Вниз по течению сроки наступления максимальных расходов наносов более ранние (IV, V месяцы). По левым притокам Алазани основная масса взвешенных наносов формируется за летний период (р. Стори – 54 % при доли жидкого стока 36,6 %, р. Самкурисцкали – 64,6 % при доли жидкого стока 42,4 %) и весной (р. Дидхеви – 41 % при доли жидкого стока 38,4 %, р. Инцоба – 41,7 % при доли жидкого – 40,8 % и т.д.).

По притокам р. Алазани значительная доля наносов формируется в осенний период (33 % – р. Дуруджи), что вызвано обильными дождями и селевым характером большинства рек, когда имеют место максимальные селевые паводки.

На всем протяжении р. Иори основная масса наносов формируется в летне-весенний периоды (р. Иори – Укугмрти формируется 33,5–54 % соответственно и т.д.).

Крупные реки обладают высокой транспортирующей способностью, отличаются более крупным составом наносов по сравнению с малыми, находящимися примерно в аналогичных природных условиях. Крупным фракционным составом наносов характеризуются и протекающие в высокогорных зонах малые горные реки, бассейны которых лишены почвенного и лесного покрова (р. Ходисхеви).

В составе взвешенных наносов рек Алазани и Иори, а также их притоков почти на всем протяжении преобладает песчаная фракция. Аналогичным гранулометрическим составом характеризуются пойменные и русловые отложения рек Кахетии.

Реки Кахетии имеют довольно однообразный состав стока наносов и речного аллювия, что объясняется однородностью размываемых коренных пород и их производных покровных отложений. По составу глинистого минерала во взвешенных наносах, русловых и пойменных отложениях по всем рекам региона преобладает слабо активная гидрослюда. Состав грубо-обломочного материала русловых и пойменных отложений рек также однообразен. Встречаются углисто-глинистые сланцы в виде плоских, пластинчатых, хорошо окатанных галек эллипсоидной формы, обломки углистого мергеля, известняков, обломки песчаников, кремнистых пород, реже кристаллических сланцев и эффузивных пород. Встречаются обломки кварца.

Большое значение имеет знание водно-физических свойств взвешенных наносов, русловых и пойменных отложений.

Знание состава и свойств стока наносов делает возможным прогноз работы водохранилищ и других гидротехнических сооружений. В нашем случае реки, которые переносят углистые глинистые сланцы и обломки кристаллического кальцита, менее приемлемы для строительства водохранилищ, чем реки, в составе стока наносов которых преобладает песчаная фракция (напр., р. Инцоба). Повышенное количество углистых глинистых сланцев и криптокристаллического кальцита при осаждении наносов вызывает их быстрое уплотнение за счет цементации, что затрудняет последующую очистку объектов. Повышенное количество кварца и полевого шпата из-за их высокой крепости отрицательно действует на коррозионную выносливость труб и турбин.

По р. Алазани прослеживается возрастание смыва с поверхности бассейнов с понижением высоты местности (Алазани–Биркиани смыв составляет 0,170 мм, а в низовьях Алазани – Томолулу – 0,297 мм/год). Левые притоки р. Алазани, а также р. Иори характеризуются невысоким поверхностным смывом [5].

Как было отмечено, территория характеризуется распространением селевых явлений и их высокой активностью. Водораздельный хребет круто обрывается к Алазанской долине, которая вследствие достаточного увлажнения и распространения здесь глинистых сланцев сильно расчленена густой эрозионной сетью глубоких и узких ущелий множества рек, стекающих с Главного Кавказского хребта в р. Алазани. Одной из классических селеопасных рек является р. Дуруджи. Податливость физическому выветриванию терригенных отложений, представленных глинистыми сланцами, песчаниками и мергелями, в условиях континентального климата и больших высот горных хребтов, лишенных растительности, обуславливает интенсивное накопление рыхлообломочного материала.

На формирование стока наносов большое влияние оказывает хозяйственная деятельность (земледелие, строительство дорог и каналов, дамб и плотин, изменение направления рек).

Строительство каналов способствует разрыхлению земли, вследствие чего значительно возрастает смыв почвы. Вдоль дорог, железнодорожных полотен, на склонах, пашнях, в рельефе местности наблюдаются антропогенные ступенчатые формы. Естественные условия нарушает неправильной и длительной выпас скота. Особенно усиливает эрозию неправильная вырубка леса, что особенно интенсивно происходит в предгорной полосе. Вследствие вырубки поименных лесов р. Алазани резко возросла боковая эрозия, что вызвало потерю многих сотен га земли.

Обнажение склонов способствует интенсивному выветриванию, накоплению у подножия склонов и в долинах огромного количества обломочного материала. Обнажение пород занимают большие площади в верхних течениях рек (Стори, Дуруджи, Иори), бассейны которых сложены легко размываемыми породами. В предгорьях, лишенных лесного покрова, интенсивно протекает ветровая эрозия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Второе Национальное сообщение Грузии по изменению климата для Рамочной конвенции. – Тбилиси, 2009.
- [2] Воздействие изменения климата на муниципалитете Дедоплисцкаро // Подготовительная группа второго национального сообщения Грузии. – Тбилиси, 2008.
- [3] Водные ресурсы Закавказья. – Л.: Гидрометеиздат, 1988.
- [4] Geladze V., Bolashvili N., Machavariani N., Karalashvili T. // Water resources of Georgia. Collected papers of the Vakhushiti Bagrationi institute of Geographiy. – Tbilisi, 2012. – N 4 (83).
- [5] Мачавариани Н. Сток взвешенных наносов рек Грузии // Сборник трудов. Новая серия. – Тбилиси, 2008. – № 2 (81).

Д. М. БУРЛИБАЕВА¹, М. Ж. БУРЛИБАЕВ²

¹Институт географии МОН РК, Алматы, Казахстан,

²Казахстанское агентство прикладной экологии, Алматы, Казахстан

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЕЛЕНИЯ ТРАНЗИТНОГО (ПОВЕРХНОСТНОГО) СТОКА ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК КАЗАХСТАНА

Мақалада экологиялық ағын көмегімен өзендер мен көлдердің экожүйесін сақтау басты критерийі болып табылатын, Қазақстанның трансшекаралық өзендері суын бөлудегі гидроэкологиялық негіздеме-лер жөнінде қарастырылған. Сонымен қатар, экономиканың әр түрлі саласын су ресурстарымен қамтамасыз ету басты критерийі болып табылатын, көршілес елдердің (трансшекаралық өзендердің жоғарғы жағында орналасқан) су бөлу ұсыныстарының тиімсіздігі жөнінде де келтірілген. Оның ішінде көршілес елдердің жоғарыда келтірілген өзендердің ағынын қалдық қағидасы бойынша ұсынатындығы белгілі. Мұндай жағдайда, Қазақстанда ағынның ауқымдық сипатына ғана емес, сонымен қатар осы транзиттік ағынның сапалық құрамдауыштары бойынша да күрделі мәселелер туындайды.

В статье приводятся гидроэкологические основы деления вод трансграничных рек Казахстана, где главным критерием выступает сохранение речных и озерных экосистем с помощью экологического стока. Показана невыгодность деления вод, предлагаемого соседними государствами (находящихся в верховьях трансграничных рек), где главными критериями являются обеспечение водными ресурсами различных отраслей экономики этих государств. При этом ясно, что эти страны будут предлагать воду соседям ниже по течению рек по остаточному принципу. В таком положении Казахстан будет иметь проблемы не только с количеством воды, но с ее качеством.

Hydro-ecological basis for water division of transboundary rivers of Kazakhstan are presented in this article. The main criterion is the saving of river and lake ecosystems through environmental flow. It also shows the disadvantage of proposed water dividing by neighboring countries (located in the upper stream of transboundary rivers), where the main criteria is providing water resources for various sectors of the economy. It is clear that these countries will offer the river runoff according to the residual principle. In this position, Kazakhstan will have the problems not only in relation to the quantitative characteristics of runoff, but also the qualitative component of this transit flow.

Как показывают результаты исследований, на трансграничных постах повсеместно происходят изменения как гидрологического, так и гидрохимического режимов трансграничных рек Казахстана. Причем эти количественные изменения гидрологического и гидрохимического режимов не согласованы с Республикой Казахстан. Хотя та же Хельсинская конвенция рек, ратифицированная нами (Закон РК от 23 октября 2000 г., № 94-ІІ от 17 марта 1992 г.), рекомендует принимать изменения этих режимов на основе консенсуса между сопредельными государствами.

Учитывая тот факт, что Республика Казахстан является конечным участником водохозяйственных бассейнов трансграничных рек (за исключением рек Ертис, Есиль и Тобол), единственным и оптимальным вариантом вододеления для нас будет вариант определения потребности в воде речных и озерных экосистем, т.е. определение экологического стока для этих водотоков. При этом делению подлежат водные ресурсы трансграничных рек, имеющиеся сверх экологического стока. Иной концепции для Казахстана не существует, потому как другие варианты приведут нас к катастрофам, аналогичной «Аральской катастрофе».

Исходя из этого положения в статье будут исследованы изменения природных комплексов речных долин, вызванные нарушением (на территории сопредельных государств) гидрологического режима трансграничных рек; мировой опыт вододеления на трансграничных водотоках; научное обоснование экологического стока трансграничных рек Казахстана.

Анализ мирового опыта по вододелению на трансграничных водотоках. В настоящее время в мировой практике переговорных процессов по вододелению на трансграничных реках основной акцент делается на следующие международные конвенции и протоколы: Правила

пользования водами международных рек (Хельсинки, 1966); Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 1992); Конвенция о праве несудоходных видов использования международных водотоков (Нью-Йорк, 1997); Берлинские правила по водным ресурсам (2004); Европейская водная рамочная директива (2000); Конвенция о влиянии производства гидроэлектроэнергии на другие государства (Женева, 1923); Протокол о гражданской ответственности и компенсации за ущерб, причиненный трансграничным воздействием промышленных аварий на трансграничные воды (2003); Оперативное руководство Всемирного банка: Проекты по международным водотокам: Оперативная политика (октябрь 1994 года); Поправка к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (2003); Протокол по проблемам воды и здоровья к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Лондон, 1999); Протокол о гражданской ответственности и компенсации за ущерб, причиненный трансграничным воздействием промышленных аварий на трансграничные воды к Конвенции 1992 года по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер и к Конвенции 1992 года о трансграничном воздействии промышленных аварий (Киев, 2003) и др.

Анализ фундаментального труда Ю. Х. Рысбекова [1], показывает, что все процессы по водodelению в мировом масштабе можно разделить на следующие группы:

водodelение, основанное на консенсусе соседних государств, где полностью учитываются интересы всех государств (на примере гумидных зон, где вопрос не стоит остро, как в аридных зонах на основе Водно-Рамочной директивы Европейского союза 2000/60);

иностранное управление процессом водodelения на основе требований сопредельных государств (река Меконг);

водodelение с угрозой применения военной силы (на примере реки Нил, где Египет сел за стол переговоров с Суданом и Эфиопией для подписания рамочного соглашения только 23 марта 2015 года);

применение военных действий для водodelения (на примере реки Инд между Индией и Пакистаном).

Как известно, эти международные конвенции не содержат конкретных количественных характеристик водodelения по трансграничным рекам, а всего лишь рекомендуют провести процесс водodelения на основе консенсуса между договаривающимися сторонами.

К сожалению, как показывает практика переговоров Казахстана с Китаем, Россией, Кыргызстаном, Таджикистаном и Узбекистаном, ни одно из этих международных правил не действует на переговорных процессах. При этом из перечисленных государств сторонами, подписавшими Хельсинскую конвенцию, являются Казахстан, Россия и Узбекистан. Остальные государства не признают существующие конвенции по трансграничным рекам и озерам. Поэтому, игнорируя международные конвенции, каждый переговорный процесс превращается в индивидуальные переговорные процессы с особым подходом каждой договаривающейся стороны. Это заводит переговорные процессы в тупик, что отлично иллюстрируется результатами переговоров Казахстана и других стран Центральной Азии, Китая и России.

Из крупных речных бассейнов Республики Казахстан трансграничными являются реки Жайык, Тобол, Есиль, Ертис, Иле, Сырдария, Шу и Талас, многочисленные притоки этих речных бассейнов также являются трансграничными. В этой работе мы хотели бы осветить весь спектр проблем, имеющих в переговорных процессах по водodelению этих речных бассейнов.

Например, процесс водodelения с Российской Федерацией регламентируется межправительственным Соглашением между Республикой Казахстан и Российской Федерацией о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов, подписанным 7 сентября 2010 года. При этом рамочное «соглашение» не содержит количественных характеристик водodelения. Поэтому проблема остается в компетенции совместной комиссии, которая решает этот вопрос в зависимости от водности реального года по отношению рек Жайык (в том числе Илек), Есиль, Тобол, Ертис. Следует отметить, что по каждому трансграничному речному бассейну имеются свои рабочие группы экспертов. Анализ сборников [2, 3] показывает, что сохранение трансграничных речных экосистем путем обоснования экологического стока не

предусматривается. Всего лишь имеются так называемые «природоохранные попуски», которые по сути ничего из себя не представляют в восстановлении и сохранении речных экосистем. Эти природоохранные попуски в лучшем случае напоминают «минимально необходимые расходы воды» или «санитарные попуски», которые и привели к современным деградациям речных экосистем, т.е. наблюдается технократический подход к вододелению, где главным является обеспечение водой различных отраслей экономики.

Для Казахстана особо сложной является ситуация вокруг трансграничной реки Сырдарии, где республика ущемлена не только в процессе вододеления количественных характеристик, но и качественных составляющих транзитного стока, что является основной проблемой этого водного объекта. Практически сток реки Сырдарии по качественным показателям не пригоден не только для питьевых целей, но и для использования в различных отраслях экономики [4]. Процесс вододеления реки Сырдарии основывается на старом Постановлении Государственной экспертной комиссии Госплана СССР № 8 от 05. 05. 1982 года. Как ранее подчеркивали, и здесь сохранен технократический подход к вопросу вододеления, т.е. обеспечивается водой в первую очередь сельское хозяйство. Такой подход к вододелению является некорректным хотя бы потому, что транзитный сток в Казахстане не разбавляет загрязнители, попавшие в русло реки от коллекторно-дренажных сетей Узбекистана, где в составе загрязнителей преобладают сульфаты, хлориды, пестициды, гербициды и тяжелые металлы. При этом в настоящее время никто не говорит о том, что река Сырдария поменяла свой статус от гидрокарбонатного класса кальциевой группы на сульфатно-хлоридный класс натриевой группы.

Как интересный факт отметим, что в переговорных процессах при независимом Казахстане по линии Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии ни разу в повестку дня не был включен вопрос качества транзитного стока р. Сырдарии.

Теперь, что касается рек Шу и Талас, где идет процесс вододеления между Республикой Казахстан и Кыргызской Республикой. Распределение стока рек Шу и Талас между Казахстаном и Кыргызстаном осуществляется в соответствии с Положениями о вододелении, утвержденными Минводхозом СССР в 1983 году. В частности, при вододелении для реки Талас нормативным документом является «Положение о делении стока р. Талас», утвержденное 31 января 1983 года заместителем министра мелиорации и водного хозяйства СССР И. И. Бородавченко, а касательно р. Шу – «Положение о делении стока в бассейне р. Чу», также утвержденное заместителем министра мелиорации и водного хозяйства СССР И. И. Бородавченко 24 февраля 1983 года.

Анализ этих нормативных положений и фактических объемов деления водных ресурсов трансграничных рек Шу и Талас показывает, что и здесь подходы к делению воды являются чисто технократическими, т.е. обеспечение водой в первую очередь отраслей экономики без учета сохранения речной экосистемы [5–7]. Сохранение речной экосистемы отдано на откуп «минимально необходимым расходам воды», или «санитарным попускам». И как результат – деградация богатейших Фурмановского (ранее Гуляевского) и Уланбельского разливов на реке Шу и деградация озера Акколь на р. Талас. К сожалению, в этих переговорах также не рассматривается качество транзитного стока, несмотря на две ноты протеста Министерства иностранных дел Республики Казахстан по поводу загрязнения реки Шу органическими веществами и тяжелыми металлами.

В настоящее время предметом переговорных процессов по трансграничным рекам с Китайской Народной Республикой являются 24 трансграничных водотока, из которых некоторые пересекают или обозначают государственную границу между двумя странами. Хотя, по сути, предметом переговоров должны быть 36 водотоков. По предварительной договоренности с китайцами (в 2001 году) по ходу переговорных процессов перечень трансграничных водотоков будет диверсифицирован, т.е. расширен.

В ходе 17-летних переговоров по трансграничным рекам с КНР существенных достижений нет, несмотря на то, что межправительственное Соглашение о сотрудничестве в сфере использования и охраны трансграничных рек между РК и КНР было подписано 12 сентября 2001 года. Все это время шли процессы взаимного посещения трансграничных постов и бассейнов, ознакомление с водохозяйственными объектами, расположенными в этих бассейнах, с мето-

дами измерения расходов воды, вплоть до детального ознакомления с гидрометрическими вертушками и передачи информации в аналитические центры. До сих пор не согласованы результаты совместных исследований проблем трансграничных рек по следующим направлениям:

- влияние изменений климата на водные ресурсы;
- изменения ресурсов ледников и их влияние на водные ресурсы;
- анализ экологического состояния дельты реки Иле и озера Балкаш;
- влияние деятельности человека на экосистему бассейнов рек Иле и Ертис;
- изучение водосберегающих технологий в ирригации.

Только в 2015 году начата работа специальной рабочей группы по вододелению, первое заседания которой прошло в марте. Анализ «Сборника протоколов казахстанско-китайских переговоров по трансграничным рекам» [2, 3] наводит на мысль, что делается все для того, чтобы затянуть переговоры во времени для полного освоения водных ресурсов на территории КНР и лишь только после этого приступить к вопросам вододеления.

Согласно «Соглашению между Правительством Республики Казахстан и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве в области охраны окружающей среды» (от 13 июня 2011 года, Астана) рассмотрение качества транзитного стока трансграничных рек отдано второй совместной комиссии (в рамках Программ Шанхайской организации сотрудничества). Как нам представляется, данное решение является алогичным, потому как количественные и качественные характеристики транзитного стока трансграничных рек неделимы и должны рассматриваться в одной совместной комиссии, а не растаскиваться по отдельным комиссиям. Такая разрозненность ведет к отсутствию координации работ между двумя комиссиями (подтверждается опытом работы этих комиссий за последние четыре года) и затягиванию переговорных процессов во времени.

В китайском проекте межправительственного соглашения по вододелению удовлетворение речной экосистемы (озерной) в воде занимает седьмую позицию после обеспечения водой орошения, энергетики, промышленности, сельхозводоснабжения и жилищно-коммунального хозяйства и т.д. В казахстанском варианте проекта соглашения обеспечение водой речной (озерной) экосистемы стоит на первом месте, что означает: в первую очередь, необходимо определить потребности в воде этих экосистем и только после этого делить оставшуюся воду между двумя странами, т.е. речная (озерная) экосистема должна стать полноправным участником водохозяйственного баланса трансграничных рек. В противном случае угроза существованию озер Балкаш, Жайсан и Алаколь. **Тем более, статья 20 «Защита и сохранение экосистем» Конвенции о праве несудоходных видов использования международных водотоков (Нью-Йорк, 1997) гласит: «Государства водотока индивидуальны и при необходимости совместно обеспечивают защиту и сохранение экосистемы международных водотоков».**

Мы предлагаем использовать в качестве критерия вододеления **экологический сток трансграничных рек**, т.е. прежде чем делить транзитный сток трансграничных рек, необходимо определить потребность самой речной (озерной) экосистемы в воде и делить оставшийся сток между договаривающимися сторонами.

В понимании авторов этой работы экологический сток рек определяется потребностью самой речной и озерной экосистем. Причем экологический сток рек каждого реального года имеет внутригодовое распределение, аналогичное внутригодовому распределению при естественном гидрологическом режиме водотоков. Экологический сток рек не может быть постоянной величиной и разовой операцией в течение года между странами, а является переменной величиной в зависимости водности реального года. В противном случае о сохранении экосистем можно будет забыть, и в результате получим экологическую катастрофу, аналогичную Аральской.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рысбеков Ю.Х. Трансграничное сотрудничество на международных реках: проблемы, опыт, уроки, прогнозы экспертов. – Ташкент: НИЦ МКВК, 2009. – 185 с.
- [2] Сборник протоколов казахстанско-китайских переговоров по трансграничным рекам / Под ред. акад. РАВН, д.т.н., профессора М. Ж. Бурлибаева. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2011. - 468 с.
- [3] Сборник протоколов казахстанско-китайских переговоров по трансграничным рекам. – Т. 1. Использование и охрана трансграничных рек / Под ред. акад. РАВН, д.т.н., профессора М. Ж. Бурлибаева. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2015. – 584 с.
- [4] Бурлибаев М.Ж., Бурлибаева Д.М. и др. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2014. – 744 с.
- [5] Бурлибаев М.Ж., Турмагамбетов М.А., Орман А.О., Скольский В.А., Мирхашимов И.Х., Джумагулов А.А. Сравнительно-правовой анализ водных законодательств сопредельных с Казахстаном государств и подготовка рекомендаций для гармонизации механизма управления трансграничными реками. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2011. - 316 с.
- [6] Бурлибаев М.Ж., Бурлибаева Д.М. и др. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2014. – 408 с.
- [7] Бурлибаев М.Ж., Бурлибаева Д.М. и др. Затопление поймы Ертиса – главный фактор устойчивого развития речной экосистемы. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2014. – 396 с.

Т. А. ГУМАРОВА

Университет Нархоз, Алматы, Казахстан

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Арал теңізі бассейнінің аймақтарының экологиялық, әлеуметтік және экономикалық мәселелерді шешу мүмкіндіктері талқыланады.

Рассмотрены возможные пути решения экологических, социальных и экономических проблем регионов бассейна Аральского моря.

The article considered possible solutions to environmental, social and economic problems of the Aral Sea Basin regions.

Введение. Современная концепция взаимодействия человека и природы основывается на идеях устойчивого развития, которые объединяют три основные проблемы – экологическую, социальную и экономическую. Экологические и социальные проблемы считаются приоритетными, поскольку именно они ограничивают экономическое развитие стран и благосостояние населения.

Постановка проблемы. Проблема воды является ключевой в Центральной Азии, и это проблема с каждым годом обостряется. Особое место в ней занимают социально-экономические и экологические последствия в Аральском регионе. Несбалансированное распределение водных ресурсов, а также различия в сезонной потребности создают конфликтные предпосылки между стран. Водное хозяйство и орошаемое земледелие Аральского бассейна претерпевает достаточно сложный период. Необходимо найти новые подходы, увязывающие водохозяйственное развитие с окружающей средой и поддержанием важнейших экосистем. В настоящее время около 345 тыс. км² площади бассейна казахстанской части Аральского моря составляют две административные области – Кызылординская и Южно-Казахстанская (таблицы 1, 2). С целью социальной защиты Приаралья зоной экологического бедствия названы 7 районов Кызылординской области и г. Кызылорда.

Основу экономики Кызылординской и Южно-Казахстанской областей Казахстана составляет промышленность. В этой сфере занято больше четверти работающего населения областей и создается около 50,0 % валового регионального продукта [1].

Таблица 1 – Социальное состояние Кызылординской области на 2015 год

№	Районы Кызылординской области	Население, чел.	Площадь, км ²
1	Всего по области	766 400	226 076
2	Г. Кызылорда	270 000	210
3	Г. Байконыр	73 100	57
4	Аральский район	76 300	57
5	Жалагашский район	36 900	27,1
6	Жанакорганский район	81 400	16,6
7	Казалинский район	75 900	37,6
8	Кармакшинский район	53 900	31
9	Сырдарьинский район	40 000	32,3
10	Шиелеский район	80 700	34,2

Таблица 2 – Социальное состояние Южно-Казахстанской области на 2015 год

№	Районы Южно-Казахстанской области	Население, чел.	Площадь, км ²
1	Всего по области	2 829 021	117 249
2	Г.Шымкент	662 100	356
3	Г. Арыс	67 400	6274
4	Г. Кентау	89 400	528
5	Г.Туркестан	243 900	7440
6	Байдибекский район	54 100	7219
7	Казыгуртский район	106 700	4093
8	Мактааральский район	296 200	1769
9	Ордабасинский район	114 200	2726
10	Отырарский район	56 300	18 071
11	Сайрамский район	311 000	1665
12	Сарыагашский район	303 000	7613
13	Сузакский район	56 800	41 049
14	Толедбийский район	132 100	3151
15	Тюлькубасский район	106 623	2338
16	Шардаринский район	78 544	12 957

Методика исследования. Базируется на диалектическом познании. В работе применялись методы сравнительного, статистического и системного анализа, абстрактно-логический и экономико-математические методы, экспертные оценки.

Результаты исследований. Бассейн Аральского моря как природный ресурс предоставляет человеку материальные услуги и блага – продовольствие, сырье, топливо, ресурсы дикой природы, чистую воду, воздух. Следовательно, материальные блага и здоровье человека непосредственно определяются экосистемными функциями, услугами и состоянием природных экосистем. Основным механизмом, определяющим состояние экосистем, является биогеохимический круговорот, включающий биогеохимические потоки в системе: атмосфера – суша – гидрографическая сеть – речные долины – Аральское море [2]. В настоящее время восстановление всего Аральского моря невозможно. Большой Арал продолжает быстро мелеть. Мелководный водоем на востоке и более глубокий западный водоем соединяет сейчас лишь длинный узкий канал. Еще до недавнего времени многие ученые считали Аральское море безвозвратно потерянным. Однако Казахстан предпринял попытку хотя бы частично восстановить северный Малый Арал. За счет строительства Кокаральской плотины произошло распреснение, и площадь зоны с соленостью на 1–10% увеличилась. Впервые за многие годы в море стали встречаться представители аборигенной ихтиофауны: сазан, лещ, жерех, судак и другие (таблицы 3, 4). Стала восстанавливаться и ранее утраченная кормовая база, состоящая из пресноводных и солоноватоводных организмов. Следовательно, значительные по размеру участки этого водоема являются экологически и экономически продуктивными [3, 4].

В бассейне Аральского моря находятся два крупных речных бассейна: Сырдария на севере и Амудария на юге (таблица 5).

На использование вод Амударии и Сырдарии практически опирается вся экономика Казахстана, Узбекистана, Туркмении и Кыргызстана. Сохранять в центре пустыни огромный водоем, в сущности гигантский испаритель, каким является Аральское море, является большим расточительством [5]. Гораздо выгоднее с экономической точки зрения, чтобы воды Амударии и Сырдарии испарялись не с поверхности Арала, а с орошаемых полей, давали хлопок, рис и другие сельскохозяйственные продукты [6, 7]. Развитие промышленности и сельского хозяйства в бассейне Аральского моря привело к возникновению внутренних источников загрязнения. Ежегодный объем техногенных выбросов загрязняющих веществ составляет в пределах бассейна

Таблица 3 – Динамика уловов рыбы в Аральском море до экологического кризиса, т

Вид рыбы	Годы										
	1961	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Лещ	8920	600	640	790	1100	1608	1975	1381	528,9	66,8	6,0
Сазан	9940	1390	1000	990	1050	1346	328	219,5	100,9	–	373,5
Вобла	6950	2360	1350	1380	1980	2277	1423	418,6	213,9	242,8	68,6
Усач	1220	330	344	260	316	361,2	306	134,6	27,8	0,4	–
Судак	2740	8290	12	10680	6630	5351	4474	3500	2696	1689	2479
Щука	650	120	10	40	360	128,8	30	9,5	44,9	–	–
Сом	920	430	ПО	320	450	248,5	61	20,6	30,1	–	2,2
Жерех	900	1010	1000	1460	2740	554,3	207	195,4	7,9	–	–
Змееголов	–	–	50	180	500	72,5	38	34,8	158,8	–	–
Белый-амур	–	40	10	20	50	306,9	101	58,8	148,1	–	–
Толстолобик	–	10	13	–	10	485,8	14	29,1	48,6	–	–
Прочие	1480	370	200	850	210	422,9	68	4	39	9,3	5,5
Итого	33720	149500	16719	16968	15500	13462	9027	6007	4045	2009	2935

Таблица 4 – Динамика уловов рыбы в Малом Аральском море после строительства Кокаральской плотины, т

Год	Виды рыб														Всего
	кам-бала	лещ	судак	сазан	плот-ва	же-рех	че-хонь	щу-ка	б-глаз-ка	б-амур	б/толс-толо-бик	к/пер-ка	сом	з/го-лов	
2005	303	57	30	181	69	25	30	–	–	–	–	–	–	–	695
2006	700	120	70	190	250	30	–	–	–	–	–	–	–	–	1360
2007	640	410	260	260	370	80	40	–	–	–	–	–	–	–	1910
2008	410	360	170	170	340	90	–	–	–	–	–	–	–	–	1490
2009	615	470	185	125	410	80	–	–	–	–	–	–	–	–	1885
2010	715	835	245	115	765	70	65	–	–	–	–	–	–	–	2810
2011	710	1210	365	70	1040	65	–	–	–	–	–	–	–	–	3520
2012	720	1639	416	117	1100	96	101	75	–	–	–	–	–	–	4189
2013	720	1639	648	104	1100	162	156	24	96	11	18	123	71	36	4908
2014	510	1982	820	146	1372	180	175	31	75	10	15	154	85	40	5595
2015	102	2745	1025	265	2105	240	260	56	54	8	12	193	94	53	7212

Таблица 5 – Реки бассейна Аральского моря

№	Показатели	Сырдария	Амудария
1	Площадь бассейна, тыс. км ²	219	309
2	Длина, км	2212	2540
5	Мутность воды, г/м ³	2000	2500-4000
6	Среднегодовой приток, км ³	37	30
7	Общ. площадь водозабора, тыс. км ²	462	226,8
9	Крупное водохранилище, млн м ³	Шардаринское (5200)	Каркидон (220)
10	Емкость водохранилищ, км ³	27	17
11	Питание рек, %	Грунтовое(50)	Ледниковое (5)
12	Поводки	Весенне-летние	Летне-осеннее
13	Наибольший сток	Июнь	Июнь

7,5 млн т/год, из которых 43,8 % приходится на Казахстан, 28,7 % – на Узбекистан, 22,9 % – на Туркменистан и 4,6 % – на Кыргызстан и Таджикистан [8, 9].

Анализ причин и последствий Аральского кризиса позволяет сделать вывод, что основная проблема с водными ресурсами в бассейне Аральского моря заключается не в ограниченном объеме, а в крайне нерациональном их использовании.

Обсуждение результатов. Обретение государствами Центральной Азии независимости не только обострило экологическую и социально-экономическую ситуацию, но и привело к возникновению сложных политических проблем. До 1991 г. территория Центральной Азии была в составе единого союзного государства, а экономика союзного государства составляла единый народнохозяйственный комплекс. Это касалось и водных ресурсов. После 1991 г. единый воднохозяйственный комплекс был практически разрушен. Режим работы крупных водохранилищ в верховьях рек в Кыргызстане и Таджикистане был изменен с ирригационного на энергетический. Это привело к увеличению зимних и сокращению летних попусков более чем в 2 раза, что поставило остальные страны в очень тяжелое положение (таблицы 6, 7).

Таблица 6 – Поверхностные водные ресурсы бассейна Аральского моря (среднегодовой сток, км³/год)

Страна	Речной бассейн		Всего в бассейне Аральского моря	
	Сырдария	Амудария	км ³	%
Казахстан	2.516	–	2.516	2,2
Кыргызстан	27.542	1.654	29.196	25,2
Таджикистан	1.005	58.732	59.737	51,5
Туркменистан	—	1.405	1.405	1,2
Узбекистан	5.562	6.791	12.353	10,6
Афганистан и Иран	–	10.814	10.814	9,3
Итого по бассейну Аральского моря	36.625	79.396	116.021	100

Таблица 7 – Запасы подземных вод и их использование в странах бассейна Аральского моря, млн м³/год

Государство	Резервы подземных вод	Резервы, которые можно изымать	Общее факт. изъятие	Включая различных пользователей и цели					
				Бытовое водо-	Про-мыш-	Оро-шение	Скважины верт.	Испытан. откачкой	Другие
Казахстан	1846	1224	420	288	120	0	0	0	12
Кыргызстан	862	670	407	43	56	308	0	0	0
Таджикистан	6650	2200	990	335	91	550	0	0	14
Туркменистан	3360	1220	457	210	36	150	60	1	0,15
Узбекистан	18455	7796	7749	3369	715	2156	1349	120	40
Всего по бассейну	31173	13110	10023	4245	1018	3164	1409	121	66

Приведенные в таблице 7 материалы свидетельствуют о том, что все страны региона располагают резервными фондами подземных вод в бассейне Аральского моря. Практически все они используют водные ресурсы в бытовых и промышленных целях. Согласно статистическим прогнозам, население бассейна Аральского моря к 2025 году составит 50–70 млн человек. Требования на воду в промышленности будут приблизительно расти пропорционально росту численности населения и удвоятся к 2020–2025 гг. [10].

Заключение. По результатам проведенного нами исследования можно сделать следующие выводы:

1. Бассейн Аральского моря находится в условиях нарастающего экологического кризиса, который превращается в кризис благосостояния населения.

2. Улучшение состояния природных экосистем является единственным условием, обеспечивающим устойчивое развитие и повышение благосостояния населения.

3. В настоящее время Казахстан сделал ставку на «зеленую» экономику и стремительно переходит в режим ее активации, переход страны к данной концепции связан с глобальными трендами мировой экономики, усиливающимися темпами истощения природных ресурсов, ростом экологических рисков и угроз. Сейчас в Казахстане создана современная нормативно-правовая база для перехода к «зеленой» экономике: принята Стратегия-2050, ратифицированы международные экологические конвенции (более 30), а также договоры двухстороннего и многостороннего сотрудничества (около 60), принят Экологический кодекс, утвержден план мероприятий по реализации Концепции на 2013–2020 годы.

4. Состав мероприятий в среднесрочной перспективе (до 2025 г.) должен включать комплексное переустройство существующих оросительных систем на 50 % площади орошаемых земель. Эффективность комплексного переустройства определяется тем, что, во-первых, орошение земель обеспечивает производство сельскохозяйственной продукции и сырья для внутреннего потребления и экспорта; во-вторых, орошаемое земледелие является основным водопотребителем и основной причиной экологического, социального и экономического кризиса; в-третьих, переустройство существующих оросительных систем является единственным фактором восстановления экологического каркаса бассейна. Остальные 50 % орошаемых земель, характеризующиеся средним и сильным засолением и малой продуктивностью, целесообразно вывести из оборота.

5. Обоснование состава, объема и очередности реализации указанных мероприятий должно основываться на оценке экологической, социальной и экономической эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Указ Президента РК «О системе государственного планирования». Программа Развития Кызылординской области на 2011–2015 годы от 18 июня 2009 года, № 827.
- [2] Данилов-Данильян В.И. Устойчивое развитие (теоретико-методологический анализ) // Экономика и математические методы. – 2003. – Т. 39, № 2.
- [3] З.Айдаров И.П. Очерки по истории развития орошения в СССР и России. – М., 2006.
- [4] Русманова Т.С., Афанасьева И.А. Изменение климата и биоклимата побережья Аральского моря в связи с понижением его уровня // Комплексные биоклиматические исследования. – М., 1988.
- [5] Алибеков Л.А., Алибекова С.Л. Социально-экономические последствия процесса опустынивания в Центральной Азии // Вестник Российской академии наук. – 2007. – Т. 77, № 5.
- [6] Аладин Н.В. Арал: прошлое, настоящее, будущее – два века исследований на Аральском море // Аридные экосистемы. – 2010. – Т. 16, № 1(41).
- [7] Бассейновый план интегрированного управления водными ресурсами и водоснабжения Арало-Сырдарьинского водохозяйственного бассейна // Международный фонд спасения Арала. – Ташкент, 2011.
- [8] Камалов Ю. Экосистемы рек бассейна Аральского моря: существующие и ожидаемые угрозы. – Женева, 2004. – С. 1-5.
- [9] Айдаров И.П. Регулирование водного, солевого и питательного режимов орошаемых земель. – М., 1985.
- [10] Пегов С.А., Хомяков П.М. Моделирование развития экологических систем. – Л.: Гидрометиздат, 1991.

С. К. ДАВЛЕТГАЛИЕВ

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ПРОГНОЗ ГИДРОГРАФА СТОКА РЕКА ЖАЙЫК – СЕЛО КУШУМ НА ОСНОВЕ СМОДЕЛИРОВАННЫХ РЯДОВ

Ауа температурасы, атмосфералық жауын-шашын және айлық ағынды көрсеткіштерінің біріктірілген модельдеу мүмкіндігін канондық жіктеу әдісімен көрсетілген. Модельдеу әдістемесі ассиметрия, вариация коэффициенттерін және оның орташа мәндерін, сонымен қатар авто- және өзара корреляциясын сақтауға мүмкіндік береді. Ағынды қалыптастырушы факторлардың модельденген мәндері метеорологиялық факторлар болжау мәліметтері бойынша ағынды гидрографын ұзақмерзімді болжауды кезінде қолдануға болады.

Показана возможность совместного моделирования значений месячного стока, осадков и температуры воздуха методом канонического разложения. Методика моделирования позволяет сохранить значения средних коэффициентов вариации и асимметрии, а также коэффициентов авто- и взаимной корреляции. Смоделированные значения стокообразующих факторов могут быть использованы для составления долгосрочных прогнозов гидрографов стока по данным прогноза метеорологических факторов.

The work shows the possibility of jointed simulation of monthly stream flow, precipitation and air temperature with the method of canonical expansions. The method of simulation permits to keep main mean variation and asymmetry coefficients as well as autocorrelation and cross-correlation coefficients. The necessity of joint statistic simulation of not only stream flow, but also runoff factors, in particular, precipitation and air temperature arises when a number of water management and hydrological problems are solved. Such a problem may arise in the stream flow forecasting with taking into consideration of possible climate change.

Введение. Вопросу моделирования гидрографов месячного стока, в том числе групповому их моделированию, посвящен ряд работ [1–6, 8–11]. Достоинство и недостатки этих методов обсуждены в [3]. Однако в этих работах не рассмотрена возможность их применения для совместного моделирования месячного стока и стокообразующих факторов.

При решении ряда водохозяйственных и гидрологических задач возникает необходимость совместного статистического моделирования не только величин стока, но и стокообразующих факторов, в частности осадков и температур воздуха. Такая задача может возникнуть при прогнозировании стока с учетом возможных изменений климата.

Задача моделирования заключается в получении множества гидрографов стока, отвечающих определенным состояниям осадков и температуры воздуха.

Получение множества реализаций гидрографов стока и стокообразующих факторов можно рассматривать как задачу моделирования случайных векторов и процессов, заданных в конечном интервале времени. Моделирование может проводиться методом условных распределений, для чего должны быть известны многомерные распределения процесса. Вопрос выбора многомерных распределений вероятностей окончательно не решен [5]. Поэтому с практической точки зрения способы получения возможных реализаций случайного процесса в рамках корреляционной теории оказываются более приемлемыми, чем в рамках многомерных распределений. В этом случае задача моделирования процессов, отличных от нормальных, сводится к моделированию нормальных процессов с последующим переходом к исходному закону распределения. Нормальные процессы однозначно задаются матрицей корреляционных моментов, и, следовательно, моделирование их в рамках корреляционной теории равносильно моделированию по заданным многомерным распределениям. С этой позиции наилучшим методом для статистического моделирования процесса стока может служить каноническое разложение. Оно позволяет охарактеризовать случайный процесс совокупностью независимых случайных величин и неслучайных функций. Метод является оптимальным в классе линейных преобразований. По сути дела, здесь мы имеем разложение по естественным ортогональным составляющим (метод главных компонент). Целесообразность ее применения для моделирования речного стока отмечена в [8].

Важным преимуществом метода канонического разложения является возможность его обобщения для моделирования взаимосвязанных гидрометеорологических рядов одновременно в нескольких створах [2, 3, 7]. Задача моделирования сводится к моделированию случайных векторных функций.

В качестве исходной информации в работе использовались обширный архивный и фондовый материал РГП «Казгидромет» (УГКС КазССР), справочные и каталожные данные государственного водного кадастра, монография «Ресурсы поверхностных вод СССР».

Методика исследований. Каноническое разложение случайных векторных функций получается естественным образом путем обобщения формул одномерного случая. Для этого, как показано в [7], достаточно в соответствующих соотношениях аргумент t заменить совокупностью аргументов t и ввести номер составляющих случайной векторной функции ℓ . Тогда разложение случайной векторной функции задается следующей формулой:

$$Q_{\ell}(t_{\nu}) = m_Q(t_{\nu}) + \sum_{i=1}^N \sum_{\nu=1}^M \varphi_{\nu\ell}^{(i)}(t_{\nu}) V_{\nu}, \quad (1)$$

$$(i, \ell = 1, \dots, N)$$

где

$$\varphi_{\nu\ell}^{(i)}(t_{\nu}) = \frac{1}{D_{\nu}^{(i)}} \left[K_{i\ell}(t_{\nu} t_{\mu}) - \sum_{k=1}^{i-1} \sum_{m=1}^M D_m^{(k)} \varphi_{mi}^{(k)}(t_{\nu}) \varphi_{mi}^{(k)}(t_{\mu}) - \sum_{m=1}^{\nu-1} D_m^{(i)} \varphi_{mi}^{(i)}(t_{\nu}) \varphi_{mi}^{(i)}(t_{\mu}) \right] \quad (2)$$

– авто- и взаимнокоординатные функции;

$$D_{\nu}^{(i)} = K_{ii}(t_{\nu} t_{\nu}) - \sum_{k=1}^{i-1} \sum_{m=1}^M D_m^{(k)} [\varphi_{mi}^{(k)}(t_{\nu})]^2 - \sum_{m=1}^{\nu-1} D_m^{(i)} [\varphi_{mi}^{(i)}(t_{\nu})]^2 \quad (3)$$

– дисперсия случайных коэффициентов V ; $K_{ii}(t_{\nu} t_{\mu})$ – корреляционные и взаимокорреляционные функции векторной случайной функции $Q_l(t)$; M – количество расчетных интервалов в году (месяцы, декады).

Здесь

$$\nu = 1, 2, \dots, M;$$

$$\mu > \nu; \mu = \nu + 1, \nu + 2, \dots, M \text{ (при } \ell = i);$$

$$\mu = 1, 2, \dots, M; \mu = i + 1, i + 2, \dots, N \text{ (при } \ell > i).$$

Записав выражение (1) для центрированных функций, умножив обе части полученного равенства на V и выполнив операцию математического ожидания, а также учитывая свойства случайных коррелированных коэффициентов, получим координатные функции первой составляющей $Q_1(t)$ и ее взаимнокоординатную функцию с другими составляющими. Далее, принимая во внимание отличие канонического разложения составляющих $Q_2(t), Q_3(t), \dots, Q_N(t)$ от $Q_1(t)$, определяем каноническое разложение второй составляющей $Q_2(t)$ и получаем формулу для корреляционных функций $Q_3(t)$ и ее взаимнокорреляционную функцию с остальными составляющими $Q_3(t), \dots, Q_N(t)$. Из этой формулы определяются авто- и взаимнокоординатные функции составляющей $Q_2(t)$. Продолжая этот процесс, построим по очереди каноническое разложение всех составляющих случайной векторной функции $Q_{\ell}(t)$.

Формула (1) для канонического разложения трех случайных функций применительно к данной задаче может быть записана в виде

$$Q(t) = m_Q(t) + \sum_{\nu=1}^M \varphi_{\nu 1}^{(1)}(t) V_{\nu}^{(1)},$$

$$P(t) = m_P(t) + \sum_{\nu=1}^M \varphi_{\nu 2}^{(1)}(t) V_{\nu}^{(1)} + \sum_{\nu=1}^M \varphi_{\nu 2}^{(2)}(t) V_{\nu}^{(2)},$$

$$T(t) = m_T(t) + \sum_{\nu=1}^M \varphi_{\nu 3}^{(1)}(t) V_{\nu}^{(1)} + \sum_{\nu=1}^M \varphi_{\nu 3}^{(2)}(t) V_{\nu}^{(2)} + \sum_{\nu=1}^M \varphi_{\nu 3}^{(3)}(t) V_{\nu}^{(3)}, \quad (4)$$

где $m_Q(t)$, $m_P(t)$, $m_T(t)$ – математическое ожидание составляющих $Q(t)$, $P(t)$, $T(t)$; $V_v^{(1)}$, $V_v^{(2)}$, $V_v^{(3)}$ – некоррелированные случайные величины, математические ожидания которых равны нулю; $\varphi_{v_2}^{(1)}(t)$, $\varphi_{v_3}^{(1)}(t)$ – взаимные координатные функции $Q(t)$ с составляющими $P(t)$ и $T(t)$; $\varphi_{v_3}^{(2)}(t)$ – то же, составляющих $P(t)$ и $T(t)$; $\varphi_{v_3}^{(3)}(t)$ – координатные функции составляющей $T(t)$. Здесь $Q(t)$ означает сток, $P(t)$ – атмосферные осадки, $T(t)$ – температура воздуха.

Координатные функции $\varphi_{v_3}^{(1)}(t)$, $\varphi_{v_3}^{(2)}(t)$, $\varphi_{v_3}^{(3)}(t)$ и дисперсии случайных величин вычисляются по формулам, приведенным в [3], где рассматривается возможность метода канонического разложения для группового моделирования гидрографов стока. Функции $\varphi_{v_1}^{(1)}$, $\varphi_{v_2}^{(1)}$, $\varphi_{v_2}^{(2)}$ определяются из (2) при $i = 1$, $\ell = 1$; $i = 1$, $\ell = 2$ и $i = 2$, $\ell = 2$.

Статистическое моделирование месячного стока, осадков и температуры воздуха выполнено по формуле (4). Из нее следует, что сначала строится каноническое разложение стока первой составляющей $Q(t)$, как и в случае одномерного разложения, затем по значениям $\varphi_{v_2}^{(1)}(t)$, $\varphi_{v_2}^{(2)}(t)$ – каноническое разложение второй составляющей $P(t)$, по функциям $\varphi_{v_3}^{(1)}(t)$, $\varphi_{v_3}^{(2)}(t)$, $\varphi_{v_3}^{(3)}(t)$ – разложения третьей составляющей $T(t)$. Алгоритм моделирования величин стока, осадков и температур воздуха гидрографов стока заключается в следующем:

1. Оценка однородности рядов наблюдений.
2. Ввод исходных данных – реализация месячных величин стока, осадков и температур воздуха и таблицы $K(P, C_v)$ для распределения С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля при соответствующих соотношениях между параметрами C_v и C_s .
3. Вычисление математических ожиданий, коэффициентов вариации и асимметрии, матрицы корреляционных моментов и нормированной корреляционной матрицы, коэффициентов автокорреляции месячного стока, осадков и температуры воздуха.
4. Ввод отношения между параметрами C_v и C_s .
5. Оценка несмещенного значения коэффициентов вариации и автокорреляции.
6. Определение средних месячных расходов воды по уравнению авторегрессии с учетом связи между смежными членами стокового ряда.
7. Вычисление координатных функций и дисперсии случайных коэффициентов.
8. Формирование случайных коэффициентов V_v с заданным стандартным отклонением и нулевым математическим ожиданием.
9. Получение реализации случайных величин по уравнению канонического разложения.
10. Определение вероятности (обеспеченности) переменных, вычисленных в пункте 9.
11. Преобразование рассчитанных значений обеспеченности (0–100%) в табличный интервал от 0,001 до 99,9 %.
12. Вход по полученным значениям обеспеченности в таблицу кривой распределения Крицкого–Менкеля при заданном C_v и C_s/C_v и вычисление модульных коэффициентов стока путем интерполяции их табличных значений.
13. Сравнение статистических параметров исходных и смоделированных рядов.

Моделирование стока и стокообразующих факторов по месячным интервалам времени предполагает статистическую обработку данных и установление их закона распределения.

Закон распределения рассматриваемых величин может быть определен по критериям согласия. В этой работе использован критерий Пирсона χ^2 . Установлено, что месячные величины стока, осадков и температур воздуха хорошо описываются кривой распределения Крицкого–Менкеля при различных соотношениях между параметрами C_s и C_v .

Результаты исследований и их обсуждение. Важным критерием качества модели является совпадение параметров кривых обеспеченностей наблюдаемых и смоделированных рядов. Сравнение параметров месячных значений изучаемых величин показано в таблице 1. Из этой таблицы видно хорошее соответствие средних и коэффициентов вариации месячных значений стока, осадков и температур воздуха при продолжительности смоделированных рядов $n = 1000$ лет. Расхождение между наблюдаемыми и смоделированными значениями коэффи-

Таблица 1 – Статические параметры среднемесячных расходов, осадков и температур воздуха для наблюдаемых (1-я строка) и с моделированных (2-я строка) рядов (n = 1000)

Параметр	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Река Жайык – село Кушум													
Q, м ³ /с	82,2	74,3	67,3	1130	1548	480	240	162	128	110	102	75	350
	84,5	77,5	67,4	1147	1575	476	241	162	127	106	101	74	354
Cv	0,47	0,53	0,49	0,58	0,56	0,5	0,41	0,38	0,41	0,4	0,45	0,52	0,41
	0,5	0,57	0,52	0,58	0,6	0,51	0,39	0,38	0,41	0,39	0,46	0,5	0,42
Cs/Cv	5	4	4	3	3	1	5	1	6	6	6	6	0,62
	5,4	4,2	4,2	2,9	3,1	1	3,6	0,8	4,9	5,2	4,7	5,4	1,35
r	0,3	0,46	0,1	0,06	0,26	0,09	0,19	0,17	0,2	0,16	0,08	0,06	0,22
	0,27	0,42	0,09	0,1	0,3	0,13	0,18	0,17	0,15	0,18	0,07	0,1	0,24
Осадки													
X, мм	20	15,4	17,1	25,2	21,4	26	21,9	17,8	18	23,3	24,4	22,6	21,1
	20,8	15,6	17,8	26	21,6	25,9	22,2	17,3	17,8	23,6	24,5	22,5	21,3
Cv	0,51	0,54	0,56	1,17	0,49	0,47	0,51	0,61	0,54	0,48	0,43	0,43	0,21
	0,53	0,53	0,57	1,16	0,48	0,48	0,53	0,65	0,56	0,47	0,42	0,44	0,22
Cs/Cv	6	1	2	4	6	5	1	1	1	1	3	2	1,44
	4,4	1	1,8	3,3	4,1	4,4	1	1,1	1	1,2	3,4	2,2	1,2
r	0,12	-0,15	0,1	-0,02	0,04	0,15	-0,11	0,12	0,05	-0,15	-0,34	-0,12	0,05
	0,1	-0,14	0,11	0,06	0,04	0,05	-0,1	0,06	0,01	-0,18	-0,3	-0,11	0,05
Температура воздуха													
T	-10,3	-10	-3,02	9,01	16,8	22	24,4	22,2	15,7	6,88	-0,77	-7,15	7,14
	-10,1	-9,93	-3	8,93	16,8	22,1	24,5	22,3	15,8	7,04	-0,74	-7,18	7,29
Cv	0,26	0,26	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,18	0,03
	0,28	0,27	0,15	0,1	0,1	0,1	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1	0,18	0,05
Cs/Cv	5	1	2	5	4	6	5	4	4	1	1	2	-0,34
	4,9	1	2,9	3,9	4,7	5,1	4,6	4,3	4,4	1,3	1,5	2,5	0,28
r	0,27	-0,19	0,09	-0,11	0	0,35	0	0,14	-0,15	0,22	0,2	0,15	0,07
	0,26	-0,2	0,04	-0,06	0,03	0,32	-0,02	0,08	-0,1	0,22	0,26	0,12	0,14

циентов асимметрии автокорреляции первого порядка лежат в пределах точности расчета этих параметров. Модель канонического разложения также хорошо воспроизводит корреляционную и взаимокорреляционную матрицу. В таблице 2 приведены фрагменты корреляционной матрицы стока, осадков и температур воздуха.

В таблице 3 представлена взаимокорреляционная матрица стока и осадков. Как видно из этой таблицы, связь между стоком и месячными осадками для зимних месяцев отсутствует, а для летних месяцев связь между ними характеризуется коэффициентами корреляции 0,16–0,30, июньские осадки существенно влияют на сток июня–сентября. Отсутствие связи между стоком и осадками зимних месяцев для данного района соответствует условиям формирования стока р. Жайык. Здесь сумма осадков зимнего периода (сентябрь–март) определяет величину весеннего стока этой реки.

Ввиду слабой зависимости месячных значений стока от месячных значений осадков и температур воздуха выбор гидрографа стока, соответствующего определенным значениям осадков и температур воздуха, необходимо проводить с осторожностью. Одним и тем же значениям осадков и температур воздуха может соответствовать несколько гидрографов различной водности. В этом случае необходимо учитывать особенность формирования стока реки. Так, для р. Жайык водность года определяется величиной суммы зимних осадков и температурой воздуха за период таяния снега.

Таблица 2 – Корреляционная матрица наблюдаемых (1-я строка) смоделированных (2-я строка) рядов стока, осадков и температуры воздуха

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Р. Жайык – с. Кушум												
I	1	0,95	0,53	0,34	0,33	0,19	0,24	0,32	0,33	0,18	0,07	0,08
		0,92	0,52	0,34	0,38	0,22	0,32	0,39	0,39	0,18	0,13	0,06
II	1	0,53	0,31	0,35	0,24	0,33	0,4	0,42	0,21	0,1	0,07	
		0,49	0,31	0,39	0,25	0,37	0,43	0,42	0,18	0,11	0,04	
III	1	0,19	0,06	0,18	0,13	0,17	0,27	0,15	0,11	0,19		
		0,18	0,05	0,15	0,13	0,19	0,27	0,1	0,06	0,13		
Осадки												
IV	1	0,06	-0,1	0,23	0,26	-0,08	0,13	0,06	-0,27			
		0,08	-0,04	0,19	0,25	-0,04	0,1	0,05	-0,21			
V	1	0,44	0,38	0,07	0,04	-0,01	0,01	0,02				
		0,36	0,34	0,06	0,06	0	-0,01	0,03				
VI	1	0,12	0,26	0,03	0,04	-0,04	0,03					
		0,02	0,26	-0,05	0,04	-0,04	0,04					
Температура воздуха												
VII	1	0,15	0,26	0,23	0,02	-0,05						
		0,15	0,24	0,12	0,01	-0,01						
VIII	1	-0,17	-0,14	-0,23	0,1							
		-0,18	-0,2	-0,23	0,09							
IX	1	0,16	0,33	-0,18								
		0,17	0,3	-0,14								
X	1	0,13	0,09									
		0,14	0,09									

Анализ взаимокорреляционной матрицы стока и температуры воздуха показывает наличие слабой положительной связи между стоком и температурой воздуха в январе–апреле, при этом наибольшее значение коэффициентов корреляции приходится на март–апрель. Для остальных месяцев связь между стоком и температурой отрицательная, т.е. с повышением температуры сток уменьшается.

Решение задачи проверим на примере данных за 1980 и 1996 гг. бассейна р. Жайык. Для этой цели из фактических данных наблюдений за указанные годы определены параметры $\sum X_{IX-X}$, $\sum X_{XI-III}$ и $\sum t_{IV-VI}$ (таблица 4). Из множества смоделированных данных стока, осадков и температуры воздуха по методу аналогии выбираем суммы осадков за $\sum X_{IX-X}$, $\sum X_{XI-III}$ и температуры воздуха $\sum t_{IV-VI}$, близкие к сумме фактических данных за 1980 и 1996 гг. (см. таблицу 4), и по порядковому номеру реализации этих данных определяем соответствующий им гидрограф месячного стока. Как отмечалось, в смоделированных рядах значения стокообразующих факторов, соответствующие фактическим или прогнозным их значениям, могут быть представлены несколькими реализациями.

За 1980 г. по реализациям стокообразующих факторов, близких по значениям к фактическим данным, выбраны два гидрографа месячного стока с соответствующим номером смоделированного ряда 451. Как видно из таблицы 4, величина прогнозного годового стока по данным ряда №451 отличается от фактического на 7,26%, а по данным №187 – на 26,8%.

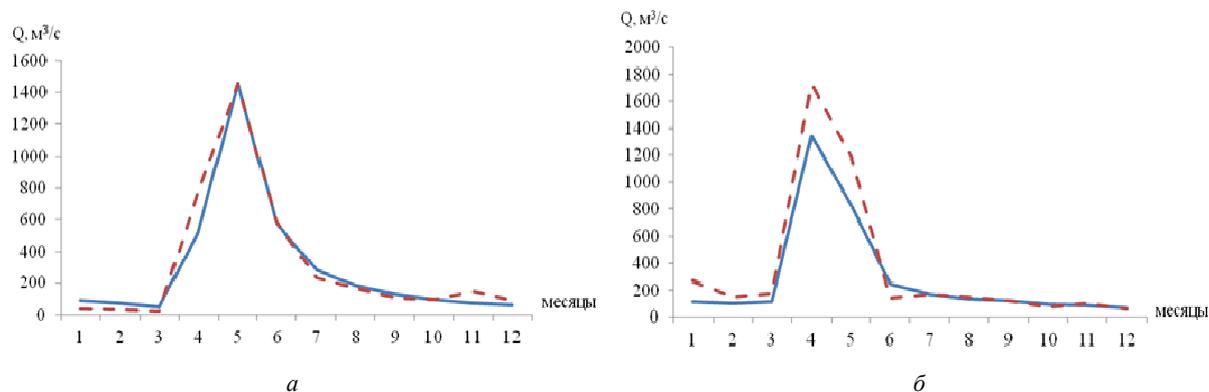
Таблица 3 – Взаимокорреляционная матрица среднемесячных расходов воды и месячных количеств осадков для наблюдаемых (1-я строка) и смоделированных (2-я строка) рядов (n = 1000)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	0,11	0,16	-0,14	0,06	0,23	0,17	0,13	0,18	0,2	0,09	-0,01	-0,04
	0,07	0,08	-0,15	0,1	0,27	0,21	0,18	0,23	0,21	0,12	0,04	-0,04
II	-0,18	-0,12	-0,13	0,09	0,26	0,17	0,17	0,12	0,03	0,08	0,06	0,14
	-0,12	-0,08	-0,11	0,09	0,15	0,12	0,09	0,04	-0,03	0,06	0,01	0,13
III	-0,11	-0,11	-0,04	0,18	0,32	0,19	0,11	0,15	0,12	-0,05	0,09	0,12
	-0,09	-0,09	-0,05	0,17	0,32	0,21	0,14	0,17	0,11	-0,05	0,07	0,08
IV	0,26	0,14	0,08	-0,02	0,29	0,27	0,24	0,4	0,3	0,14	0,02	0,05
	0,19	0,08	0,06	-0,04	0,21	0,25	0,23	0,35	0,25	0,15	0,02	0,02
V	0,06	0,08	0,07	0,26	0,16	0,38	0,46	0,37	0,24	0,08	0,12	0,15
	0,07	0,08	0,04	0,23	0,13	0,35	0,43	0,36	0,22	0,09	0,09	0,02
VI	0,04	0,1	0,06	0,16	0,23	0,3	0,52	0,48	0,44	0,22	0,46	0,22
	0,04	0,07	0,05	0,18	0,19	0,24	0,4	0,4	0,37	0,16	0,45	0,2
VII	-0,08	-0,06	0,06	-0,02	-0,07	0,18	0,23	0,22	0,13	0,07	-0,11	-0,09
	-0,09	-0,07	0,08	-0,04	-0,1	0,16	0,22	0,21	0,08	0,03	-0,15	-0,12
VIII	0,05	0,05	0,15	0,33	0,28	0,24	0,13	0,29	0,46	0,37	0,37	0,23
	0,08	0,06	0,11	0,28	0,25	0,29	0,17	0,33	0,45	0,36	0,31	0,19
IX	-0,14	-0,15	-0,07	-0,09	-0,23	-0,05	-0,02	-0,11	0	0,22	0,09	-0,12
	-0,16	-0,16	-0,08	-0,13	-0,25	-0,06	-0,05	-0,13	-0,03	0,18	0,05	-0,1
X	-0,17	-0,18	-0,3	-0,2	0,01	0,05	0,1	0,14	-0,02	-0,04	0,3	0,16
	-0,08	-0,09	-0,25	-0,2	0,03	0,02	0,05	0,1	-0,02	-0,02	0,33	0,15
XI	-0,04	-0,1	0	-0,01	0,06	-0,01	-0,17	-0,15	-0,1	0	0,11	0,28
	-0,05	-0,07	0	0	0,03	-0,02	-0,13	-0,13	-0,09	0,01	0,08	0,2
XII	-0,02	0,02	-0,06	0,15	-0,08	-0,14	-0,03	-0,11	-0,15	-0,1	-0,05	0,05
	0,02	0,05	0,02	0,21	-0,04	-0,11	-0,02	-0,09	-0,1	-0,05	-0,04	0,07

Таблица 4 – Характеристики стокообразующих факторов и среднегодовой расход воды

№	Год	$\sum X_{IX-X}$, мм	$\sum X_{XI-III}$, мм	$\sum t_{IV-VI}$, °C	Годовой сток, м ³ /с	Отклонение, %
451	1980	<u>28,4</u>	<u>118</u>	<u>44,9</u>	<u>289</u>	7,26
		42,0	115	42,0	310	
187	1996	<u>19,7</u>	<u>84,7</u>	<u>57,9</u>	<u>283</u>	26,8
		15,1	91,2	45,3	359	

В числителе приведены фактические данные, в знаменателе – смоделированные значения стокообразующих факторов (прогнозные) и расходы воды.



Гидрографы месячного стока р. Жайык – с. Кушум: а – за 1980 г.; б – за 1996 г.; -- наблюдаемые данные; --- прогнозные.

Заключение. Таким образом, ряды стока, осадков и температуры воздуха, смоделированные методом канонического разложения, имеют параметры, близкие к параметрам наблюдаемых рядов, и сохраняют авто- и взаимнокорреляционную матрицу, присущую к исходным рядам. Следовательно, метод канонического разложения может быть использован для совместного моделирования стока и стокообразующих факторов. Смоделированные значения стокообразующих факторов могут быть использованы для составления долгосрочных прогнозов гидрографов стока по данным прогноза метеорологических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бусалаев И.В., Давлетгалиев С.К. Описание речного стока в нескольких створах методом канонического разложения // Метеорология и гидрология. – 1982. – № 3. – С. 81-88.
- [2] Давлетгалиев С.К. Совместное моделирование рядов годового стока рек методом канонического разложения // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 10. – С. 102-108.
- [3] Давлетгалиев С.К. Групповое моделирование гидрографов месячного стока // Водные ресурсы. – 2013. – Т. 40, № 4. – С. 350-358.
- [4] Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. О приемах исследования случайных колебаний речного стока // Труды НИУ ГУГМС. – 1946. – Сер. 4, вып. 29. – С. 3-32.
- [5] Лаукс Д., Стединжер Дж., Хейт Д. Планирование и анализ водохозяйственных систем. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 400 с.
- [6] Резниковский А.Ш., Великанов М.А. Статистическое моделирование многомерных гидрологических процессов // Тр. V Всесоюз. гидрол. съезда. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Т. 6. – С. 52-57.
- [7] Пугачев В.С. Теория случайных функций. – М.: Физматгиз, 1962. – 884 с.
- [8] Сванидзе Г.Г. Математическое моделирование гидрологических рядов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 293 с.
- [9] Gurta R.S. Multi-Site stream-flow simulation of saint John River // J. Climat. – 1981. – Vol. 62. – P. 1-6.
- [10] Spolia S.K., Shader S. Stream flow Simulation. – A model based on canonical expansions // J. Hydrol. – 1977. – Vol. 35, N 4-4.
- [11] Nageshwar R.B., Elbert E. Whitlatch. Jr. Application of the HEC-4 monthly stream-flow simulation model // Water Resour. Bulletin. – 1980. – Vol. 16, N 4. – P. 587.

А. П. ДЕМИН

ФГБУН «Институт водных проблем» Российской академии наук, Москва, Россия

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Показана роль водных ресурсов в обеспечении продовольственной безопасности. Представлена динамика забора пресной воды в Центральной Азии и рассчитана современная структура водопользования. Изложены меры по повышению уровня водообеспеченности сельского хозяйства. Приведены современные данные по площади обрабатываемых и орошаемых земель. Показан рост производства зерна и мяса.

The role of water in food security is shown. Dynamics of with drawal of fresh water in the Central Asia is shown and the modern structure of water use is calculated. Measures on increase of a level of water-security of an agriculture are shown. Modern data on the area of the processable and irrigated grounds are cited. Growth of manufacture of grain and meat is shown.

Водные ресурсы играют важнейшую роль в осуществлении права на достаточное питание в контексте продовольственной безопасности, а также в обеспечении права на безопасную питьевую воду и санитарные услуги. Вода – основа экосистем, от которых зависят продовольственная безопасность и питание нынешнего и будущих поколений. Вода надлежащего качества и количества чрезвычайно важна для производства продовольствия (рыбного хозяйства, растениеводства и животноводства), пищевой промышленности, обработки и приготовления пищи. Использование водных ресурсов содействует экономическому росту, созданию рабочих мест и получению дохода, а также экономической доступности продовольствия для людей. Однако дальнейшее развитие ирригации сталкивается с дефицитом поверхностных и подземных вод, растущим спросом на воду у населения, промышленности, энергетики.

Обеспеченность водными ресурсами и водопотребление в странах Центральной Азии. Помимо объема для оценки состояния водных ресурсов в странах и регионах мира обычно используются два критерия: удельная водообеспеченность, рассчитываемая как обеспеченность водными ресурсами в расчете на душу населения, и степень использования водных ресурсов, найденная как отношение полного водопотребления к возобновляемым водным ресурсам. В соответствии с нашими расчетами по материалам [1], в настоящее время наиболее низка обеспеченность возобновляемыми водными ресурсами в расчете на душу населения в Таджикистане и Узбекистане – соответственно 2669 и 1616 м³/чел в год (таблица 1). В остальных странах Центральной Азии (ЦА) она в 2–3 раза выше. При этом в среднем по Азиатскому континенту обеспеченность водными ресурсами в расчете на душу населения составляет 2859 м³/чел, в среднем по миру – 5996 м³/чел.

Итак, только в Казахстане обеспеченность возобновляемыми водными ресурсами немного выше среднемировой величины, в остальных государствах она существенно ниже. Вследствие быстрого роста населения в ЦА удельная водообеспеченность стремительно снижается. Всего за

Таблица 1 – Удельная водообеспеченность жителей стран Центральной Азии

Страна	Объем возобновляемых водных ресурсов, км ³ /год	Удельная водообеспеченность, м ³ /чел/год	
		1960 г.	2013 г.
Казахстан	108,4	10844	6410
Кыргызстан	23,62	10895	4129
Туркменистан	24,77	10662	2669
Таджикистан	21,91	15628	4727
Узбекистан	48,87	5702	1616

полстолетия в Кыргызстане она снизилась в 2,6 раза, Туркменистане – 3,3 раза, Узбекистане – в 3,5 раза, Таджикистане – в 4 раза.

Согласно данным ООН [2], минимально необходимое водопотребление для нужд сельского хозяйства, промышленности, энергетики и сохранения равновесия окружающей среды принимается равным 1700 м³ воды год/чел. При удельной обеспеченности водой 1000–1700 м³ принято говорить о состоянии водного стресса, при водообеспеченности 500–1000 м³ – о дефиците водных ресурсов, а при уровне ниже 500 м³ – об абсолютном дефиците воды. К 2013 г. более 30 млн человек в Узбекистане жило в условиях водного стресса.

В середине XX в. отношение водопотребления к возобновляемым водным ресурсам было низким (<10%) или умеренным (10-20%) в подавляющем большинстве регионов, где проживало более 75% населения Земли. К 2010 г. ситуация кардинальным образом изменилась. В настоящее время население Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана проживает в условиях высокой (20-40%) нагрузки на водные ресурсы, а население Узбекистана и Туркменистана – в условиях критически высокой (> 100%) нагрузки на водные ресурсы. В последних двух государствах современный забор воды для использования превышает среднегодовой объем возобновляемых пресных водных ресурсов, так как здесь добавляются существенные объемы сбрасываемых в источники коллекторно-дренажных вод. Наряду с Ближним Востоком и Северной Африкой ЦА является регионом, где наблюдается самая высокая нагрузка на водные ресурсы в основном из-за больших расходов воды в сельском хозяйстве.

В 2000 г. 65% мирового потребления пресной воды приходилось на сельское хозяйство, 20% – на промышленность, 10% – на коммунально-бытовое хозяйство, 5% – на дополнительные потери воды на испарение с поверхности водохранилищ. В структуре же безвозвратного водопотребления доля сельского хозяйства превышала 84% [3]. Итак, наибольшее влияние на истощение водных ресурсов планеты оказывает сельское хозяйство, в первую очередь орошаемое земледелие. За 1950–2000 гг. 64% прироста водопотребления крупнейшими отраслями приходится именно на сельское хозяйство. Если рассматривать этот процесс в территориальном аспекте, то прирост водопотребления в Азии превысил суммарный прирост водопотребления на всех остальных континентах на 40%.

Сегодня основные пользователи воды на планете – развивающиеся страны, на долю которых приходится около 70% ежегодного объема воды, забираемой из водных объектов на нужды сельского хозяйства, промышленности, коммунального-бытового сектора и другие цели. Показатели водопотребления за последние 30 лет приведены по данным ФАО и Статкомитета СНГ (таблица 2) [1, 4, 5]. Были использованы также материалы национальных изданий статистических, водохозяйственных и экологических организаций, которые перепроверялись по различным источникам [6–9].

Таблица 2 – Забор пресной воды для использования в Центральной Азии, млрд м³

Страна	1980 г.	1990 г.	2000 г.	2010 г.	2010 г. к 1980 г., %
Казахстан	46,98	35,18	19,83	21,95	47
Кыргызстан	10,73	10,88	8,02	7,56	70
Таджикистан	15,53	13,66	9,19	8,3	53
Туркменистан	23,05	22,64	24,92	25	108
Узбекистан	71,15	69,01	60,5	52	73
Центральная Азия	167,4	151,4	122,5	114,8	69

Если в большинстве стран Азии в связи с бурным развитием экономики забор пресной воды значительно вырос, то в странах ЦА водопотребление сократилось на 27–53 % (кроме Туркменистана). Это произошло в результате значительного снижения доли посевов влаголюбивых культур (хлопчатник, рис, люцерна), широкого внедрения интегрированного управления водными ресурсами, сокращения непроизводительных потерь воды и развития повсеместного учета её использования.

Удельные величины водозабора в расчете на душу населения снизились более существенно из-за значительных темпов роста населения (таблица 3). В среднем по Центральной Азии удельный водозабор снизился за 30 лет в 2,2 раза. В Узбекистане этот показатель сократился в 2,4 раза, в Таджикистане – в 3,5 раза.

Таблица 3 – Забор пресной воды на 1 человека, м³/год*

Страна	1980 г.	1990 г.	2000 г.	2010 г.	2010 г. к 1980 г., %
Казахстан	3121	2107	1332	1345	43
Кыргызстан	3012	2478	1637	1388	46
Таджикистан	3876	2563	1483	1104	28
Туркменистан	7957	6169	5349	4630	58
Узбекистан	4403	3363	2454	1821	41
Центральная Азия	4017	2992	2216	1815	45

* В расчетах использовалась среднегодовая численность населения стран по данным [10, 11].

Встает вопрос: насколько велика тенденция дальнейшего увеличения изъятия водных ресурсов в связи с растущей численностью населения и необходимостью обеспечения его продовольствием? Количество воды, необходимое человеку для питьевых и бытовых целей, несущественно по отношению к объемам, необходимым для производства продуктов питания. Для питьевых целей человеку требуется 2-4 л воды в день, для бытовых нужд – 30–300 л. Чтобы вырастить повседневно необходимое продовольствие людям требуется 3000 л воды в день [12].

В настоящее время большая часть населения проживает в развивающихся странах. По прогнозам демографов к 2030 г. мировое население приблизится к 8 млрд, а к 2050 г. превысит 9 млрд человек [13]. В ближайшие десятилетия будет расти численность населения в наименее развитых странах. Истощение водных ресурсов, ухудшение качества воды и рост ее дефицита мало влияют на рост населения, но крайне негативно сказываются на экономическом росте и благосостоянии стран. В итоге возможности решения проблемы дефицита воды уменьшаются, а рост населения продолжается.

В большинстве стран ЦА (кроме Казахстана) на долю аграрного сектора приходится >80% объема ежегодно используемой воды и только 10–15% – на промышленность и коммунальное хозяйство (рисунок 1). В Казахстане, где развита тепловая энергетика, на долю промышленности приходится почти 30% водопотребления. В среднем по ЦА на долю сельского хозяйства

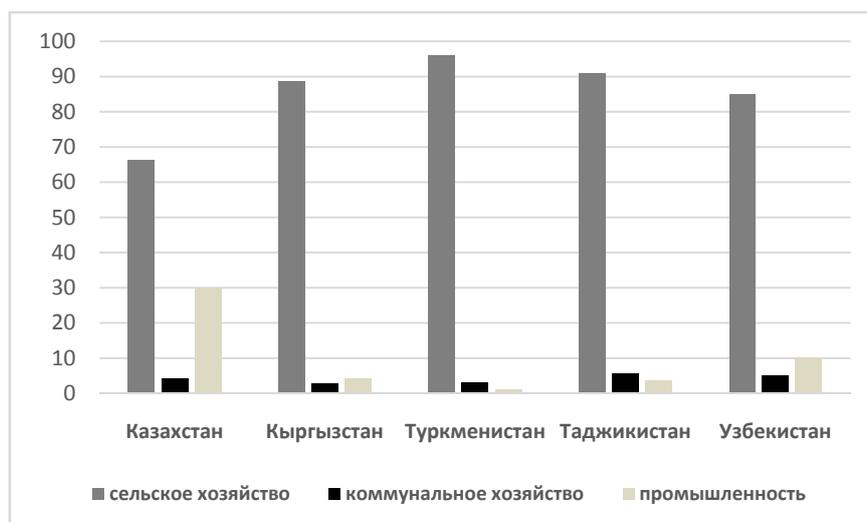


Рисунок 1 – Структура изъятия воды по отраслям хозяйства в странах Центральной Азии, % от общего объема изъятия

(орошение + животноводство) приходится 85% пресной воды, изымаемой из поверхностных и подземных водных объектов, на долю коммунального хозяйства – 14%, на долю промышленности – 11%.

Воздействие человека на водный цикл планеты достигло глобального масштаба, что проявляется и в объеме сброса загрязненных вод в водные объекты. Существенный вклад в загрязнение обусловлен стоком с сельхозугодий и животноводческих ферм, содержащим микробы, органику и биогены, в основном фосфор и азот, которые вызывают эвтрофирование водных объектов. Именно загрязнение водных объектов часто служит основной причиной нехватки воды. Недопустимо высокий водозабор из многих рек и подземных источников обуславливает изменение режима водных объектов, чему способствуют также угнетение и преобразование естественных экосистем на водосборах и строительство всевозможных гидротехнических сооружений [14].

Широкое применение ресурсозатратных технологий привело к беспрецедентной деградации окружающей среды. Огромные площади подвержены эрозии и опустыниванию. Все более растет дефицит воды. Иссякают и запасы подземных вод. В Казахстане 70% пастбищных угодий находятся в засушливых регионах, 99% территории занимают земли, склонные к опустыниванию. Площадь деградированных пастбищных земель составляет более 48 млн га (26% всей площади пастбищ).

В Каракалпакстане 95% земель в значительной степени засолены. Урожайность основных культур на орошаемых землях снизилась на 20–30% относительно 1980-х годов. Обнажившееся дно Аральского моря стало источником соле-, пылепереноса ядовитых аэрозолей, оказывающих негативное влияние на здоровье население, окружающую среду, культурные земли и т.д. [15]. Длительное использование речной воды с высоким уровнем минерализации на площадях со слабо развитым дренажом привело к засолению почвы и снижению ее продуктивности. По этой причине из 460 тыс. га орошаемых земель Приаралья около половины практически не используется.

Чрезмерное применение пестицидов и удобрений привело к загрязнению вод и почвы. 29% населения Узбекистана и 68% жителей Таджикистана не имеют достаточного доступа к чистой питьевой воде. 40 % сельского населения Казахстана (> 3 млн человек) не обеспечено чистой питьевой водой [16].

Мероприятия по повышению уровня обеспеченности сельского хозяйства водными ресурсами. Во многих странах принимаются меры, направленные на повышение уровня водообеспеченности сельского хозяйства: повышение сельскохозяйственной продуктивности водных ресурсов, ограниченное орошение, повторное использование сточных вод, использование соленых вод, импорт «виртуальной» воды, интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) и др.

Повышение продуктивности водных ресурсов – важнейший фактор снижения остроты водного стресса. За последние десятилетия произошел заметный рост продуктивности воды: количество воды, идущей на производство зерновых продуктов в расчете на рацион одного человека, по сравнению с 1960 г. сократилось вдвое. Однако во многих водных бассейнах, которые в наибольшей степени подвержены водному стрессу, продуктивность остается очень низкой. Сравнение разных стран свидетельствует о возможности существенного повышения выхода продукции на единицу потребления воды. В Калифорнии на 1 т воды получают 1,3 кг пшеницы. В Пакистане выход этого конечного продукта вдвое ниже. Во Франции на производство 1 т кукурузы расходуется менее половины того количества воды, которое расходуется в Китае. При одинаковом количестве расходуемой воды в Китае урожайность риса более чем вдвое превышает урожайность этой культуры в Индии.

Многие сельскохозяйственные культуры хорошо растут также и при ограниченной подаче воды. При ограниченном орошении объем подаваемой воды ниже полной потребности растения в воде, и на стадиях роста, менее чувствительных к дефициту влаги, допускается легкий стресс. Предполагается, что от использования воды для выращивания других культур будут получены дополнительные выгоды. Во время шестилетнего исследования выращивания озимой пшеницы в Китае экономия воды составила 25% благодаря применению ограниченного орошения на

различных стадиях роста. В обычные годы было достаточно двух поливов вместо обычных четырех для получения приемлемо высоких урожаев и максимизации чистой прибыли. В Пакистане исследование долгосрочного воздействия ограниченного орошения на пшеницу и хлопок показало снижение урожайности на 15%, в то время как орошение применялось для удовлетворения всего лишь 60% от эвапотранспирации [17].

Очень важно нацелить фермеров на применение ресурсосберегающих технологий орошения. Высокие результаты дает применение капельного орошения, при котором вода доставляется непосредственно к корневой системе посевов. В мире капельная технология сейчас применяется менее чем на 1% орошаемых земель, причем 90% ее приходится на развитые страны.

Повторное использование сточных вод – после обработки до такой степени, когда их можно безопасно применять для полива, промышленных нужд или отводить в реки – может уменьшить диспропорции между спросом на воду и предложением. Сточными водами в мире орошают около 20 млн га угодий, т.е. примерно 7% всей орошаемой территории. Регулируемое использование обработанной сточной воды способно в значительной мере смягчить существующие проблемы, связанные с нехваткой воды.

Сточные воды можно также использовать для пополнения водоносных горизонтов, что позволяет смягчить проблемы, связанные с истощением грунтовых вод. С учетом ожидаемого к 2050 г. удвоения городского и промышленного водопользования обработанные сточные воды могли бы оказаться надежным дополнительным источником водоснабжения. Однако использование сточной воды в бедных развивающихся странах без надежных мер безопасности может подвергнуть сельскохозяйственные и пригородные территории серьезному экологическому риску.

Традиционные источники соленой воды – подземные соленые воды, часто залегающие в соседстве с пресными, и дренажный сток с орошаемых земель. Обычно дренажные воды, а также близкие грунтовые воды, залегающие под орошаемыми землями, относятся к категории умеренно соленых вод, могут использоваться для орошения ряда культур. В мире лидером по использованию дренажных вод является Индия – в 2010 г. было использовано более 113 км³ таких вод. Значительные объемы дренажных вод используются также в Узбекистане. Степень пригодности соленых вод для орошения определяется физическими свойствами почвы, концентрацией солей, токсичностью и нарушением соотношения основных питательных элементов. В Индии наиболее распространено орошение водой концентрацией 5 г/л, что приводит к снижению урожайности на 30–40%.

Импорт скрытой в конечном продукте воды – еще одна возможность смягчения водного стресса. Импорт 1 т пшеницы, например, эквивалентен импорту 1000 т воды, а 1 т риса – 2–4 тыс. т воды. В результате для стран, испытывающих водный голод, наиболее эффективным способом импорта воды становится импорт зерна при его нынешних ценах. Когда страны импортируют зерновые и другие сельскохозяйственные продукты, они одновременно с этим как бы импортируют и водные ресурсы, использованные при их производстве. Торговля виртуальной водой способствует сбережению водных ресурсов странами-импортерами, а также экономии воды в глобальном масштабе – благодаря разнице в продуктивности воды между странами-экспортерами и странами-импортерами [18].

Если раньше в мире структуру рынка продовольствия формировал недостаток земельных ресурсов, то в настоящее время ее формирует и дефицит воды, а также неконтролируемый рост населения. Торговля виртуальной водой нарастает по мере увеличения торговли продуктами питания. В мировом масштабе такая торговля в 2000 г. оценивалась примерно в 1340 млрд м³ воды, что втрое превысило уровень торговли виртуальной водой 1960 г. Аналитики рассматривают торговлю виртуальной водой для стран, испытывающих дефицит воды, как возможность экономить собственные водные ресурсы, экспортируя воду из других стран. Для некоторых стран торговля виртуальной водой стала неотъемлемой составной частью стратегии национальной продовольственной безопасности. Для развивающихся стран в целом импорт виртуальной воды в 2025 г. намечается в размере 12 % объема воды, расходуемой на орошение.

Дефицит воды – это преимущественно проблема не столько ресурсов, сколько управления ими. ИУВР – это система управления, основанная на учёте всех видов водных ресурсов (поверхностных, подземных и возвратных вод) в пределах гидрографических границ, которая увязывает интересы различных отраслей и уровни иерархии водопользования, вовлекает все заинтересованные стороны в принятие решений, способствует эффективному использованию водных, земельных и других природных ресурсов в интересах устойчивого обеспечения требований природы и общества в воде [19].

Хотя реализация ИУВР в водохозяйственном секторе началась давно, она велась бессистемно, без адаптации к местным условиям, при спонтанном осуществлении лишь некоторых элементов и принципов ИУВР. Важный шаг был сделан в рамках проекта «ИУВР в Ферганской долине», реализованного специалистами Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана. За семь лет реализации проекта водозабор в систему Южного Ферганского канала снизился более чем на 20 % – главным образом за счет институциональных реформ и повышения взаимной дисциплины водников и водопотребителей. Произошло улучшение показателей эффективности водопользования и водной продуктивности на уровне фермеров. К 2013 г. площадь охвата ИУВР в Узбекистане составляла >450 тыс. га [20].

Основной проблемой в регионе ЦА является не недостаток воды, а устаревшая система ее доставки и использования, из-за которой до половины объема воды теряется при транспортировке она расходуется неэффективно. Первыми шагами на пути к снижению остроты проблемы истощения водных ресурсов являются восстановление и обслуживание этой системы, а также улучшение водопользования в фермерских хозяйствах в целях уменьшения объемов теряемой воды.

КПД ирригационных систем Узбекистана составляет около 0,6. Необходимо реализовать мероприятия по его росту, по повышению стимулирования экономии воды, совершенствованию механизмов и инфраструктуры управления водными ресурсами, шире внедрять капельное орошение и системы водоучета. В условиях Казахстана, где износ ирригационных систем превышает 70%, проблему ускоренной реконструкции ирригационных систем целесообразно решать не только за счет повсеместного внедрения технических решений, но и путем управления ландшафтами орошаемых территорий, где почву и грунты необходимо рассматривать как единую взаимосвязанную систему. Водохозяйственная и экологическая обстановка в бассейнах рек Республики Казахстан, требует перевода отраслей экономики на водосберегающие технологии [16].

Снижение недоедающего населения и производство продовольствия в Центральной Азии. По последним оценкам число недоедающих людей в мире сократилось с 868 млн с 2010 по 2012 г. до 805 млн с 2012 по 2014 г. [21]. Хотя это и свидетельствует о дальнейшем прогрессе, но скорость его недостаточна для достижения на глобальном уровне целевых показателей борьбы с голодом. Значительное снижение числа недоедающих произошло в большинстве стран ЦА. Самых больших успехов – сокращения доли недоедающего населения с 16 % в 1990–1992 гг. и 17 % в 2000–2002 гг. до 6 % в 2014–2016 гг. – добился Кыргызстан [22]. Похожий процесс отмечался в Узбекистане. В ЦА наиболее велика доля голодающих в Таджикистане (33 %) и это является высоким уровнем недоедания по международным стандартам. В 2005–2007 гг. уровень недоедающего населения превышал здесь 40% – следствие закончившейся гражданской войны. ЦА в целом успешно движется по пути выполнения задач целей развития тысячелетия по ликвидации голода.

В регионе отмечается высокий уровень ежедневного потребления пищи по калорийности. Во всех странах, кроме Таджикистана, этот показатель превышает 2500 ккал/чел/день, что намного выше рекомендованной суточной нормы. Средняя калорийность потребляемой пищи по региону составляет 2878 ккал/чел/день и близка к среднемировому показателю – 2902 ккал/чел/день. В соответствии с последними оценками во всех странах региона, за исключением одной, достигнут надлежащий средний уровень калорийности рациона населения. В Таджикистане средний показатель калорийности рациона питания достиг 97 % от уровня, рекомендуемого для здорового образа жизни. Таким образом, в целом в регионе наличие продовольствия, измеряемого по средней калорийности рациона, не вызывает

опасения, а в стране, не достигшей надлежащего уровня – Таджикистане – также наблюдается прогресс.

В регионе средний объем производства продовольствия стабильно растёт в течение последних пятнадцати лет. С 2000–2002 по 2011–2013 гг. объем сельскохозяйственного производства на душу населения в странах ЦА вырос на 41 %, опережая более чем вдвое рост соответствующего показателя в мире [22].

По мере приближения 2030 года в регионе практически исчезнет недоедание. В то же время в большинстве стран произойдет заметное изменение в рационе питания в сторону уменьшения потребления зерновых продуктов и увеличения потребления мяса и молочных продуктов. Прогнозы указывают на то, что к 2050 году совокупный объем сельскохозяйственного производства в ЦА вырастет приблизительно на 50 % ввиду необходимости обеспечить питанием население региона и удовлетворить экспортный спрос [23]. В формировании тенденций в мировом сельском хозяйстве Азия, где проживает более половины населения мира и где наблюдается быстрый рост объема располагаемых доходов, будет играть ведущую роль.

Основные риски для долгосрочной продовольственной безопасности заключаются в возможном изменении климата и увеличении производства биотоплива. От снижения урожаев и более частых экстремальных погодных явлений в наибольшей степени могут пострадать страны, расположенные в Южном полушарии. Производство биотоплива, основанное на использовании сельскохозяйственного сырья, увеличилось с 2000 по 2008 г. более чем втрое. В 2007–2008 гг. объем использования кормового зерна для производства этанола достиг 110 млн т (около 10 % общемирового производства). Эта тенденция может иметь серьезные последствия для продовольственной безопасности, особенно в энергозависимых странах [13].

Как ожидается, будущий рост производства сельскохозяйственных культур произойдет в основном за счет интенсификации сельского хозяйства при возрастающей стратегической роли ирригации посредством улучшения снабжения водой, повышения эффективности водопользования, увеличения урожайности и более интенсивного земледелия. Как орошаемые площади, так и объем водозабора для сельскохозяйственных нужд будут расти достаточно медленными темпами [24].

Мировой опыт убедительно доказывает, что именно мелиорация – основное звено стабилизации сельскохозяйственного производства. В развитых и крупных развивающихся странах мелиорируемые земли (орошаемые + осушаемые) занимают весомую долю сельскохозяйственных угодий: в США – 39, Германии – 45, Японии – 55, Англии – 80 %. Орошаемое земледелие занимает пятую часть пахотных земель и дает почти 50 % всего производства сельскохозяйственных культур [25]. Среди стран ЦА наибольшие площади земель, оборудованных для орошения, находятся в Узбекистане и Казахстане [26]. В Казахстане доля орошаемых земель в общей площади обрабатываемых угодий занимает 9 %, остальных странах ЦА–75–94 % (таблица 4). Максимальная площадь орошаемых земель, приходящихся на 1 человека, отмечается в Туркменистане, Кыргызстане, Узбекистане – 0,37; 0,19 и 0,15 га соответственно.

Зерно является важнейшей основой в рационе питания человека. Несмотря на значительный рост населения во всех странах региона, в большинстве стран отмечается существенное повышение производства зерна на душу населения в последние два десятилетия (таблица 5).

Таблица 4–Площадь обрабатываемых, орошаемых земель в странах Центральной Азии по состоянию на 2010 год

Страны	Обрабатываемые земли (пашня + постоянные культуры), тыс. га	Площадь, оборудованная для орошения		Площадь орошаемых земель на 1 чел., га
		тыс. га	как % обрабатываемых земель	
Казахстан	22975	2066	9,0	0,127
Кыргызстан	1352	1023	75,7	0,188
Таджикистан	1000	742,1	74,2	0,099
Туркменистан	2100	1991	94,8	0,369
Узбекистан	4690	4198	89,5	0,147
Центральная Азия	32117	10020	31,2	0,158

Таблица 5 – Производство зерна в странах Центральной Азии*

Страна	Производство зерна, тыс.т			Производство зерна на душу населения, кг		
	Среднее за 1995–1996 гг.	Среднее за 2005–2006 гг.	Среднее за 2012–2013 гг.	Среднее за 1995–1996 гг.	Среднее за 2005–2006 гг.	Среднее за 2012–2013 гг.
Казахстан	10343	15101	15465	659	992	918
Кыргызстан	1119	1563	1543	242	311	272
Таджикистан	399	898	1173	68	130	146
Туркменистан	824	3262	1536	181	613	295
Узбекистан	3391	6582	7569	148	252	252

*Расчеты автора по [10].

Самый значительный рост на душу населения среди стран, обеспечивающих себя зерном в достаточном количестве, отмечается в Туркменистане и Узбекистане – 63–70 %. Абсолютным лидером в производстве зерна является Казахстан – почти 1 т на человека.

В последние десятилетия жители азиатских стран сократили потребление риса и лапши и начали активно включать в свой рацион белковую пищу. Мясо и мясопродукты стали наиболее важной и динамичной товарной группой на мировом рынке продовольствия. По оценкам экспертов ФАО, к середине нынешнего века рост спроса на белковую пищу может увеличиться в 2 раза. Производство мяса требует огромного количества воды (около 16 тыс. л на 1 кг), которым азиатские страны не располагают [27]. В странах ЦА наблюдаются разнонаправленные тенденции в производстве мяса на душу населения. Так, в Казахстане и Кыргызстане снизилось за 1990–2013 гг. соответственно на 25 и 17 кг в год на человека (рисунок 2). В Таджикистане, где и в 1990 г. отмечался очень низкий уровень производства мяса, снижение составило еще 2 кг. В Узбекистане этот показатель вырос на 11 кг. Максимальный прирост наблюдался в Туркменистане – 37 кг. В 2013 г. здесь производилось 62 кг мяса на душу населения, что почти вдвое выше, чем в Узбекистане и Кыргызстане. В среднем по региону ЦА производство мяса на душу населения за два десятилетия сократилось с 41 до 30 кг, что резко контрастирует с большинством стран остальной Азии.

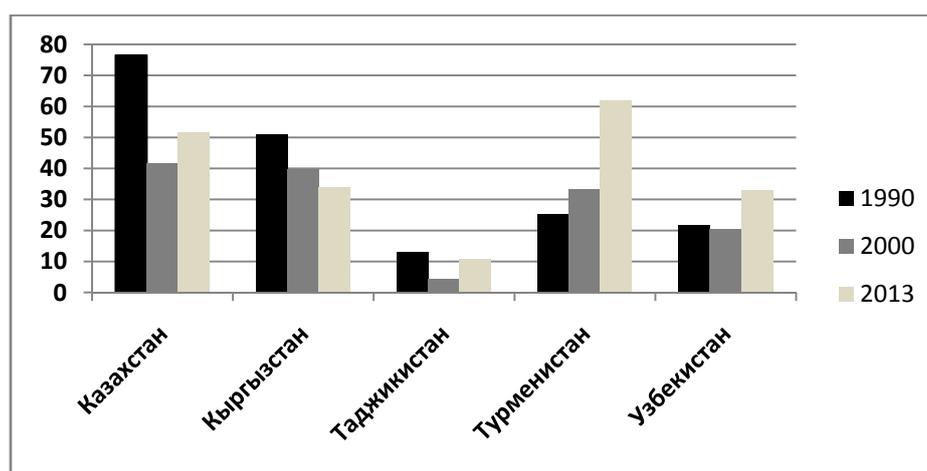


Рисунок 2 – Динамика производства мяса на душу населения в странах Центральной Азии, кг

Животноводство в Азии уже сейчас адаптируется к огромному росту спроса несколькими способами: увеличивается поголовье скота, происходит смещение в сторону видов с короткими циклами разведения, ускоряются производственные циклы, осуществляется консолидация хозяйств в более крупные подразделения и т.д. Эта значительная трансформация повлекла за собой, однако, и несколько негативных явлений: ухудшение состояния окружающей среды,

высокий уровень загрязнения остатками лекарственных препаратов, попадающими в окружающую среду, потеря биоразнообразия и генетических ресурсов. Большая часть обширных пастбищных угодий Азии деградировала из-за чрезмерного выпаса, а отходы животноводства, возникающие в результате функционирования систем интенсивного животноводства, в настоящее время, скорее, представляют собой угрозу окружающей среде, нежели являются удобрением для почвы.

Пастбищные ресурсы в условиях мирового дефицита продовольствия создают огромный потенциал для успешного развития животноводства и предпосылки для экспорта животноводческой продукции. Однако освоение пастбищных ресурсов сдерживается недостатком обводненных территорий, обводнительных систем и сооружений.

Выводы. Несмотря на то, что число голодающих в Центральной Азии неуклонно сокращается, оно все еще достаточно высоко. Для того чтобы кормить увеличивающееся, более урбанизированное население, обладающее большим достатком, производство продовольствия должно существенно вырасти. Значительные риски для долгосрочной продовольственной безопасности заключаются в возможном изменении климата и увеличении производства биотоплива. Решающий вклад в увеличение производства продовольствия должны внести интенсивные технологии выращивания продуктов земледелия и животноводства. Однако дальнейшее развитие ирригации сталкивается с дефицитом поверхностных и подземных вод, растущим спросом на воду у населения, промышленности, энергетики и пр. В этих условиях необходимо предпринимать решительные шаги, направленные на повышение уровня водообеспеченности сельского хозяйства: повышение сельскохозяйственной продуктивности водных ресурсов, повторное использование сточных вод, использование соленых вод и др. Основные факторы, способствующие неуклонному снижению водопотребления, – внедрение интенсивных водосберегающих технологий орошения, интегрированное управление водными ресурсами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Country information [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/index.stm
- [2] Human Development Report 2006. Published for the United Nations Development Programme (UNDP). – New York, 2006. – 422 p.
- [3] Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И. А. Шикломанова. – СПб.: ГТИ, 2008. – 600 с.
- [4] Межгосударственный статистический комитет Содружества Независимых Государств [Электронный ресурс]. <http://www.cisstat.com>
- [5] Беларусь и страны СНГ: Стат. сборник. 2012. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>
- [6] Использование и охрана водных ресурсов в СССР (анализ данных государственного учета использования вод). – Минск: Изд-во ЦНИИКИВР, 1981. – Вып. 1. – 162 с.
- [7] Бобокалонов Р. Концепция реформы водного хозяйства Республики Таджикистан. – Душанбе, 2010. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mwr.tj/ru/>
- [8] Водное хозяйство Узбекистана на пути преодоления дестабилизирующих факторов на основе внедрения инноваций и международного водного права. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.cawater-info.net/6wwf/conference_tashkent2011/welcome_khamraev.htm
- [9] Министерство водного хозяйства Туркменистана. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.minwater.gov.tm/>
- [10] Statistical Yearbook. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://unstats.un.org/unsd/publications/statistical-yearbook>
- [11] Беларусь и страны мира: Стат. сб. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2014. – 385 с.
- [12] Economic valuation of water resources in agriculture. Water Report 27. Food and Agricultural Organization of the UN. – Rome, 2004. – 204 p.
- [13] Bruinsma J. The resource outlook to 2050. FAO Expert Meeting on How to Feed the World in 2050. – Rome, 2009. – 33 p.
- [14] Данилов-Данильян В.И. Вода – стратегический фактор развития экономики России / В.И. Данилов-Данильян // Вестн. РАН. – 2007. – № 6. – С. 108–114.

- [15] Буранов У.К. Некоторые аспекты проблемы изменения климата и современное положение в Приаралье. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.cawater-info.net/6wwf/conference_tashkent2011/files/buranov_paper_r.pdf
- [16] Нарбаев М., Исмаилова Г. Актуальные проблемы водохозяйственной отрасли в Республике Казахстан. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.eecca-water.net/file/eecca_papers_collection_vol_6_2013.pdf
- [17] Управление водными ресурсами: технологии, позволяющие «сохранять и приумножать». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-bc415r.pdf>
- [18] Данилов-Данильян В.И. Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты / В.И.Данилов-Данильян, К.С. Лосев. – М.: Наука, 2006. – 221 с.
- [19] Маманазаров М.Х. Интегрированное управление водными ресурсами – инструмент для баланса многоцелевого использования воды. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.cawater-info.net/6wwf/conference_tashkent2011/files/mamanazarov_paper_r.pdf
- [20] Соколов В.И. Вода в 21-м веке: о культуре взаимоотношений для обеспечения водной безопасности. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.eecca-water.net/file/eecca_papers_collection_vol_6_2013.pdf
- [21] The State of Food Insecurity in the World 2014. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i4030e.pdf>
- [22] Regional Overview of Food Insecurity. AsiaandthePacific. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i4649r.pdf>
- [23] Меры политики по обеспечению продовольственной безопасности в регионе: проблемы и перспективы продовольственный прогноз до 2050 года. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-md453r.pdf>
- [24] Сводный доклад. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/015/i1688r/i1688r00.pdf>
- [25] How to Feed the World in 2050. High-level Expert Forum. – Rome, 2009. – 35 p.
- [26] Irrigationanddrainage. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationanddrainage/index.stm>
- [27] Hoekstra A.Y, Chapagain A.K. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern // Water Resources Management. – 2007. – Vol. 21(1). – P. 35-48.

А. А. ЕВСЕЕВА

Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Алматы, Казахстан

ЕВРОПЕЙСКАЯ РАМОЧНАЯ ВОДНАЯ ДИРЕКТИВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО ЕРТИСА

Мақалада су ресурстарының экологиялық жағдайын бағалау заманауи әдіс тәсілдерде қарастырылады және апробация, бейімделу мен Жоғарғы Ертіс бассейніндегі Еуропалық Шеңберлік Су Директивасының кейбір принциптерінің нәтижелері сипатталады.

Описаны современные подходы в области оценки экологического состояния водных ресурсов, представлены результаты апробации, адаптации и внедрения некоторых принципов Европейской рамочной водной директивы применительно к водотокам бассейна Верхнего Ертиса.

The article describes the modern approaches in evaluation of the ecological state of water resources, presents the results of testing, adaptation and adoption of some principles of the European Water Framework Directive in relation to the waterstreams of the Upper basin of the Ertis.

Основная цель статьи – ознакомить специалистов, занимающихся мониторингом и проблемами качества поверхностных вод, с одним из современных подходов биоиндикации – системой эталонных створов, представить результаты апробации, адаптации и внедрения некоторых принципов Европейской рамочной водной директивы применительно к водотокам бассейна Верхнего Ертиса.

Река Ертис является трансграничным водотоком, берущим начало на территории Китайской Народной Республики (КНР) (так называемый Кара Ертис), протекающим по территории Казахстана и впадающим в р. Обь на территории Российской Федерации. Верхне-Ертисский водный бассейн является одним из четырех крупных рыбохозяйственных бассейнов Республики Казахстан.

В бассейне Верхнего Ертиса выделяются четыре основных орографических района: Западный Алтай, Южный Алтай, Сауыро-Тарбагатайский и Калбинский хребет; между последними заключена обширная Жайсанская котловина с оз. Жайсан [1]. Горные барьеры обуславливают различные ороклиматические эффекты, что проявляется в разнообразных формах рельефа, климате, стоке, почвах, растительности и животном мире. Характер гидрографической сети находится в тесной связи с орографическими и климатическими условиями [2].

Ертис с его многоводными правобережными притоками – Буктырмой, Ульбой и Обой занимает центральное место в гидрографической сети Восточного Казахстана. Бассейны последних охватывают территорию Западного Алтая. Реки Южного Алтая менее водоносны. Наиболее крупные из них – Каба, Алкабек, Калжыр, Куршим, Нарым. Еще менее водоносны все левобережные притоки Ертиса – Кендирлик, Уйдене, Бокен, Кызылсу, Шар и Шаган [1].

В последние годы остро стоит вопрос оптимизации гидрологического режима водоемов бассейна с целью увеличения их продуктивности по рыбе и другим гидробионтам, сохранения биоразнообразия. КНР регулировала сток р. Кара Ертис в верхнем течении, из-за чего гидрологический режим реки и ее водность, а как следствие и гидрохимический режим, претерпели изменения [3].

В силу исторически и экологически сложившихся обстоятельств р. Ертис и ее притоки интенсивно используются для хозяйственного и питьевого водообеспечения, а также сброса в них различных промышленных и коммунальных стоков. Восточный Казахстан – это центр цветной металлургии, горнодобывающей промышленности, тепло- и гидроэнергетики, которые вносят негативный вклад в общую экологическую картину состояния региона [4, 5].

Основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод связаны с деятельностью горнодобывающих и горно-обогатительных предприятий, в первую очередь это

брошенные и не выведенные из эксплуатации рудники и шахты, обнаженные поверхности горных выработок, отвалы, хвостохранилища и продуктоохранилища обогатительных фабрик, отвальные продукты и промышленные стоки металлургических, химико-металлургических, химических, теплоэнергетических и машиностроительных предприятий. Загрязнение коммунально-бытовыми стоками связано с недостаточной мощностью очистных сооружений в Усть-Каменогорске, Семипалатинске, а также в других городах и поселках [6].

Для вод Ертысского бассейна характерна кадмиево-молибденовая специализация. Геохимическая структура воды Ертысского бассейна имеет вид: Zn>Cu>Mn>Pb>Mo>Cr>Cd>Co. Донным отложениям поверхностных вод Ертысского бассейна свойственна кадмиево-свинцовая специализация. Геохимическая структура донных отложений поверхностных вод Ертысского бассейна имеет вид: Zn>Mn>Pb>Cu>Cr>Co>Cd>Mo [5, 7]. Таким образом, универсальными элементами-индикаторами промышленного загрязнения бассейна р. Ертыс являются свинец, цинк, медь, кадмий, марганец, хром.

Промышленное загрязнение сбросами сточных, шахтных и дренажных вод является наиболее существенной проблемой бассейна Верхнего Ертыса. Загрязнение приводит к серьезным изменениям физико-химических свойств воды, отражающихся на состоянии гидробионтов водоема. Это в свою очередь ведет к деградации водных экосистем. Относительно неизменные водотоки сохраняются в основном в предгорьях и горах [2].

Оптимальное управление водными ресурсами может быть обеспечено только при наличии полной, достоверной и своевременной информации о состоянии и тенденциях изменения водных экосистем или их отдельных компонентов. Системой, обеспечивающей все уровни управления необходимой экологической информацией для определения стратегии природопользования и принятия оперативных решений, является мониторинг поверхностных вод. Мониторинг поверхностных вод представляет собой систему проводимых по определенной программе длительных регулярных наблюдений за водными экосистемами, оценку их состояния, анализ и прогноз их изменений под воздействием природных и антропогенных факторов [8].

В настоящее время системы мониторинга поверхностных вод претерпели существенные изменения. Основа этих изменений – существенное возрастание роли биологического контроля, основанного на методах биоиндикации. Биологический контроль – это оценка состояния водных экосистем или их компонентов по характеристикам сообществ гидробионтов.

Основной причиной перехода на биологический контроль является тот факт, что сообщества водных организмов отражают совокупное воздействие факторов среды на состояние водных экосистем и качество поверхностных вод.

Однако физические и химические методы контроля по-прежнему являются важной составляющей единой системы мониторинга поверхностных вод. Система мониторинга базируется на информационных потребностях пользователей. С этой точки зрения гидрохимическая информация в большей степени востребована конкретными водопользователями, а гидробиологическая – управленческими структурами при определении стратегии природопользования и отслеживании эффективности природоохранных мероприятий [9].

Одной из основных задач исследователей-гидробиологов является выбор таких методов и критериев, которые могли бы адекватно отражать уровень антропогенного воздействия на водные объекты. Наибольшую актуальность приобретают исследования, связанные с апробацией и выявлением эффективности на региональном уровне методов рамочной водной директивы ЕС, и сравнение их с индексами, унифицированными для Казахстана.

Европейская рамочная водная директива и экологическое качество водных ресурсов. Европейская рамочная водная директива (Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy, далее ВРД/WFD) была принята в 2000 г. Этот документ регламентирует подходы в политике охраны, использования и управления водными ресурсами и призван гармонизировать и унифицировать подходы стран ЕС к управлению водными ресурсами и их охране [10].

Директива устанавливает рамочные требования относительно защиты всех видов вод, включая поверхностные воды суши, транзитные и прибрежные, а также подземные воды. Эти требования заключаются в следующем:

- предотвращение дальнейшего ухудшения, защита и улучшение состояния водных ресурсов;
- стимулирование воспроизводительного использования воды;
- улучшение водных экосистем благодаря действиям и деятельности, которые направлены на постоянное уменьшение сбросов воды, содержащей в себе приоритетные вещества, а также на прекращение сбросов воды, которая включает в себе приоритетно опасные вещества;
- обеспечение постепенного уменьшения загрязнения подземных вод и предотвращения их загрязнения в будущем;
- уменьшение негативного влияния наводнений и засух.

Главной целью ВРД/WFD является предотвращение ухудшения состояния всех поверхностных водных объектов с целью достижения ими “хорошего качества” воды, а не естественного. Там, где хороший уровень качества воды уже существует, его следует поддерживать. Это требование основано на объективной оценке последствий взаимоотношений «человек–природа», основанных на интенсивном использовании природных ресурсов и исключаящих вследствие этого возможность их сохранения в естественном состоянии. Однако требования к качеству поверхностных вод должны быть сформулированы так, чтобы с учетом местных условий добиться такого их состояния, когда влияние человека сводится к минимально возможному [8, 9].

Для поверхностных вод «хорошее состояние» определяется «хорошим» экологическим состоянием и «хорошим» химическим состоянием. В свою очередь экологическое состояние определяется элементами биологического качества вместе с гидроморфологическими и физико-химическими элементами. Как ориентир принимаются референционные условия, которые по существу являются условиями “нетронутого” состояния, или состояния “незначительного” влияния человеческой деятельности [11].

Хорошее экологическое состояние того или иного водного объекта будет достигнуто тогда, когда отклонение от референционных условий будет незначительным или отсутствовать вообще. Поскольку основные водотоки бассейна Верхнего Ертиса испытали определенные изменения, то достижение ими хорошего состояния возможно лишь благодаря антропогенному вмешательству – природоохранным мероприятиям.

Водная рамочная директива не является обязательной для внедрения Казахстаном, поскольку он не является членом ЕС. Однако Казахстан входит в Евразийский экономический союз и Шанхайскую организацию сотрудничества. 11 января 2001 г. РК была подписана Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (1992). Казахстан участвует в следующих международных соглашениях, связанных с управлением трансграничными водотоками (касательно рек Кара Ертис и Ертис):

Соглашение между Казахстаном, Кыргызстаном, Узбекистаном, Таджикистаном и Туркменистаном о сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников;

Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов;

Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве в сфере использования и охраны трансграничных рек;

Соглашение между Министерством сельского хозяйства РК и Министерством водного хозяйства КНР об экстренном уведомлении сторон о стихийных бедствиях на трансграничных реках;

Соглашение между Министерством охраны окружающей среды РК и Министерством водного хозяйства КНР о взаимном обмене гидрологической и гидрохимической информацией (данными) пограничных гидропостов основных трансграничных рек;

Соглашение между Правительством РК и Правительством КНР об охране качества вод трансграничных рек [12].

Методические вопросы внедрения Водной рамочной директивы в Казахстане. Выбор потенциальных эталонных створов на реках различного порядка. В связи с унификацией

подходов к определению экологического качества поверхностных вод в странах ЕС была разработана система его определения путем использования эталонных створов [8].

Основная цель создания сети эталонных створов в бассейне Верхнего Ертиса – установить эталонные значения показателей, по отношению к которым и будет определяться экологическое качество воды на створах, испытывающих антропогенное влияние. Это позволит повысить объективность информации по качеству поверхностных вод, которая является основой эффективного управления водными ресурсами бассейна.

Под речным эталонным створом понимают участок реки, находящийся под минимальным антропогенным воздействием, гидроморфологические, биологические, физическо-химические характеристики которого максимально приближены к исходному (естественному) состоянию.

Эталонные створы в каждом суббассейне Верхнего Ертиса должны быть расположены на реках разного порядка (по принятой гидрологической классификации). Как модельные предлагаются следующие эталонные створы:

участок р. Брекса (Филипповка), расположенный в 7 км выше г. Риддера;

участки рек Ак Оба и Кара Оба, расположенные на территории Западно-Алтайского государственного природного заповедника;

участки рек Белая Берель и Буктырма, расположенные на территории Катон-Карагайского государственного национального природного парка.

Материалы по разработке и апробации выше указанных эталонных створов представлены в ряде публикаций [13–19]. В результате исследования донных сообществ беспозвоночных водотоков бассейна р. Ульби, Буктырма, Оба, в том числе протекающих на территории ООПТ Восточного Казахстана [20–30], создана модель биоценоза «эталонного створа» для средних и малых рек бассейна Верхнего Ертиса. Она содержит более 16 таксонов, включая не менее 3 видов личинок веснянок, не менее 5 видов личинок поденок, не менее 3 видов личинок ручейников. В состав макрозообентоса эталонного створа также входят второстепенные таксоны – личинки двукрылых, пиявки, моллюски, ракообразные, личинки клопов и жуки, олигохеты. Количество и состав второстепенных таксонов могут варьировать.

Модель сообщества зообентоса эталонного створа предназначена для метрологического обеспечения измерений при оценке качества поверхностных вод по показателям зообентоса и контроле погрешности результатов измерений [15]. Модифицированный биотический индекс Вудивисса позволяет более объективно оценивать качество вод при проведении мониторинговых, рекогносцировочных, экспертных работ в бассейне Верхнего Ертиса. При составлении адаптированной расчетной таблицы учтены особенности региональной гидрофауны водотоков ООПТ и показатели «эталонного» створа [13, 16, 17].

Как результат многолетнего мониторинга водотоков импактной зоны и исследований гидробиоценозов водотоков, протекающих на территории ООПТ Восточного Казахстана, разработана и внесена в реестр Казахстана методика выполнения измерений (МВИ) «Воды поверхностные. Оценка качества по показателям макрозообентоса» [31], созданы методические рекомендации «Оценка качества поверхностных вод по показателям макрозообентоса» и «Разработка эталонного створа».

Выбор потенциальных эталонных показателей и их спецификация. Эталонные показатели, которые могут быть использованы для оценки экологического качества вод в бассейне Верхнего Ертиса, разделены на три типа: гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические. Последние являются основными для определения экологического состояния водных экосистем. В европейском протоколе STAR указывается, что перечень гидрофизических и гидрохимических показателей должен быть минимален и включать только те из них, которые существенным образом влияют на состояние биоты.

Процесс определения экологического качества воды фактически представляет собой классификацию участков реки на основании определенных показателей с последующим сравнением их метрик. Метрика – это характеристика биоты, которая изменяется некоторым предсказуемым путем с увеличением антропогенной нагрузки. Из данного определения следует, что в качестве метрики могут быть использованы различные показатели, характеризующие состояние отдельных сообществ, входящих в речную биоту.

Основное требование к метрике – низкая вариабельность в пределах нормы (оцениваемая по коэффициенту вариации) и чувствительность к различным нарушениям [10].

Подавляющее большинство стран использует макрозообентос как основу для биоиндикации. При этом основное внимание уделяется применению чувствительных таксонов бентоса, т.е. фактически системы видов-индикаторов и биотических индексов.

Донные беспозвоночные и их сообщества являются чувствительными индикаторами загрязнения биогенными и токсическими веществами, закисления и эвтрофикации водных объектов. Структурные и функциональные характеристики зообентоса являются перспективным элементом системы мониторинга загрязнения поверхностных вод и позволяют определить экологическое состояние и трофический статус водных объектов; оценить качество поверхностных вод как среды обитания организмов; определить совокупный эффект комбинированного действия загрязняющих веществ; локализовать источник загрязнения; установить типы загрязнителей и возникновение вторичного загрязнения вод. Преимущества зообентоса при индикации загрязнения определяются приуроченностью к определённым субстратам, лабильностью при реакции на загрязнение, относительной устойчивостью к паводковому сносу и повышенной мутности воды, чувствительностью к воздействию токсического и теплового загрязнения [32–34].

Сравнительный анализ биоиндикационных показателей, индексов и метрик, предлагаемых для использования при определении качества воды Европейской рамочной водной директивой, ранее был проведен для малых рек лесостепной зоны Высокого Заволжья, относящихся к предгорным водотокам, и в различных створах рек, впадающих в р. Сок: Байтуган, Камышла, Сосновка, а также для малых рек бассейна р. Припять [35–41].

Результаты многолетнего мониторинга водотоков импактной зоны и исследований водотоков, протекающих на территории ООПТ Восточного Казахстана [20–30] в бассейне Верхнего Ертиса, позволяют предложить следующие метрики для оценки экологического качества воды:

1. *Число таксонов зообентоса (S)*. Оно находится для каждой взятой пробы. Для ряда классов (Oligochaeta, Arachnoidea) беспозвоночные до уровня вида не определяются, и класс указывается целиком. Для отряда Diptera (семейства Chironomidae, Simuliidae, Ceratopogonidae, Tipullidae, Dixidae и пр.) определение беспозвоночные до уровня вида также не устанавливаются, и семейство указывается целиком. Следует отметить, что для получения корректных результатов, эта метрика должна определяться с использованием одинакового уровня таксономической идентификации различных групп гидробионтов.

2. *Индекс EPT*. Этот индекс представляет собой сумму числа видов семейств Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera. Число видов определяется для каждой взятой пробы и затем суммируется.

3. *Индекс BMWP*. Индекс рабочей группы биологического мониторинга (Biological Monitoring Working Party Index, BMWP) разработан Институтом пресноводной экологии (Великобритания) в рамках системы RIVPACS, которая является основой для оценки состояния текущих вод в Великобритании и Австралии.

4. *Индекс ASPT*. Индекс средних значений таксонов (Average Score Per Taxon Index, ASPT) является производным от BMWP и рассчитывается по следующей формуле: $ASPT = BMWP / \text{число обнаруженных таксономических групп в индексе BMWP}$.

5. *Модифицированный биотический индекс Вудивисса TBI (Trent Biotic Index)*.

Расчет индексов BMWP, ASPT, модифицированный TBI производится согласно существующим таблицам [8, 9, 32].

Спецификация эталонных показателей. Спецификация эталонных показателей для последующей оценки экологического статуса речного бассейна фактически представляет собой детальное описание эталонных показателей и методик получения их метрик, а также их сравнение с соответствующими метриками, полученными для аналогичных створов речного бассейна. Это сравнение проводится путем расчета показателя EQI (ecological quality index), который является частным от деления метрики для какого-либо створа на метрику эталонного створа. Главная проблема в использовании этого показателя – пределы его изменения для конкретного качества речных вод [9].

Исследуемый створ к определенному классу чистоты воды относится на основании величины отклонения тестируемого показателя от эталонных условий, т.е. по индексу EQI. Границы между различными классами чистоты воды определяются на основании данных, полученных на эталонных створах.

Величины EQI могут быть использованы для расчета таких эталонных показателей, как число таксонов макробеспозвоночных, а также индексов EPT и TBI, для индексов BMWP и ASPT существует собственная шкала экологического качества вод [8, 9].

Выводы и рекомендации. После принятия Европейским сообществом рамочной водной директивы стало очевидным, что многие ее положения и экологические цели могут быть реализованы только при интегрированном подходе к водным объектам. Одним из таких методов интеграции, который включает гидрологию, гидроморфологию, гидрохимию и гидробиологию, является система эталонных створов.

Европейская рамочная водная директива дала существенный толчок развитию и совершенствованию систем биоиндикации, в частности это относится к процессам интеркалибровки, унификации методов отбора проб, их обработки и последующему анализу.

В течение ряда лет (2006–2015 гг.) применительно к водотокам бассейна Верхнего Ертиса проведен сравнительный анализ биоиндикационных показателей, индексов и метрик, предлагаемых для использования при определении качества воды Европейской рамочной водной директивой, осуществлена модификация биотического индекса Вудивисса с учетом региональных особенностей фауны, разработана сеть эталонных створов.

Бассейн Верхнего Ертиса разнороден по гидрологическим и гидрохимическим показателям. Этот факт должен непременно учитываться при создании сети эталонных створов. Исходя из этого количество таких створов в бассейне, с учетом рек разного порядка, должно быть не меньше 6–8. Наиболее соответствующими участками бассейна могут быть ООПТ (Западно-Алтайский государственный природный заповедник, Катон-Карагайский государственный национальный природный парк), а также верхние течения рек, расположенные в зонах, где антропогенное влияние сведено к минимуму.

В целом подход, основанный на сети эталонных створов, позволит более реалистично оценивать состояние рек в бассейне Верхнего Ертиса. Кроме того, бассейн Верхнего Ертиса можно рассматривать как «полигон» для адаптации казахстанского водного законодательства к законодательству ЕС через внедрение положений Водной рамочной директивы. Этот опыт можно будет распространять на другие речные бассейны Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Калачев Н.С., Лаврентьева Л.Д. Водноэнергетический кадастр рек Казахской ССР (потенциальные ресурсы). – Алма-Ата.: Наука, 1965. – 607 с.
- [2] Егорина А.А. Барьерный фактор в развитии природной среды гор. – Барнаул, 2003. – 344 с.
- [3] Отчет о научно-исследовательской работе «Анализ гидрологического режима трансграничных водотоков и определение его влияния на формирование биоресурсов Раздел: Верхне-Иртышский Бассейн, Алтайский филиал НПЦ РК. – Усть-Каменогорск, 2005. – 72 с.
- [4] Панин М.С. Антропогенное загрязнение тяжелыми металлами водосборной площади бассейна реки Иртыш в пределах Республики Казахстан // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы: мат-лы науч. конф. – Томск, 2000. – С. 21–22.
- [5] Панин М.С. Техногенное загрязнение тяжелыми металлами водосборной площади бассейна реки Иртыш // Мат-лы 2-й междунар. конф. «Экология, радиация, здоровье» Семипалатинск. 18 – 22 апреля 1998. – Семипалатинск, 1998. – С.190.
- [6] Панин М.С. Эколого-биогеохимическая оценка техногенных ландшафтов Восточного Казахстана. – Алматы: Изд-во "Эверо", 2000. – 338 с.
- [7] Панин М.С. Тяжелые металлы в воде, донных отложениях р. Иртыш и ее притоках // Химия в интересах устойчивого развития. – 2000. – № 6. – С.845–854.
- [8] Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текущих вод. – Мн.: Орех, 2004. –125 с.
- [9] Семенченко В.П., Тишиков И.Г. Оценка качества воды и мониторинг поверхностных вод в бассейне реки Припять путем создания сети эталонных створов как шаг к внедрению Водной рамочной директивы: Методическое руководство, 2000. – 13 с.
- [10] Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council – Establishing a framework for Community action in the field of water policy. European Commission. Brussels, Belgium, 23 October 2000.

[11] На пути к внедрению ВРД – совместимых мониторинга и оценки состояния водных объектов. Общие технические требования. Предварительный проект. Ноябрь 2013 года. Пол Бойс и Бернардас Паукштис (в части подземных вод), 2013. – 53 с. Точка доступа: blacksea-riverbasins.net/system/files...Strategies...

[12] Лекционный курс «Интегрированное управление водными ресурсами». Тема 10. Международное сотрудничество и совершенствование управления трансграничными водными объектами. – Алматы, 2015. Точка доступа: http://unesco.kz/science/2015/iuvr/Presentations_PPT/Theme-01.pptx

[13] Евсеева А.А. Контроль испытаний качества вод по показателям зообентоса // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: труды Всероссийской научной конференции с международным участием. В 2 т. – Барнаул, 2014. – Т. II. – С. 143–149.

[14] Евсеева А.А. Система эталонных створов как метод оценки уровня антропогенной нагрузки водотоков бассейна реки Ульба // Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление экосистем: Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием (г. Тольятти, 5-8 сентября 2011 г.) / Отв. ред. Т.Д. Зинченко, Г.С. Розенберг. – Тольятти: Кассандра, 2011. – С.52.

[15] Кушникова Л.Б., Евсеева А.А., Салыкбаева А. Модели фоновых биоценозов зообентоса для водоемов Восточного Казахстана // Региональный компонент в системе экологического образования и воспитания – 2004: Сборник материалов областной научно-практической конференции. – Усть-Каменогорск, 2004. – С. 64-67.

[16] Евсеева А.А., Кушникова Л.Б. К вопросу о модификации системы биотических индексов Вудивисса для водоемов Восточного Казахстана // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное природопользование: Материалы I межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 5-летию организации Тигирекского заповедника. Труды ГПЗ «Тигирекский». Вып. 1. – Барнаул: Изд-во «Алтайские страницы», 2005. – С. 288–289.

[17] Евсеева А.А., Кушникова Л.Б. Модификация биотического индекса Вудивисса для водотоков бассейна Верхнего Иртыша // Материалы научно-практической конференции с международным участием «Современные фундаментальные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод России». Ч. 2. Азов, 8–10 июня 2009 г. – Ростов-на-Дону, 2009. – С. 184–187.

[18] Евсеева А.А. Оценка состояния донных сообществ беспозвоночных малой реки Брекса // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов: материалы VIII международной конференции (Горно-Алтайск, 19-23 сентября 2007 г.) – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2007. – Т. II. – С. 141–146.

[19] Евсеева А.А., Кушникова Л.Б. Основные метрики макрозообентоса эталонного створа малой реки Брекса (бассейн Верхнего Иртыша) // Материалы научно-практической конференции с международным участием «Современные фундаментальные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод России». Ч. 2. Азов, 8-10 июня 2009 г. – Ростов-на-Дону, 2009. – С. 167–169.

[20] Евсеева А.А. К фауне донных беспозвоночных водотоков Катон-Карагайского государственного национального природного парка // Региональный компонент в системе экологического образования и воспитания – 2011: Сборник материалов областной научно-практической конференции. Ч. II. – Усть-Каменогорск, 2011. – С. 12–15.

[21] Евсеева А.А. Зообентос малых водотоков Катон-Карагайского национального природного парка // Региональный компонент в системе экологического образования и воспитания – 2013. Усть-Каменогорск, – 2013. – С. 44–48.

[22] Кушникова Л.Б., Евсеева А.А., Лещенко М.П. Результаты исследований макрозообентоса водотоков и водоемов Западно-Алтайского государственного природного заповедника // Региональный компонент в системе экологического образования и воспитания – 2009. – Усть-Каменогорск, 2009. – С. 280–285.

[23] Кушникова Л.Б., Евсеева А.А. Фауна водных насекомых Западно-Алтайского заповедника // Selevinia. – Алматы, 2009. – С. 90–93.

[24] Евсеева А.А. Зообентос реки Бухтарма в референтной зоне на территории Катон-Карагайского государственного национального природного парка // Экологические аспекты природопользования в Алтае-Саянском регионе: материалы международной научно-практической конференции – Барнаул: Издательство АлтГТУ, 2014. – С.130–134.

[25] Евсеева А.А. Макрозообентос референтных водотоков бассейна реки Ульба (нижнее течение) // Региональный компонент в системе экологического образования и воспитания – 2010: Сборник материалов областной научно-практической конференции. – Усть-Каменогорск, 2010. – С. 123–128.

[26] Евсеева А.А. Сообщества зообентоса водотоков бассейна реки Ульба (Верхний Иртыш) на референтных участках и в импактной зоне // Евразийский союз ученых (ЕСУ). –2016. – № 2(23), часть 3. – С. 113–116.

[27] Евсеева А.А. Структурные характеристики зообентоса водотоков бассейна р. Уба (Верхний Иртыш) на референтных участках и в условиях антропогенной нагрузки // Материалы IV всероссийской конференции по водной экотоксикологии, посвященной памяти Б.А. Флерова, «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы» и школы-семинара «Современные методы исследования и оценки качества вод, состояния водных организмов и экосистем в условиях антропогенной нагрузки». В 2 ч. (Борок, 24-29 сентября). – Борок, 2011. Ч. 2 – С. 17–21.

[28] Евсеева А.А. Фауна амфибиотических и водных насекомых некоторых водотоков особо охраняемых природных территорий Восточного Казахстана // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное природопользование. Труды Тигирекского заповедника. – Барнаул. 2010. – Вып. 3. – С.223–228

[29] Евсеева А.А. Современное состояние и перспективы изучения макрозообентоса водотоков казахстанской части Алтае-Саянского экорегиона // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Устойчивое управление особо охраняемыми природными территориями». – Риидер, 2010. – С. 22–24.

[30] Евсеева А.А., Кушникова Л.Б. Мониторинг биоразнообразия макрозообентоса водотоков ООПТ Восточного Казахстана // Мониторинг биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях. – Барнаул, 2010. – С. 174–175.

[31] МВИ № KZ.07.00.00869-2008 от 10 июля 2008 г. «Воды поверхностные. Оценка качества по показателям макрозообентоса».

- [32] Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. - СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – 318 с.
- [33] Баканов А.И. Использование характеристик разнообразия зообентоса для мониторинга состояния пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. – М., 1997. – С. 278–282.
- [34] Безматерных Д. М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири: аналит. обзор. – Новосибирск, 2007. – 87 с.
- [35] Зинченко Т.Д. Методологический подход к проведению мониторинговых исследований природных гидросистем (на примере Волжского бассейна) // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – Владивосток, 2008. – Вып. 4. – С. 25–30.
- [36] Семенченко В.П., Мороз М.Д., Тишиков И.Г. Использование структурных показателей сообществ макрозообентоса для биоиндикации качества текущих вод // Гидробиологический журн. – 2006. – Т.42, № 5. – С. 57–65.
- [37] Семенченко В.П., Мороз М.Д. Сравнительный анализ биотических индексов в системе мониторинга текущих вод биосферного заповедника // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32, № 2. – С. 223–231.
- [38] Головатюк Л.В., Зинченко Т.Д. 2011а. Биотические индексы и метрики в оценке качества воды малых рек Нижнего Поволжья (на примере рек Байтуган, Камышла, Сосновка) // Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна. ИЭВБ РАН. – Тольятти: Кассандра, 2011. – С. 160–169.
- [39] Головатюк Л.В., Зинченко Т.Д. Сравнительный анализ биотических индексов и метрик в оценке качества воды малых рек бассейна Нижней Волги // Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление экосистем: тез. докл. Всерос. конф. с межд. уч., Тольятти, 5–8 сентября 2011 г. – Тольятти: Кассандра. 2011. – С. 37.
- [40] Даирова Д.С., Живоглядова Л.А. Использование различных методов биоиндикации (биотических индексов и метрик) для оценки экологического состояния и качества воды малых рек бассейна р. Лютога (о-в Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова Vladimir Ya. Levanidov's biennial memorial meetings. – 2014. – Вып. 6. – С. 191-200.
- [41] Головатюк Л.В., Зинченко Т.Д. Применение биотических идентификаторов для оценки качества вод притоков реки Сок (реки Байтуган, Камышла, Сосновка) // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – Тольятти, 2011. – № 11. – С. 10-19.

Т. И. ЕСПОЛОВ

НАО "Казахский национальный аграрный университет", Алматы, Казахстан

ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОБВОДНЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПАСТБИЦНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Қазақстан Республикасының жайылымдық аумақтарын суландыру мен сумен қамтамасыз етудің мәселелері мен инновациялық дамыту шаралары баяндалған. Жайылымдардың сыйымдылығының өнімділігіне талдау жасалып су тұтыну нормалары мен су жануарларының шекті рұқсат етілген радиусын анықтау үшін жайылымдарды суландыру мәселелері қарастырылған. Жайылымдық территорияларды сумен қамтамасыз етудің инновациялық технологиясы қарастырылды, табиғи кешендерді қорғауды есепке ала отырып жайылымдық жерлерге күрделі салымдардың тиімді есептеулері берілген.

Изложены проблемы и меры инновационного развития обводнения и водоснабжения пастбищных территорий Республики Казахстан. Дан анализ продуктивности кормоемкости пастбищ, рассмотрены вопросы обводнения пастбищ, нормы водопотребления и предельно допустимый радиус выпаса животных. Рассмотрены инновационные технологии обводнения и водоснабжения пастбищных территорий, даны расчеты эффективности капитальных вложений в обводнение территорий с учетом охраны природных комплексов.

In the article the problems and measures of innovative development of irrigation and water-supply of pastures territories of Republic of Kazakhstan are expounded. The analysis of the productivity of norm capacity of pastures is given, the questions of irrigation of pastures, norms of water consumption and maximum-possible radius of water animals, are considered. The innovative technology of irrigation and water-supply of pastures territories are considered, and calculations of efficiency of capital investments are given in irrigation of territories taking into account the guard of natural complexes.

В Послании Лидера нации Н. А. Назарбаева народу Казахстана от 14.12.2012 г. «Стратегия "Казахстан-2050"»: Новый политический курс состоявшегося государства» выделено десять основных вызовов, которые следует учитывать при планировании экономики и для успешного развития страны.

Один из обозначенных в Послании вызовов – угроза глобальной продовольственной безопасности. Казахстан обладает огромными экологически чистыми территориями и может производить экологически чистые продукты питания, включая животноводческие, на отгонных пастбищах.

Одним из ранее данных поручений Главы государства является возрождение традиций животноводства мирового уровня, направленных на решение проблемы использования отгонных пастбищ, организация которых сегодня является необходимостью [1].

В стратегии развития ведущей отрасли АПК – животноводства большое внимание уделено использованию научно обоснованных подходов к эксплуатации пастбищных ресурсов путем применения отгонно-пастбищного животноводства, способствующего осуществлению программы продовольственной безопасности.

Постановка проблемы. Казахстан находится на шестом месте в мире по площади пастбищных ресурсов, занимающих 187 млн га, и 70% из которых расположены в засушливых регионах. Исторически они являются движущей силой в экономике страны как источник кормов, пищи, топлива, лекарственных растений и т.д. По данным Института мировых ресурсов 99,2% территории Казахстана занимают земли, склонные к опустыниванию. По подсчетам общая площадь деградированных пастбищных земель составляет более 48 млн га (26% общей площади пастбищ). В настоящее время растущее поголовье скота сосредоточено в основном недалеко от населенных пунктов и именно на таких землях, где имеются отремонтированные источники воды и элементарные жилищно-бытовые условия. Отсюда огромные площади сбитых пастбищ (26,5 млн га), на которых с каждым годом увеличиваются площади зарастания некогда ценных, в кормовом отношении, угодий непоедаемой растительностью и отличаются другие негативные проявления.

На используемых категориях земель (земли сельскохозяйственного назначения и земли населенных пунктов) сельскохозяйственные животные недополучают более 30% пастбищного корма от минимальной физиологической потребности, что, безусловно, сказывается на их продуктивности и, следовательно, бюджете владельцев этого скота.

Таким образом, создавая устойчивую систему управления этими ресурсами, Казахстан может активно повлиять на глобальные процессы, такие, как обеспечение продовольственной безопасности, борьба с деградацией земель и адаптация к условиям изменения климата. Пастбищные ресурсы в условиях мирового дефицита продовольствия создают огромный потенциал для успешного развития животноводства и предпосылки для экспорта животноводческой продукции.

Освоение аридных пастбищ в решающей степени зависит от степени их обводненности. Если до 90-х годов в Казахстане считались обводненным 80–85 % пастбищ, то в настоящее время этот показатель требует серьезного уточнения. Основными источниками водоснабжения пастбищных территорий являются колодцы и скважины, которые практически повсюду из-за отсутствия надлежащей эксплуатации вышли из строя, а строительство новых прекращено.

В настоящее время механизированный подъем воды из водоисточников, подача ее в водопойные пункты и на локальные участки орошения осуществляется в основном за счет электроэнергии, вырабатываемой дизельными стационарными и передвижными установками, не использующими природную энергию возобновляемых источников и органическое топливо, что является экономически неперспективным. В связи с этим назрела необходимость перехода на "зеленую" экономику использования природных энергоносителей

Методы исследования. Сбор и обработка данных сельскохозяйственных и водохозяйственных организаций по использованию пастбищных территорий для отгонного животноводства. Опытно-экспериментальные исследования по обводнению и водоснабжению пастбищных территорий. Нормы и режимы водопотребления, радиус водопоя животных на пастбищных территориях, расчеты экономической эффективности капитальных вложений в обводнение и водоснабжение пастбищных территорий.

Результаты исследования. Огромная территория пастбищных угодий характеризуется большими разнообразными природно-климатическими условиями. По мере продвижения с севера на юг степная и сухостепная зоны меняются на глинистые и песчаные пустыни Центрального и Южного Казахстана. Изменяются характер растительности и продуктивность естественных кормовых угодий.

Крупные массивы пастбищ практически являются основой содержания и дальнейшей интенсификации овцеводства. Продуктивность естественной растительности неустойчива по годам и колеблется от 0,03–0,05 до 0,5–0,6 т/га в зависимости от природной зоны и климатических условий. Кормоемкость всех массивов оценивается в 29,83 млн т сухой массы в средний по водности год, что позволяет при рациональном ведении овцеводства за счет пастбищных кормов содержать 41–62 млн голов в пересчете на овец при норме 4–6 ц на одну условную голову.

С учетом позитивной роли обводнения пастбищ на базе использования подземных вод были обобщены имеющиеся фондовые материалы (геоботанические, гидрологические, гидрогеологические) и проектные проработки по крупным массивам пастбищ, что позволило выделить 22 крупных массива (таблица 1).

Анализ кормовых ресурсов указанных пастбищных массивов показывает, что их естественная кормоемкость, равная 276,5 млн ц сена, позволит на них круглогодично содержать в переводе на мелкий скот 46 025,0 тыс. голов при норме пастбищного корма на овцу 6 ц и 69 160 тыс. голов при норме 4,0 ц сена.

В настоящее время основным сдерживающим фактором развития животноводства является неравномерное и недостаточное обводнение естественных пастбищных территорий, эффективность которых в решающей степени зависит от состояния обводнительных систем и сооружений.

Таблица 1 – Продуктивность и кормоемкость массивов пастбищ Казахстана

Пастбищные массивы	Общая площадь, млн га	Урожайность, т/га	Кормоемкость, тыс. т	Скотоемкость, млн гол.
Прикаспийская полоса	3,00	0,2-0,43	838,0	1,75
Нарынские пески	3,312	0,1-0,15	470,0	1,0
Тайсойган	1,60	0,2-0,3	284,0	0,59
Устирт	5,59	0,2-0,4	682,4	1,42
Мангыстау и Карын-Жарык	5,759	0,2-0,4	616,0	1,28
Зауральская степь	1,22	0,2-0,4	217,6	0,45
Байганинский массив	3,60	0,1-0,6	1096,1	2,28
Большие и Малые Барсуки	2,830	0,4-0,8	1119,0	2,33
Иргизский массив	2,450	0,1-0,7	1118,0	2,33
Карабутацкий массив	2,16	0,25-0,55	980,0	1,98
Приаральские Каракумы	3,46	0,1-0,6	950,0	1,97
Присарысуйские массивы	1,88	0,15-0,8	177,5	0,37
Кызылкум	5,056	0,1-0,67	1325,0	2,76
Мойнкум 1	1,92	0,17-0,6	730,0	1,52
Мойнкум 2	3,25	0,15-0,8	1296,0	2,70
Бетпак-дала	6,23	0,15-0,65	1278,0	2,66
Сарытаукум	1,18	0,25-0,65	485,0	1,01
Сарыишикотрау	6,05	0,2-0,45	2000,0	4,16
Северное Прибалкашье	3,080	0,15-0,65	897,0	1,87
Зайсан-Тарбагатайский	1,39	0,2-1,5	413,9	0,86
Сарыарка	29,30	0,25-0,45	8820,0	18,27
Торгайский массив	6,30	0,2-0,5	2205,0	4,59
Итого	117,8		29828,5	

Нормы и режимы водопотребления животных на пастбищах колеблются по сезонам года, что обусловлено изменением климатических факторов в течение года и состоянием травостоя. Как показали исследования, в аридной зоне они зависят также от числа водопоев технологии содержания животных. Следовательно, на сезонных пастбищах объем водопотребления и расчетный расход воды должны определяться по количеству сезонных водопотребителей. В соответствии с нормативными требованиями, в зависимости от категории водопотребителей и с учетом природных условий зоны, принимаются средние нормы водопотребления на пастбищах. Меньшие нормы водопотребления применяют для молодняка, большие – для взрослых животных, причем для лактирующих маток нормы водопотребления увеличивают на 25%. Количество водопоя (в сутки) животных на пастбищах обычно принимается двух- и трехкратное.

Коэффициенты суточной и часовой неравномерности водопотребления определяются по формулам:

$$c_{сут} = \frac{Q_{\max.сут}}{Q_{ср.сут}} > 1, \quad c = \frac{Q_{\max.ч}}{Q_{ср.ч}} > 1. \quad (1)$$

В зависимости от кратности водопоя коэффициенты суточной неравномерности водопотребления (сут) животных на природных пастбищах полупустынной и пустынной зон принимаются по таблице 2.

Для молодняка и дойных коров радиус водопоя на пастбищах принимается меньше предельно допустимых показателей для взрослого скота. На зимних, осенних и весенних пастбищах и высокой влажности трав радиус водопоя может быть больше. Для овец и коз на зимних пастбищах максимальный радиус составляет 7,5–10 км. На холмистой местности и равнине, изрезанной овражной сетью, радиус водопоя снижается наполовину. Для овец и коз, выпасаемых на горных пастбищах, допустимый радиус водопоя может быть принят из таблицы 4.

Таблица 2 – Коэффициенты суточной неравномерности (сут.) водопотребления на пастбище*

Вид животных	Однократный водопой	Двукратный водопой	Трехкратный водопой
Крупный рогатый скот	1,2-1,5	1,2-1,4	1,2-1,35
Овцы и козы	1,1-2,3	1,3-1,8	1,1-1,3
Лошади	1,2-1,5	1,4-1,5	1,2-1,5
*Составлено автором на основе литературных данных [2, 3].			

Таблица 3 – Предельно-допустимый радиус водопоя животных для равнинной местности, км

Вид скота	Пастбища степных и лесостепных районов	Пастбища засушливых полупустынных и пустынных районов
Крупный рогатый скот: ремонтный молодняк старше одного года и нагульный скот	4	6
Молочные коровы	2,5	2,5
Лошади	5	8
Овцы и козы	4	6
Верблюды	–	8

Таблица 4 – Расчетный радиус водопоя на горных пастбищах, км

Крутизна склонов на пастбищах, град.	Субальпийские и альпийские пастбища	Горно-степные пастбища
10–15	3	4
15–20	2,5	3
20–30	1,5	2
30 и более	1,0	1,5

В зависимости от радиуса водопоя животных расчетная площадь обводняемых природных пастбищ принимается по таблице 5. Размещение водопойных пунктов на скотопрогонных трассах зависит от скорости движения скота и длины суточного перегона. Движение скота по скотопрогонной трассе может происходить с пастьбой (гон пасом) и без пастьбы (маршевый гон). Допустимое расстояние между водопойными пунктами принимают при гоне пасом 8–12 км, при маршевом гоне 18–25 км. Если скот перегоняется в жаркое время года (в аридной зоне), то расстояние между водопойными пунктами сокращается в 1,5–2 раза. Водопойные пункты для ветеринарно-карантинных участков на скотопрогонной трассе размещают в 0,5–1,0 км в стороне от них.

Таблица 5 – Расчетная площадь обводнения, га

Радиус водопоя, км	Площадь обводненных пастбищ, га
0,50	80
1,00	300
1,50	700
2,00	1200
2,50	1900
3,00	2800
3,50	3800
4,00	5000
4,50	6300
5,00	7800
6,00	11300
6,50	13300
7,50	17700

Пастбища можно использовать с наибольшим эффектом для развития отгонного животноводства только при наличии достаточного количества воды. В силу этого проблема обеспечения водой потребителей была и остается самой важной и приоритетной, причем капитальные вложения, направленные на обводнение и освоение пастбищ, окупаются в два раза быстрее, чем в других отраслях сельского хозяйства.

В настоящее время основным сдерживающим фактором развития животноводства является неравномерное и недостаточное обводнение естественных пастбищных территорий, эффективность которых в решающей степени зависит от состояния обводнительных систем и сооружений.

В этой связи все проблемные вопросы в развитии пастбищного обводнения и сельхозводоснабжения можно разделить на три категории: системные, технические и технологические и кадровые.

Системные:

смена системы организации территории, форм хозяйствования (фермерские хозяйства, крестьянские хозяйства) и др.;

отсутствие единого хозяйствующего субъекта – водопотребителя (раздробленность, разобщенность, мелкотоварность);

деградация приколодезных территорий, где в результате чрезмерной концентрации поголовья животных происходит вытаптывание пастбищ (очаги опустынивания).

Технические и технологические:

большинство обводнительных систем и сооружений морально и физически изношены, с истекшим сроком амортизации установок и оборудования;

поверхностные обводнительные системы (лотковые сети, трубопроводы) разобраны, снизились КПД на действующих;

многие шахтные и трубчатые колодцы, скважины вышли из строя: разрушены полностью или частично; накопительные резервуары, водопойные корыта и площадки, павильоны над скважинами засыпаны и закольматированы; водозаборные сооружения, их прифильтровальные зоны заросли механическими и химическими осадками, отсутствует водоподъемное оборудование и др.;

из-за ограниченности технических возможностей эксплуатационные организации не в полной мере охватывают весь комплекс ремонтно-восстановительных работ; до настоящего времени преобладает очистка колодцев с помощью примитивных, неэкономичных приспособлений.

Кадровые:

«старение» профессиональных кадров, отсутствие специалистов на ключевых позициях;

отсутствие материальной и моральной заинтересованности и стимулирования «молодых специалистов», сопровождающееся нежеланием работать в сельской местности.

Естественными водными источниками (река, ручей, озеро, родник) может быть обеспечено 40% всех пастбищных угодий. На оставшейся территории необходимо построить инженерные сооружения для подъема грунтовых вод. Сегодня многие колодцы и водопойные сооружения пришли в негодность и подлежат реконструкции.

Об этом свидетельствуют результаты инвентаризации пастбищ на площади 14,0 млн га, где выявлены только 14 тыс. источников обводнительных сооружений; из них пригодны к эксплуатации всего лишь 15%, а остальные сооружения требуют реконструкции, капитального ремонта или полного списания. В рамках Программы развития АПК в стране на 2013–2020 годы предусматривается внедрение государственной поддержки в виде частичного (80%) возмещения расходов животноводческих хозяйств по строительству шахтных и трубчатых колодцев на отгонных пастбищах.

По вопросам механизации процесса водоснабжения пастбищного животноводства выполнено немало научных работ. Между тем отсутствуют комплексные исследования пастбищного водоснабжения сельскохозяйственных животных в рыночных условиях хозяйствования, методология и теоретические основы определения экологически безопасного радиуса водопоя. Остаются проблемными вопросы использования высокодебитных водоисточников для



Рисунок 1 – Инновационные технологии и технические средства обводнения пастбищ

обеспечения водой животных на выпасных участках трубопроводным способом, механизации процесса подъема воды из заиленных и пескующих шахтных колодцев и т.д. Имеющиеся технические решения по устранению недостатков этих водоподъемников несовершенны и требуют дополнительного рассмотрения [5, 6].

В настоящее время в мире большое внимание уделяется использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – солнца, ветра, биомасс и др., за которыми в последние годы укрепился термин «зеленые» технологии. Несмотря на экономический кризис, за последние годы «зеленые» технологии продолжают динамично развиваться. Так, средние темпы роста в год составили в зависимости от вида ВИЭ от 14 до 31%. При этом наибольший среднегодовой рост – около 30% приходится на ветроэнергетику (рисунок 2).



Рисунок 2 – Ветро-гелио-биогазовые установки для подъема воды из трубчатых и шахтных колодцев и автономного водоснабжения

В Казахстане ветровые установки малой мощности можно использовать на 85–87% территории, где сосредоточены около 150–170 тыс. крестьянских хозяйств, из которых 40–50% – хозяйства животноводческого направления. Если учесть, что в настоящее время в Казахстане не имеют доступа к ЛЭП около 4300 сельскохозяйственных предприятий и более 84 тыс. крестьянских хозяйств, то очевидно, что эта проблема актуальна.

Эффективность капитальных вложений в комплексные мероприятия при освоении или реконструкции обводнения и водоснабжения пастбищных территорий оцениваются сопоставлением величин этих вложений с полученным эффектом от осуществления мероприятий.

В качестве экономического эффекта для совершенствования систем обводнения и водоснабжения пастбищных территорий принимается суммарный дополнительный чистый доход сельскохозяйственного производства, продукции естественных угодий (охотничьего промысла диких животных) и экологической системы, которые принимаются в качестве суммарного дополнительного чистого дохода отраслей экономики.

$$\sum \Delta rD = \left(\sum \Delta rD_a + \sum \Delta rD_y + \sum \Delta rD_{np} \right), \quad (2)$$

где $\sum \Delta rD_a$ – суммарный дополнительный чистый доход от предотвращения ущерба в сельскохозяйственном производстве; $\sum \Delta rD_y$ – суммарный дополнительный чистый доход от предотвращения потерь прибыли продукции естественных угодий; $\sum \Delta rD_{np}$ – суммарное экономическое значение предотвращенного ущерба экологической системе, которая принимается в размере 30–40% от предотвращенного ущерба продукции естественных угодий, т.е. $\sum \Delta rD_{np} = 0,4 \sum \Delta rD_y$.

При определении эффективности капитальных вложений на обводнение пастбищ для овцеводческой отрасли не учитывался доход от продукции естественных угодий $\sum \Delta rD_y$, соответственно и экономическое значение предотвращенного ущерба экологической системе будет приравнено нулю $\sum \Delta rD_{np}$, т.е. вложения средств на природоохранные мероприятия должны быть безвозмездны. Тогда чистый суммарный дополнительный доход от совершенствования систем обводнения в сельскохозяйственном производстве составит

$$\sum \Delta rD_a = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left[(C_1^i - I_1^i) - (C_2^i - I_2^i) \right], \quad (3)$$

где C_1^i и C_2^i – удельные значения стоимости продукции с одной головы i -го вида животного соответственно в условиях с реконструкцией и без реконструкции; I_1^i и I_2^i удельные издержки содержания i -го вида животного.

При известном суммарном предотвращенном ущербе и капитальном суммарном вложении в объекты обводнения можно определить коэффициент общей (абсолютной) эффективности капитальных вложений:

$$\Theta = \frac{\sum \Delta rD}{\sum K}. \quad (4)$$

Показатели общей экономической эффективности капитальных вложений при совершенствовании систем обводнения территории с учетом мероприятий охраны природы сравниваются с нормативными. Согласно типовым методикам, нормативам общей (абсолютной) экономической эффективности для сельского хозяйства, принято значение 0,07, а для средозащитных мероприятий – 0,12. Учитывая, что продукция естественных угодий обводняемой территории имеет аналогичную экономическую значимость для отраслей экономики, как и продукция обводняемых пастбищ, в качестве нормативного коэффициента капвложений в природохозяйственный комплекс может быть принят коэффициент для сельского хозяйства 0,07. Комплексные обводнительные объекты природохозяйственного назначения считаются экономически эффективными при условии, если расчетный коэффициент общей экономической эффективности не ниже плановых нормативов, т.е. $\Theta \geq 0,07$.

Если учесть нормативный срок окупаемости обводнительных систем, который обычно принимается не более 8 лет, то данный показатель вполне рентабелен в современных условиях.

Обсуждение результатов. На основании теоретических и экспериментальных исследований нами были выполнены и внедрены в производство следующие системы и установки:

автоматизированная система водопоя овец и гидродинамическая очистка навозных каналов в комплексах по откорму овец;

автоматизированный пастбищный комплекс по водоснабжению и кормопроизводству на базе использования подземных вод;

передвижная пневмогидравлическая установка для очистки шахтных колодцев пастбищ;

скреперная пневмогидравлическая установка для очистки помещений (стойл и навозных проходов) животноводческих ферм.

Особое место среди них занимают научные проработки по комплексной механизации и автоматизации технологических процессов орошения пастбищ, сенокосов и водоснабжения на них. Результатом этой работы стала принципиально новая система орошения и автоматизированное культурное пастбище (АКП) для крупного рогатого скота, вобравшая в себя все лучшие научно-технические достижения. Одним из преимуществ данной системы является возможность мониторинга состояния пастбищ и отслеживания процесса деградации пастбищ.

Дальнейшие разработки по усовершенствованию и модернизации автоматизированных пастбищных комплексов содержат в себе все данные о количестве скота, времени вакцинации, маршрутах и сроках выпаса, о продуктивности и емкости пастбищ, а также программу, которая автоматически высчитывает динамику выпаса скота в различные сезоны и т.д.

Имея большой научно-технический задел, а также специалистов данной отрасли, ученые Казахского национального аграрного университета принимают активное участие в реализации задач в сфере АПК и готовы с заинтересованными другими органами разработать научные аспекты проблем сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения пастбищ и кормопроизводства, создания высокомеханизированных и автоматизированных культурных пастбищ для пастбищного содержания молочного крупного скота.

Следует отметить, что нами были получены хорошие результаты при разработке [7]:

рациональных систем и схем водоснабжения для сельскохозяйственных территорий;

методов очистки шахтных и трубчатых колодцев от заиленных наносов;

научно-технических основ по организации ремонта и эксплуатации гидромеханических и силовых оборудований водопойных пунктов пастбищ, созданию передвижных установок по водоподъему, обеззараживанию воды в колодцах и дезинфекции приколодезных сооружений водопойных пунктов пастбищ;

оптимальной комплексной системы культурного пастбища с автоматизацией технологических процессов работы и изучением научных аспектов ее по агротехнике, орошению, водоснабжению, автоматике и телеуправлению.

Сегодня существует множество форм и методов водоснабжения пастбищных угодий и водопоя скота. Однако необходимо учитывать внешние и внутренние факторы социально-экономического развития страны. Поэтому при реализации любого проекта необходимо, на наш взгляд, придерживаться принципов экономичности, инновационности, экологичности и результативности, т.е. получение экологически чистого товара мясопродуктов.

С учетом экономической ситуации мы предлагаем обводнение и водоснабжение пастбищных территорий проводить в следующих направлениях:

в стране 6947 аулов и 34 поселка, где в домашних хозяйствах в основном сконцентрировано поголовье животных;

на землях крестьянского хозяйства, из 181 млн га пастбищных угодий 35,5 млн га находится в их распоряжении, из 18 млн овец 5,1 млн выращиваются фермерами страны, этот потенциал необходимо использовать рационально.

С учетом того, что все земли распределены по собственникам, свободные земли, пригодные для отгонного животноводства, находятся только в землях государственного запаса, предлагается осваивать их путем создания новой современной структуры. По нашему мнению, таковым может стать создание молодежного инновационного животноводческого комплекса, где все процессы должны быть механизированы, компьютеризированы и др. Электричество

использовать преимущественно из источников возобновляемой энергии. Как видно из названия, состав должен формироваться из числа молодежи.

Как известно, все принимаемые меры исполнительных органов по реализации аграрной политики централизованы. На наш взгляд, особенно решение вопросов отгонного животноводства, необходимо максимально децентрализовать, т.е. использовать потенциал местных органов управления.

Заключение. Пастбищные угодья Казахстана составляют 187 млн га, из них 117,8 млн га применимы для отгонно-пастбищного животноводства, эффективное использование которых будет способствовать осуществлению Программы продовольственной безопасности страны. Их использование в решающей степени зависит от обводненности и кормоемкости пастбищных угодий и радиуса выпаса скота вокруг источника водопоя.

Кормоемкость 22 крупных пастбищных массивов Казахстана составляет 276,5 млн ц сена, что позволит содержать более 46 025 тыс. голов мелкого скота при двукратном водопое и радиусе водопоя до 7 км вокруг источника водопоя. Открытые источники водопоя составляют 40% (реки, озера, пруды, каналы и др.) и подземные – 60%. Для водоподъема разработаны инновационные технические средства на возобновляемых источниках энергии.

Новые средства водоподъема с использованием нетрадиционных (альтернативных) источников энергии позволят обеспечить срок их окупаемости до 8 лет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Государственная программа «Агробизнес 2020», 2013.
- [2] Есполов Т.И. Использование нетрадиционных ресурсосберегающих источников энергии для животноводства Алматинской области. – Алматы: Изд-во «Айтумар», 2012.
- [3] Есполов Т.И. Инновационно-водосберегающие технологии водоснабжения и обводнения сенокосов и пастбищ Алматинской области. – Алматы: Изд-во «Айтумар», 2012.
- [4] Есполов Т.И., Рау А.Г., Калыбекова Е.М. Развитие обводнения и водоснабжения пастбищных территорий Республики Казахстан // Труды 10-й конференции научного объединения немцев Казахстана. – Алматы, 2015.
- [5] Есполов Т.И. и др. Патент на изобретение биогазовой установки. ИП. № 24377, госреестр 2011 г.
- [6] Есполов Т.И., Сейтасанов И.С., Ермакбаев А.А. Скважный насосный агрегат. ИП. № 25134, госреестр 2011 г.
- [7] Есполов Т.И. Водосбережение и управление водными ресурсами в орошаемом земледелии и обводнении пастбищ // Международная конференция «Водосбережение и управление водными ресурсами в орошаемом земледелии и обводнении пастбищ». – Алматы, 2015.

В. А. ЖАРКОВ, Е. В. АНГОЛЬД, Б. М. КУРТЕБАЕВ

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства», Тараз, Казахстан

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОЛИВОВ В УСЛОВИЯХ ЮГА КАЗАХСТАНА

Құрамдастырылған тамшылата-жаңбырлатып сугару әдісі тамшылатып сугару мен жаңбырлату технологияларының жағымды сапаларын біріктіреді. Негізгі тамшылатып сугару әдісінде, өсімдіктің дамуының вегетациялық кезеңіндегі су тапшылығы жағдайында, бұл технология судың үнемделуін қамтамасыз етеді, ауаның температурасы 25 °С асқан кезде жаңбырлату есебінен микро мен фито-климат параметрлерін жақсартады, өсімдіктің өсу процестерін ынталандырады және дақыл өнімділігінің артуын қамтамасыз етеді.

Комбинированный капельно-дождевальный полив объединяет положительные качества технологий капельного полива и дождевания. Эта технология при основном капельном способе полива в вегетационный период развития растений в условиях дефицита воды обеспечивает ее экономию, а за счет дождевания при температуре воздуха более 25 °С улучшает параметры микро- и фито-климата, стимулирует ростовые процессы растений и обеспечивает повышение их урожайности.

Combination of drip irrigation and sprinkling unites advantages of drip and sprinkling irrigation technologies. This technology at the main drip method of irrigation during the vegetation period of plants development in the conditions of water deficiency provides her economy, and due to sprinkling irrigation at air temperature more than 25 °C improves parameters micro- and phytoclimate, stimulates growth processes of plants and provides increase of their productivity.

Увеличивающийся дефицит воды воздействует на сельскохозяйственный сектор во всем мире. Повышение продуктивности использования воды является актуальным направлением для увеличения производства пищевых продуктов [1].

В ирригационном земледелии технологии полива должны обеспечивать оптимальное снабжение сельскохозяйственных культур водой с учетом биологических особенностей каждой культуры. При этом учитываются особенности существующих способов и технологий полива, оказывающих влияние на прилегающую к растению среду.

В сложившихся условиях развития экономики Казахстана эффективность использования водных ресурсов в сельском хозяйстве крайне низка из-за применения устаревших методов и технологий орошения, а также значительных затрат воды при ее транспортировке. Для достижения экономии воды в сельском хозяйстве необходимо внедрение современных методов орошения и водосберегающих технологий, снижение потерь воды при транспортировке и выполнение ряда других мероприятий, направленных на повышение продуктивности использования воды, что особенно актуально в условиях возрастающего ее дефицита.

В науке и практике наиболее распространены техника и технологии полива, основанные на принципе периодической аккумуляции влаги в активном слое почвы (поверхностный полив, обычное периодическое дождевание).

Более прогрессивным является принцип непрерывного водоснабжения растений и почвы водой в соответствии с их водопотреблением. Этому принципу соответствуют капельное орошение и импульсное дождевание.

Об эффективности технологий капельного орошения и дождевания свидетельствуют данные по их применимости в странах мира [1, 2]. В Австралии приоритет капельного орошения в сравнении со старыми энергоемкими системами дождевания выявлен с точки зрения эффективности использования водных ресурсов и потребления энергии на системах производства салата [3]. На юго-западе Ирана параметрический подход к оценке типов орошения с учетом особенностей почв, засоления и уклонов местности с целью экономии водных ресурсов из общей площади 60 000 га дождевание рекомендовано на площади 23 790 га, а капельное орошение – на площади 33 261 га [4]. Высокая оценка микродождевания при ирригации деревьев и виноградников дана в США [5]. Такая технология в сравнении с капельным поливом обеспе-

чивает и защиту растений от заморозков. Применение систем капельного полива, дождевальных машин кругового действия и стационарных систем дождевания в Португалии с учетом сравнимости экономии воды и экономических результатов указывает на необходимость их выбора на основе обеспечения высокой производительности оросительной техники и повышения урожая сельскохозяйственных культур, а не только экономии воды [6].

Капельное орошение – один из видов локального микроорошения, при котором требуемое количество воды и растворенных в ней питательных веществ подается непосредственно в зону корневой системы каждого растения. Дозированная, направленная подача воды в течение вегетационного периода создает оптимальный режим влажности почвы в зоне корневой системы.

Основное достоинство капельного орошения – создание оптимального водного и питательного режима непосредственно в корневой системе растений и тем самым сокращение расхода воды и удобрений до 40–50%.

В сравнении с другими ирригационными системами у капельного орошения имеются и недостатки, которые необходимо учитывать при использовании такой технологии. Это возможность засорения капельниц, механические повреждения и недолговечность капельных лент, вероятность неравномерности полива. Типовые системы требуют применения предохранительных клапанов, манометров и расходомеров для контроля, имеют ограничения по применимости [7]. Для устранения засорения капельниц используются фильтры очистки воды. Не решается при капельном поливе проблема микроклимата, от которого зависит повышение урожайности сельскохозяйственных культур [8, 9].

Такой полив недостаточно эффективен в условиях высоких температур воздуха (более 25–35 °С) и низкой его влажности. Известно, что при температуре воздуха 30–35 °С ростовые процессы ряда сельскохозяйственных культур замедляются, а процесс фотосинтеза прекращается, что сказывается на урожайности. Одновременно с фотосинтезом у растений происходит процесс дыхания. При этом накопленные углеводы, окисляясь, выделяют энергию, за счет которой синтезируются белковые и другие соединения, обуславливающие жизнедеятельность растений. С повышением температуры равновесие между синтезом углеводов и их расходованием нарушается. Например, у картофеля депрессия фотосинтеза начинается при температуре свыше 18 °С, а при +25 °С фотосинтез прекращается. Энергия на дыхание возрастает, что предопределяет резкое снижение продуктивности растений в этот период. Продуктивность фотосинтеза снижается для пшеницы при температуре 20 °С, для капусты при 21 °С, кукурузы при 24–25 °С, хлопка при свыше 28 °С [10].

Влажность воздуха обуславливает интенсивность транспирации растений и испарений с почвы, оказывает влияние на биохимические процессы, происходящие в растении. При низкой влажности воздуха может произойти преждевременное увядание растений [11].

Оптимальные условия для развития сельскохозяйственных культур в районах засушливого климата создаются мероприятиями, направленными на поддержание оптимального водного режима. Такой водный режим растений можно создать лишь при достаточной влажности почвы и окружающей среды (воздуха), так как даже при высокой влажности только почвы растения могут испытывать водный дефицит. Эти условия можно создать импульсным дождеванием. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур при таком поливе происходит за счет интенсификации ряда физиологических процессов, в частности фотосинтеза. Технология импульсного дождевания обеспечивается выдачей растениям ежесуточной поливной нормы в импульсном режиме, обеспечивающем частые поливы с малыми поливными нормами в определенные часы суток при оптимальной влажности почвы. Особенностью такого дождевания является обеспечение длительного направленного воздействия искусственного дождя на условия роста и развития растений и внешнюю среду. Влажность активного слоя почвы и приземного воздуха поддерживается на оптимальном уровне без резких колебаний, свойственных обычным периодическим поливам.

В жаркий период суток проведение такого дождевания позволяет снизить температуру приземного слоя воздуха и температуру верхних горизонтов почвы, повысить влажность воздуха и создать более благоприятные условия для роста и развития растений. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур при поливе дождеванием происходит за счет

интенсификации ряда физиологических процессов, в частности фотосинтеза. Оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур создаются импульсным ежедневным дождеванием. Процесс импульсного дождевания заключается в наполнении необходимого объема воды в гидроаккумуляторах при повышении давления и выбросе воды в виде дождя под действием сжатого воздуха или упругих материалов при его снижении. При этом за счет изменения давления в трубопроводной сети с помощью генератора импульсов устраняется возможность отложения каких-либо наносов в гидроаккумуляторах и разводящей поливной сети.

Применение технологии импульсной подачи воды к растениям при капельном орошении при изменении давления воды от максимального до минимального также позволит устранить засорения выходных отверстий технических устройств полива и тем самым снизить требования к оросительной воде.

Данное направление подтверждено изобретениями ученых КНР, которые разработали систему капельного орошения импульсного типа, где за счет широкого диапазона изменения частоты импульсов осуществляется изменение интенсивности ирригации и устранение фильтров очистки воды [12].

Исходя из особенностей технологий капельного орошения, дождевания и факторов влияния температуры и влажности воздуха на развитие растений в регионах с высокими температурами и низкой влажностью воздуха следует применять технологию комбинированного полива.

Сочетание дождевания и капельного полива позволяет объединить положительные качества, присущие каждой технологии в отдельности и устранить ряд недостатков, свойственных им при раздельном применении.

Капельно-дождевальное орошение достигается выдачей растениям ежесуточной поливной нормы в импульсном режиме, обеспечивающем частые поливы с малыми поливными нормами в определенные часы суток. При температуре воздуха до 25 °С 100% поливной нормы расходуется на локальное увлажнение почвы (капельным орошением), а при температуре воздуха выше 25 °С до 10% поливной нормы расходуется на локальное увлажнение и до 90% – на увлажнение дождеванием приземного слоя воздуха и листовой поверхности растений.

В жаркий период суток проведение дождевания дополнительно к капельному поливу позволяет снизить температуру приземного слоя воздуха и температуру верхних горизонтов почвы, повысить влажность воздуха и создать более благоприятные условия для роста и развития растений.

Такая технология при основном капельном способе полива в вегетационный период развития растений в условиях дефицита воды обеспечивает ее экономию, а за счет дождевания при температуре воздуха более 25°С (особенно в районах с высокими температурами) улучшает параметры микро- и фитоклимата.

Технология капельно-дождевального орошения выполняется оросительной системой [13, 14], имеющей водозаборный узел с напорообразующим устройством, генератор командных импульсов, распределительный трубопровод, поливные трубопроводы с водовыпусками и дополнительное напорообразующее устройство с датчиком температуры воздуха (рисунок 1, а).

Водовыпуск, примененный в оросительной системе, имеет выходное отверстие для капельного полива при работе основного напорообразующего устройства и насадку для дождевания, работающую при подключении дополнительного напорообразующего устройства. Для обеспечения фиксированного объема водоподдачи к растениям водовыпуск снабжен водонепроницаемым эластичным шаром, при сжатии которого происходит накопление воды в его корпусе (см. рисунок 1, б).

Оросительная система (см. рисунок 1, а) работает следующим образом. При подаче воды от водозаборного узла 1 напорообразующим устройством 2 через генератор командных импульсов 5 происходит заполнение водой распределительного 6, поливных трубопроводов 7 и водовыпусков 8. Заполнение корпуса 13 водовыпуска (см. рисунок 1, б) осуществляется через входное отверстие крышки 10 при перемещении манжеты одностороннего действия 11 в сторону переходника 12. Вода, обгибая края манжеты 11, поступает в корпус 13, сжимая водонепроницаемый эластичный шар 15. Происходит заполнение корпуса 13 до заданных параметров

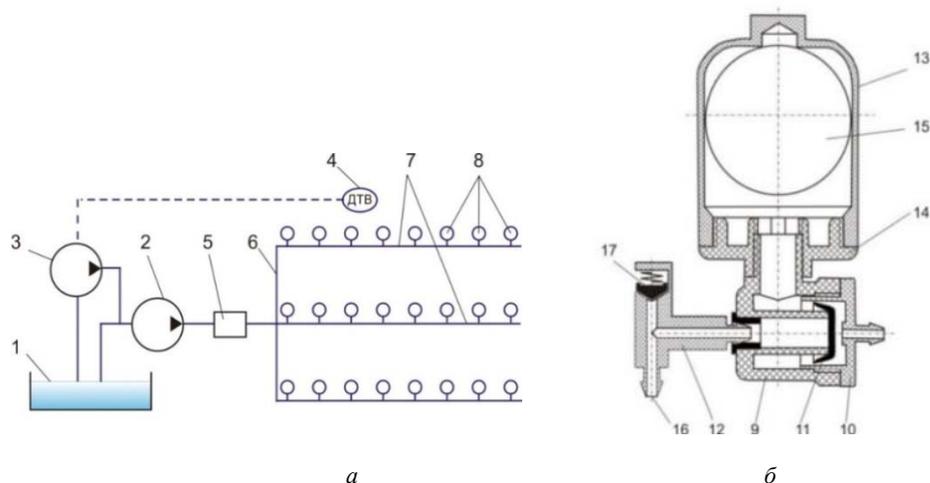


Рисунок 1 – Оросительная система капельно-дождевального полива

(*а* – схема оросительной системы; *б* – водовыпуск):

- 1 – водозаборный узел; 2 – напорообразующее устройство; 3 – дополнительное напорообразующее устройство;
 4 – датчик температуры воздуха; 5 – генератор командных импульсов; 6 – распределительный трубопровод;
 7 – поливные трубопроводы; 8 – водовыпуски; 9 – корпус; 10 – крышка; 11 – манжета одностороннего действия;
 12 – переходник; 13 – гидроаккумулятор; 14 – крышка; 15 – водонепроницаемый эластичный шар;
 16 – капельница; 17 – насадка дождевальная подпружиненная

при перекрытии выхода воды в атмосферу через переходник 12. Переходник 12 имеет подпружиненную дождевальную насадку 17 и капельницу 16, которая может соединяться с поливной трубкой, имеющей ряд дополнительных капельниц.

При заполнении корпуса 13 водовыпуска в сеть трубопроводов подается импульс понижения давления генератором командных импульсов 5. За счет разности давлений в корпусе 13 водовыпуска и в сети трубопроводов манжета 11 перемещается в сторону крышки 10. Вода из корпуса 13 поступает в переходник 12 и далее через капельницу – в атмосферу. Осуществляется капельный полив.

При температуре воздуха более 25°C датчик температуры воздуха 4 (см. рисунок 1, *а*) подключает дополнительное напорообразующее устройство 3 системы орошения. В сеть поливных трубопроводов и водовыпуски подается вода с давлением напорообразующих узлов 2 и 3. В корпусе 13 водовыпуска создается повышенное давление. По завершению наполнения корпуса 13 водовыпуска (см. рисунок 1, *б*) в сеть трубопроводов поступает импульс пониженного давления. Вода из корпуса 13 водовыпуска при возврате манжеты 11 в исходное положение подается в переходник 12 и далее за счет отжатия пружины дождевальной насадки 17 в атмосферу. Осуществляется дождевание. При дальнейшем снижении давления дождевальная насадка возвращается в исходное положение, а остаток воды через капельницу 16 поступает к растениям. Дальнейший процесс полива аналогичен.

Осуществление технологии капельно-дождевального полива рассматриваемой оросительной системы позволяет автоматизировать процесс полива в режимах капельного орошения и дождевания, обеспечить строго фиксированный объем водоподачи к растениям независимо от рельефа местности. В условиях высоких температур воздуха в летний период вегетации растений за счет дождевания снижается температура и повышается влажность воздуха, что создает благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур, способствуя тем самым повышению их урожайности.

Исследования технологии капельно-дождевального орошения проводились в сравнении с технологией капельного орошения. Опыты закладывались в яблоневом саду, представленном яблонями «Голден Делишес» на низкорослом подвое на опытно-производственном участке Казахского НИИ водного хозяйства (г. Тараз, Казахстан) в 2009–2011 годах. Климатическая характеристика района исследований (среднегодовые значения) по данным метеостанции "Джамбул" показана в таблице 1.

Таблица 1 – Климатическая характеристика района по данным метеостанции "Джамбул"

Характеристики		Месяцы												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура, t °C	средняя	-5,1	-3,2	3,2	11,3	17,2	21,7	23,4	21,2	15,7	9,1	2,4	-2,6	9,5
	абсолютный максимум	20	21	33	34	42	42	43	41	40	35	27	25	43
	абсолютный минимум	-41	-40	-26	-10	-3	1	5	1	-5	-15	-37	-41	-41
Осадки, мм	среднее	21	22	37	44	36	21	9	6	8	30	30	23	287
	наибольшее													86
	наименьшее													522
Относительная влажность воздуха, %	средняя	68	67	60	49	41	35	31	30,7	32	43,7	59	67,7	48,7
	>80%, дни				1	1	0,3	0,2	0,2	0,3	3			
	<30%, дни				6	9	14	18	18	15	10			
Числе дней	с пыльной бурей			0	0	0,2	0,3	0,6	0,7	0,7	0,9			
	с ветром >15 м/с	3	5	6	6	6	5	4	3	2	4	3	4	51

По данным климатической характеристики в районе исследований в течение вегетационного периода развития растений наблюдаются высокие температуры воздуха (до 43 °C) при средней относительной влажности воздуха до 30,7–49%. Такие условия приводят к уменьшению урожая растений [10], и проблема улучшения микроклимата здесь является одной из главных [9].

Технология капельно-дождевального орошения обеспечивалась техническими средствами (водовыпусками) импульсного принципа работы. При температурах воздуха до 25 °C водовыпусками осуществлялся капельный полив, а в период с высокими температурами воздуха (более 25 °C) – дождевание. Полив дождеванием проводился преимущественно в дневные часы с 12.00 до 18.00 ч. Продолжительность рабочего цикла водовыпусков, состоящая из времени накопления расчетного объема воды в гидроаккумуляторах и времени его выброса, изменялась от 10 до 120 с. На участке капельного орошения (контроль) полив растений проводился капельницами в течение всего их вегетационного периода.

С учетом принятых технологий полива изучались основные факторы, оказывающие влияние на условия роста и развития яблонь. Определялись показатели температур и влажности воздуха, влагосодержание, водоотдача, водопоглощение и интенсивность транспирации листьями яблонь.

Температура и влажность воздуха регистрировались на площадках, расположенных в контурах увлажнения почвы техническими средствами полива.

Наблюдения позволили установить изменения основных факторов, оказывающих влияние на условия роста и развития растений в период с температурами воздуха более 25 °C и влажностью воздуха ниже 30–40%. При капельно-дождевальном орошении в сравнении с капельным поливом разность температур воздуха достигала 2,7 °C в приземном слое. Разность между значениями влажности воздуха достигала 23%.

Дополнительное дождевание в напряженный период вегетации яблонь, осуществляемое на участке капельно-дождевального орошения, положительно влияло на водный режим, рост и развитие растений.

Влагосодержание в листьях яблонь при капельно-дождевальном орошении превышало на 5,8–15% содержание воды в листьях на участке капельного полива (таблица 2).

Интенсивность транспирации листьев яблонь в 13 ч при капельно-дождевальном орошении повышалась на 6–12%. Водопоглощающая способность листьями яблонь в 13 ч в условиях дополнительного дождевания снижалась на 0,05–0,13 г/г сухого веса. Дефицит относительной тургесцентности листьев снижался на 2,0–3,3%.

Таблица 2 – Влагосодержание в листьях яблонь в 13 ч, % от массы

Орошение	Дата проведения опыта, 2011 год									
	12.06	13.06	14.06	15.06	16.06	12.07	13.07	14.07	15.07	16.07
Капельно-дождевальное	69,8	68,3	71,2	68,9	70,0	66,1	75,9	72,1	71,1	69,1
Капельное	63,3	62,1	63,7	62,2	63,1	60,3	60,9	60,3	62,3	60,5

Продолжение таблицы 2

Орошение	Дата проведения опыта, 2011 год				
	12.08	13.08	14.08	15.08	16.08
Капельно-дождевальное	71,0	73,0	69,0	70,0	77,0
Капельное	65,0	66,0	60,0	61,0	67,0

Интенсивность транспирации листьев яблонь в 13 ч при капельно-дождевальном орошении повышалась на 6–12%. Водопоглощающая способность листьями яблонь в 13 ч в условиях дополнительного дождевания снижалась на 0,05–0,13 г/г сухого веса (рисунок 2). Дефицит относительной тургесцентности листьев снижался на 2,0–3,3%.

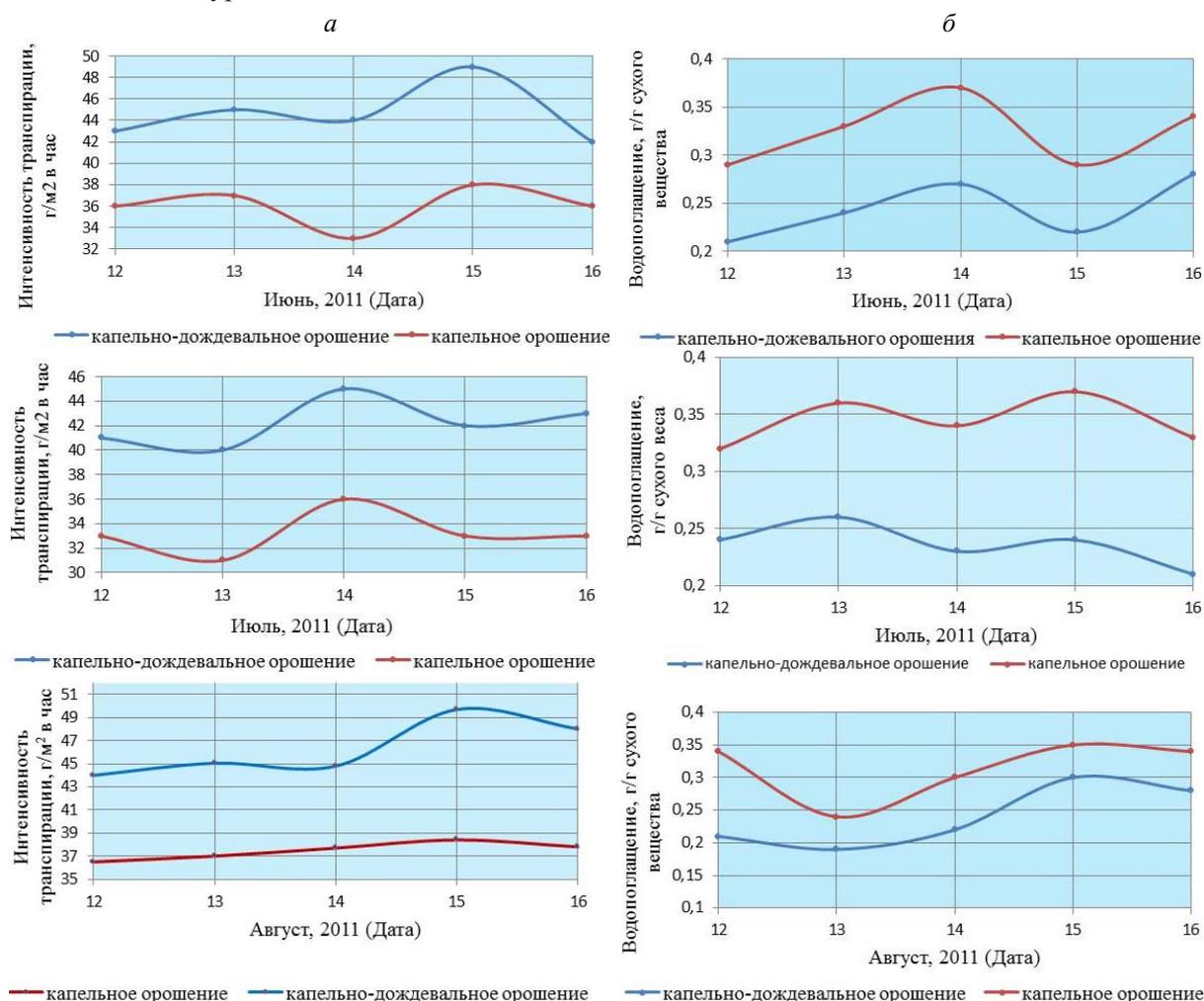


Рисунок 2 – Характер изменения интенсивности транспирации и водопоглощающей способности листьев яблонь при капельно-дождевальном орошении в сравнении с капельным поливом в яблоневом саду на высоте 0,5 м в дневные часы.
а – интенсивность транспирации; б – водопоглощающая способность листьями яблонь в 13 ч

Водный режим растений закономерно изменяется в течение дня, следуя за напряженностью погодных условий, и достигает максимума в 13–14 ч.

Улучшенные показатели микроклимата и водного режима растений обеспечили дополнительный прирост однолетних побегов на 9,0–12,8%, окружности штамба яблонь – на 9,6–10,8% и высоты деревьев – на 6,8–9,8%.

Технология капельно-дождевального орошения за счет дополнительного дождевания в жаркие часы суток позволила стимулировать ростовые процессы яблонь за счет улучшения микроклиматических показателей в среде развития растений и водного режима яблонь и обеспечила повышение урожайности на 5,6–9,9%.

Полученные результаты исследования этой технологии позволяют отнести ее к водоресурсосберегающим технологиям полива в сельскохозяйственном производстве [15].

Выводы. Сочетание капельного полива и дождевания объединяет положительные качества, присущие каждой технологии в отдельности.

Технология капельно-дождевального орошения обеспечивает условия для экономии оросительной воды за счет полива растений капельным орошением в основной период вегетации и за счет улучшения микроклимата и водного режима сельскохозяйственных культур при дополнительном дождевании в период с высокими температурами и низкой влажностью воздуха стимулирует ростовые процессы выращиваемой культуры.

Технология капельно-дождевального орошения в период с температурами воздуха более 25 °С в яблоневом саду позволила снизить температуру воздуха в среде роста растений на 1,5–2,7 °С и повысить его относительную влажность на 5–23%.

При капельно-дождевальном орошении влагосодержание листьев повышается на 5,8–15%, водопоглощение листьев снижается на 0,05–0,13 г/г сухого веса, дефицит относительной тургесцентности листьев уменьшается на 2,0–3,3%, интенсивность транспирации листьями повышается на 6–12%.

Эта технология обеспечивает прирост однолетних побегов яблонь на 9–12,8%, окружности штамба на 9,6–10,8% и высоты деревьев на 6,8–9,8%. За счет улучшения микроклиматических показателей в среде развития яблонь и их водного режима урожайность яблонь повышается на 5,6–9,9%.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Annual Report 2011-12 ICID. – New Delhi (INDIA): International Commission on Irrigation and Drainage, 2012. – P. 61-66 (Appendix-1 - World Irrigated Area; Appendix-2 – Sprinkler and Micro Irrigated Area; Appendix-3 – World Drained Area).

[2] Sezen S.M., Yazar A., Kapur B., Tekin S. (2011) Comparison of drip and sprinkler irrigation strategies on sunflower seed and oil yield and quality under Mediterranean climatic conditions. *Agricultural Water Management*, vol. 98, issue 7, 1153-1161.

[3] Maraseni T.N., Mushtag S., Reardon-Smith K. (2012) Integrated analysis for a carbon- and water-constrained future: An assessment of drip irrigation in a lettuce production system in eastern Australia. *Journal of Environmental Management*, volume 111, 220-226.

[4] Albaji M., Shahnazari A., Behzad M., Naseri A., Boroomand Nasab S., Golabi M. (2010) Comparison of different irrigation methods based on the parametric evaluation approach in Dosalegh plain: Iran. *Agricultural Water Management*, vol. 97, issue 7, 1093-1098.

[5] Boman B., Sanden B., Peters T., Parsons L. (2012) Current status of microsprinkler irrigation in the United States. *Applied Engineering in Agriculture*, vol. 28, issue 3, 359-366.

[6] Rodrigues G.C., Paredes P., Goncalves J.M., Alves I., Pereira L.S. (2013) Comparing sprinkler and drip irrigation systems for full and deficit irrigated maize using multicriteria analysis and simulation modelling: Ranking for water saving vs. farm economic returns. *Agricultural Water Management*, vol. 126, 85-96.

[7] Штепа Б.Г., Носенко В.Ф., Винникова Н.В. и др. Механизация полива: Справочник. М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.

[8] Орошение и использование водных ресурсов // Доклад генерального секретаря конференции / Конференция ООН по вопросу о применении научно-технических знаний для удовлетворения потребностей менее развитых стран. – Женева, 1962.

[9] Баданова К.А. Влияние суховея на растения в условиях оптимального водоснабжения // Водный режим растений и их продуктивность. – М.: Наука, 1968. – С. 256-268.

[10] Александров А.Д., Рассолов Б.К., Чичасов В.Я., Горшков В.В. Мелкодисперсное дождевание сельскохозяйственных культур // Прогрессивные способы орошения, включая машинное орошение. Международный конгресс по ирригации и дренажу. – Вопрос 32. Сборник статей советских специалистов. – М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1975. – С. 58-78.

[11] Павлова Д.П. Практикум по агрометеорологии. – Л.: Гидрометеониздат, 1984. – 184 с.

[12] CN102172197 (A). Impulse type drip irrigation system // Shengguo G, Xiuqiao H. Application number CN2011174154 20110328, 07.09.2011.

[13] Инновационный патент РК № 26144. Оросительная система // Жарков В.А., Калашников А.А., Джумабеков А.А., Гричаная Т.С., Ангольд Е.В. // Промышленная собственность. Официальный бюллетень. Изобретения. Полезные модели. – 2012. – № 9.

[14] Инновационный патент РК № 22850. Импульсный капельно-дождевальным водовыпуск // Жарков В.А., Гричаная Т.С., Ангольд Е.В. и др. // Промышленная собственность. Официальный бюллетень. Изобретения. Полезные модели. – 2010. – № 9.

[15] Жарков В.А., Калашникова Л.П., Ангольд Е.В., Цхай М.Б. Водоресурсосберегающие технологии полива в сельскохозяйственном производстве // Материали за IX международна научна практична конференция «Бъдещите изследвания - 2013». – Т. 25. Селскостопанство. Ветеринарна наука. – София, 2013. – С. 3-7.

Ә. К. ЗӘУІРБЕК¹, Н. Б. АТШАБАРОВ²

¹Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

²Ассоциация водного хозяйства Казахстана

К УСТАНОВЛЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО УРОВНЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ СЫРДАРЯ

Сырдария өзені бассейнінің экономикалық оңтайлы және экологиялық қауіпсіз су пайдалану тәртібі қарастырылған.

Рассмотрены предпосылки к установлению экономически оптимального и экологически безопасного уровня водопользования в бассейне реки Сырдарья.

The article describes the background to the establishment of economically optimal and environmentally safe water level in the Syrdarya river basin.

Водные ресурсы бассейна Аральского моря складывались в основном из стоков Сырдарии – 39 км³ и Амударии – 81 км³. Орошаемые земли в бассейне реки Сырдария составили 3,5 млн га., а ее верховья решали гидроэнергетические задачи. В общей сложности мощность 25 относительно крупных районных и несколько десятков мелких ГЭС составляла свыше 775 тыс. кВт электроэнергии. Кроме того, 0,6–0,8 км³ воды в год используются в коммунально-бытовом хозяйстве, промышленности и сельскохозяйственном водоснабжении. Следует отметить, что водопользование по бассейну Сырдарии имеет несогласованный вид, а порой противоречивый характер как по государствам, расположенным в бассейне, так и в отраслях экономики. К негативным фактам следует отнести и снижение среднемноголетних значений стока и изменение внутригодового его распределения.

Для объективной оценки антропогенной деятельности надо вводить ряд специальных показателей по оценке уровня использования водных ресурсов, например для гидроэнергетики.

Уровень влияния на сток реки обычно оценивается показателем коэффициентом зарегулирования (степень регулирования или уровень использования) стока α :

$$\alpha = P/W_0, \quad (1)$$

где P – объем водопотребления за определенный период (обычно за год); W_0 – объем годового стока (норма стока).

Однако этот показатель не отражает влияние энергетического использования стока реки и не возможно учесть влияние на режим стока реки энергетического использования (регулирования стока реки). Необходимо отметить, что использование и уровень регулирования водных ресурсов для целей гидроэнергетики доходит до 100 % рубежа. Поэтому предлагается, новый показатель – уровень использования стока реки для гидроэнергетики α_3 :

$$\alpha_3 = W_{3.и.} / W_e, \quad (2)$$

где $W_{3.и.}$ – потребление воды для целей гидроэнергетики (объемы и режимы воды направляемые для энергетических целей); W_e – объем стока реки за естественный период.

Соответственно данную величину можно отдельно определять и за зимний, и за летний периоды. За зимний период $\alpha_{3.з.}$:

$$\alpha_{3.з.} = W_{3.и.} / W_{3.е.}, \quad (3)$$

где $W_{3.и.}$, $W_{3.е.}$ – соответственно объемы водных ресурсов искаженного зарегулированного стока (энергетического – режимы попусков воды через турбины водохранилищ) и естественного режимов реки за зимний период.

Аналогично за летний период $\alpha_{3.л.}$:

$$\alpha_{3.л.} = W_{л.и.} / W_{л.е.}, \quad (4)$$

где $W_{л.и.}, W_{л.е.}$ – соответственно объемы водных ресурсов искаженного зарегулированного стока (энергетического – режимы попусков воды через турбины ГЭС) и естественного режимов реки за летний период.

Можно установить их абсолютные значения, за зимний и летние периоды:

$$\alpha_{э,з} = (W_{з.е.} - W_{з.и.}) / W_{з.е.}, \quad (5)$$

$$\alpha_{э,л} = (W_{л.е.} - W_{л.и.}) / W_{л.е.} \quad (6)$$

Таким же образом устанавливаются их относительные значения и в процентах.

Для зон искаженного режима стока реки необходимо определять уровень снижения поверхностного стока для любого анализируемого створа, например как коэффициент зарегулирования стока:

$$\alpha_{с.и} = W_{о.и.и} / W_{о.е.и}, \quad (7)$$

где $W_{о.и.и}, W_{о.е.и}$ – соответственно объемы стока реки в рассматриваемом i -м створе в период искаженного и естественного режимов реки.

Тогда общее совместное влияние на сток реки (уровень использования стока реки с учетом энергетического) будет

$$\alpha_{об.с.и} = \alpha \cdot \alpha_э \quad \text{или} \quad \alpha_{об.с.и} = (\Pi / W_о) \cdot (W_{э.и.} / W_е). \quad (8)$$

Снижение среднесуточных значений стока и изменение внутригодового его распределения также следует учитывать при установлении безопасного и оптимального уровня водопользования.

Расположение бассейна реки Сырдария на территориях четырех государств: Кыргызской Республики, Республики Таджикистан, Республики Узбекистан и Республики Казахстан имеет определенную сложность в совместном и рациональном использовании водных её ресурсов. На современном уровне водные ресурсы реки Сырдария составляют $37,203 \text{ км}^3$. Уровень использования водных ресурсов давно уже превзошел 100%-й рубеж, то есть от 59 % в 1931–1960 гг. до 120 % уже в 1981–1985 гг.

В этой связи уместен альтернативный путь решения проблемы рационального использования водных ресурсов, где за основу рационального использования водных ресурсов должны приниматься экономический оптимальный и экологический безопасный уровень водопользования в бассейне реки.

Прогноз использования природных вод Казахстана в условиях изменений антропогенных и климатических факторов. В решении задач в области рационального использования природных ресурсов приоритетными являются подходы, в которых проблемы решаются совместно, то есть проблемы экономики не отрываются от проблем экологии. При этом нужно исходить из условия, что общество отдает предпочтение вопросам охраны окружающей среды.

При любом уровне использования стока реки необходимо установить располагаемые водные ресурсы в целом по бассейну реки. Под располагаемыми водными ресурсами понимаются водные ресурсы трансграничной реки за вычетом обязательных затрат воды (потерь воды на дополнительное испарение, высоко минерализованных сточных вод и др.). Потери воды на испарение для территории выше Кайракумского водохранилища на уровень 1980 года равны $2,4 \text{ км}^3$. Для территории Узбекистана и Казахстана – $0,9 \text{ км}^3$, в том числе для Узбекистана – $0,3$ и для Казахстана – $0,6 \text{ км}^3$. Такое же значение распространено и на 2000 год – $3,6 \text{ км}^3$ воды в год. Санитарные попуски на 1980 год равны $1,6 \text{ км}^3$. Эта величина распространена и на 2000 год. Размеры санитарных попусков на перспективу зависят от воли народов, живущих в рассматриваемом бассейне. Приемлемо ли сохранение сегодняшнего положения в низовьях бассейна реки Сырдария – сохранение Северного Аральского моря (САМ) на отметке, равной 42,0 м, и, возможно, в перспективе на отметке 46,0 м. Для сохранения САМ на отметке 42,0 м или 46,0 м соответственно требуются $2,72$ и $3,32 \text{ км}^3$, в среднем порядка $3,0 \text{ км}^3$ воды в год. Для обводнения рыбохозяйственных водоемов в низовьях реки Сырдария требуется также около $3,0 \text{ км}^3$. Тогда для охраны природы в низовьях рек в усеченном варианте необходимы $6,0 \text{ км}^3$.

Так как среднемноголетний сток реки Сырдария, равный 37,203 км³, установленный за период двух циклов водности 1951–1974 годов не может считаться естественным стоком, ввиду того, что они установлены за период наличия антропогенной деятельности. Располагаемые водные ресурсы реки Сырдария: 30,4 км³ воды в средний по водности год.

Таблица 1– Водные ресурсы реки Сырдария по длине водотока, км³

Участки реки	Государство	Створы	Водные ресурсы, км ³	Восстановленные естественные ресурсы
Верхний	Китай		0,75 ¹	
	Кыргызстан, в том числе:		25,9-26,8 (принятое 26,0) ⁹ 26,85 ¹ 27,52 ⁶ 27,605 ⁷	28,4
		Нарын	14,544 ⁷	
		Карадария	3,921 ⁷	
Средний (от слияния рек Нарын и Карадария до границы Казахстана)	Таджикистан и Узбекистан, в том числе:		8,9-10,4 (принятое 9,5) ⁹	
	Таджикистан		1,00 ¹ 1,6 1,005 ⁷	1,0
	Узбекистан		6,17 ¹ 5,66 ⁶ 6,167 ⁷	10,2
Нижний	Казахстан		2,1-2,6 (принятое 2,4) ⁹	2,4
		Г/п Кокбулак	18,3 ⁴ до 2000г.	
		Шардаринская ГЭС	13,6 ⁴ до 2000г.	
		Г/п Тюменьарык	15,6 ⁴ до 1960г. 11,4 ⁴ до 2000г.	
		Г. Кызылорда	21,2 ⁴ до 1960г. 8,24 ⁴ до 2000г.	
		С. Жусалы	9,54 ⁴ до 1960г. 8,24 ⁴ до 2000г.	
		Г/п Казалинск	16,0 ⁴ до 1960г. 9,95 ⁴ до 2000г.	
		Пос Каратерень	5,41 ⁴ до 2000г.	
Бассейн реки Сырдария			36,9-39,8 (принятое 37,9) ⁹ 37,2 ¹ 36,6 ⁶ 37,203 ⁷	42,0
1 – Коренистов и др.; 4 – Заурбеков и др.; 6 – Богомоллов и др.; 7 – Союзгипроводхоз; 9 – Союзводпроект.				

В перспективе (2020–2050 годы) обязательные затраты стока в бассейне реки Сырдария составят 11,6 км³. Для разработки научно-методологических основ рационального использования водных ресурсов реки Сырдария надо установить естественные водные ресурсы.

В свою очередь, методология обоснования социальной, экологической и экономической эффективности природоохранных и водоохранных мероприятий осуществляется в два этапа. На первом этапе на основе анализа критериев оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха, водных ресурсов и почвы выбирается наиболее общий.

Таблица 2 – Обязательные затраты стока в бассейне реки Сырдария

Показатели		Годы	Кыргыз- стан	Таджи- кистан	Узбеки- стан	Казах- стан	Бассейн реки Сырдария
Обязательные затраты стока, км ³	Потери воды на испарение	1980*	1,8	0,3	0,3	0,6	2,4+0,9 (РУз+ПК) = 3,3
		2000	2,0	0,4	0,5	0,7	3,6
		2020	2,5	0,5	0,6	1,0	4,6
		2050					
	Санитарные попуски	1980	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
		2000	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
		2020	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
		2050					
	Высокомине- рализованные сточные воды	1980					–
		2000	0,1	0,1	2,0	0,3	2,5
		2020	0,2	0,2	2,5	0,4	3,3
		2050					
	Итого	1980	3,4	1,9	1,9	2,2	4,9
		2000	3,7	2,1	4,1	2,6	7,7
		2020	8,7	6,7	9,1	7,4	13,9
		2050					
Без учета высокоминерализованных вод	1980	3,4	1,9	1,9	2,2	4,9	
	2000	3,6	2,0	2,1	2,3	5,2	
	2020	8,5	6,5	6,6	7,0	10,6	
	2050	8,5	6,5	6,6	7,0	10,6	
*Бассейн реки Сырдария за 1980 год [15]. Другие данные – экспертные оценки.							

Осуществляется оценка уровня загрязнения и определяются ущербы окружающей среде. При этом оценка состояния загрязнения окружающей среды устанавливается при помощи интегрального критерия:

$$\text{ИЗОС} = (\text{ИИВ} + \text{ИЗВ}) + \text{ИЗА} + (0,2-0,5) \text{ИЗП}, \quad (9)$$

где ИИВ – индекс истощения воды; норма безвозвратного изъятия поверхностного стока, составляющего 10 – 20% от среднееголетнего значения естественного стока; ИЗА – индекс загрязнения атмосферы; ИЗП – индекс загрязнения почвы.

На втором этапе выбирается критерий социально-эколого-экономической эффективности:

$$\text{ССЭР}_i = D_i - U_i - Z_i + \text{ЭЭД}_i, \quad (10)$$

где ССЭР_i – суммарный доход при i-м варианте зарегулированности стока (при i-м варианте комплексного использования водных ресурсов бассейна реки); D_i – доход отраслей экономики при i-м варианте зарегулированности стока (при i-м варианте комплексного использования водных ресурсов бассейна реки с учетом положительных сопутствующих эффектов); U_i – ущерб от истощения и загрязнения водного источника при i-м варианте зарегулированности стока (при i-м варианте комплексного использования водных ресурсов бассейна реки с учетом отрицательных сопутствующих эффектов); Z_i – затраты на строительство водохозяйственных и водоохраных объектов (при i-м варианте комплексного использования водных ресурсов бассейна реки с учетом отрицательных сопутствующих эффектов); ЭЭД_i – дополнительный экономический эффект, возникающий от повышения ценности природных ресурсов (при i-м варианте комплексного использования водных ресурсов бассейна реки с учетом отрицательных сопутствующих эффектов).

Проводятся технико-экономические расчеты по обоснованию социально-эколого-экономической эффективности водохозяйственных, водоохраных и водосберегающих мероприятий.

Принципы водodelения стока трансграничных рек. Изменение режима водопользования в одной стране неизбежно затрагивает интересы других стран. В настоящее время вопросы водodelения и водораспределения решаются на основании межгосударственных договоров, разработанных еще в 90-е годы прошлого века. Особенностью режима водных ресурсов реки Сырдария является тот факт, что более 70% стока формируется на территории Кыргызстана. Основные же массивы пригодных для орошения сельскохозяйственных земель сосредоточены в низовьях этих рек – в Казахстане, Таджикистане и Узбекистане. Причем верховья рек используются для гидроэнергетических целей, а низовья – для орошаемого земледелия. Поэтому возникают противоречия между сопредельными государствами в совместном использовании стока реки. Вопросы обоснования развития отраслей экономики и проблемы охраны окружающей среды рассматриваются раздельно, в отрыве друг от друга. Не соблюдаются требования основополагающего принципа Декларации в Рио-де-Жанейро, выдвинутого еще в 1992 году, который, гласит: «Для того, чтобы добиться устойчивого развития, охрана окружающей среды должна стать неотъемлемой частью процесса развития и не может рассматриваться в отрыве от него». Поэтому планирование использования и охраны водных ресурсов должны базироваться на международном сотрудничестве и международной водной юрисдикции.

Предлагается новый принцип водodelения стока трансграничных бассейнов рек, в основе которого сохранение естественного режима водных источников либо соблюдение согласованного между сопредельными государствами режима попусков из водохранилища и фонового качества воды. Основной тезис предлагаемого принципа водodelения стока трансграничных рек: «загрязнитель платит».

В международной практике существует предложение о том, что количество выделяемой воды каждому государству зависит от численности населения проживающего на данной территории. Однако этот тезис требует совершенствования. С учетом международной практики можно выделить два варианта расчета.

I. Удельное значение водопотребления в целом по бассейну реки остается постоянным и принимается равным значению, соответствующему периоду 2015 или же 2020 года.

II. Удельное значение водопотребления в целом по бассейну реки принимается дифференцированным в разрезе государств и по значению равно соответствующему периоду 2015 или же 2020 года. Лимиты, воды выделяемые для сохранения природных комплексов, изменяются в соответствии с формируемой гипотезой развития отраслей экономики на территориях сопредельных государств.

Принципиальные положения по удовлетворению требований природных комплексов могут быть в двух вариантах:

Первый вариант. Все государства, принимают за основу положение о том, что необходимо сохранить: все природные комплексы и в том числе Аральское море. И в этом случае также два подхода: а) сохраняется в полной мере требование природных комплексов; б) требования природных комплексов сохраняются в урезанном виде (сохранение Малого Северного моря в дельте реки Сырдария).

Второй вариант. Требования природных комплексов не сохраняются.

Современные представления о проблемах Арала показывают, что на первом этапе в устье реки Сырдария необходимо сохранить Малое Северное море на отметке 42,0–46,0 м. Тогда, приток в Малое море ориентировочно 3,0 км³ воды в год. С учетом количества воды для наполнения системы дельтовых озер и потерь воды на фильтрацию на участках реки в пределах Республики Казахстан составит 3,0 км³ воды в год. В дальнейшем данную проблему можно решить в следующей последовательности. Например, для условий средней водности. Естественные водные ресурсы реки Сырдария в годы средней водности составляют 42,0 км³ воды в год. Сохраняется Малое Северное море в дельте реки Сырдария (3,0 км³), требования природных комплексов в урезанном виде 3,0 км³ воды в год. Потери воды из водохранилищ – 4,6, а также требования оз. Айдарколь – 1,0 км³ воды в год. Итого обязательные затраты стока в бассейне реки Сырдария – 11,6 км³ воды в год. Устанавливают водные ресурсы, которые должны

распределяться между государствами (располагаемые водные ресурсы: – 30,4 км³ воды в год). Определяют долю каждого государства в водных ресурсах. Устанавливают требования к режиму и объему воды каждого государства на перспективный период, (таблица 3).

Таблица 3 – Социальные и водохозяйственные характеристики развития государств Центральной Азии на современный и перспективный периоды

Показатели	Годы	Кыргызская Республика	Республика Таджикистан	Республика Узбекистан	Республика Казахстан	Бассейн реки Сырдария
Население, млн чел.	2000	3,933	1,902	12,876	3,491	22,202
	2010	4,241	2,206	14,301	3,657	24,405
	2020	4,707	2,566	16,060	3,937	27,270
Водопотребление, км ³	2000	5,39	3,50	33,40	10,00	52,29
	2010	5,81	4,06	37,12	11,0	58,00
	2020	6,45	4,73	41,89	12,0	65,07
Минерализация воды, мг/л	2000	0,3-0,5	0,60	0,72	1,3	0,3-0,5 ... 1,3
	2010	0,3-0,5	0,65	0,80	1,6	0,3-0,5...1,6
	2020	0,3-0,5	0,68	0,85	1,8	0,3-0,5...1,8

Устанавливают долю в водопотреблении каждого государства от общего объема водопотребления в бассейне реки, (таблица 4).

Таблица 4 – Доля потребления воды каждого государства от общего объема водопотребления в бассейне реки Сырдария, %

Показатели	Год	Кыргызская Республика	Республика Таджикистан	Республика Узбекистан	Республика Казахстан	Бассейн реки Сырдария
Доля потребления воды	2000	0,10	0,07	0,64	0,19	1,00
	2010	0,10	0,07	0,64	0,19	1,00
	2020	0,10	0,07	0,64	0,19	1,00
	Среднее за 2000-2020 гг.	0,10	0,07	0,64	0,19	1,00

Анализ таблицы 5 показывает, что как на современный, так и на перспективный периоды доля водопотребления каждого государства остается практически постоянной.

Определяют долю каждого государства в км³ или в млн м³ от водных ресурсов реки Сырдария для каждого соответствующего приграничного створа, (таблица 5). При установлении лимитов водопотребления разработка мероприятий по их соблюдению в каждом государстве будут собственными силами. Ибо от рационального и экономного использования лимитированных водных ресурсов зависит дальнейшее развитие отраслей экономики и экономическая мощь данного государства. И они сами будут заинтересованы в проведении как водосберегающих, так и других прогрессивных технологий использования воды. Потому что, уже созданы рычаги или то же самое возможность контролирования как формируемых водных ресурсов, так и достоверность использования водных ресурсов в данном регионе или же внутри данного государства. Если внедрить, новую технологию использования воды, то появятся возможности для дальнейшего развития отраслей экономики в государствах. В дальнейшем, точно таким же образом можно решить выделяемые водные ресурсы и при других условиях водности реки Сырдария.

Разница только в значениях формируемых водных ресурсов при различной водности реки и учет требований природных комплексов к гидрологическому режиму. Особые условия вододелиния в многоводные года и защита от наводнений.

Таблица 5 – Лимит водопотребления и пропускаемые за пределы каждого государства и контролируемые водные ресурсы в бассейне реки Сырдария в годы средней водности, км³

Показатели	Кыргызская Республика	Республика Таджикистан	Республика Узбекистан	Республика Казахстан	Бассейн реки Сырдария
Принятое значение доли каждого государства	0,10	0,07	0,64	0,19	1,00
Выдаемое количество воды государству	3,0	2,1	19,5	5,8	30,4
Санитарные попуски	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0
Обязательные затраты воды	2,5	0,5	1,6	1,0	5,6
Естественные водные ресурсы	28,4	1,0	10,2	2,4	42,0
Водные ресурсы, пропускаемые за пределы государства	22,9	21,3	10,4	6,0*	–
Контролируемое значение водных ресурсов нижележащим государством	22,9	21,3	10,4	6,0*	–
*Из них 3,0 км ³ в притеррасные озера в низовьях САМ и 3,0 км ³ в САМ. Водные ресурсы, пропускаемые за пределы государства, должны быть больше или равны значениям санитарных попусков.					

Выбор водохозяйственных объектов по управлению водными ресурсами межгосударственного значения. Необходимо выбрать один или нескольких водохозяйственных объектов, позволяющих интегрированно управлять общими водными ресурсами бассейна реки и передать их на юрисдикцию МКВК и не нарушать деятельность сформировавшихся органов по управлению водными ресурсами межгосударственного значения. Так как на них и возложены решения проблем управления водными ресурсами в любые по водности года.

Основополагающие принципы при управлении режимами работы «межгосударственных объектов совместного использования» следующие:

Сохранение требований окружающей среды, принятых еще в 1995 году, о том, что Аральское море является «шестым водопотребителем». Соблюдение требований международных документов по рациональному использованию и охране водных ресурсов.

Соблюдение принципов водodelения, а в последующем разработать принципы водodelения трансграничных рек с учетом качества воды.

Разработка методологии по контролю за формированием стока и контроль за выполнением принятых правил и принципов водodelения.

Руководство принципом, что водные ресурсы трансграничных бассейнов рек принадлежат всем народам, проживающим в данном бассейне реки.

Контроль за планированием использования стока в пределах сопредельного государства и в пределах своего лимита водопотребления.

Назначать стоимость воды (плату за воду) с учетом всех положительных и отрицательных последствий по бассейну реки с учетом влияния их на составляющие биосферы и с учетом глобального климатического изменения.

Руководство по разработке правил и методологии по оценке состояния окружающей среды и принципов компенсации ущерба при нарушении установленных правил использования и охраны водных ресурсов бассейна реки.

Усовершенствованная научно-методологическая основа с разработкой нового критерия по обоснованию социально-эколого-экономической эффективности использования природных и в том числе водных ресурсов при различной водности реки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Коренистов Д.В., Крицкий С.Н., Менкель М.Ф., Шимельмиц И.Я. Проблемы Аральского моря // Водные ресурсы. – 1972. – № 1. – С. 138-162.
- [2] Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсунов А.А. Арало-Сырдаринский бассейн (Гидроэкологические проблемы, вопросы вододеления). – Алматы: Дәуір, 2001. – 180 с.
- [3] Кипшакбаев Н.К., Соколов В.И. Водные ресурсы бассейна Аральского моря– формирование, распределение, водопользование // Водные ресурсы Центральной Азии: Материалы науч.-пр. конф., 20–22 февр.2002. – С. 47-55.
- [4] Заурбеков А.К., Кушербаев А.К., Кудайбергенов Н.Р. Режим водных ресурсов и состояние здоровья населения в низовьях реки Сырдарья // Гидрометеорология и экология. – 2004. – № 2.
- [5] Заурбеков А.К., Бишимбаев А.К. Экологическая обстановка по бассейнам рек Казахстана // Гидрометеорология и экология. – Алматы: ТарГУ, 1999. – № 4. – С. 74-84.
- [6] Богомолов Ю.Г., Гриняев С.Н., Небренчин С.М., Фомин А.Н. Водные ресурсы стран Центральной Азии в рыночных отношениях. // Совет Федерации Федерального Собрания РФ. Торгово-промышленная палата Российской Федерации. «Фондовая биржа».
- [7] Водные ресурсы в бассейне Аральского моря // nenuda.ru/водные-ресурсы-в.
- [8] Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию // Конференция Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро 3–14 июня 1992 года. – ООН, 1992. – 9 с.
- [9] Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна Аральского моря. Основные положения. – М.: Союзводпроект, Союзгипроводхоз, 1989. – 486 с.

О. З. ЗУБАИРОВ, М. М. ЖАЙЛАУБАЕВА, Қ. Қ. АНУАРБЕКОВ

Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан

ТАМШЫЛАТЫП СУҒАРУ РЕЖИМІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада зерттеу тәжірибесінің нәтижелері бойынша тамшылатып суғару режимын есептеудің теориялық алғышарттары келтірілген.

Рассматриваются теоретические предпосылки расчета режима орошения при капельном поливе и приводятся материалы экспериментальных исследований.

In article is considered theoretical prerequisites of calculation of the mode of an irrigation at dropwise watering and to be given materials of the pilot studies.

Қазақстанда су тапшылығына байланысты су үнемдеу технологиясы маңызды мәселенің бірі болып отыр. Осы орайда елімізде тамшылатып суғару жүйесі қолға алына бастады. Тамшылатып суғарғанда қарықпен суғаруға қарағанда су екі есе үнемделу керек. Бірақ қазіргі жағдайда дақылдардың су пайдалану жағдайы дұрыс есептелмегеннің әсерінен тамшылатып суғаруда су ысырапсыз шығындалуда. Сондықтан тамшылатып суғарғанда ауылшаруашылық дақылдардың суғару режиміне көп көңіл бөлу керек.

Алдымен өсімдікке берілген жекелеген суғару нормасын табу қажет, оны беру мезгілі, беретін су өтімі т.б. Жекеленгені суғару нормасы мына теңдеумен анықталады:

$$m_{нт} = m_{ж} \cdot n, \quad (1)$$

мұндағы $m_{ж}$ – бір тал өсімдікке берілген жекелеген суғару нормасы; n – бір гектардағы өсімдік саны.

Жекелеген суғару нормасы ($m_{ж}$) төмендегі теңдеумен анықталады

$$m_{ж} = \frac{V(\beta_{үлк} - \beta_{кшіі})}{100}, \quad (2)$$

мұндағы V – ылғалданатын топырақ көлемі (m^3), оны мына теңдеумен табады:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \beta, \quad (3)$$

мұндағы β – ылғалданған топырақ диаметрі және тереңдігі; $\beta_{үлк}$ – топырақ ылғалы, ЕСС-ке шамалас %; $\beta_{кшіі}$ – 0,7 ЕСС шамада.

Тамшылатып суғару ұзақтылығы (t) төмендегі теңдеумен анықталады:

$$t = \frac{m_{ж}}{\Sigma q}, \quad (4)$$

мұндағы Σq – тамшылатқыштың су өтімдерінің қосындысы.

Ал суғармалау мерзімі (T) төмендегі теңдеумен анықталады:

$$T = \frac{m}{E_c}, \quad (5)$$

мұндағы E_c – су пайдаланудың орташа мәні.

Ал суғару саны:

$$N = \frac{N_e}{T}, \quad (6)$$

N_e – қызанақтың вегетация мерзімі.

Осы айтылған теориялық жолды дәлелдеу үшін Оңтүстік Қазақстан облысы, Сарыағаш ауданы жағдайында тәжірибе қойылды. Бақылауда (2015) топырақ ылғалдылығы 0,7 ЕСС шамасына 19 рет төмендегені байқалды (1-кесте). Мамыр айында – 3 рет, маусымда – 5 рет, шілдеде – 6 рет, тамызда – 5 рет.

Жергілікті ылғалдану аймағы (1 түп қызанақ) $0,060 m^2$ болды (2-кесте).

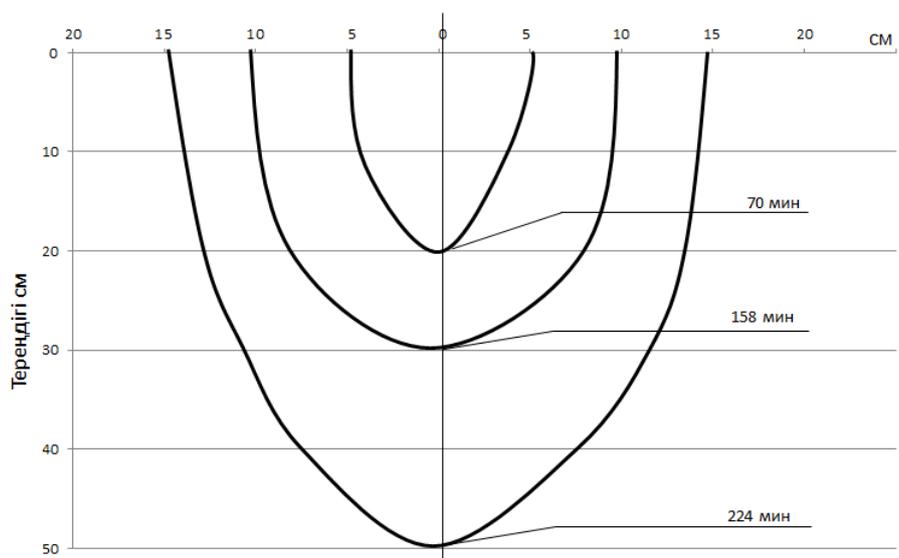
Жоғарғы жағының ылғалдандыру диаметрі 30–35 см болып топырақтың 20 см қабаты 70 минутта ылғалданды, ал 30 см қабаты 158 минутта ылғалданды (сурет). Бұл нәтижелер пластмассадан жасалған лизиметрде жүргізіліп алынды.

1-кесте – II нұсқадағы топырақтың ылғалдану динамикасы

Бақылау күндері	%	м ³ /га	Бақылау күндері	%	м ³ /га
14,05	15,0	1050	7,07	15,0	1050
27,05	15,5	1059	13,07	15,6	1100
28,05	15,3	1071	19,07	15,1	2057
2,06	15,8	1100	24,07	15,8	1100
6,06	15,0	1071	29,07	15,1	2017
12,06	15,0	1080	4,08	15,0	1050
18,06	15,2	1160	9,08	15,3	2071
29,06	15,6	1100	14,08	15,7	2099
2,07	15,001	2057	26,08	15,4	2078

2-кесте – Ұлғалдану аймағы I түп қызанаққа (I нұсқа)

Ұлғалдану диаметрі ϕ , см	Ұлғалдану тереңдігі h, м	Ұлғалдану мерзімі, минут	Тамшылатқыш су өтімі q, %	Ұлғалдану ауданы, м ²	Ұлғалданған топырақ көлемі, м ³ /га
18	19	70	1,3	0,033	0,0062
23	31	158	1,3	0,053	0,0156
30	50	224	1,3	0,060	0,029



Ұлғалдану ауданы

Бұл мәліметтер суғару ұзақтылығын қалыптастыруға әсер етті. Ең алдыңғы суғаруды топырақ ылғалдылығы 0,7 ЕСС болғанда жүргізілді, келесі суғаруды топырақтың 0,5 м қабатынан су өте бастағанда бастау керек.

Мысалы 50 см топырақ қабатын ылғалдандыру үшін 220 минут қажет. Осы уақытта суғару нормасы 159 м³/га шамада болды (3-кесте).

3-кесте – Жекеленген суғару нормасы (II нұсқа)

Ұлғалдану ұзақтылығы, мин	Жекеленген суғару нормасы м ³ /га	Есептік суғару нормасы, м ³ /га
225	0,0045	159
220	0,0040	156

Суғару мерзімі көп болған сайын берілетін су көлемі де көп болады. Тамшылатып суғарғанда суғару нормасы мына теңдеумен анықталады:

$$m = \frac{100 H \cdot \gamma (ECE - 0,7 ECE)}{1000} \cdot F = \frac{100 \cdot 0,5 \cdot 1,4 (24 - 16,8)}{1000} \cdot 216 = 120 \text{ м}^3/\text{га}, \quad (7)$$

мұндағы H – ылғалдану тереңдігі, м; γ – көлемдік масса, т/м³; ECE – ең аз су сиымдылығы, %; F – тамшылатып суғару аймағы, м²; 10000 – 1 га ауданы (м²).

Топырақ ылғалдылығы 70% ECE болғанда қызанақ дақылын суғарып отырдық. Есептік суғару нормасы жоғарыда айтқандай төмендегі теңдеу бойынша есептедік.

$$m = m_3 \cdot n, \quad (8)$$

мұндағы m_3 – жекелеген суғару нормасы, м³/тал; n – бір гектардағы қызанақ саны (37 000 дана).

Жекелеген суғару нормасы есептік ылғалдану контуры бойынша анықталды, яғни:

$$m_3 = \left(\frac{t}{60} \cdot q\right) : 1000 \text{ м}^3/\text{тал}, \quad (9)$$

мұндағы t – есептік ылғалдану тереңдік, м – 0,5 м; q – тамшылатқыш су өтімі – 1,3 л/сағ.

Мысалы тәжірбие бойынша есептік (0,5 м) топырақ қабатын ылғалдандыру үшін 225 минут қажет екен. Яғни 4 сағаттан соң су беруді тоқтату керек, содан 2,3 күннен кейін қайта суғарылады. Қызанақтың суғару нормасы 4-кестеде көрсетілген.

4-кесте – Қызанақтың тамшылатып суғарудағы суғару нормасы

Көрсеткіштер	14 05	23 05	28 05	03 06	06 06	12 06	28 06	29 06	02 07	07 07	13 07	19 07	24 07	28 07	04 08	05 08	14 08	28 08
Суғару ұзақтылығы, минут	220	215	205	210	220	210	205	215	215	220	220	205	220	205	220	220	220	220
Жекелеген суғару нормасы, м ³ /тал	0,0044	0,0043	0,0043	0,0042	0,0044	0,0044	0,0043	0,0043	0,0043	0,0044	0,0044	0,0043	0,0044	0,0043	0,0044	0,0044	0,0044	0,0044
Суғару нормасы, м ³ /га	157	150	150	150	157	157	150	150	150	150	157	150	157	150	157	157	157	157

Жергілікті ылғалдандыру жағдайында өсімдіктің су пайдалану жиынтығын анықтаудың өзіндік заңдылығы бар. Кәдімгі қарықпен суғарғанда тамшылатып суғарудың ерекшелігі барлық танап ауданыылғалданбайды, тек оны өсімдік орналасқан жері ғана ылғалданады.

Сондықтанда су пайдалану жиынтығы жергілікті ылғалдану ауданына байланысты қалыптасады, ал қалған аудан бұған еш әсерін тигізбейді. Жалпы судың булану жиынтығын жылдық тепе-теңдік әдісімен анықтаған жөн. Бұл әдістің негізінде булану динамикасына әсерін тигізді. Климаттық факторларды анықтау салынған физиологиялық түсінік бойынша бұл әдіс өсімдіктің су пайдалану мөлшерімен жер беті атмосфералық энергиясының ресурстарына байланыстылығын көрсетеді, яғни:

$$\frac{LE}{R-B} + \frac{P}{R-B} = 1, \quad (10)$$

$$R = B + P + LE \text{ кал/см}^2 \text{ мин}, \quad (11)$$

мұндағы LE – булануға кететін шығын, кал/г; E – булану, мм/сағат; L – буланудың жасырын жылылығы кал/г; R – радиациялық тепе-теңдік, кал/см², минут; B – топырақтағы жылу алмасу, кал/см², минут; P – жылылықтың турбулентті ағыны, кал/см², минут.

Сарыағаш ауданының климаттық жағдайына байланысты жылудың турбулентті ағыны нөлден аз немесе оған тең екені белгілі ($P = 0$), осыған байланысты (1) теңдеу төмендегідей өзгереді:

$$\frac{LE}{R-B} = 1, \quad (12)$$

осыған байланысты буланудың максималды мәні төмендегідей болады:

$$E = \frac{R-B}{L}, \text{ мм/сағат}. \quad (13)$$

Жылулық тепе-теңдік құрамын (элементтердің) анықтағанда булану қосындысы төмендегі теңдеумен бағалауға болады:

$$E = \frac{R-B}{1+0.64 \frac{\Delta t}{\Delta e}}, \text{ мм /сағ.}, \quad (14)$$

мұндағы Δt = жер бетінің 0,5 және 2,0 метр биіктіктегі ауа температурасының айырмасы; e °C ($t_{0.5}$, $t_{2.0}$); Δe – осы биіктіктегі абсолютті ауа ылғалдылығының (мг) айырмасы ($\Delta l = l_{0.5} - l_{2.0}$); 0,64 – өтпелі коэффициент. Ол қабылданған өлшем бірлігіне байланысты.

Біздің жағдайда (κ) зерттеу нәтижесі көрсеткендей булану қосындысы суғару әдісіне тікелей байланысты екені байқалды. Тамшылатып суғаруда булану қосындысы (орташа мән) маусым кезінде 3397 м³/га болса, қарықпен суғарғанда бұл көрсеткіш 5520 м³/га болып отыр.

Бұл жағдайда булану қосындысының жекелеген коэффициенті (κ) әр түрлі болып отыр (5-кесте).

5-кесте – κ коэффициенттер мәні

Нұсқа	Булану қосындысы E, м ³ /га	Өнім, ц/га	K, м ³ /ц
I. Қарықпен суғару (бақылау)	5520	28,0	197
II. Тамшылатып суғару	3397	33,0	103

5-кесте мәліметіне назар аударсақ тамшылатып суғарғанда коэффициент « κ » мәні 103 м³/ц болса, қарықпен суғарғанда 197 м³/ц болып отыр. Яғни жергілікті ылғалдандыруда ресурс үнемделгені дәлелденді.

Жалпы су пайдалану жиынтығы мәліметтері бойынша төмендегі теңдеумен анықталды:

$$E = (800 + 33,4 \cdot 4) K_y, \text{ м}^3/\text{га} \quad (15)$$

$$K_y = \frac{1}{\sqrt{1+(1-f)^2}}, \quad (16)$$

мұндағы 4 – қызанақ өнімі ц/га; K_y – топырақтың бір келкі ылғалданбағанын ескеретін коэффициент

$$f = \frac{c}{\omega}, \quad (17)$$

мұндағы C – 1 гектардағы жергілікті ылғалдану ауданы, м²; ω – 1 гектар жер ауданы 1000 см².

Дала тәжірбиесінде тамшылатып суғарғанда ылғалданған және ылғалданбаған жер қатынасы 1:5 шамасында болды. Жер асты суы 6 м тереңдікте жатыр, сондықтан жер асты суы топырақ түтікшесімен көтерілуі есепке алынбайды. Жер бетінен ағып сүзілу болған жоқ.

Жалпы су пайдалануды салыстырсақ ол тамшылатып суғарғанда қарықпен суғаруға қарағанда 2123 м³/га аз болып отыр. Оның себебі қарықпен суғарғанда жер беті түгел ылғалданады, ал тамшылатып суғарғанда тек өсімдік түбі ылғалданады. Тәжірбие бойынша тамшылатып суғарғанда ылғалдану контуры 1 гектарға 2690 м² болса, қарықпен суғарғанда 10 000 м² болып отыр. Міне осы тамшылатып суғарудың артықшылығы.

Жалпы су пайдалану жиынтығын әр нұсқа бойынша салыстырсақ, I нұсқада оның мәні II нұсқаға қарағанда жоғары болып отыр (6-кесте).

6-кесте – Су пайдалануды салыстыру (2015 ж.)

№	Көрсеткіштері	I нұсқа (бақылау). Қарықпен суғару	II нұсқа. Тамшылатып суғару
1	Топырақ ылғал қорынан, м ³ /га	42	129
2	Жауын-шашыннан, м ³ /га	500	485
3	Суғармалау нормасы, м ³ /га	4570	2763
4	Жалпы су пайдалану нормасы, м ³ /га	5520	4570
5	Өнім, т/га	27,8	33,2
6	Су пайдалану коэффициенті, м ³ /га	188	100,2

Алғашқыда әр қызанақ салмағы 40–70 г болса, 4–6 жинау кезінде 70–90 г болды. Қызанақ салмағы өнімге әсер етеді (7-кесте).

7-кесте – Қызанақ өнімі, ц/га

Көрсеткіштері	I нұсқа	II нұсқа
Орташа өнім бір түптегі, кг	0,78	0,86
Өсімдік саны 1 гектарда, түб/га	35714	35714
Орташа өнім 1 гадан т/га өсуі	27,8	32,2 (+4,4)

Тамшылатып суғарғанда қызанақ өнімі қарықпен суғарғанға қарағанда 4,4 т/га артық болып отыр. Бұған бірде бір себеп су және тыңайтқыш өсімдік түбіне нақты берілуінде.

Сонымен тамшылатып суғару қарықпен суғаруға қарғанда өте тиімді екені дәлелденді:

– суды 50% үнемдеді

– өнім 20 % өсті.

Қорытынды. Вегетациялық кезеңде қызанақты қарықпен суғаруда суғару нормасы 4570 м³/га-болып 9 рет суғарылады, ал тамшылатып су беруде суғару нормасы 2763 м³/га болып 19 рет суғарылды. Тамшылатып суғаруда қызанақ өнімі 4,4 т/га артты.

ӘДЕБИЕТ

[1] Суямбаев Д.А., Атаканов А.Ж., Кулов К.М. Капельное орошение и перспективы его применения в Кыргызской ССР: Обзорная информация. – Фрунзе, 1982. – 69 с.

[2] Зубайров О.З., Глеукулов А.Т. Орошение томатов низконапорно-капельной системой в условиях Жамбылской области // Исследования, результаты. – Алматы, 2008. – № 1. – С. 111-113.

Р. К. ИКРАМОВ¹, С. М. ГАППАРОВ¹, Х. Э. МАХСАДОВ², Ф. М. ЮСУПОВА³, А. А. УТАЕВ¹

¹Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем
при Ташкентском институте ирригации и мелиорации,

²Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства
и агротехнологии выращивания хлопка,

³Научно-исследовательский институт экономик и сельского хозяйства
при Ташкентском государственном аграрном университете, Ташкент, Узбекистан

ОБ ОЦЕНКЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ УЗБЕКИСТАНА

Приводятся данные расчета продуктивности водных ресурсов при различных вариантах севооборота на полугидроморфных почвах Пахтакорского района Джизакской области.

In this article devoted the calculation data of water resources productivity in different variants of crop rotation on semihydromorphic soils in Pakhtakordistrict of Djizakh region.

Сегодня в результате проведенных сельскохозяйственных реформ в Узбекистане сложилась новая система земледелия. Для повышения эффективности использования ограниченных земельно-водных ресурсов введен севооборот (чередование сельскохозяйственных культур): хлопчатник – озимая пшеница; озимая пшеница – хлопчатник – кормовые культуры; озимая пшеница – хлопчатник – овощи.

Нарастающий дефицит водных ресурсов, увеличивающийся потребительский спрос населения, ограниченный фонд орошаемых земель, требуют изучения порядка чередования сельскохозяйственных культур, который позволит перейти к много-урожайной системе земледелия, повысить эффективность использования земельно-водных ресурсов, правильно разместить основные культуры и увеличить производство продукции растениеводства.

Целью наших исследований явилось определение продуктивности воды и земли при различных вариантах севооборота в фермерских хозяйствах.

Полевые исследования проводились на слабо- и среднесоленых полугидроморфных почвах опытного участка Пахтакорского района Джизакской области с глубиной залегания грунтовых вод 2–2,5 м.

Исследовались три варианта возможного севооборота в фермерских хозяйствах (см. рисунок)

1 вариант – исследование проводилось по схеме: вспашка (2013 г.) + промывка с последующим посевом хлопчатника (2014 г.) + вспашка (2014 г.) + промывка с последующим посевом хлопчатника (2015 г.);

2 вариант – исследования проводились по схеме: вспашка (2013 г.) + промывка с последующим посевом хлопчатника (2014 г.) + посев озимой пшеницы по вспаханному полю и в растущий хлопчатник (2014–2015 гг.) + посев кукурузы (2015 г.) + вспашка (2015 г.);

3 вариант – исследования проводились по схеме: посев озимой пшеницы по вспаханному полю и в растущий хлопчатник (2013 – 2014 гг.) + посев кукурузы (2014 г.) + вспашка (2014 г.) + посев озимой пшеницы по вспаханному полю (2014–2015 гг.) + посев кукурузы (2015 г.) + вспашка (2015 г.).

Для оценки продуктивности водных и земельных ресурсов использовались данные полевых исследований: режима орошения, урожайности сельхозкультур, влагозарядковых и промывных поливов, количественные значения водопотребления из грунтовых вод, определенные согласно руководству ФАО (т.е. полный водный баланс водопотребления) [1].

Под продуктивностью земли понимается урожайность сельхозкультур (ц/га), а под продуктивностью воды – урожайность и валовая прибыль на 1000 м³ воды. При этом рассматривался полный водный баланс водопотребления сельхозкультур, включая оросительные и промывные нормы, атмосферные осадки, водопотребление из грунтовых и почвенных вод.

Вариант 1																																																																										
2013 г.									2014 г.																		2015 г.																																															
X			XI			XII			I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X			XI			XII			I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X																				
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3															
			пахота						промывка		посев хлопчатника																		пахота			промывка		посев хлопчатника																																								
Вариант 2																																																																										
2013 г.									2014 г.																		2015 г.																																															
X			XI			XII			I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X			XI			XII			I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X																				
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
			пахота						промывка		посев хлопчатника																		посев озимой пшеницы по вспаханному полю			посев озимой пшеницы в растущих хлопчатник			посев кукурузы повторная культура			пахота																																				
Вариант 3																																																																										
2013 г.									2014 г.																		2015 г.																																															
X			XI			XII			I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X			XI			XII			I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X																				
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
влагозаряд- ковый полив				посев озимой пшеницы по вспаханному полю						посев кукурузы повторная культура			пахота			посев озимой пшеницы по вспаханному полю																		посев кукурузы повторная культура			пахота																																					
				посев озимой пшеницы в растущих хлопчатник																																																																						

Схема вариантов севооборота

Для сопоставления различных вариантов севооборота приняты два года, в которые укладывается один цикл чередования сельскохозяйственных культур на одном поле (одно поле находится под посевом хлопчатника или пшеницы не более двух-трех лет подряд) [2].

Учитывались также различные технологии посева озимой пшеницы: в растущий хлопчатник и по вспаханному полю, которые влияют на оросительную норму.

Весной в 1-м варианте перед посевом хлопчатника проводилась промывка почвы нормой 3000 м³/га. Оросительная норма составила 3250 м³/га (2014 г.) и 3575 м³/га (2015 г.). Общее водопотребление (атмосферные осадки + промывная норма + подпитывание из грунтовых вод) хлопчатника за год составило 8307 м³/га (2014 г.) и 9244 м³/га (2015г.). Урожайность хлопчатника соответственно – 30,0 и 32,1 ц/га. Продуктивность использования водных ресурсов на 1000 м³ воды 4,8 и 4,9 ц/га хлопка-сырца, а на получение 1 ц хлопка-сырца было затрачено 276,9 и 288,0 м³ водных ресурсов.

Во 2-м варианте перед посевом хлопчатника проводилась промывка почвы нормой 3000 м³/га (2014 г.). Оросительная норма хлопчатника 3250 м³/га. Общее водопотребление хлопчатника за вегетационный период (атмосферные осадки + промывная норма + подпитывание из грунтовых вод) равно 8307 м³/га.

Урожайность хлопчатника составила 30,0 ц/га. Продуктивность использования водных ресурсов на 1000 м³ воды – 4,8 ц/га хлопка сырца, а затраты водных ресурсов на получение 1 ц урожая соответственно 276,9 м³.

В данном варианте после уборки хлопчатника в 2014 г. по вспаханному полю и в растущий хлопчатник была засеяна озимая пшеница. Влагозарядковый полив озимой пшеницы, засеянной по вспаханному полю, составил 2100 м³/га, а в растущий хлопчатник – 1300 м³/га.

Оросительная норма озимой пшеницы, засеянной по вспаханному полю, –2500 м³/га. Общее водопотребление озимой пшеницы, засеянной по вспаханному полю, за вегетационный период (атмосферные осадки + промывная норма + подпитывание из грунтовых вод) равнялось 9617 м³/га. Урожайность озимой пшеницы – 39,0 ц/га. Продуктивность использования водных ресурсов на 1000 м³ воды была 4,1 ц/га зерна, а затраты водных ресурсов на получение 1 ц урожая соответственно 246,6 м³.

Оросительная норма озимой пшеницы, засеянной в растущий хлопчатник, составила 2450 м³/га. Общее водопотребление озимой пшеницы, засеянной по вспаханному полю, за вегетационный период (атмосферные осадки + промывная норма + подпитывание из грунтовых вод) было 8767 м³/га. Урожайность озимой пшеницы– 34,1 ц/га. Продуктивность использования водных ресурсов на 1000 м³ воды составила 3,9 ц/га зерна, а затраты водных ресурсов на получения 1 ц урожая соответственно 257,1м³.

После уборки озимой пшеницы (2015 г.) была засеяна кукуруза. Оросительная норма кукурузы составила 3500 м³/га. Общее водопотребление кукурузы за вегетационный период (атмосферные осадки + промывная норма + подпитывание из грунтовых вод) – 4787 м³/га.

Урожайность кукурузы соответственно составила 26,1 ц/га. Продуктивность использования водных ресурсов на 1000 м³ воды – 5,5 ц/га зерна, а затраты водных ресурсов на получения 1 ц урожая соответственно 183,4 м³.

В 3-м варианте влагозарядковый полив озимой пшеницы, засеянной по вспаханному полю, составил в 2013–2014 гг. 2100 м³/га, а в растущий хлопчатник в 2013 г. – 1400 м³/га, 2014 г. – 1300 м³/га.

Оросительная норма озимой пшеницы, засеянной по вспаханному полю, составила в 2014 г. – 2600 м³/га, в 2015 г. – 2500 м³/га, в растущий хлопчатник – соответственно 2400–2450 м³/га.

Общее водопотребление озимой пшеницы, засеянной по вспаханному полю, за вегетационный период (атмосферные осадки + влагозарядковый полив + подпитывание из грунтовых вод) составило соответственно 9435,0–9617,0 м³/га, а в растущий хлопчатник – 8535,0–8767,0 м³/га.

Урожайность озимой пшеницы, засеянной по вспаханному полю, составила 39,1 ц/га, в растущий хлопчатник – 34,0–34,2 ц/га. Продуктивность использования водных ресурсов на 1000 м³ воды равнялась 4,1 ц/га зерна озимой пшеницы, засеянной по вспаханному полю, в растущий хлопчатник – 4,0–3,9 ц/га зерна, затраты водных ресурсов на получение 1 ц урожая – соответственно 241,3–256,3 м³.

После уборки озимой пшеницы (2013–2014 гг.) была засеяна кукуруза. Оросительная норма кукурузы 3500 м³/га. Общее водопотребление кукурузы за вегетационный период (атмосферные осадки + промывная норма + подпитывание из грунтовых вод) составило соответственно 4446,0–4787,0 м³/га.

Урожайность кукурузы соответственно 26,1–27,2 ц/га. Продуктивность использования водных ресурсов на 1000 м³ воды составила 5,9–5,7 ц/га зерна, а на получение 1 ц урожая зерна затрачено соответственно 170,3–176,0 м³ водных ресурсов.

В третьем варианте на высвобожденной после озимой пшеницы 2014–2015 гг. площади возделывалась повторная культура – кукуруза. Оросительная норма кукурузы в среднем за два года составила 3500 м³/га, а атмосферные осадки – 53,7 мм. На получение 1 ц кукурузы с учетом атмосферных осадков затрачено 170,3 м³ оросительной воды. В течение 2013–2015 гг. на возделывание озимой пшеницы и кукурузы с учетом промывок, поступлений из подземных вод и атмосферных осадков затрачено в среднем 28 285–26 535 м³/га оросительной воды (таблица 1).

Таблица 1 – Полное водопотребление сельхозкультур при различных схемах севооборота, м³/га

№	Вариант севооборота	В среднем за	
		1 год	2 года
1	1 вариант – водопотребление хлопчатника (2014–2015 гг.)	8780	17550
2	2 вариант – водопотребление хлопчатника, озимой пшеницы, повторной кукурузы (2014–2015 гг.)	$\frac{11350^*}{10930^{**}}$	$\frac{22711}{21861}$
3	3 вариант – водопотребление озимой пшеницы и повторной кукурузы (2013–2015 гг.)	$\frac{14140}{132670}$	$\frac{28285}{26535}$
*Озимая пшеница, засеянная по вспаханному полю, м ³ /га. **Озимая пшеница, засеянная в растущий хлопчатник, м ³ /га.			

В процессе исследования было выявлено, что наибольшее водопотребление отмечено в третьем варианте опытного участка. В среднем за два года общее водопотребление озимой пшеницы и кукурузы составило 28 285,0 – 26 535,0 м³/га. Наименьшее водопотребление отмечено в первом варианте. В среднем за два года общее водопотребление хлопчатника составило 17 551,0 м³/га.

На основании анализа технико-экономических показателей выращивания сельскохозяйственных культур при различных схемах севооборота можно сделать вывод, что наиболее доходным является 3 вариант, где за два года получена прибыль в размере 2 248 209 сум/га (таблица 2).

Таблица 2 – Технично-экономические показатели выращивания сельскохозяйственных культур при различных схемах севооборота, сум/га*

№	Вариант севооборота	Валовой доход за 1-й год	Прибыль за 1-й год	Валовой доход	Прибыль
1	1 вариант – хлопчатник + хлопчатник (2014–2015 гг.)	3249888	904395	6727268	2036282
2	2 вариант – хлопчатник + озимая пшеница + кукуруза (2014–2015 гг.)	3249888	904395	<u>6931888</u> 6696888	<u>1996700</u> 1888450
3	3 вариант – озимая пшеница + кукуруза (2013–2015 гг.)	<u>3686300</u> 3447000	<u>1096604</u> 984054	<u>7427600</u> 6957600	<u>2248209</u> 2031708
*Расчеты проводились по закупочным ценам 2015 г.					

Наименьшая прибыль была получена во 2-м варианте. За два года прибыль составила 1 888 450 сум/га.

По основании данных, приведенных в таблице 3, можно отметить, что наибольшая продуктивность воды отмечается в 1-м варианте и составляет 116 020 сум / 1000 м³. Относительная продуктивность воды была наименьшей в 3-м варианте, где высевалась озимая пшеница в растущий хлопчатник + кукуруза, она составила 76 567 сум / 1000 м³.

Таблица 3 – Продуктивность оросительной воды при различных схемах севооборота, сум

№	Показатели	1 вариант	2 вариант	3 вариант
1	Валовой доход на 1000 м ³ воды	383 300	<u>305 222</u> 306 339	<u>262 598</u> 262 204
2	Чистая прибыль на 1000 м ³ воды	116 020	<u>87 917</u> 86 384	<u>79 484</u> 76 567

Таким образом, на основании проведенных двухлетних исследований мы можем отметить, что 3-й вариант, где высевалась озимая пшеница по вспаханному полю + кукуруза, является наиболее прибыльным, тем не менее следует выделить и 1-й вариант схемы севооборота, где зафиксирована наибольшая продуктивность воды в размере 383 300 сум на 1000 м³ на полу-гидроморфных почвах опытного участка.

Резюмируя приведенные данные, следует отметить, что научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур в фермерских хозяйствах позволит продуктивно использовать ограниченные земельно-водные ресурсы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Водопотребление сельхозкультур. ФАО материалы по ирригации и дренажу 24. – 127 с.
 [2] Халиков Б. Основные принципы размещения сельскохозяйственных культур. – Режим доступа: http://www.agro.uz/ru/news/agro/osnovnye_printsipy_razmeshcheniya_selskokhozyaystvennykh_kultur/?sphrase_id=4336 дата обращения: 12.12.2015.

Р. К. КАЙДАРОВА, М. Ж. БУРЛИБАЕВ, А. Б. ШАЙМАХАНОВА, Ж. С. ЖИЕМБАЕВ

ТОО «Казахстанское агентство прикладной экологии», Алматы, Казахстан

О НОВЫХ ИНСТРУМЕНТАХ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В КАЗАХСТАНЕ

Қазақстан Республикасындағы қолданыстағы жеке су пайдаланушыларға арналып есептелген су сапасының бірыңғай стандарттарының сандық мәндері (ШРШ_{балық}), олардың интегралды көрсеткіштері (СЛП, СЛКИ) және су пайдаланудың жеке нормалары негізіндегі су пайдалануды нормалау жүйесі, су ресурстарын басқарудағы басты критерий болып табылатын су объектілерінің экологиялық ахуалын (эколеуетті) толық деңгейде бағалауды қамтамасыз ете алмайды.

ҚР экологиялық заңнамаларын реформалау аясында, су пайдалануды нормалаудың халықаралық тәжірибесін ескере отырып, су ағынын алудың көлемі бойынша ($W_{иpзэ}$ км³/жылына) су объектілеріне зиянды әсерлердің рұқсат етілген шекті нормативтерін және химиялық заттардың түсуінің массасын ($M_{иpзэ}$ т/жылына) анықтауға мұрсат беретін, су ресурстарын басқарудағы базалық құрал – су объектілеріндегі су сапасын сыныптаудың ұлттық бес деңгейлі сыныптамасн біздің қатысуымызбен әзірленді.

Существующая в Казахстане система нормирования водопользования на основе единичных числовых значений стандартов качества вод (ПДК_{рыб}), их интегральных показателей (ИЗВ, КИЗВ) и индивидуальных норм водопотребления, рассчитанных для отдельного водопользователя, не обеспечивает в достаточной степени оценку экологического состояния (экопотенциала) водных объектов, являющегося главным критерием управления водными ресурсами.

В рамках реформирования экологического законодательства РК с учетом международного опыта в области нормирования водопользования нами разработана пятиуровневая национальная классификация качества вод в водных объектах – базовый инструмент управления водными ресурсами, позволяющий установить нормативы предельно допустимого воздействия на водный объект по объему изъятия речного стока ($W_{пdвв}$ км³/год) и по массе поступления химических веществ ($M_{пdвв}$ т/год).

Water consumption regulation system existing in the Republic of Kazakhstan is based on united number value of water quality standards (MPC_{fish}), on integral indices and on individual water consumption norms calculated for the individual water consumption, does not provide sufficient assessment of environmental condition (environmental potential) of water bodies, which is the main criterion of water resources management.

Within the reform measures of the RoK environmental legislation taking into account international experience in the field of water consumption regulation, we have developed basic water resources management instrument – five level national classification of water quality in water bodies, which allows to set standards for maximum permissible impact on water bodies in terms of river flow intake ($W_{mpi, km^3/year}$) and by mass of entering chemicals ($M_{mpi, t/year}$).

По определению [1], экологическое состояние водного объекта – характеристика водного объекта по совокупности его количественных и качественных показателей применительно к видам водопользования.

Все реки Казахстана – большие и малые по официальной информации соответствующих уполномоченных органов РК классифицируются как водотоки рыбохозяйственного водопользования. И их качественное состояние оценивается числовыми значениями предельно допустимых концентраций (ПДК_{рыб}), регламентирующих нормативные требования рыбного хозяйства [2]. Однако основные объемы поверхностных вод РК в настоящее время расходуются для орошения, промышленного водопользования и только незначительные объемы идут на хозяйственно-питьевые и культурно-бытовые нужды. При этом нормативные требования перечисленных отраслей экономики не учитываются при осуществлении водохозяйственной деятельности и планировании.

Качественное состояние поверхностных водных объектов оценивается службами Казгидромета методом индексирования фактически установленных концентраций загрязняющих веществ ($C_{факт.}$) по отношению к значениям, соответствующих ПДК_{рыб} по определенным группам соединений согласно методикам [3, 4].

При таком подходе качественное состояние всех поверхностных водных объектов из года в год оценивается индексами: «умеренно загрязненные, загрязненные, грязные».

В связи с тем, что индексы ИЗВ и КИЗВ устанавливаются без учета количественных характеристик водного объекта и нормативных требований отраслей экономики, осуществляющих водопользование на конкретном водном объекте, они не способны эффективно выполнять роль инструментов управления водными ресурсами.

Большой массив данных, перерабатываемых лабораториями Казгидромета используется как информационная база водного мониторинга, а значения ИЗВ и КИЗВ устанавливают только уровни загрязнения водного объекта.

При планировании количественных характеристик водного объекта главной составляющей должны быть объемы изъятия (забора) воды на нужды специального водопользования различными отраслями экономики. Этот показатель находится в прямой зависимости от объемов естественного годового стока и экологического стока, а также от множества других факторов.

В настоящее время водный баланс водотока устанавливается оценочно на основе разрешенных объемов водозабора для водопользователей, осуществляющих водопользование из конкретного водотока.

Объемы забора воды из поверхностных вод устанавливаются каждым водопользователем на основе расчетов удельных норм водопотребления на единицу продукции. Разрешения на специальное водопользование выдаются предприятиям-водопользователям сроком на 5 лет. При установлении удельных норм на единицу продукции, заявляемых водопользователем, никакие гидрологические и другие параметры водотока, из которых осуществляется водопользование, не учитываются.

Итак, существующие инструменты мониторинга, оценок, регулирования и управления водными ресурсами не эффективны, требуется их совершенствование.

Нами по заданию уполномоченного органа в области использования и охраны водного фонда, водоснабжения и водоотведения, в рамках реформирования экологического законодательства Республики Казахстан изучен международный опыт нормирования систем водопользования, а также состояние проблемы в странах ВЕКЦА. Показано, что достаточное продвижение в разработке и внедрении гибкой системы регулирования качества вод достигнуто в Молдове и России.

Приняв за основу модель управления водными ресурсами по Рамочной директиве по воде ЕС – РДВ 2000/60/КС от 23.10.2010 г., мы разработали главный инструмент управления водными ресурсами Казахстана – пятиуровневую национальную классификацию качества воды в водных объектах, учитывающую гидрологические, физико-химические показатели водного объекта по 42 параметрам, отражающим нормативные требования основных категорий водопользования, таких, как рыбное хозяйство, хозяйственно-питьевое водоснабжение, рекреация, сельское хозяйство и промышленность.

Каждый класс воды характеризуется своими числовыми значениями стандартов качества вод (СКВ-ПДК), которые при переходе от СКВ-ПДК_{рыб.} к СКВ-ПДК_{орош., промыш.} существенно увеличиваются.

Аналогично установлены и стандарты по гидроморфологическому показателю состава речных вод. Ввиду отсутствия достаточного гидробиологического мониторинга в республике эти показатели на начальном этапе перехода не внесены в национальную классификацию.

Разработанная нами пятиуровневая национальная классификация качества воды в водных объектах в настоящее время проходит этапы согласования в соответствующих уполномоченных органах РК, поэтому в настоящей статье приведены только ее форматные параметры (таблица 1).

Выполненная нами оценка по новой системе стандартов качества вод СКВ-ПДК (таблицы 1–3) показала, что воды рек Иле, Шу, Талас, Аса без ограничения могут быть использованы для орошения, так как их экологическое состояние оценено классом III (см. таблицу 2). Для использования вод этих рек для хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо проведение комплекса мероприятий по очистке и кондиционированию.

В таблицах 2, 3 приведены дифференциация и характеристика классов водопользования.

Таблица 1 – Национальная классификация качества вод
в водных объектах Республики Казахстан (формат к внедрению)

№	Нормируемые показатели	Химический символ	Единица измерения
Гидроморфологические параметры			
1	Суммарный индекс гидроморф	–	Безр.
Физическо-химические параметры			
Физико-химические параметры включают 42 показателя, в том числе: реакцию рН, взвешенные вещества, алюминий, аммоний-ион, бериллий, БПК _{полн} , бор, железо (2+), железо (3+), железо общее, кадмий, кальций, кобальт, кремний, магний, марганец, медь, минерализация, молибден, мышьяк, нефтепродукты, никель, нитрат-анион, нитрит-анион, роданиды, ртуть, свинец, сероводород, СПАВ, сульфаты, фенолы, фосфаты, фосфор общий, фосфор треххлористый, фториды, ХПК, хлориды, хром (3+), хром (6+), хром общий, цианиды, цинк (раствор).			

Таблица 2 – Дифференциация классов водопользования по категориям (видам) водопользования

Категория (вид) водопользования	Назначение/тип очистки	Класс водопользования				
		1 класс	2 класс	3 класс	4 класс	5 класс
Рыбохозяйственное	Лососевые	+	–	–	–	–
	Карповые	+	–	–	–	–
Хозяйственно-питьевое водоснабжение	Простая водоподготовка	+	+	–	–	–
	Обычная водоподготовка	+	+	+	–	–
	Интенсивная водоподготовка	+	+	+	+	–
Рекреация		+	+	+	–	–
Орошение	Без подготовки	+	+	+	+	–
	Отстаивание в картах	+	+	+	+	+
Промышленность:						
технологические цели, процессы охлаждения		+	+	+	+	–
гидроэнергетика		+	+	+	+	+
добыча полезных ископаемых		+	+	+	+	+
водный транспорт		+	+	+	+	+
Примечания: (+) – пригодное для использования; (–) – не пригодное для использования.						

Таблица 3 – Характеристика классов водопользования

Класс качества	Характеристика класса водопользования
1	Воды этого класса водопользования пригодны для всех видов (категорий) водопользования, они соответствуют «очень высокому» качеству
2	Воды этого класса водопользования пригодны для всех категорий водопользования за исключением хозяйственно-питьевого назначения. Для использования в целях хозяйственно-питьевого назначения требуются методы простой водоподготовки
3	Воды этого класса водопользования нежелательно использовать для разведения лососевых рыб, а для использования их в целях хозяйственно-питьевого назначения требуются более эффективные методы очистки. Для всех других категорий водопользования (рекреация, орошение, промышленность) виды этого класса пригодны без ограничения
4	Воды этого класса пригодны только для орошения и промышленного водопользования, включая гидроэнергетику, добычу полезных ископаемых, гидротранспорт. Для использования вод этого класса для хозяйственно-питьевого водопользования требуется интенсивная (глубокая) подготовка вод на водозаборах. Воды этого класса не рекомендованы на цели рекреации
5	Воды этого класса пригодны для промышленного водопользования: в целях гидроэнергетике, при добыче полезных ископаемых, для гидротранспорта. Для других целей воды этого класса не рекомендованы

Состояние рек Тобол и Жайык оценено классом качества IV. Это означает, что их воды могут быть без ограничения использованы для промышленного водопользования и в отдельных случаях для орошения. Для хозяйственно-питьевых нужд и рекреации воды этих рек не пригодны. Для использования необходимы мероприятия по очистке, доочистке.

Экологическое состояние главного водотока РК – р.Ертис оценено классом качества II. Это означает, что его воды могут быть использованы без ограничения для всех видов водопользования, кроме разведения лососевых рыб.

Переход системы управления водными ресурсами РК на новую Пятиуровневую национальную классификацию качества вод водных объектов позволит усовершенствовать методологию нормирования нормативов предельно допустимых техногенных нагрузок на водный объект – так называемые ПДВВ и ПДС, разработка которых предусмотрена статьями 56, 82 и 84 Водного кодекса РК [6].

Нормативы предельно допустимых вредных воздействий ПДВВ включают два главных норматива:

Норматив предельно допустимого изъятия речного стока из водотока – $W_{пдвв}$ (км³/год);

Норматив предельно допустимого вредного воздействия на водный объект – $M_{пдвв}$ (т/год).

Для главных рек Казахстана – Ертис, Тобыл, Есиль, Иле, Жайык, Шу, Талас, Аса количественные и качественные ПДВВ рассчитаны и переданы для обсуждения в соответствующие органы РК.

Для перехода на новые инструменты управления водными ресурсами, согласно опыту Молдовы, потребуется от 5 до 10 лет [7].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
- [2] Правила охраны поверхностных вод РК, РНД, 1.02.03-94. – Алматы, 1994.
- [3] Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – ГГИ Росгидромет, РД 52.24.643-2002.
- [4] Методические рекомендации по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям / Под общей ред. акад. РАВН, д.т.н., проф. М. Ж. Бурлибаева. – Астана, 2012.
- [5] Информационный бюллетень «Казгидромет», Департамент экологического мониторинга, «О состоянии окружающей среды РК». – 2014.
- [6] Водный кодекс РК.
- [7] Предлагаемая система стандартов качества поверхностных вод для Молдовы: Технический доклад (сокращенная версия, без приложений). – OECD Publishing, 2007.

А. А. КАЛАШНИКОВ, А. Е. БАЙЗАКОВА, М. Б. ЦХАЙ

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства», Тараз, Казахстан

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

Қазақстанның Оңтүстігінің су ресурстары шектеулі, өңірлік тапшылық бақылануда, осының нәтижесінде ауыл, балық шаруашылығына және экономика салаларына зиян келтірілуде. 2001–2016 жылдар аралығында коммуналдық, өнеркәсіптік және ауыл шаруашылық мұқтаждарына алынған судың орташа көлемі 13,2 км³ құрайды. Осы су көлемінен ауыл шаруашылығына тұтынудың негізгі бөлігі тиесілі – 62%. Үйлесімді мелиоративтік режимнің құрастырылуы, суғару жүйелерінің техникалық деңгейінің және ПӘК 0,75 дейін көтерілуі, суғарудың дұрыс жоспарлануы және басқарылуы, суғару жүйелерін пайдаланудың шығындарын азайтуға, су ресурстарын үнемдеуге мүмкіншілік береді.

Водные ресурсы Южного Казахстана ограничены, наблюдается региональный дефицит, приводящий к ущербу в сельском, рыбном хозяйстве и других отраслях экономики. Средний объем водозабора на коммунальные, промышленные и сельскохозяйственные нужды за 2001–2016 гг. составил 13,2 км³. Из этого объема на сельское хозяйство приходится основная часть потребления – 62 %. Создание оптимального мелиоративного режима, повышение технического уровня оросительных систем и КПД до 0,75, правильное планирование и управление орошением приведут к снижению затрат на эксплуатацию оросительных систем, экономии водных ресурсов.

Water resources of the Southern Kazakhstan are limited and regional deficiency is observed. It is a cause of damage in agriculture, fishery and other branches of economy. The average volume of a water intake for municipal, industrial and agricultural needs during 2001–2016 made 13,2 км³. From this volume the main is necessary consumption a part of 62% are the share of agriculture. Creation of the optimum meliorative mode, increase in technological level of irrigating systems and efficiency to 0,75, will lead the correct planning and management of irrigation to decrease in costs of operation of irrigating systems, economy of water resources.

Введение. Указом Президента Республики Казахстан от 4 апреля 2014 г., № 786 утверждена «Государственная программа управления водными ресурсами Казахстана», основанная на положениях «Стратегия Казахстан – 2050»: новый политический курс состоявшегося государства» и «Концепции по переходу Республики Казахстан к "зеленой" экономике».

Стратегической целью программы является обеспечение водной безопасности Республики Казахстан путем повышения эффективности управления водными ресурсами. В ее основу положены принципы «интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР)», являющиеся лучшей международной практикой в сфере водохозяйственного управления. В программе рассматриваются основные статьи формирования устойчивого использования водных ресурсов Республики Казахстан в текущее время и на перспективу.

В настоящее время Казахстан начинает испытывать нехватку водных ресурсов и по проведенным прогнозам к 2040 году может столкнуться с существенным их дефицитом в объеме до 50% от потребности. Программой предусмотрены меры по сокращению ожидаемого дефицита водных ресурсов к 2020 году за счет модернизации и развития инфраструктуры, в том числе системы водоснабжения и водоотведения в отраслях экономики, а также принятия мер по увеличению дополнительных поверхностных водных ресурсов на 0,6 км³ к 2020 году.

Южный Казахстан. Республика Казахстан – государство, расположенное в центре Евразии, большая часть которого относится к Азии, а меньшая – к Европе. Население – 16 718,1 тыс. человек. Территория Казахстана составляет 2 724 902 км². Он расположен от восточной окраины дельты Волги на западе до Алтайских гор на востоке, от Западно-Сибирской равнины и южной оконечности Урала на севере до Тянь-Шаньской горной системы и пустыни Кызылкум на юге страны. Омывается водами внутриконтинентальных Каспийского и Аральского морей.

В административно-территориальном отношении делится на 14 областей и 2 города республиканского значения, Астана и Алма-Ата. Экономико-географически делится на Центральный, Западный, Восточный, Северный и Южный регионы.

Экономико-географический регион Южный Казахстан – самый густонаселенный регион республики. Показатель плотности населения наиболее высокий в стране – около 9 чел. на 1 км². Здесь расположены крупнейшие города Казахстана – Алматы и Шымкент. В его состав входят при движении с востока на запад Алматинская, Жамбылская, Южно-Казахстанская и Кызылординская области (таблица 1).

Таблица 1 – Административное деление Южного Казахстана

Область	Административный центр	Площадь, км ²	Население*, тыс. чел. (на 1 апреля 2016г.)
Алматинская	Талдыкорган	223911	2 018,2
Жамбылская	Тараз	144264	1 114,3
Кызылординская	Кызылорда	226019	765,2
Южно-Казахстанская	Шымкент	117249	2 861,0
Всего		711443	6 758,7
*Интернет ресурс http://countrymeters.info/ru/KAZAKHSTAN			

В регионе развиты машиностроение, металлообработка, деревообрабатывающая, легкая и пищевая, а также полиграфическая промышленность. Наиболее крупными предприятиями в данных отраслях являются такие, как АО «АЗТМ», заводы «Поршень», «Электроприбор», «Эталон», «Металлист», которые находятся в Алматы. В Жамбылской, Кызылординской и Южно-Казахстанской областях развиты цветная металлургия, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, машиностроение, легкая и пищевая промышленность. Именно предприятия этих отраслей определяют хозяйственный профиль региона. В регионе развита транспортная связь, население для передвижения пользуется всеми видами транспорта.

На Южный Казахстан приходится свыше 70% орошаемых земледельческих угодий республики. Природные ресурсы региона благоприятны для развития сельского хозяйства, основанного на орошаемом земледелии и отарных пастбищах. Главным специализированным направлением земледелия является выращивание технических культур. В целях развития поливного земледелия построены Досан-Карабасская, Шаулдирская, Талас-Асы, Кордайская и Каратальская оросительные системы, Шуский и Кызылординский водоемы, канал Арысь-Туркестан, Богенское водохранилище. На юге республики преобладают сероземы, и на орошаемых землях выращивают хлопок, рис, сахарную свеклу, кукурузу на зерно, овощи и бахчевые культуры, разводят сады и виноградники. Южный Казахстан – главный район поливного земледелия и производства риса, технических культур, садоводства, бахчеводства, овощеводства, каракульского овцеводства и мясо-молочного скотоводства.

Территория Южного Казахстана охватывает 3 водохозяйственных бассейна: Балкаш-Алакольский, Шу-Таласский, Арало-Сырдаринский. По его территории протекают бассейнообразующие реки Иле, Шарын, Каратал, Аксу, Лепси, Биен, Кызылагаш, Курты, Шу, Талас, Аса, Арысь, Бадам, Шаян, Курагаты, Аягуз, Баканас, Токырау, Жамши, Кусак, Сырдария, Сарысу.

Постановка проблемы. Водные ресурсы Южного Казахстана ограничены, наблюдается региональный дефицит, в результате чего происходит ущерб в сельском, рыбном хозяйстве и других отраслях экономики. Из общих водных ресурсов сегодня 30,6 км³ в год необходимы для использования в природоохранных целях (экологический сток) – для сохранения экосистемы. Еще 9,2 км³ в год недоступны из-за отсутствия необходимой инфраструктуры, испарения и фильтрации, обеспечения обязательного перетока в сопредельные государства. Таким образом, объем гарантированных водных ресурсов в настоящее время составляет 12,1 км³ (таблица 2) [1]. Распределение воды по отраслям экономики региона представлено в таблице 3.

Таблица 2 – Водные ресурсы (доступные, устойчивые и надежные):
приходные и расходные составляющие, располагаемый объем для нужд отраслей экономики, км³

Показатели на 2012 год		Водохозяйственные бассейны			Всего
		Арало-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Шу-Таласский	
Приходные составляющие водных ресурсов	локальные водные ресурсы	3,4	15,4	1,6	20,4
	трансграничные водные ресурсы	14,6	12,2	2,6	29,4
	подземные воды	0,2	0,4	0,1	0,7
	прочие источники	3,2	0,4	0	3,6
	итого приходная составляющая водных ресурсов	21,4	28,4	4,3	54,1
Расходные составляющие Водных ресурсов	снижение по сравнению со среднемноголетним	–	–	–	0
	недоступные ресурсы из-за отсутствия инфраструктуры	–	2	–	2
	испарение, фильтрация	2,4	–	2,2	4,6
	обязательный сброс в соседние страны	–	–	0,2	0,2
	разница между 50 и 75% обеспеченностью	1,5	2,7	0,1	4,3
	минимальный расход на экологические нужды	11,1	19,5	0	30,6
	неустойчивые запасы подземных вод	0,1	0,1	0	0,2
Располагаемый объем водных ресурсов (доступные, устойчивые и надежные)		6,3	4	1,8	12,1

Таблица 3 – Среднемноголетнее (2001–2011 гг.) водораспределение поверхностной воды по Южному Казахстану, млн м³ [2–4]

Регулярное орошение	Потери на транспортировку	Объекты ЖКХ	Промышленность	Прочие нужды	Сельхозводоснабжение	Рыбное хозяйство	Всего
8 159,86	3 923,49	312,79	313,07	317,83	160,35	51,55	13 238,93

Средний объем водозабора на коммунальные, промышленные и сельскохозяйственные нужды за 2001–2011 гг. составил 13,2 км³. Из этого объема на сельское хозяйство приходится основная часть потребления – 62%. В связи с уменьшающимся объемом стока трансграничных рек и ростом водопотребления промышленными отраслями экономики прогнозируемые объемы располагаемого стока на орошение к 2020 году снизятся до 11,1 млрд м³, а к 2030 году – до 9,78 млрд м³.

Результаты исследований. Основными водопотребителями являются промышленность, городское и сельское коммунальное хозяйство, орошаемое земледелие. Эта тенденция остается в силе на перспективу до уровня 2040 года. Тем не менее на перспективу намечается увеличение валового продукта сельского хозяйства в общем объеме производства продукции за счет реконструкции площадей регулярного орошения и внедрения водосберегающих технологий орошения.

Водопотребление в Южном регионе. Арало-Сырдаринский водохозяйственный бассейн. Арало-Сырдаринский бассейн занимает площадь около 345 тыс. км² и включает две административные области – Южно-Казахстанскую и Кызылординскую. Численность населения бассейна составляет около 2,6 млн человек (17 % от общей численности по республике), из них

городского населения – 1,2 млн человек (46 % от общей численности по бассейну) и сельского – 1,4 млн человек (54%).

Основной рекой бассейна является река Сырдария, которая берет начало за пределами Казахстана в Ферганской долине в месте слияния рек Нарын и Карадария. Общая длина от места слияния 2212 км, а от истока Нарына – 3019 км. Протяженность реки в Казахстане от Шардаринского водохранилища до Аральского моря составляет 1627 км, из них на территории Южно-Казахстанской области – 346 км, Кызылординской – 1281 км.

Среднегодовое использование водных ресурсов отраслями народного хозяйства в бассейне реки Сырдарии за 1990–2012 гг. следующее (рисунок 1):

регулярное орошение сельского хозяйства – 5157,9 млн м³;

промышленные нужды – 40,84 млн м³;

коммунально-бытовые нужды населенных пунктов, городов, районных центров и т.д. – 60,66 млн м³.



Рисунок 1 – Среднегодовое распределение водных ресурсов Арало-Сырдаринского водохозяйственного бассейна по отраслям экономики

Балкаш-Алакольский бассейн занимает обширную территорию на юго-востоке Казахстана и часть сопредельной территории Китая. Его площадь составляет 413 км², в том числе 353 тыс. км² на территории Казахстана. Казахская часть Балкаш-Алакольского бассейна включает в себя территорию Алматинской области, Мойынкумский, Кордайский и Шуйский районы Жамбылской области, Актогайский, Шетский и Каркаралинский районы Карагандинской области, Урджарский, Аягозский районы Восточно-Казахстанской области. Китайская часть бассейна включает северо-западную часть Синцзянь-Уйгурского автономного района. Крупнейший мегаполис Казахстана – город Алматы также расположен на территории этого бассейна.

Численность населения в казахстанской части бассейна около 3,3 млн человек. Основная его часть проживает в Алматинской области и составляет 1,6 млн человек. В сельской местности проживает 1,5 млн человек.

Среднегодовое использование водных ресурсов отраслями народного хозяйства в бассейне (рисунок 2):

регулярное орошение в сельском хозяйстве – 2368,54 млн м³;

промышленные нужды – 220,49 млн м³;

коммунально-бытовые нужды – 220,49 млн м³.

Шу-Таласский бассейн. Территория бассейна сформирована реками Шу, Талас и Аса, его общая площадь составляет 64,3 тыс. км² (включает часть территории Кыргызской Республики). Численность населения на территории казахстанской части бассейна (Жамбылская область) – 980 тыс. человек.

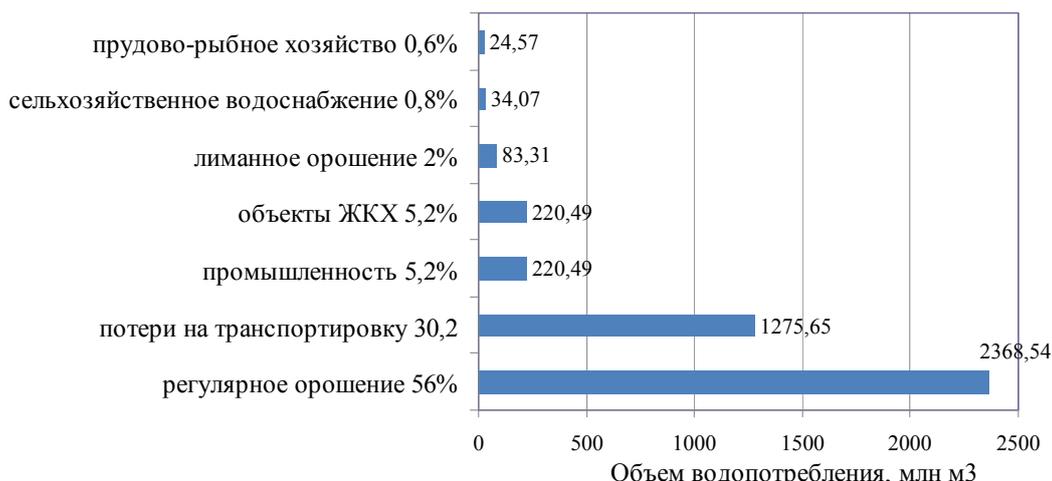


Рисунок 2 – Средне многолетнее водопотребление по отраслям экономики в Балхаш-Алакольском ВХБ

Водный фонд бассейна – 6,11 км³, что в 3,6 раза меньше, чем в Арало-Сырдаринском бассейне. Запас подземных вод 1,65 км³, что превышает объем запасов Арало-Сырдаринского бассейна, а их доля в общем балансе равна 27 %. Остальные водные ресурсы сосредоточены в поверхностных источниках: 6 % – в озерах, 8 % – в водохранилищах и 59 % – в реках.

В Шу-Таласском речном бассейне наряду с крупными имеются 204 малые реки (в бассейне реки Шу – 140 рек, в бассейне реки Талас – 20 и в бассейне реки Аса – 64), а также 35 озер, 3 крупных водохранилища.

Формирования стока рек Шу, Талас и реки Кукуреу-су, основного притока реки Аса, происходит полностью на территории Кыргызской Республики.



Рисунок 3 – Средне многолетнее распределение водных ресурсов Шу-Таласского водохозяйственного бассейна по отраслям экономики

В настоящее время водозабор на нужды сельского хозяйства в регионе в среднем составляет 8,3 км³ в год, из которых 8,16 км³ в год используются на нужды регулярного орошения на площади около 1,2 млн га, при этом 3,9 км³ в год составляют потери при транспортировке [2]. Высокие потери воды в сельском хозяйстве объясняются низким КПД ирригационных систем. КПД межхозяйственных каналов южных областях составляет 0,73 и 0,65, оросительной сети – 0,66–0,55.

Есть вторая сторона проблемы: злоупотребление поливами и превышение допустимых норм орошения приводят к вторичному засолению почвы, а дренажная сеть, с помощью которой осуществляется рассоление и поддержание необходимого УГВ, в основном бесхозная, требующая ремонтно-восстановительных работ. Вертикальный дренаж полностью, без исключения, не действует.

Значительный ущерб орошаемому земледелию страны наносит засоление земель, так как почвогрунты на 35% орошаемых площадей Южного Казахстана в той или иной мере засолены (таблица 4). Анализ опыта успешной борьбы с засолением почв на крупных орошаемых массивах Центральной Азии и стран дальнего зарубежья подтверждает возможность успешной ликвидации засоления на основе уже разработанной системы мелиоративных мероприятий.

Таблица 4 – Распределение орошаемых земель по степени засоления почвы, %

Область	Всего орошаемых земель	В том числе			
		незасоленных	слабозасоленных	среднезасоленных	сильнозасоленных
Алматинская	100	39,1	30,5	24,4	6
Жамбылская	100	71,7	17,4	9,1	3,8
Южно-Казахстанская	100	66,6	20,5	9,7	3,2
Кызылординская	100	1	45,3	28,5	25,2
По региону	100	44,5	28,6	18,5	8,4

Вполне вероятно, что водное хозяйство республики в ближайшие годы будет развиваться в условиях нехватки водных ресурсов. Дефицит в воде уже характерен для бассейнов Арала, Балкаша, бессточных речных бассейнов Шу, Таласа, Асы.

Именно дефицит воды может осложнить экономическую ситуацию в стране и снизить экономический потенциал. Наиболее остро эта проблема стоит в сельскохозяйственном секторе – основного потребителя воды. Один из путей экономии водных ресурсов в ирригации является применение водосберегающих технологий орошения.

Согласно районированию орошаемых площадей по способам и технике полива рекомендуется широкое внедрение в республике систем водосберегающего капельного орошения, позволяющего увеличить КПД техники полива до 0,90–0,95, и водосберегающих систем дождевания – до 0,85–0,90.

В связи с этим назрела необходимость комплексной реконструкции ирригационных систем и восстановления орошаемых земель, внедрения новых водосберегающих технологий и технических средств полива, способствующих экологическому равновесию в агроландшафтах, устойчивому развитию сельскохозяйственного производства, обеспечению продовольственной и водной безопасности в стране.

Основные направления по модернизации ирригационных систем в РК:

повышение водообеспеченности орошаемых территорий за счет уменьшения и максимального устранения технологических потерь воды при её транспортировке от источника орошения до возделываемой сельскохозяйственной культуры;

использование водосберегающих технологий и технических средств полива нового поколения;

автоматизация водораспределения и водоучета;

эколого-мелиоративное направление, ориентированное на улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель и природоохранные мероприятия, предотвращающие негативное воздействие воды.

Модернизация и реконструкция ирригационных систем позволят повысить коэффициент полезного их действия (КПД) с 0,55 до 0,75. Мероприятия и объемы работ по модернизации и реконструкции ирригационных систем в Южном регионе РК приведены в таблице 5.

Создание оптимального мелиоративного режима, повышение технического уровня оросительных систем и КПД, правильное планирование и управление орошением приведут к снижению затрат на эксплуатацию оросительных систем, экономии водных ресурсов. Возрастет урожайность сельскохозяйственных культур, повысится уровень рентабельности. Все это в целом будет способствовать росту производства сельскохозяйственной продукции, снижению ее себестоимости и повышению конкурентоспособности на внутреннем и международных рынках.

Таблица 5 – Мероприятия, объемы работ по модернизации и реконструкции ирригационных систем в Южном регионе РК на 2016–2030 гг., тыс. га

Мероприятия и показатели	Всего 2015–2030 гг.	В том числе	
		2016–2020 гг.	2021–2030 гг.
1. Модернизация ирригационных систем, восстановление орошаемых земель:	1395,00	465,00	930,00
– реконструкция оросительных систем и коллекторно-дренажных сетей, ГТС	1395,00	465,00	930,00
– внедрение механизированных поливов и микроорошения, в том числе	1394,85	464,95	929,90
- поверхностный полив	1072,22	357,41	714,82
- дождевание	106,87	35,62	71,25
- капельное орошение	215,76	71,92	143,84
2. Сохранение и восстановление плодородия почв (улучшения мелиоративного состояния):	325,71	108,57	217,14
– капитальная промывка	237,75	79,25	158,50
– химмелиорация	87,96	29,32	58,64

Выводы:

1. Водные ресурсы Южного Казахстана ограничены, наблюдается региональный дефицит, в результате чего происходит ущерб в сельском, рыбном хозяйстве и других отраслях экономики. Средний объем водозабора на коммунальные, промышленные и сельскохозяйственные нужды за 2001–2011 гг. составил 13,2 км³. Из этого объема на сельское хозяйство приходится основная часть потребления – 62%.

2. В связи с уменьшающимся объемом стока трансграничных рек и ростом водопотребления промышленными отраслями экономики прогнозируемые объемы располагаемого стока на орошение к 2020 году снизятся до 11,1 млрд м³, а к 2030 году – до 9,78 млрд м³. Создание оптимального мелиоративного режима, повышение технического уровня оросительных систем и КПД до 0,75, правильное планирование и управление орошением приведут к снижению затрат на эксплуатацию оросительных систем, экономии водных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Государственная программа управления водными ресурсами Республики Казахстан (утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 4.04.2014 г., № 786). – Астана, 2014. – 33 с.
- [2] Годовые отчеты Арало-Сырдарьинской БИ за 2001–2015 гг.
- [3] Годовые отчеты Балхаш-Алакольской БИ за 2001–2015 гг.
- [4] Годовые отчеты Шу-Таласской БИ за 2001–2015 гг.
- [5] Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Т. XI. Ирригация Казахстана: управление и водосбережение. – Кн. 1: Комплекс мер по управлению и рациональному использованию водных ресурсов в орошаемом земледелии / Ибатуллин С.Р., Балгабаев Н.Н., Калашников А.А., Кван Р.А. – Алматы, 2012. – 230 с.

Ё. А. КЕПБАНОВ, Н. Р. КОРПЕЕВ

ПОО «ТебигиКувват», Ашхабад, Туркменистан

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Рассматривается система органов государственного управления водными ресурсами в Туркменистане на национальном и местном уровнях и предлагаются меры по её совершенствованию в условиях климатических изменений и дефицита воды.

The system of public administration management of water resources in Turkmenistan on a national and local levels was considered and the activities for it improvement in a conditions of climate changes and water supply deficit were proposed.

Введение и постановка проблемы. Национальная стратегия Туркменистана по изменению климата (2012 г.) предусматривает необходимость дальнейшего совершенствования управления водными ресурсами, что обусловлено, прежде всего, усилением дефицита водных ресурсов в связи с климатическими изменениями [1].

В Туркменистане основным потребителем воды является сельское хозяйство, где расходуется порядка более 90% всего объема водных ресурсов. Такой удельный вес в структуре водопотребления обуславливает необходимость серьёзного отношения к вопросам рационального использования водных ресурсов в сельском хозяйстве. Вместе с тем, сельскохозяйственное водопотребление осуществляется весьма неэффективно. В этих условиях одно из важнейших направлений в деле повышения эффективности рационального использования водных ресурсов во многом связано с рационализацией системы управления водными ресурсами, совершенствованием правовой основы деятельности органов водного хозяйства на всех уровнях управления.

Методика исследования. Настоящее исследование основано на изучение опыта функционирования действующей системы управления водными ресурсами Туркменистана, а также нормативно-правовых материалов в области охраны и использования водных ресурсов. Оно базируется на материалах Проекта Адаптационного фонда, ПРООН и Государственного комитета Туркменистана по охране окружающей среды и земельным ресурсам «Реагирование на риски, связанные с изменением климата, на систему фермерского хозяйства в Туркменистане на национальном и местном уровнях» (2012–2016 гг.), в рамках которого были выработаны конкретные рекомендации для проекта нового Водного кодекса Туркменистана.

Основная часть и результаты исследования. В Туркменистане государственное управление в области использования и охраны водных ресурсов осуществляется рядом органов государственного управления – Кабинетом Министров Туркменистана, Министерством сельского и водного хозяйства Туркменистана, Государственным комитетом Туркменистана по охране окружающей среды и земельным ресурсам, государственным концерном «Туркменгеология», Министерством коммунального хозяйства Туркменистана, Национальным комитетом по гидрометеорологии при Кабинете Министров Туркменистана, а также их органами на местах.

Кабинет Министров Туркменистана (Правительство) является исполнительным и распорядительным органом. На него возложены важнейшие функции и полномочия в области использования и охраны водных ресурсов, наличие которых позволяют Кабинету Министров решать стратегические вопросы в сфере развития водного хозяйства.

На Кабинет Министров возложено определение основных направлений рационального использования и охраны вод, утверждение бассейновых схем комплексного использования и охраны вод и водохозяйственных балансов, обеспечение выполнения государственных программ по сохранению и восстановлению водных источников, определение порядка ведения государственного учёта вод и их использования, а также государственного водного кадастра, установление порядка осуществления государственного контроля за использованием и охраной вод и порядка и условий использования и охраны вод.

Правительство ежегодно утверждает по каждому велаяту и этрапулимиту водопотребления в целом, в том числе по основным водным источникам и отраслям экономики, принимает решения по вопросам предупреждения и ликвидации вредного воздействия вод [2].

Министерство сельского и водного хозяйства Туркменистана (МВХТ) является органом государственного управления водохозяйственным комплексом страны. В числе его основных задач – обеспечение всех отраслей экономики и населения страны оросительной водой, развитие водного хозяйства; управление водными ресурсами, планирование, распределение, учет и контроль за их рациональным использованием; ведение водного кадастра, разработка и проведение единой водной, экономической, научно-технической и инвестиционной политики в отрасли.

МВХТ в соответствии с возложенными на него задачами осуществляет эксплуатацию водохозяйственных систем, водохранилищ, гидротехнических сооружений, насосных станций, скважин, линий электропередач, связи, трансформаторных подстанций, находящихся на его балансе, и выполняет мероприятия по эффективному использованию водных ресурсов; обеспечивает своевременную и бесперебойную подачу воды водопользователям в соответствии с утвержденными лимитами водопользования, а также контроль за рациональным использованием водных ресурсов; устанавливает лимиты водопотребления водопользователям и контролирует их исполнение; организует и осуществляет строительство новых и реконструкцию действующих объектов водного хозяйства, обеспечивает выполнение проектно-изыскательских работ по строительству, техническому перевооружению и реконструкции водохозяйственных объектов [3].

Государственный комитет Туркменистана по охране окружающей среды и земельным ресурсам (ГКТООС и ЗР) осуществляет государственный контроль за состоянием качества и охраной поверхностных и подземных вод; проводит государственную экологическую экспертизу предпроектной и проектной документации при строительстве и реконструкции водохозяйственных объектов и производств; принимает решения о приостановлении, прекращении деятельности или перепрофилировании экологически вредных объектов и производств водного хозяйства; принимает меры по предупреждению загрязнения, истощения водных ресурсов, их рациональному использованию.

На ГКТООС и ЗР возложены функции по осуществлению государственного контроля за охраной водных ресурсов в пределах акватории туркменского сектора Каспийского моря, за соблюдением судами и другими плавучими средствами, сооружениями, а также юридическими и физическими лицами установленного охранного порядка пользования водами на основе природоохранного законодательства Туркменистана и международных договоров и соглашений, контроль за производством дноуглубительных работ в туркменском секторе Каспийского моря [4].

Кроме того, ГКТООС и ЗР осуществляет государственный контроль за предотвращением загрязнения прибрежных вод Туркменистана со всех судов [5].

Государственный концерн «Туркменгеология» (ГК «Туркменгеология») осуществляет государственный контроль за использованием и охраной подземных вод; выдает специальное разрешение на поиск, разведку и эксплуатацию месторождений подземных вод; ведет государственный учет подземных вод; осуществляет государственный мониторинг подземных вод; осваивает запасы месторождений подземных вод; согласовывает разрешения на право выполнения проектных и строительных работ, связанных с добычей подземных вод; осуществляет государственный геологический контроль за ведением поисково-разведочных и других работ относительно геологического изучения подземных вод; выдает заключение и разрешение на проведение работ по захоронению водных отходов в недра земли [6].

Министерство коммунального хозяйства Туркменистана (МКХТ) несет ответственность за питьевое водоснабжение и качество питьевой воды в стране. Министерство осуществляет координацию деятельности объединений и предприятий водопроводно-канализационного хозяйства, обеспечивает устойчивую работу инженерных систем питьевого водоснабжения, разрабатывает и реализует природоохранные мероприятия, участвует в ликвидации последствий аварий и стихийных бедствий при повреждении инженерных сетей и сооружений. На него

возложено внедрение достижений научно-технического прогресса в строительство, реконструкцию и эксплуатацию систем питьевого водоснабжения, а также обеспечение и совершенствование контроля за соответствие качества питьевой воды требованиям стандартов, санитарных норм и правил [7].

Национальный комитет по гидрометеорологии при Кабинете Министров Туркменистана осуществляет мониторинг за состоянием морской среды, поверхностных водных объектов [8].

Таким образом, наличие большого числа органов государственного управления в области управления водными ресурсами не способствует проведению единой государственной политики в области водных отношений и рациональному использованию водных ресурсов. В этих условиях представляется целесообразным определение головного органа, обеспечивающего координацию вопросов, связанных с использованием водных ресурсов. Таким органом могло бы стать Министерство сельского и водного хозяйства Туркменистана, отвечающее за рациональное использование поверхностных и подземных вод. Это обуславливает необходимость наделения его надведомственными полномочиями, что позволило бы ему принимать решения, обязательные для исполнения всеми министерствами и ведомствами, предприятиями, учреждениями и организациями независимо от формы собственности и ведомственной принадлежности.

В настоящее время в Туркменистане существует многоуровневая система управления водным хозяйством, основанная на административно-территориальном управлении водными ресурсами. На местах управление водными ресурсами осуществляют подведомственные МСВХТ велаятские и этрапские производственные объединения водного хозяйства.

Производственные управления в этрапах («этрапсувходжалыгы») осуществляют свою деятельность в пределах административных границ этрапов и являются основными управленческими звеньями, обеспечивающими поставку оросительной воды сельскохоззяйственным водопользователям (дайханские объединения, дайханские хозяйства и др.). Они обеспечивают поставку воды до границ дайханских объединений и других водопользователей, а внутри хозяйств водораспределением занимаются мирабы.

Этрапсувходжалыгы контролируют состояние внутриводхозяйственной оросительной и коллекторно-дренажной сети дайханских объединений и по их заявкам осуществляют работы по очистке этих сетей, производят их ремонт.

Взаимоотношения по поставке воды между этрапсувходжалык и дайханскими объединениями строятся на договорной основе.

Важным условием функционирования системы водоснабжения в сельском хозяйстве является наличие гидромелиоративных систем – оросительной и коллекторно-дренажной сети. Существует межхозяйственная и внутриводхозяйственная оросительная и коллекторно-дренажная сети.

В настоящее время внутриводхозяйственная оросительная и коллекторно-дренажная сети находятся на балансе дайханских объединений. На дайханские объединения возложено управление, финансирование, эксплуатация и техническое обслуживание этих ирригационных систем. Их содержание обеспечивается за счет отчислений арендаторов (водопользователей).

Межхозяйственная оросительная и коллекторно-дренажная сеть находится в ведении этрапсувходжалыгы и содержится за счет средств государственного бюджета. Поэтому распределение водных ресурсов из основных водных источников и доведение ее до водопользователей осуществляют органы водного хозяйства. Они обеспечивают подачу воды и ее прохождение по магистральным каналам с помощью насосных станций до внутриводхозяйственных оросительных сетей. Полученная вода из межхозяйственной оросительной сети поступает и распределяется дайханским объединениям через внутриводхозяйственную оросительную сеть.

Вместе с тем существующая административно-территориальная организация управления водными ресурсами не обеспечивает в том числе уравненную обеспеченность водой по всей длине гидрографической сети. Несогласованность действий на разных уровнях иерархии управления не способствует рациональному и эффективному использованию водных ресурсов и приводит к многочисленным организационным потерям воды [9].

Потеря оросительной воды также связана с техническим несовершенством оросительных систем в хозяйствах, что снижает их коэффициент полезного действия, который различается по велаятам, и в среднем по Туркменистану составляет 0,57. Основная масса оросительных каналов имеет земляное русло. Протяжённость земляных каналов – 42 760,2 км, каналов с бетонированной облицовкой – 2877,7, лотков – 74, трубопроводов – 2637,5 км. Каналы второго и третьего уровня с искусственным покрытием и закрытые системы (трубопроводы) составляют около 10% от всей оросительной сети [10].

Один из наиболее эффективных способов решения этой проблемы заключается в передаче ответственности за управление, эксплуатацию и техническое обслуживание систем водоснабжения (гидромелиоративных систем) самим водопользователям.

Совершенствование управления водными ресурсами связано с *переходом на бассейновый принцип управления*, регулирование водных отношений в границах бассейна рек и других водных объектов. Речь идет о необходимости проведения институциональных преобразований, обеспечивающих создание организационных структур управления на уровне бассейна.

Интегрированный подход к управлению водными ресурсами требует координации различных видов экономической деятельности, которые определяют спрос на воду, землепользование и объемы сбросных вод. Согласно этому принципу логично бассейн реки или водосборную площадь сделать единицей управления водными ресурсами.

Во главе структуры, осуществляющей управление водными ресурсами на национальном уровне, стоит Министерство сельского и водного хозяйства Туркменистана, а управление водными ресурсами рек целесообразно возложить на бассейновые водохозяйственные объединения.

Вместе с тем, учитывая сложность такого перехода в короткие сроки, на первом этапе реорганизации системы управления водными ресурсами, важно обеспечить *сочетание территориального и бассейнового принципов управления водными ресурсами*.

Важной организационно-правовой формой управления водными ресурсами является *создание ассоциаций водопользователей (АВП)*. АВП является наиболее распространенным форматом для управления оросительной инфраструктурой. Она опробована во многих странах, и было найдено адекватное решение, чтобы обеспечить управление ирригационными системами в сельской местности.

АВП должны стать новой формой сочетания государственного управления водными ресурсами с привлечением непосредственных водопользователей к распределению воды, организации работ по управлению водохозяйственными системами на местном уровне. Создание АВП означает переход от государственной формы управления к совместному управлению водными ресурсами в лице государственной водохозяйственной организации и объединениями водопользователей.

В условиях Туркменистана, где в сельском хозяйстве практически все орошаемые земли находятся во владении дайханских объединений, которые ответственны за производство основных видов сельскохозяйственной продукции в рамках государственного заказа, создание АВП в классическом его понимании представляется проблематичным.

Дайханские объединения являются организационно-правовой формой объединения землепользователей и водопользователей и поэтому могут осуществлять функции ассоциаций водопользователей (АВП) при условии внесения изменений и дополнений в соответствующие законодательные акты. В настоящее время они самостоятельно управляют и обслуживают некоторые сегменты своей внутрихозяйственной оросительной сети и осуществляют взаимодействие с государственными водохозяйственными организациями («этрапсувходжалык»).

Значительная часть внутрихозяйственной оросительной сети дайханских объединений находится в ведении их групп, именуемых «бригадами», члены которых, помимо других функций, управляют и обслуживают межбригадную оросительную сеть. По сути, они представляют собой группы водопользователей (ГВП), то есть водопользователей без образования юридического лица. Для того чтобы узаконить ГВП и передать в сферу их ответственности обслуживание оросительной сети в зоне их обслуживания, необходимо внести отдельные изменения и дополнения в соответствующие законодательные акты.

Таким образом, учёт предлагаемых рекомендаций, на наш взгляд, даст возможность дайханским объединениям выполнять функции АВП и ГВП, возложит на них ответственность за управление, эксплуатацию и содержание оросительной системы и распределение воды в зоне их обслуживания. В целом указанные меры во многом ускорят процессы перехода сельского хозяйства на рыночные отношения и повысят самостоятельность дайханских объединений и других водопользователей в решении задач по повышению эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

Заключение. Таким образом, важно отметить целесообразность проведения следующих организационно-правовых мер, направленных на совершенствование управления водными ресурсами в Туркменистане:

Во-первых, оптимизировать систему государственного управления водными ресурсами путем сокращения численности структур, отвечающих за использование воды. Их множественность не способствует проведению единой государственной политики в области охраны и рационального использования водных ресурсов. Представляется целесообразным определение головного органа, обеспечивающего координацию вопросов, связанных с использованием водных ресурсов.

Во-вторых, требуется совершенствование многоуровневой системы управления водными ресурсами, основанной на административно-территориальном принципе. В качестве первого этапа предлагается сочетание административно-территориального бассейнового принципов управления водными ресурсами. Во главе структуры, осуществляющей управление водными ресурсами на национальном уровне, стоит Министерство сельского и водного хозяйства Туркменистана, а управление водными ресурсами рек целесообразно возложить на бассейновые водохозяйственные объединения.

И в-третьих, передать дайханским объединениям функции, присущие ассоциациям и группам водопользователей (АВП/ГВП). В сельском хозяйстве Туркменистана практически все орошаемые земли находятся во владении дайханских объединений, на которых возложена ответственность за производство основных видов сельскохозяйственной продукции в рамках государственного заказа. Поэтому это обстоятельство пока не позволяет в Туркменистане создать АВП в его классическом понимании.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Национальная стратегия Туркменистана по изменению климата. Утверждена Постановлением Президента Туркменистана от 15 июня 2012 года, № 12366 // Собрание актов Президента Туркменистана и решений Правительства Туркменистана. – 2012. – № 6. – Ст. 1984.
- [2] Кодекс Туркменистана «О воде» от 25 октября 2004 г. // Ведомости Меджлиса Туркменистана. – 2004. – № 4. – Ст. 34.
- [3] Положение о Министерстве сельского и водного хозяйства Туркменистана, утвержденное Постановлением Президента Туркменистана от 29 января 2016 г., № 14585.
- [4] Положение о Государственном комитете Туркменистана по охране окружающей среды и земельным ресурсам, утвержденное Постановлением Президента Туркменистана от 29 января 2016 г., № 14584.
- [5] Правила охраны прибрежных вод Туркменистана от загрязнения с судов, утвержденные Постановлением Президента Туркменистана от 25 августа 2005 г., № 7480.
- [6] Положение о Государственном концерне «Туркменгеология», утвержденное Постановлением Президента Туркменистана от 17 мая 2012 г., № 12310.
- [7] Закон Туркменистана «О питьевой воде» от 25 сентября 2010 г. // Ведомости Меджлиса Туркменистана. – 2010. – № 3. – Ст. 60.
- [8] Закон Туркменистана «О гидрометеорологической деятельности» от 15 сентября 1999 г. // Ведомости Меджлиса Туркменистана. – 1999. – № 3. – Ст. 46.
- [9] Реализация принципов интегрированного управления водными ресурсами в странах Центральной Азии и Кавказа. Проект Регионального технического консультативного комитета Глобального водного партнерства для Центральной Азии и Кавказа, 2004 г.
- [10] Обзор водного сектора Туркменистана. – Ашхабад: ПРООН, 2014.

К. А. КОЖОБАЕВ¹, А. К. АСАНОВА¹, С. Т. ОТОРОВА²

¹Кыргызско-Турецкий университет «Манас», Бишкек, Кыргызстан,

²Нарынский государственный университет, Бишкек, Кыргызстан

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДА НАРЫНА НА КАЧЕСТВО РЕКИ НАРЫН

Рассмотрено влияние на качество р. Нарын сточных вод г. Нарына. Выявлено, что при протекании р. Нарын через город сточные воды г. Нарына заметно влияют на повышение концентрации только макроионов и цинка. Делается вывод о необходимости дальнейшего изучения этих фактов.

The impact of waste water of Naryn city to the water quality of Naryn River was considered. The fact of appreciable influence of waste water to the increasing of macroion and zinc after the passing of Naryn River through the city was determined. The conclusion of necessity of future research of these facts was made.

Введение. Город Нарын расположен на одноимённой реке на высоте 2100–2200 м над уровнем моря, на автомобильной трассе Бишкек–Торугарт – в 180 км к югу от железнодорожной станции Балыкчи (Рыбачье). Расстояние от города до контрольно-пропускного пункта «Торугарт» на границе с Китаем – 186 км. Город находится в восточной части Средне-Нарынской долины у подножия хребта Нарын-Тоо. Основная часть территории вытянута узкой полосой вдоль южного берега реки Нарын, за исключением небольшой восточной части города, переходящей на северный берег. Население города, по разным оценкам, составляет от 38 до 43 тыс. человек (Ибраев, 2008–2012).

Рельеф города представляет собой террасированную поверхность с общим уклоном на запад. С юга город ограничен склонами невысоких горных гряд. За ними выступают склоны хребта Нарын-Тоо. Окрестности города не отличаются богатством и разнообразием растительного покрова: по дну долины и нижним частям склонов – полупустыня, покрытая полынью, ковылем, типчаком, а над ними – субальпийские луга и тянь-шаньские ели.

Климат резко континентальный, засушливый. Зима холодная, продолжительная, длительность 145–165 дней. Средняя температура января -17°C , иногда до -25 – -38°C . Лето сухое, умеренно теплое. Средняя температура июля $+18^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество (норма) осадков 281 мм.

Река Нарын и состояние систем водоснабжения, водоотведения и очистных сооружений. Средние многолетние расходы реки Нарын в районе города Нарына $90,6 \text{ м}^3/\text{с}$, однако расход реки в течение одного года может меняться несколько раз и зависит от характеристик таяния снега и ледников. Средняя мутность реки за 51 год наблюдений, включая 2002 г., составила $480 \text{ г}/\text{м}^3$, наибольшая – $1300 \text{ г}/\text{м}^3$ (отмечено 27.7.1956 г.), а наименьшая – $60 \text{ г}/\text{м}^3$ (17.7.1985 г.). Общая минерализация воды в верховьях составляет всего 35–150 мг/л, в нижнем же течении она несколько увеличивается и достигает 300–400 мг/л. Минерализация воды в р. Нарын сильно варьирует в зависимости от времени года. Наибольших значений она достигает весной, в апреле. Вероятно, это связано с таянием снегов, так как талые воды выносят большое количество солей с поверхности засоленных отложений. Летом общее количество солей в р. Нарын возрастает, но в еще большей степени увеличиваются ее расходы, поэтому минерализация в июле и в августе, по сравнению с апрелем, здесь понижена в полтора – два раза и нигде в верховьях реки не превышает 200–250 мг/л. Сток химически растворенных веществ составляет 20–30% от стока взвешенных наносов. Воды р. Нарын имеют обычно гидрокарбонатно-кальциевый состав. Содержание кальция, как правило, в несколько раз выше, чем содержание магния и натрия. В группе анионов большую часть года отмечается резкое преобладание гидрокарбонат-иона (HCO_3). Однако в некоторые годы зимой и весной на участках широкого развития соленосных третичных отложений р. Нарын несет воду гидрокарбонатного – натриевого, сульфатно-кальциевого и даже сульфатно-натриевого состава. Преобладание натрия над кальцием в группе катионов в таких случаях обычно небольшое. Верховья р. Нарын

и ее притоков имеют мягкую воду (1,5–3 мг·экв), ее нижнее течение содержит умеренно жесткую воду (до 6 мг·экв) [1–6].

Водоснабжение производится из трех основных водозаборов и одной маломощной скважины. Восточная часть города снабжается водой из скважины «Теке-Секирик», центральная и основная (ориентировочно 65–70%) – водой из водозабора «Ак-Бечел», расположенного в низкогорной части южнее города, западная – водой из двух скважин недостроенного водозабора. Примерно 50% населения пользуется водозаборными колонками, 40% имеют водопровод внутри дома, а 10% пользуются поверхностными водами.

Водоотведение в г. Нарыне осуществляется по канализационным сетям протяженностью 26,65 км, на которых имеется 412 канализационных колодцев. Очистные сооружения г. Нарына проектной мощностью 6 тыс. м³/сут в настоящее время находятся в крайне неудовлетворительном состоянии. Их строительство было начато в 1966 году, оно продолжалось 20 лет, и очистные сооружения были приняты в эксплуатацию со многими недоделками и недостатками в конце 1986 года. С начала эксплуатации работает только система грубой механической очистки: насосные станции (при приемной камере), сетка и решетка, песколовки, отстойники, напорные и самотечные трубопроводы, иловые площадки. Построенные два здания с системой биологической очистки не работали с самого начала, считается, что из-за климатических условий. В настоящее время они постепенно ветшают вместе с баками, резервуарами и другими сооружениями. В результате этого по данным научно-производственной фирмы «ЭКО-сервис» в реку Нарын ежегодно поступает 11 т органических загрязнений, по 12 т сульфатов и хлоридов, 3,14 т аммонийных соединений и много других вредных веществ. А река Нарын является источником питьевого водоснабжения для некоторых населенных пунктов, находящихся ниже по течению. Кроме этого, очистные сооружения в настоящее время оказались в середине западной части города, вследствие чего жители близлежащих районов жалуются на неприятные запахи [7].

Постановка проблемы. Далеко не все дома и фермерские хозяйства города Нарына подключены к общей канализации. Кроме того, сточные воды города, стекающие в реку Нарын, проходят только механическую очистку – через решетки и отстойник и очищаются только на 30–40%. Поэтому на всех уровнях – от местного до Правительства Кыргызской Республики – озабочены вопросом влияния сточных вод г. Нарына на качество крупнейшей реки страны.

Цель исследований – оценка влияния сточных вод г. Нарына на качество воды р. Нарын.

Методика исследований. Планировалось и было проведено инструментальное (экспериментальное) определение ряда физико-химических показателей сточных вод г. Нарына и р. Нарын выше и ниже города, включая высокоточное определение микроэлементов методом атомно-эмиссионного анализа с индуктивно связанной плазмой в лаборатории компании Stewart Assay and Environmental Laboratories LLC, кратко SAEL, аккредитованной согласно Международному стандарту качества ISO 9002. Содержание микроэлементов в некоторых случаях определялось в Центральной лаборатории Государственного агентства по геологии и минеральным ресурсам при Правительстве Кыргызской Республики (ЦЛ ГАГиМР).

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные исследования состоят из двух частей. В первой части приведены результаты изучения летом и осенью 2015 года вод р. Нарын в верхней и нижней частях одноименного города, а также сточных вод г. Нарына. Во второй части – изложены данные высокоточных исследований вод р. Нарын до и после города, проведенных в 2004–2005 гг. В виде диаграммы таблиц приведена основная часть результатов этих исследований в полевых и лабораторных условиях.

На рисунке 1 представлены результаты определения химического потребления кислорода (ХПК). Они показывают, что ХПК у сточных вод в среднем в 2–3 раза превышает показатели для вод р. Нарын в начале и конце города, но для точек начала и в конце города они отличаются очень незначительно, наблюдается небольшое повышение этого показателя в р. Нарын в конце города.

На рисунке 2 приведены результаты определения рН показателя вод (для удобства и наглядности рН приведено с минусованием на 6 единиц), из которого видно, что рН сточных вод составляет 8–10, т.е. сточные воды являются щелочными. рН вод в конце города и – 7,8–8,4 и довольно сильно превышают рН вод в начале города, которые в среднем равны 7,0.

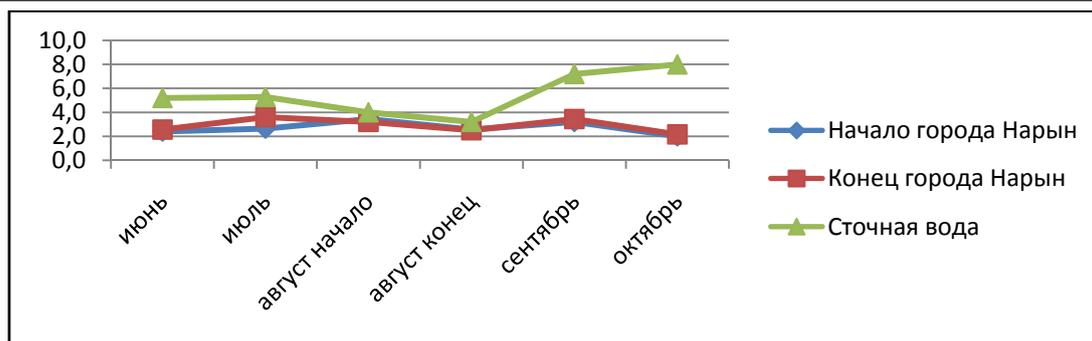


Рисунок 1 – Показатели химического потребления кислорода, мг/л

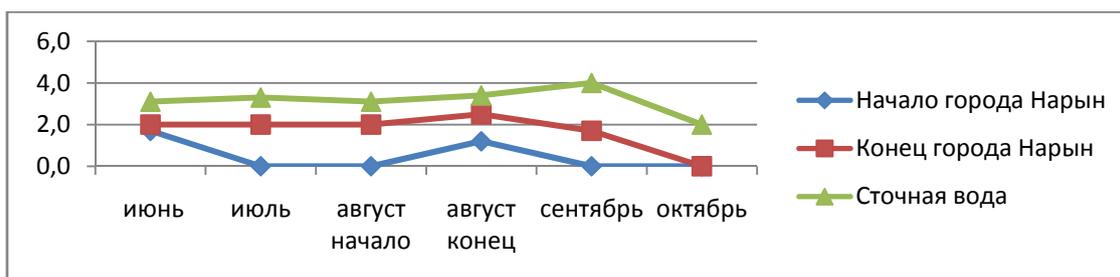


Рисунок 2 – pH показатели (pH 6)

На рисунке 3 приведены результаты определения жёсткости воды, из которого видно, что по этому показателю все воды, включая сточные, относятся к мягким и величина показателя варьирует по времени от 0,5 до чуть более 2 мг-экв/л. Резкого отличия вод в начале и конце города по этому показателю нет.

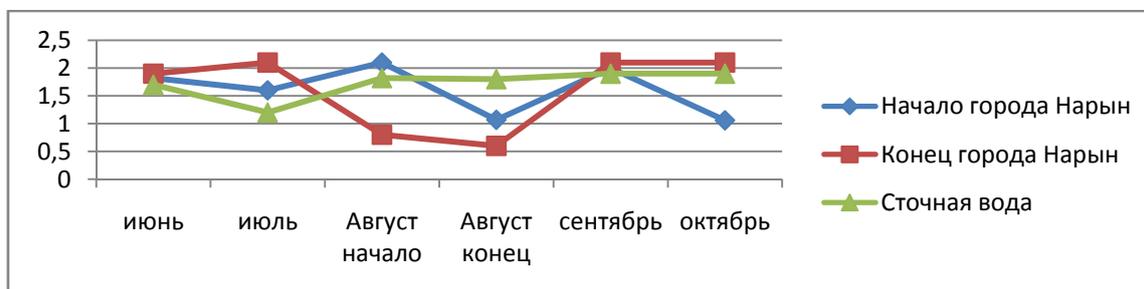


Рисунок 3 – Показатели жёсткости воды, мг-экв/л

На рисунке 4 представлены результаты определения сухого остатка. В среднем сухой остаток у сточных вод заметно выше, чем у двух других, которые между собой отличаются незначительно.

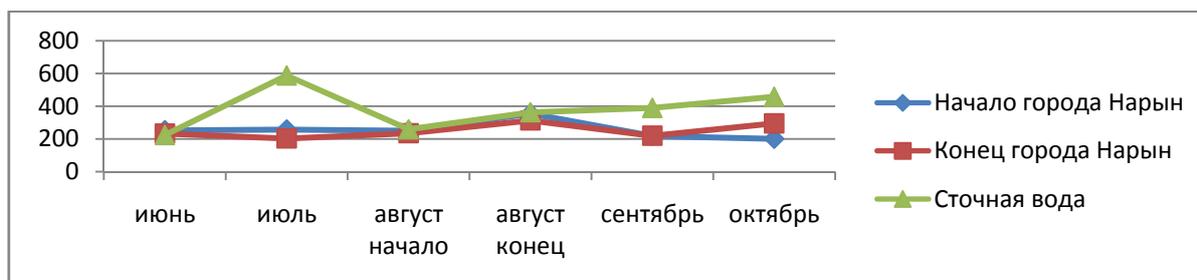


Рисунок 4 – Показатели сухого осадка воды, мг/л

Рисунок 5 демонстрирует результаты анализа электропроводности вод. По электропроводности, которая в целом коррелирует с содержанием хорошо электропроводящих солей в воде, в частности с NaCl, резкого превалирования данных в каких-либо водах нет.

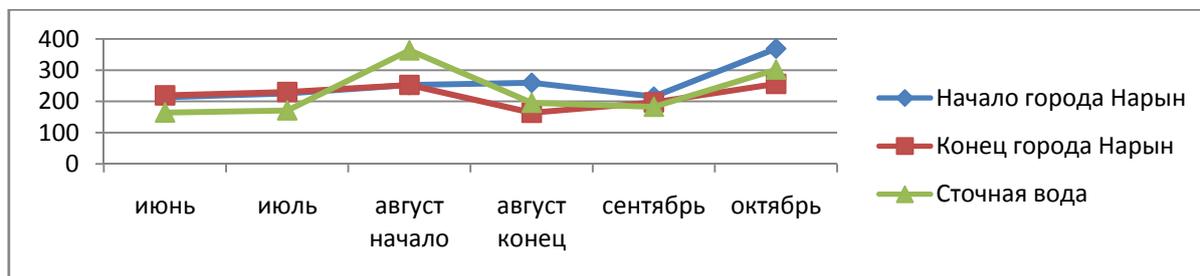


Рисунок 5 – Показатели электропроводности воды, µS/см

Температура сточных вод (меняется от 6 до 12 °С, кроме октября), показанная на рисунке 6, заметно превышает температуру вод в начале и конце города, которая изменяется от 3–6 °С летом до примерно 1 °С осенью. Отметим, что климат здесь очень суровый и нередко в осенние месяцы температура воздуха падает до минус 10 °С и более.

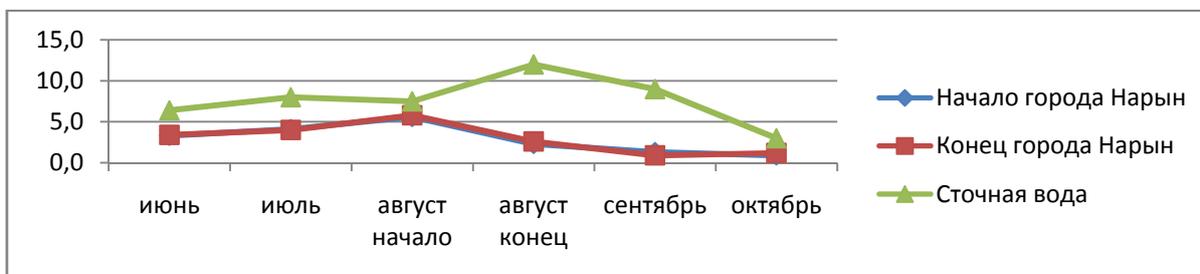


Рисунок 6 – Показатели температуры воды, °С

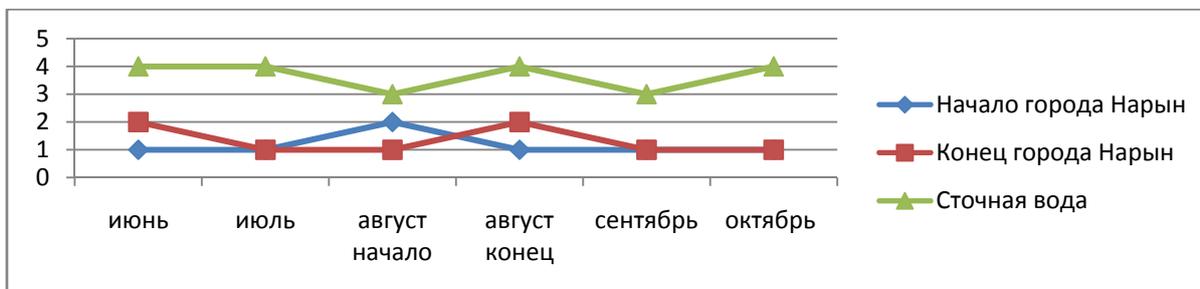


Рисунок 7 – Показатели интенсивности запаха воды

По интенсивности запаха (рисунок 7) сточные воды резко, в среднем в 2,0–2,5 раза, отличаются от других исследованных вод, что является закономерным и о чем было отмечено в начале статьи.

В таблице 1 приведены результаты спектрального анализа, проведенные 19 августа в SAEL, 9 сентября и 19 октября 2015 года в ЦЛ ГАГиМР.

Анализ таблицы 1 показывает, что: а) в целом по содержанию микроэлементов, кроме цинка, как сточные воды, так и воды реки Нарын в начале города и его конце отличаются друг от друга очень незначительно; б) цинка в сточных водах г. Нарына содержится примерно в 3 раза больше, чем в водах р. Нарын; в) по данным анализов осенью, по сравнению с летом, содержание микроэлементов снижается примерно в 3–4 раза.

В таблице 2 приведены результаты спектрального анализа содержания элементов 2004–2005 годов в лаборатории SAEL. Анализ таблицы 2 показывает, что отношение среднего

Таблица 1 – Данные спектрального анализа 2015 г., мг/л

Шифр элемента	19 августа			9 сентября			19 октября		
	1*	2	3	1	2	3	1	2	3
Mn	–	–	–	–	0,017	0,012	0,008	0,006	–
Ni	0,005	0,005	0,005	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
Cr	0,008	0,008	0,008	–	–	0,014	0,005	0,006	0,008
Mo	0,004	0,004	0,004	0,001	0,002	0,002	0,001	0,000	0,001
Cu	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,001	0,003	0,004	0,003
Pb	0,020	0,020	0,020	–	–	0,001	0,001	0,001	–
Ag	–	–	–	0,0001	0,000	0,0003	–	–	–
As	0,040	0,040	0,040	0,002	0,009	0,004	–	–	–
Zn	0,011	0,033	0,014	0,014	0,017	–	–	–	–
Cd	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	–	–	–
Sr	–	–	–	0,141	0,285	0,280	0,243	0,270	0,234
Средн	0,012	0,015	0,012	0,004	0,006	0,003	0,003	0,003	0,003

* Точка 1 – р. Нарын в начале города; точка 2 – сточные воды города; точка 3 – р. Нарын в конце города.

Таблица 2 – Результаты спектрального анализа содержания элементов 2004–2005 годов, мг/л

№	Шифр элемента	Река Нарын – до города					Река Нарын – после города					Отношение среднего содержания элементов после/до города
		23.07. 2004 г.	25.01. 2005 г.	26.04. 2005 г.	29.10. 2004 г.	Среднее	23.07. 2004 г.	25.01. 2005 г.	26.04. 2005 г.	29.10. 2004 г.	Среднее	
2	Al	2,960	<0,03	0,690	<0,03	1,83	1,720	<0,03	0,650	<0,03	1,19	1,5
4	Ba	0,114	0,039	0,084	0,053	0,07	0,060	0,047	0,081	0,048	0,06	1,2
7	Co	0,020	<0,004	0,015	<0,004	0,02	0,021	<0,004	0,018	<0,004	0,02	0,9
8	Cr	0,019	<0,008	<0,008	<0,008	0,02	0,021	<0,008	<0,008	<0,008	0,02	0,9
9	Cu	0,322	0,007	0,335	<0,005	0,22	0,300	0,008	0,318	<0,005	0,21	1,1
10	Fe	4,730	0,020	1,410	0,014	1,54	2,990	0,011	1,440	0,008	1,11	1,4
12	Mn	0,226	<0,001	0,128	<0,001	0,18	0,127	<0,001	0,135	<0,001	0,13	1,4
13	Mo	<0,004	<0,004	<0,004	0,010	0,01	<0,004	<0,004	<0,004	0,006	0,01	1,7
14	Ni	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,023	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	0,6
16	Sb	<0,02	<0,02	0,035	<0,02	0,04	0,045	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	0,8
18	Si	4,200	4,070	3,390	2,260	3,48	4,720	3,430	3,540	2,670	3,59	1,0
21	Zn	0,015	0,009	0,008	<0,001	0,01	0,011	0,004	0,009	<0,001	0,01	1,3
22	Ca	84,60	59,60	74,32	82,40	75,23	128,0	51,7	85,3	125,0	97,49	0,8
23	K	1,71	1,90	2,17	1,68	1,87	4,5	1,7	2,5	4,4	3,24	0,6
24	Mg	11,50	29,10	26,70	11,20	19,63	40,2	22,7	20,1	39,0	30,50	0,6
25	Na	3,88	57,60	9,98	3,74	18,80	133,0	32,6	27,5	128,0	80,28	0,2
Сумма с макроэлементами		114,3	152,3	119,3	101,4	122,9	315,7	112,2	141,5	299,1	217,9	1,77
Сумма без макроэлементов		12,62	4,145	6,095	2,337	7,4	10,04	3,5	6,191	2,732	6,4	0,86

содержания элементов в воде реки Нарын до города к среднему содержанию элементов после города, при рассмотрении с макроэлементами, отличается в 1,77 раза. Без рассмотрения макроэлементов – они мало отличаются друг от друга (отношение равно 0,86), а если к макроэлементам отнести и такие «мезоэлементы», как железо и алюминий, то среднее содержание остальных микроэлементов совершенно не отличается друг от друга и отношение равно 1,0.

В таблицах 3 и 4 даны результаты отдельного рассмотрения содержания «макроионов», которые по сути показали точно такие же результаты, то есть среднее содержание макроионов в воде реки Нарын после города Нарына превышает содержание макроионов в реке Нарын до города Нарын на 10–13%.

Таблица 3 – Содержание макроэлементов (катионов) в реке Нарын в 2004–2005 гг., мг/л

Ион	Среднее содержание ионов до города	Среднее содержание ионов после города	Отношение среднего содержания ионов после /до города
Ca	44,0	46,0	0,96
Mg	16,0	22,0	0,73
Na	8,0	7,0	1,14
K	1,0	1,0	1,00
NH ₄	<0,1	<0,1	–
Fe ₃	<0,1	<0,1	–
Сумм.	69,0	76,0	1,10

Таблица 4 – Содержание макроэлементов (анионов) в реке Нарын в 2004–2005 гг. мг/л

Ион	Среднее содержание ионов до города	Среднее содержание ионов после города	Отношение среднего содержания ионов после /до города
Cl	7	11	0,64
SO ₄	58	71	0,82
HCO ₃	153	165	0,93
NO ₃	<1	<1	–
NO ₂	<0,01	<0,01	–
Сумм.	218	247	1,13
Сред.	72,7	82,3	1,13

Обсуждение результатов исследований. При анализе результатов необходимо иметь в виду, что состав вод может колебаться (возможно, до 1% и больше), как минимум, из-за: а) недостаточно полного осреднения внутри потока; б) недостаточного размешивания притоков и сточных вод и вод реки Нарын; в) изменения состава во времени. Есть информация, что средний расход сточных вод г. Нарына составляет примерно 2500 м³/сут[7]. Однако приближенные расчеты с учетом роста населения города, и увеличения количества водопотребителей показывают, что расход сточных вод г. Нарына в настоящее время составляет около 4000 м³/сут. В виду того, что среднемноголетний расход воды в реке Нарын в районе г. Нарына равен 7 830 000 м³/сут, соотношение расходов сточных вод и вод реки Нарын будет примерно 1:1960 или, округляя, 1:2000. Поэтому понятно, что большинство показателей–химическое потребление кислорода, жёсткость воды, сухой осадок, электропроводность, температура воды и содержание микроэлементов в реке Нарын до начала города и в его конце практически не отличаются друг от друга, тем более с учетом указанных возможных естественных колебаний состава. Только содержание цинка в сточных водах примерно в 2,5–3,0 раза выше, чем в водах реки Нарын, и его содержание по однократному определению повышается в водах реки в конце города до 20–25%. Из соотношения расходов получается: чтобы изменить величину какого-то показателя в реке Нарын на более или менее значимую величину, например на 5,0%, надо, чтобы эта величина в сточных водах была выше, чем в реке Нарын, примерно в 100 раз (цифра получена из формулы расчета средней концентрации элементов или веществ при смешении двух растворов). Однако, несмотря на такое высокое соотношение расходов реки Нарын и сточных вод г. Нарына, разница в содержании макроионов достигает 10–13% (см. таблицы 3 и 4). Частично источником загрязнения может быть левый приток р. Нарын – речка Шаркыратма, которая имеет уникально высокое содержание многих элементов [8]. Но полностью объяснить повышение концентрации макроионов только за счет плохо очищаемых сточных вод г.Нарына и впадением в нее речки Шаркыратма не удастся. Поэтому надо полагать, что воды реки Нарын вследствие протекания через город (не только за счет сточных вод) сильно «обогащаются» макроионами, что требует к себе пристального внимания и дальнейшего изучения.

Основные выводы:

1. Исследования показали, что из-за большой разницы (примерно в 2000 раз) в расходах реки Нарын и сточных вод г.Нарына, а также высокой природной мутности р. Нарын на многие показатели воды реки сточные воды заметного влияния не оказывают.

2. Из микроэлементов за счет протекания р.Нарын через г. Нарын замечено повышение концентрации цинка, что требует и дальнейшего изучения.

3. Отмечено значимое (до 10–13%) повышение концентрации макроионов в реке Нарын за счет протекания р.Нарын через г. Нарын. Сильное повышение концентрации макроионов трудно объяснить впадением в нее сильно минерализованной речки Шаркыратма и сточных вод г.Нарына, что также требует дальнейшего изучения и мониторинга.

***Источники финансирования исследований и благодарности.** Часть исследований была профинансирована Региональным экологическим центром Центральной Азии (РЭЦЦА) при поддержке Всемирного банка и USAID, небольшая часть – при поддержке Кыргызско-Турецкого университета «Манас», за что авторы выражают руководству этих организаций искреннюю благодарность. Остальная часть исследований была инициативной и проводилась за счет средств авторов.*

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Забиров Р.Д. Бассейн реки Нарын / Р.Д. Забиров, В.А. Благооброзов. – Фрунзе: Изд-во Академии наук Киргизской ССР, 1960. – 229 с.
- [2] Гидрохимический бюллетень Госкомитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды: УГМС Киргизской ССР. – Фрунзе, 1976. – 23 с.; – Фрунзе, 1982. – 23 с.; – Фрунзе, 1985. – 23 с.
- [3] Ресурсы поверхностных вод СССР.Средняя Азия. / Под ред. И. А. Ильин. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1969. – Т. 14, вып. 1. – 441 с.
- [4] Иссык-Куль–Нарын. Энциклопедия / Гл. ред. М. Борбугулов. Ред. совет: К. А. Саякбаева и др. – Фрунзе, 1991. – 512 с.
- [5] Маматканов Д.М. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе / Д.М. Маматканов, Л.В. Бажанова, В.В. Романовский. – Бишкек: Илим, 2006. – 276 с.
- [6] Нарын облусу: Энциклопедия. Жооптуу редактор академик У. Асанов. – Бишкек: Кыргызэнцикл. Башкы ред., 1998. – 331 б.
- [7] Очистные сооружения канализации г. Нарын: Обзор. Предлагаемые мероприятия по реконструкции и расширению до 10 000 м³/сут. НПФ ЭКО-сервис. Г. – Бишкек, 1999. – 5 с.
- [8] Кожобаев К.А. Химический состав вод и экология речки Шаркыратма (Нарынская область КР) / К.А. Кожобаев, С.Т. Оторова // Известия КНУ им. Ж. Баласагына. – 2014. – С. 145-148.

Г. К. КУАНЫШБЕКОВА, А. А. ЕВСЕЕВА

Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Усть-Каменогорск, Казахстан

ИХТИОФАУНА И ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА РЫБ УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Өскемен су қоймасының қазіргі ихтиофаунасының жағдайы және балық өнімділігінің сипаттамасы берілген. Сонымен қатар, ӨСЭС-ң жұмыс істеу тәртібіне байланысты балықтардың өсіп-дамуының мәселелері қарастырылған.

Дана характеристика рыбопродуктивности и изложено современное состояние ихтиофауны Усть-Каменогорского водохранилища. Рассмотрены проблемы воспроизводства рыб в связи с режимом работы УКГЭС.

The characteristic of the fish productivity and current status of the fish fauna of Ust-Kamenogorsk reservoir is given. The problems of reproduction fish in connection to the operation of UKHPS are considered.

Верхне-Ертисский водный бассейн является одним из крупнейших рыбохозяйственных бассейнов Республики Казахстан. Для Восточного Казахстана в рыбохозяйственном отношении именно водохранилища имеют важное значение. В результате трехкратного перекрытия стока р. Ертис в верхнем его течении образованы три водохранилища: Буктырма, Усть-Каменогорское и Шульбинское. Каждое перекрытие русла вносило свои коррективы в сложившиеся экосистемы. В настоящее время жизнедеятельность гидробионтов в этих водоемах зависит не только от режима эксплуатации их вод по проектному назначению, но и от взаимовлияния одного водоема в каскаде на другой (термический, уровенный режимы, перенос токсикантов, попутная акклиматизация). Это довольно сложная в морфологическом отношении макросистема, включающая три водохранилища, а также реки Кара Ертис и Ертис [1].

Цель статьи – дать характеристику современной ихтиофауне, а также выявить основные проблемы воспроизводства рыб Усть-Каменогорского водохранилища.

Материал и методика. В работе использованы материалы из фондов Алтайского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства». Сбор полевого материала проводился в периоды летних маршрутных экспедиций, в ходе которых отбирались пробы из научно-исследовательских уловов. Сбор и обработка материала проводились по общепринятым методикам [2].

Краткая характеристика Усть-Каменогорского водохранилища. Создано в 1952 г. путем перекрытия р. Ертис в сужении гор в районе пос. Аблакетка. Водоем занимает межгорную долину каньонного типа протяженностью 71 км, площадью 37 км², объемом 0,65 км³. Ширина водоема 400–750 м. Верхняя часть вблизи плотины Буктырминской ГЭС (далее БГЭС) и г. Серебрянска характеризуется наличием небольшого течения, малыми глубинами и самой низкой температурой воды. Водохранилище глубоководное, средняя глубина при полном проектном наполнении соответствует 17,0 м. Глубины в продольном направлении затопленного русла нарастают от 6 м в зоне подпора до 46 м у плотины. По своей конфигурации Усть-Каменогорское водохранилище мало чем отличается от расширенного русла бытового Ертиса [1]. Особенностью Усть-Каменогорского водохранилища является почти полное отсутствие зоны литорали, глубины нарастают быстро по продольной оси и от берега, заливы сосредоточены в устьях впадающих горных рек Смолянка, Гусельничиха, Таловка, Феклистовка, они также глубоководны [3].

Усть-Каменогорское водохранилище – холодноводный водоем, его прогреваемость определяется поступающими водными массами из нижних и средних слоев водохранилища Буктырма, которые в летний период негреваются выше 8,0 °С. В связи с этим даже в период максимального прогрева температура в наиболее прогреваемой средней части водоема не превышает 22,0 °С от поверхности. В приплотинном районе в 2016 г. она колебалась от 14,5 до

17,3С, на станции «Феклистовка» – 16,9–21,0 °С, «Гусельничиха» – 17,0–19,5 °С, «Огневка» – 9,0 °С; по р. Ертис выше г. Серебрянска – 8,4 °С. Температура придонных слоев воды, как правило, не превышала 11,0 °С. Такие низкие показатели температуры обусловлены большим водообменом и тем, что вода поступает сюда из нижнего бьефа БГЭС.

Ихтиофауна Усть-Каменогорского водохранилища. Усть-Каменогорское водохранилище – водоем со сравнительно бедной ихтиофауной, низкой численностью рыб, неудовлетворительными абиотическими условиями для воспроизводства рыб и их нагула. Ихтиофауна в 1956–1960 гг. была представлена 22 видами рыб и речной миногой. Здесь были акклиматизированы лещ (1954 г.), сазан и судак проникли из водохранилища Буктырма. В 1960 г. в Усть-Каменогорском водохранилище насчитывалось 26 видов рыб (сибирский осетр, сибирская стерлядь, таймень, нельма, сибирский хариус, щука, сибирская плотва, сибирский елец, язь, речной голянь, зайсанский голянь, озерный голянь, линь, сибирский пескарь, лещ, золотой карась, серебряный карась, сазан, сибирский голец, сибирская щиповка, налим, судак, окунь, ерш, сибирский подкаменщик, европейский подкаменщик) и сибирская минога [2].

В настоящее время видовой состав ихтиофауны Усть-Каменогорского водохранилища представлен 21 видом, из них 16 относятся к аборигенам и 5 – к акклиматизантам (см. таблицу).

Видовой состав ихтиофауны Усть-Каменогорского водохранилища

Название вида	Статус вида
Минога сибирская – <i>Lampetrakessleri</i> , Anikin	Непромысловый, аборигенный
Сибирский хариус – <i>Thymallisarcticus</i> , Pallas;	Непромысловый, аборигенный
Щука – <i>Esox lucius</i> , Linne	Промысловый, аборигенный
Рипус – <i>Coregonus albula infraspecies ladogensis</i>	Промысловый, интродуцированный
Пелядь – <i>Coregonus peled</i> , Gmelin	Промысловый, интродуцированный
Плотва сибирская – <i>Rutilus rutilus lacustris</i> , Pallas	Промысловый, аборигенный
Елец сибирский – <i>Leuciscus leuciscus baicalensis</i> Dibowsky	Непромысловый, аборигенный
Язь – <i>Leuciscus idus</i> , Linne	Промысловый, аборигенный
Линь – <i>Tincatinca</i> , Linne	Промысловый, аборигенный
Восточный лещ – <i>Abramis brama orientalis</i> , Berg	Промысловый, интродуцированный
Карась золотой – <i>Carassius carassius</i> , Linne	Промысловый, аборигенный
Карась серебряный – <i>Carassius auratus gibelio</i> , Bloch	Промысловый, аборигенный
Сазан – <i>Cyprinus carpio</i> , Linne	Промысловый, интродуцированный
Голянь обыкновенный – <i>Phoxinus phoxinus</i> , Linne	Непромысловый, аборигенный
Сибирский голец – <i>Nemachilus barbatulustoni</i> , Dybowski	Непромысловый, аборигенный
Щиповка сибирская – <i>Cobitistaeniasibirica</i> , Gladkov	Непромысловый, аборигенный
Налим – <i>Lota lota</i> , Linne	Промысловый, аборигенный
Судак – <i>Stizostedion lucioperca</i> , Linne	Промысловый, интродуцированный
Окунь – <i>Perca fluviatilis</i> , Linne	Промысловый, аборигенный
Ерш – <i>Acerinacernua</i> , Linne	Непромысловый, аборигенный
Сибирский подкаменщик – <i>Cottus sibiricus</i> Kessler	Непромысловый, аборигенный

Обычными в настоящее время являются несколько видов рыб – лещ, окунь, судак, плотва, ерш, рипус, елец, язь и пелядь. Промысловое значение имеют рипус, окунь, плотва и лещ. Остальные виды рыб промысловой численности не достигают. Через шлюзовые камеры БГЭС постоянно происходит обмен ихтиофауной. Например, рипус, пелядь, лещ и судак проникают из водохранилища Буктырма. Кроме того, возможно, выживает и часть рыбы при холостом сбросе воды [4].

Ниже представлена краткая характеристика основных промысловых и наиболее массовых видов рыб.

Рипус в Усть-Каменогорском водохранилище – преобладающий вид. Проник он сюда из вышерасположенного водохранилища Буктырма. Рипус – крупная форма ряпушки, созревающая на третьем году жизни, при размерах тела 17–21 см и массе 50 – 90 г. Живут рипусы не менее 6–7 лет и достигают массы 200–400 гр, крайне редко – 1 кг и более. Они населяют глубокие холодноводные озера [1]. Рипус является наиболее многочисленной рыбой в уловах в нижнем бьефе, как по численности, так и по массе. Основу уловов составили рыбы в возрасте 2–5 лет с размерами 12,5–0,24 см при массе 0,14–0,159 г [4].

В Усть-Каменогорском водохранилище лещ – также наиболее многочисленный вид в уловах. Размерный состав леща в сетных уловах – от 16 до 34 см, преобладают особи длиной 22–26 см и массой 0,1–0,3 кг. Созревает лещ в Усть-Каменогорском водохранилище в возрасте 3–4-х лет при длине тела 16–20 см [1].

Пелядь – ценный промысловый вид. Является акклиматизантом, интродуцированным вместе с рипусом. Половозрелой пелядь становится на 4–5 году жизни. Средние размеры пеляди в сетных уловах – 38,0 см, масса – 1,04 кг. Нерест проходит в русле рек на галечниковом или песчаном грунте [1].

Судак – крупный пелагический хищник (акклиматизант), приоритетный объект промысла, однако численность его в водохранилище невелика. Созревает в возрасте 2–4 года, самцы обычно на год раньше самок, достигнув длины 32–42 см, самки при длине тела 36–44 см в возрасте 3–4 года. Начало нереста судака в Усть-Каменогорском водохранилище приходится на конец апреля – начало мая [1].

Окунь – хозяйственно ценный абориген, факультативный хищник, но в отсутствие основных источников питания может использовать беспозвоночных в качестве пищи. Является одним из многочисленных промысловых видов рыб. Нерестится окунь в слабопроточных заводях, заливах и прибрежье на глубине до 3,5 м, обычно – 0,5–1,5 м.

Плотва считается одним из наиболее многочисленных видов в Усть-Каменогорском водохранилище. Является промысловым видом, но интенсивного вылова нет. В Усть-Каменогорском водохранилище, по данным Л. Н. Солониновой, максимальные размеры плотвы достигали 44 см и массы 800 г. Половозрелой плотва становится на третьем году жизни при длине тела 9–12 см [2].

Редко в контрольных уловах встречаются сазан, хариус, щука, линь, пескарь, голец и подкаменщик. Осетр и стерлядь после сооружения плотины БГЭС лишились своих нерестилищ. Для размножения фитофилов (сазана, язя, линя и карасей) условия оказались неблагоприятными ввиду почти полного отсутствия площади литорали и водной растительности, а также большого водообмена. Поэтому в процессе формирования ихтиофауны наблюдалось сокращение численности ценных видов и, наоборот, увеличение таких, как плотва, ерш, окунь, елец [3]. Ввиду отсутствия специфических мест обитания практически исчезли налим, голянь, щиповка, золотой и серебряный карась, из-за нарушения путей миграций осетр, стерлядь, нельма исчезли.

Рыбопродуктивность Усть-Каменогорского водохранилища по причине его холодноводности сравнительно низкая. Результативность научно-исследовательских сетных уловов 2016 г. невысокая – неблагоприятный уровень режим, значительный водообмен и низкая температуры воды не дали хороших результатов. Так, в районе Таловки рыбопродуктивность в среднем составляет 1,77 кг/сеть, в Огневке – 0,72 кг/сеть.

Результаты биологического анализа 2016 г. показали следующее: по состоянию на конец второй декады июня в районе Таловки и Огневки особи плотвы и леща (как самки, так и самцы) находились в I–II стадии зрелости при размере 12–15 см, особи рипуса при размере 15–17 см были на II–III стадии зрелости. В популяции рипуса доминировали самцы – 55%, в популяции леща самки составляли 46,7 %, самцы – 45,1%, в популяции плотвы самки – 12,5%, самцы – 87,5%. Во время исследования был отмечен лигулез у леща, 2% проанализированных особей.

Проблемы воспроизводства рыб Усть-Каменогорского водохранилища. Усть-Каменогорское водохранилище характеризуется большой проточностью с обменом водной массы от 27 до 41, в среднем 23 раза в год. Расход воды в весенний период нередко превышает 2000 м³/с,

при таком обмене для полной смены воды требуется не более 4–5 сут, в бытовом режиме работы Усть-Каменогорской ГЭС (УКГЭС) он составляет 10–12 сут.

Уровень водохранилища определяется режимом работы двух ГЭС (БГЭС и УКГЭС), вследствие чего он часто непредсказуем и неустойчив, даже в течение одних суток, в отдельных случаях его колебания достигают 1,0–1,5 м. Особенно пагубно такой режим сработки водоема воздействует на воспроизводство рыб, поскольку большая часть отложенной икры обсыхает и погибает [5].

В период сброса воды значительная часть осушенных территорий в водохранилище представляет собой мелководные участки, то есть самые благоприятные для нереста рыб (быстро прогреваемые, поросшие растительностью). Для рыб ранненерестующего комплекса (щука, плотва, судак, окунь) этот фактор оказывается негативным, прежде всего потому, что скачкообразное понижение уровня воды (ежесуточно на 20–70 см) приводит к тому, что икра отнерестившихся особей остается на берегу, высыхает и погибает. Кроме того, оставшаяся большая часть рыбного населения остается вообще без нерестилищ.

В связи с отсутствием нерестовых участков фитофильные виды рыб вынуждены нерестовать на неподходящем субстрате – на каменистом, песчаном и илистом дне с редкой или отсутствующей растительностью. При относительно стабильном уровне воды ежесуточно, с 0 часов до 6 ч, идет падение уровня водохранилища на 0,2–1,0 м, так как режим работы БГЭС и УКГЭС различный, с 6 до 0 часов происходит накопление воды в водохранилище. При данном уровне воды большая часть икры погибает, и лишь пластичный к условиям размножения лещ и способный нерестовать на глубине рипус могут иметь удовлетворительное естественное воспроизводство [5].

Регулирование стока недельно-суточное, назначение в основном энергетическое. Водный режим водохранилища полностью подвержен искусственному регулированию. Особенности водоема – значительный водообмен, холодноводность, почти полное отсутствие литорали делают его непригодным для создания высокочисленного ихтиофаунистического комплекса.

Эхолотная съемка Усть-Каменогорского водохранилища 2006 г. показала, что вся рыба сосредоточена в литоральной (прибрежной) зоне и вблизи плотины Буктырминской ГЭС, где глубины порядка 6–10 м по фарватеру, удельная плотность рыбы на этом участке 2,7 экз/100 м², в основном, это лещ и рипус. В 40–50 км от УКГЭС плотность рыбы падает до 0,2–0,3 экз/100 м². Крупные экземпляры рыб – судак, осетровые, рипус, крупный лещ – отмечены у дна (16–20 м), мелкие – мелкий лещ, рипус, плотва в толще воды и прибрежье. В средней части водохранилища, в 30–35 км от УКГЭС при глубинах 25–30 м в толще воды обнаружены отдельные разреженные косяки рипуса с плотностью 0,7 экз/100 м². У плотины УКГЭС при глубинах 43–46 м и практическом отсутствии литорали, плотность рыбы не превышает 0,1 экз/100 м², мелкая рыба располагается ближе к поверхности (0–10 м), крупная в толще воды и у дна (10–30 м). Неблагоприятный гидрологический режим, холодноводность, отсутствие хорошо развитой литоральной зоны обуславливает низкую биопродуктивность водоема. Но даже имеющиеся возможности запасов рыб не используются. Промышленный лов рыбы на Усть-Каменогорском водохранилище отсутствует [5].

Выводы и рекомендации. На формирование численности поколений рыб существенное значение оказывают условия естественного воспроизводства. В большинстве водохранилищ, как правило, наблюдается значительная смертность воспроизводимого популяциями рыб потомства, связанная с воздействием комплекса неблагоприятных факторов в период подготовки производителей к размножению, в период икрометания, на ранних этапах развития молоди и во взрослом состоянии. Из множества абиотических факторов, оказывающих непосредственное влияние на воспроизводство запасов рыб в водохранилищах, первостепенное значение имеет уровень режим [6].

Уровеньный режим Усть-Каменогорского водохранилища, имеющий существенные отличия от природного, естественного, определил сложности естественного воспроизводства рыб:

из-за поступления больших масс холодной воды в водохранилище в период попуска из нижнего бьефа Буктырминской ГЭС (вода не успевает прогреться), задерживаются начало

вегетационного периода, развитие гидрофауны и нерест рыб; в летнее время также снижается прогреваемость водных масс, что влияет на биопродуктивность;

сброс воды в период попусков приводит к осушению литоральной (мелководной) зоны водохранилища, обсыхают нерестилища, икра и личинки рыб (пассивная молодь) остаются на берегу; в отшнурованных остаточных водоемах погибает молодь и взрослая рыба;

в результате форсированного попуска задерживается развитие биопродукции и нерест рыб, нарушаются естественные природные циклы.

Плотина УКГЭС перекрыла миграционные пути рыб, что значительно повлияло на воспроизводство рыбных ресурсов Ертисского бассейна, при этом произошли коренные изменения в составе ихтиофауны в верхнем течении р. Ертис. При эксплуатации УКГЭС в ее водозаборы попадает ихтиофауна и кормовые организмы, которые выносятся в нижний бьеф. Часть ихтиофауны и кормовой базы при прохождении через агрегаты ГЭС получает различные повреждения и в итоге через некоторое время погибает, что наносит ущерб рыбным ресурсам [7].

Усть-Каменогорское водохранилище является ярким примером воздействия гидрологического режима на объем рыбных запасов. Особенности водоема – значительный водообмен, холодноводность, почти полное отсутствие литорали делают его малопригодным для создания высокочисленного ихтиофаунистического комплекса. Здесь возможно создание рыбоводных хозяйств садкового типа на гидроузлах. Садковое рыбоводство является одной из разновидностей прудового разведения рыб, однако в отличие от прудового садковое рыбоводство требует значительно меньше затрат, кроме того, обладает рядом преимуществ. Главным из них является то, что садковое рыбоводство можно совмещать с другими видами рыбного хозяйства, используя один водоем, что в свою очередь очень выгодно для сельского хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Прокопов К.П., Федотова Л.А., Куликов Е.В., Кириченко О.И. Ихтиофауна Восточного Казахстана. – Усть-Каменогорск, 2006. – 131 с.
- [2] Правдин Н.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищепромиздат, 1965. – 376 с.
- [3] Малиновская А.С., Тэн В.А. Гидрофауна водохранилищ Казахстана. – Алма-Ата, 1983. – 205 с.
- [4] Определение влияния Усть-Каменогорской ГЭС на ихтиофауну поверхностных водных источников – реки Иртыш и Усть-каменогорского водохранилища: Отчет о НИР/Алтайский филиал КазНИИ рыбного хозяйства. – Усть-Каменогорск, 2015. – 31 с.
- [5] Разработка республиканской схемы акклиматизации и зарыбления водоемов. Раздел: Восточно-Казахстанская область, Отчет о НИР / Алтайский филиал КазНИИ рыбного хозяйства. – Усть-Каменогорск, 2006. – 69 с.
- [6] Сецко Р.И., Феоктистов М.И. Влияние некоторых факторов среды на размножение основных промысловых рыб // Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. – Новосибирск, 1976. – С. 106-112.
- [7] Экологический мониторинг, разработка путей сохранения биоразнообразия и устойчивого использования ресурсов рыбопромысловых водоемов трансграничных бассейнов. Раздел: Верхне-Иртышский бассейн: отчет о НИР (промежуточный) / Алтайское отделение КазНИИ рыбного хозяйства. – Усть-Каменогорск, 2001. – 63 с.

А. А. МЕДЕУ

ТОО «Институт географии», Алматы, Казахстан

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В КОНТЕКСТЕ ПЛАТНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Су ресурстарының құндылығы оның тапшылығы жағдайында суды тұтынушылар арасындағы мәміле негізінде анықталады. Суды ақылы тұтынудың нарықтық механизмі ең ұтымды және тиімді су тұтынушыларды анықтайды. Су ресурстарына деген сұраныс пен ұсынысты келістіру моделінде әлеуметтік міндеттемелерді қамсыздандыру және табиғатты қорғауды қамтамасыз ету бойынша мемлекет белсенді роль атқарады.

Ценность водных ресурсов определяется на основе компромисса между субъектами водопользования в условиях их дефицита. Рыночный механизм платного водопользования установит наиболее рациональных и эффективных водопотребителей. В модели согласования спроса и предложения на водные ресурсы государству отводится активная роль по обеспечению социальных обязательств и охране окружающей среды.

The value of water resources is based on a compromise between water subjects in the terms of deficit. The market mechanism of paid water use to identify the most rational and efficient water users. The Government must to play active role in supply and demands model of water resources for performance social responsibility and environmental protection.

Актуальность. Вода на протяжении всей истории человечества являлась одним из основных ресурсов экономического развития, источником благосостояния. Доступность, достаточность и изобилие пресной воды способствовали неэкономичному ее использованию. Вода являлась общедоступным благом (за исключением некоторых регионов земли), соответственно как экономический ресурс рассматривалась лишь в ограниченном масштабе.

В настоящее время вследствие интенсификации человеческой деятельности, значительного роста населения во многих регионах мира стал ощутим острый дефицит пресной воды. Расширение посевных площадей, промышленно-энергетического потенциала ежегодно сокращает количество доступных источников пресной воды, которая является неотъемлемым ресурсом для развития человечества. Использование водных ресурсов – решающий критерий жизнедеятельности человека на определённой территории. Количество используемой воды на бытовые и производственные нужды прямо пропорционально экономической активности человека. Сегодня, в первую очередь, вода обеспечивает и гарантирует жизненные условия существования человеческого вида. Во-вторую очередь вода должна быть в достаточном количестве для осуществления экономической деятельности, сохранения окружающей среды и обеспечения комфортных условий существования человека и общества. Все древние цивилизации зародились в дельтах великих рек: Тигр, Евфрат, Нил, Ганг, Янцзы, Меконг; и по сей день более 80% населения земли живут в прибрежной зоне или вблизи крупных водных источников.

Вода является непреложным условием, обеспечивающим практически все виды хозяйственной деятельности. В течение длительного периода водопользования сформировались следующие основные отрасли водного хозяйства:

- водоснабжение городов и поселков, промышленных предприятий, сельскохозяйственных, транспортных и энергетических (тепловых и атомных электростанций);
- мелиорация, т.е. использование воды для орошения и обводнения и отвод избыточных вод с территории (осушение);
- гидроэнергетика (использование энергии воды);
- водный транспорт (использование воды для судоходства);
- рыбное хозяйство (разведение и лов рыбы).

В этой связи водопользователей можно условно разбить на четыре большие группы: коммунальные хозяйства – питьевое и бытовое водоснабжение;

промышленные предприятия и энергетика;
сельское хозяйство;
природа.

В условиях дефицита воды возникает конкуренция между субъектами водопользования. Рыночные методы ценообразования естественным образом будут регулировать нашу потребность в воде и позволят найти оптимальный компромисс при наилучшем использовании ресурсов как для общества и государства, так и на уровне каждого человека.

1. Вода в экономическом измерении. Вода является природным ресурсом, таким как воздух, земля, солнце, за использование которого не нужно платить при условии их достаточности для всех субъектов водопользования. Однако в условиях дефицита воды критерием ее использования должна быть наилучшая эффективность на основе применения рыночного механизма ценообразования, когда спрос и предложение воды определяют ее равновесную цену.

Вода с природных поверхностных источников не может находиться в частной собственности и не является предметом торга – это закреплено в Конституции Республики Казахстан ст. 6 п.3: «Земля и ее недра, воды, растительный и животный мир, другие природные ресурсы находятся в государственной собственности. Земля может находиться также в частной собственности на основаниях, условиях и в пределах, установленных законом». Также исторически человек не прикладывал труда для ее пополнения, поэтому вода с поверхностных водоемов, рек и подземных источников является общественным благом и собственностью всего общества в лице государства, приоритет которого – социальное обеспечение населения и экологическая безопасность. Соответственно на ценообразование воды в условиях государственного регулирования помимо экономических параметров будут и должны влиять социальные и экологические критерии.

В связи с дуалистической природой использования водных ресурсов можно утверждать, что при достаточном количестве пресных источников для всех субъектов водопользования вода является общественным благом и не подлежит экономической оценке. «Ценность» вода приобретает в условиях возникновения дефицита. В условиях недостатка естественного природного ресурса возникает потребность в регулировании ее использования. В этом случае «ценность» вода приобретает в системе «природа–общество» и формируется в сознании каждого человека индивидуально. Совокупность индивидуальных оценок будет определять усредненную ценность воды для общества и государства в целом и в пределах определенной территории. Хотя необходимо отметить, что среди экономистов нет единого мнения по определению формы собственности на этот уникальный ресурс [1].

Ценность воды – это соотношение (компромисс) между субъектами водопользования и водопотребления при ее распределении, выраженная в количественном показателе.

2. Условия ценообразования на водные ресурсы. Количество располагаемой пресной воды в целом одинаково. Человек же не потребляет воду в прямом смысле, а потребляет свойства пресной воды, поэтому доступное ее количество не меняется, однако не всю ее можно потреблять, это связано как с природными, так и с человеческими факторами.

К природным факторам относятся:

сезонный характер речного стока;
инфильтрация воды в подземные источники;
многолетние колебания уровня поверхностных вод;
испарения с поверхности;
количество осадков;

природные опасности, связанные с водой, – наводнение, паводки, полноводия, засоление, заболачивание.

К человеческим факторам относятся:

потери воды при транспортировке;
гидроэнергетика;
загрязнение воды.

При недостатке водных ресурсов названные факторы определяют потребность в ее регулировании. Регулирование объемов воды предполагает механизм временной аккумуляции и

распределения воды, которая имела бы экономическую целесообразность и могла быть достигнута посредством эффективного водопользования, используя существующие рыночные механизмы. Эффективность регулирования объемов речного стока зависит от объемов инвестиций в гидротехнические сооружения и распределительные узлы, которые позволят значительно увеличить полезный используемый объем водных ресурсов. При максимальном объеме инвестиций в регулирование речного стока можно синхронизировать колебание речного стока с колебаниями объемов потребления воды. Это позволит в зависимости от бассейнов рек увеличить доступный для водопользования объем воды от 3 до 10 раз (рисунки 1, 2). Также регулирование речного стока имеет и другой экономический эффект, который позволит значительно сократить количество природных катастроф, связанных с водной средой, и значительно снизить риск возникновения природных опасностей для жизнедеятельности человека за счет снижения ущерба для природно-хозяйственных комплексов от паводков и наводнений.

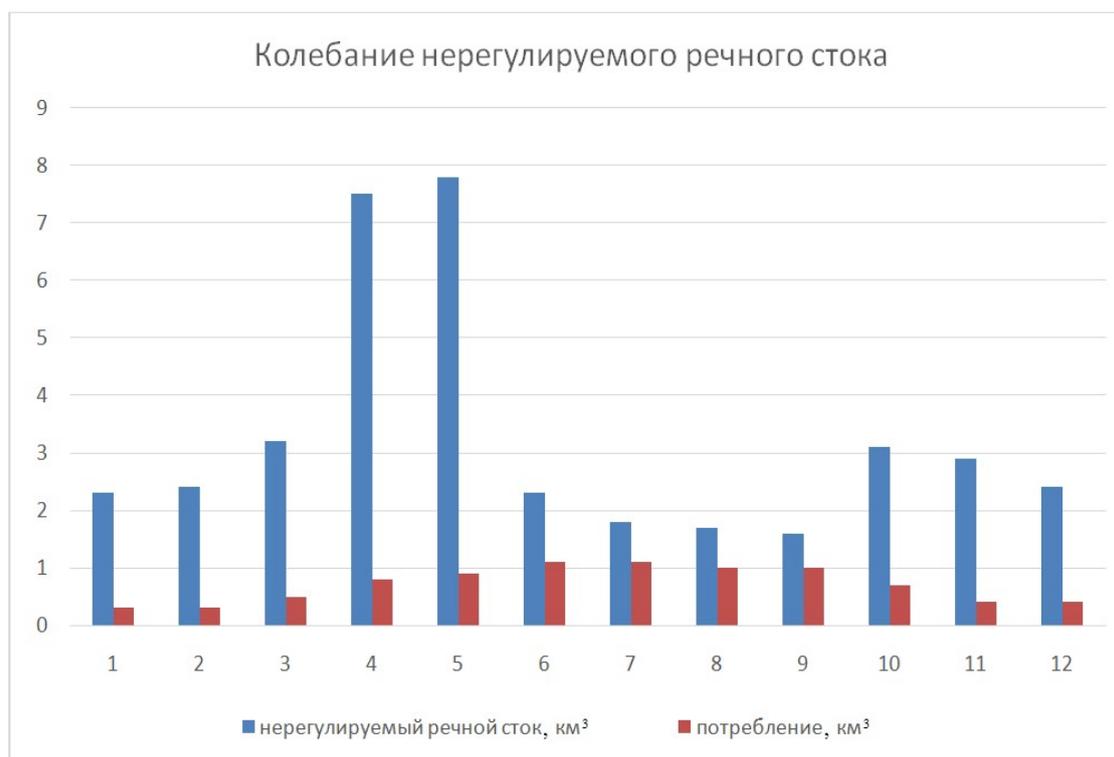


Рисунок 1 – Потребление водных ресурсов в условиях нерегулируемого речного стока

Затраты на регулирование речного стока позволяют существенно расширить посевные площади, обеспечить надежность водопользования, повысить производительность сельскохозяйственных культур, а также положительно влияют на состояние окружающей среды. Подобного рода расходы относятся к инфраструктурным, которые в большинстве случаев осуществляются государством и подразумевают:

- строительство и обслуживание водохранилищ и гидроузлов различного типа (подземные, озерные, многолетние, сезонные, недельные);
- дноуглубительные работы;
- выравнивание русел рек и укрепление береговой линии;
- строительство очистных сооружений на руслах рек;
- мониторинг качественного состава и объемов речного стока и т.д.

Так, в Казахстане регулирование речного стока на базе Капшагайского водохранилища на р. Иле позволяет хозяйствующим субъектам вдвое увеличить забор воды ниже по течению реки (рисунок 3).

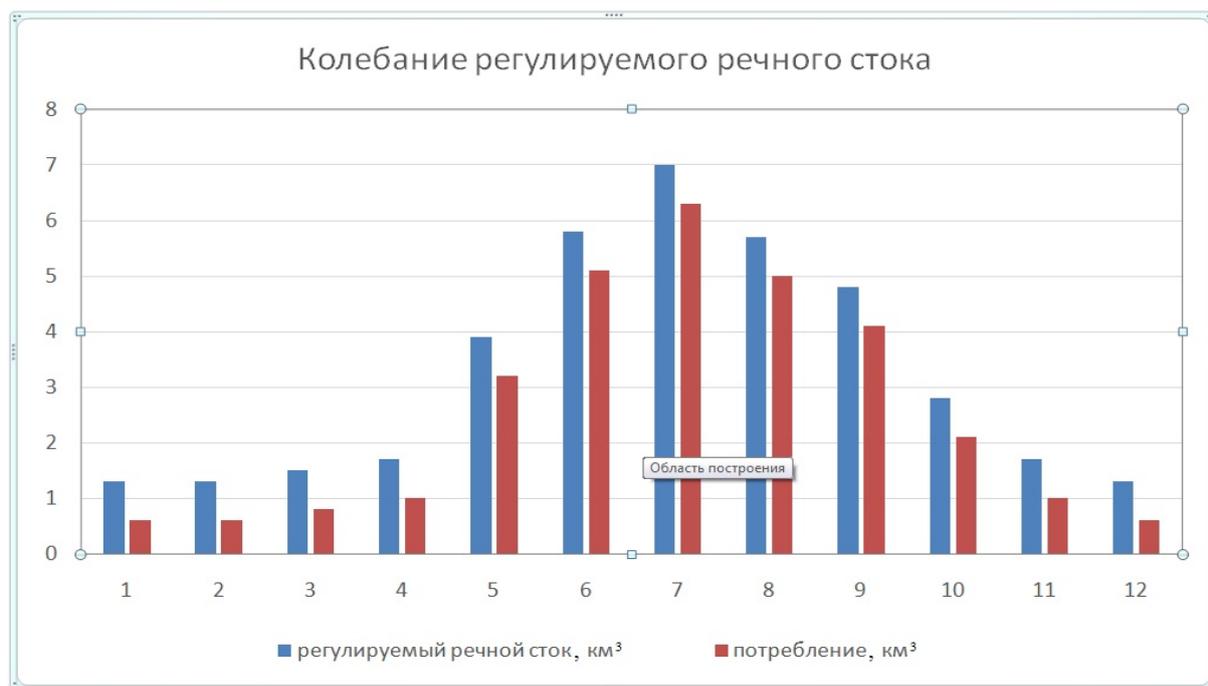


Рисунок 2 – Потребление водных ресурсов с условиях регулируемого речного стока

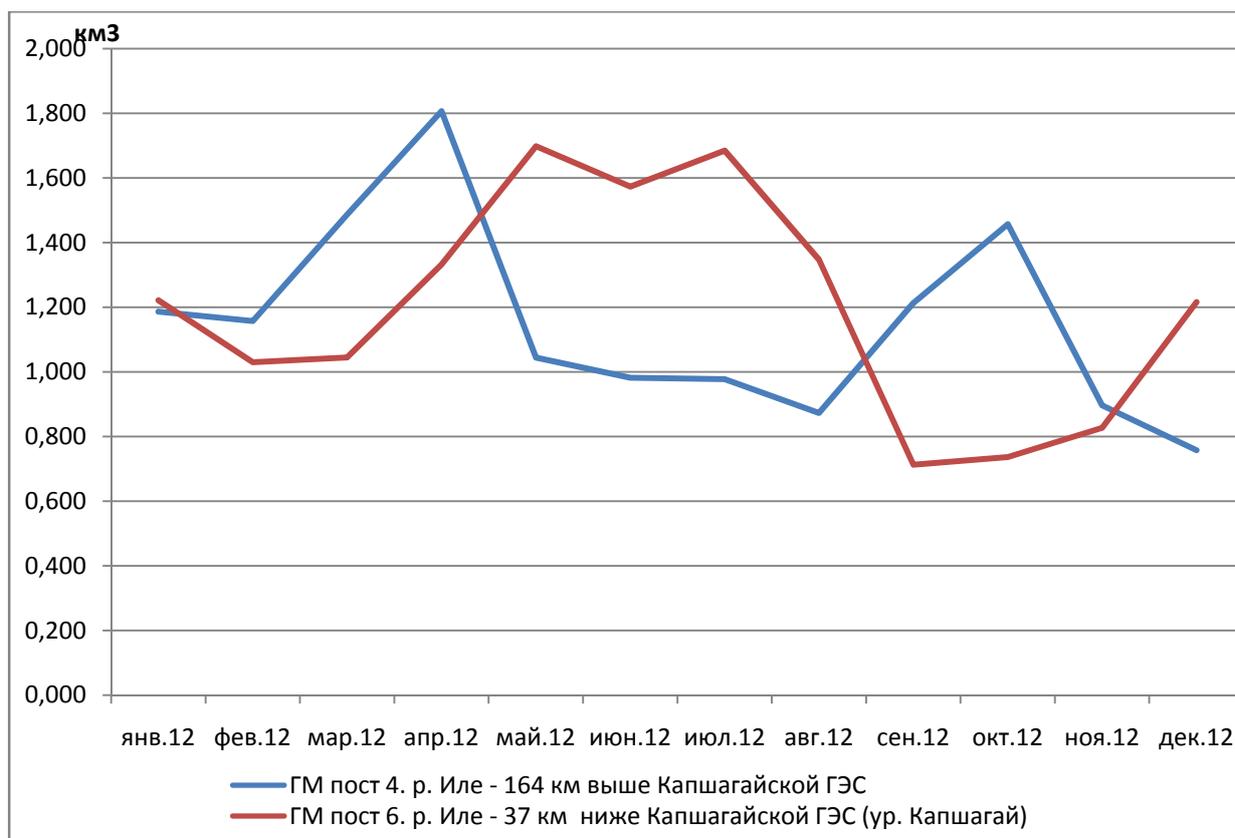


Рисунок 3 – Колебание объемов речного стока р. Иле выше и ниже Капшагайского водохранилища (по данным Казгидромета)

В этих условиях корректная экономическая оценка воды дает возможность формировать нужный объем воды, удовлетворяющий потребность платного использования ее из источника, который является своеобразным налогом на водопользователей для финансирования затрат на строительство и обслуживание инфраструктуры, регулирующей объемы речного стока. Вместе с тем стоимость водных ресурсов должна отвечать рыночным механизмам ее формирования, например при отсутствии необходимости осуществлять большие затраты на регулирование речного стока там, где отсутствует соответствующий спрос на воду (рисунок 4). Стоимость воды должна быть приемлемой для экономического развития территорий и в то же время достаточно высока, чтобы вызывать бережное к ней отношение и стимулировать ее использование, максимально эффективными способами.

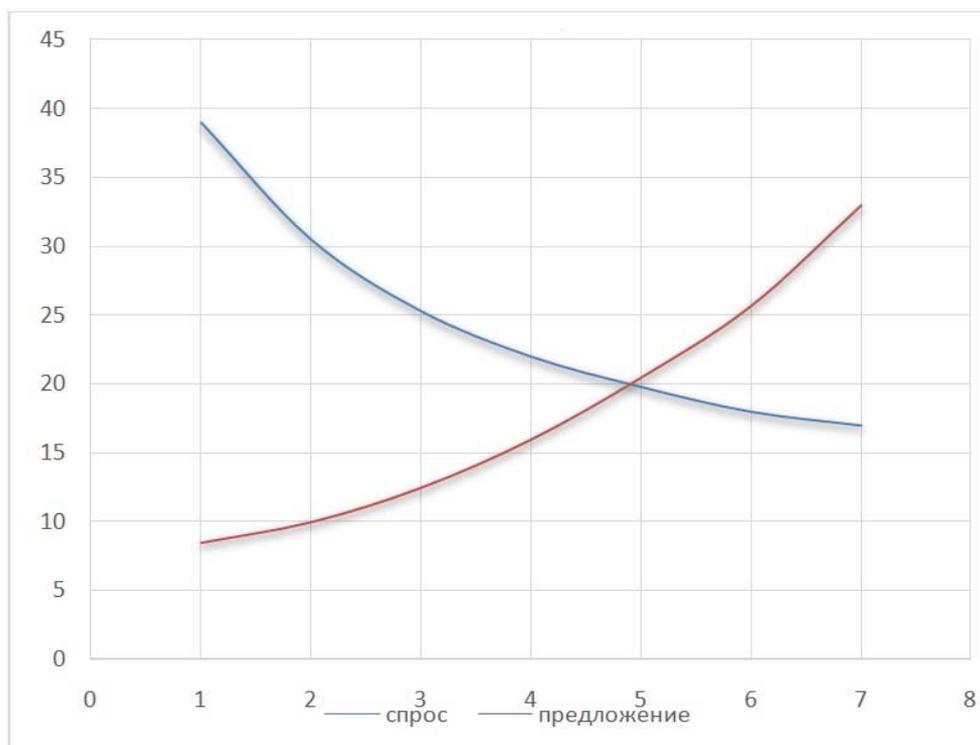


Рисунок 4 – Согласование спроса и предложения на воду

3. Механизм ценообразования на водные ресурсы. Доступный объем потребления воды зависит от количества доступных природных источников. Относительно недорогой является пресная вода с поверхностных источников: рек, водоемов, озер. Более дорогая, но лучшая по качеству (если не соленая) вода из подземных источников, однако и она имеет ограничения по объему потребления. Практически неограниченным источником является морская и океаническая вода, однако она требует весьма высоких затрат на опреснение, поэтому зачастую используется только для питьевого водоснабжения, то есть при росте затрат на воду увеличиваются доступные объемы пресной воды. Особое внутриконтинентальное расположение Казахстана без доступа к неограниченным запасам воды предполагает тесное взаимодействие с природной средой, так как увеличить объемы доступной пресной воды мы можем только за счет регулирования речного стока и добычи воды из подземных источников.

Объем доступных для потребления водных ресурсов из поверхностных источников отражает кривая предложения воды, которая является в долгосрочной перспективе до определенной точки (максимального объема доступной из природных источников воды) эластичной. Если полностью опираться на рыночные методы ценообразования и представить, что вода является коммерческим товаром, то она будет продуктом естественной монополии, которая на определенной территории будет осуществлять ценовой диктат и максимизировать прибыль при минимальных затратах. В этих условиях цена (РМК) будет результатом согласования предельных издержек на добычу воды (МС) и предельной полезности воды (MR) в точке К (рисунок 5).

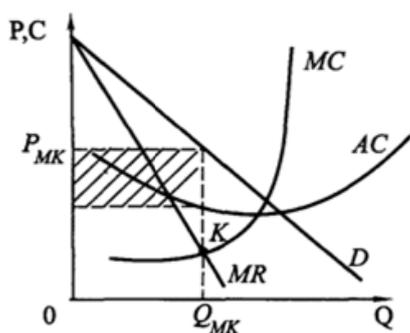


Рисунок 5 – Ценообразование на монополистическом рынке

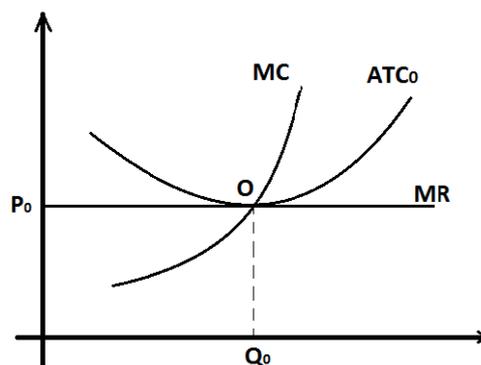


Рисунок 6 – Ценообразование на рынке совершенной конкуренции

Однако вода с поверхностных источников не может находиться в собственности частного капитала, а является общественным благом и принадлежит государству, поэтому основной принцип распределения воды – принцип социальной справедливости.

Принцип социальной справедливости в рыночной экономике при распределении жизненно значимого ресурса предполагает, что каждый человек имеет на него право. Вместе с тем вода как общественное благо должна быть распределена наиболее полезным для общества образом, излишек воды может быть распределен как угодно, но таким образом, который не ухудшит положение остальных субъектов водопользования. Рыночный механизм распределения водных ресурсов, который отвечает принципам социальной справедливости, может быть только в модели совершенной конкуренции, которая характеризуется (рисунок 6):

неограниченным числом независимых продавцов и покупателей товара конкурентной отрасли (несколько сотен или тысяч), причем каждый продавец имеет ограниченную долю рынка;

абсолютной однородностью продукции, это означает, что товары, предлагаемые к продаже, имеют одинаковые стандартные свойства в отношении качества, упаковки и внешнего вида;

абсолютным свободным доступом на рынок новых предприятий и свободный выход из него существующих компаний;

абсолютной мобильностью, то есть свобода перемещения всех факторов производства, возможность освободиться от лишних ресурсов или привлечь дополнительные факторы;

полным обзором (прозрачность) рынка; это означает, что продавцы и покупатели информированы о ценах, качестве товаров, объемах их спроса и предложения, то есть они принимают решения в условиях определенности;

одинаковыми условиями конкурентной борьбы для всех участников рынка – нельзя допускать, чтобы в конкуренции создавались для кого-то преимущества, вытекающие из дружбы или различий в сроках поставки товаров.

Вода как товар является относительно однородным продуктом и отвечает условиям модели, как и потребители, которые относятся к весьма разнородным группам и достаточно многочисленны и в некоторой степени могут составить серьезную конкуренцию на конечном рынке распределения воды. Наличие же только одного крупного поставщика не отвечает подобной модели ценообразования, однако так как это государство – оно может стимулировать поведение множества поставщиков для корректного ценообразования на рынке: $P = MR = MC = ATC$ (цена равна предельной полезности, предельным издержкам, средним общим издержкам в точке O).

Таким образом, на рынке совершенной конкуренции в долгосрочной перспективе цена воды будет равна:

$$P = ATC = \frac{TC}{Q_{\Pi}}, \quad (1)$$

где P – цена воды; ATC – средние общие издержки на единицу объема; TC – общие издержки по регулированию речного стока (включая расходы на амортизацию); Q_{Π} – объем водных

ресурсов, направляемых на потребление. Это позволит рыночным методом регулировать объем потребляемой воды и ее цену, а также учитывать колебания спроса на воду со стороны потребителей и природные колебания воды, которые из года в год могут существенно различаться.

В силу ограниченности ресурса очевидно, что с ростом потребности в водных ресурсах в условиях рыночной экономики будет расти цена (см. рисунок 5), однако точное поведение потребителей весьма сложно отразить в математической модели. Так как вода в краткосрочном периоде является неэластичным товаром, то в случае сдвига кривой спроса (роста потребности в воде) равновесная цена будет определяться сходно паутинообразной моделью согласования спроса и предложения (рисунок 7).

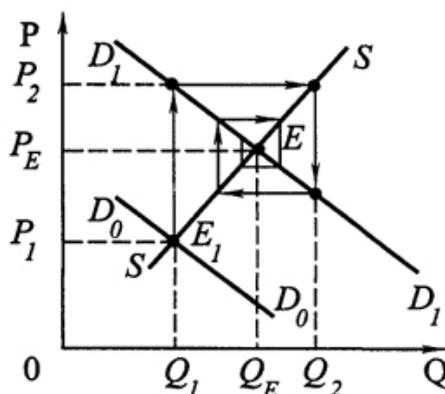


Рисунок 7 – Паутинообразная модель равновесия на рынке

Эта модель ценообразования с некоторыми отклонениями характерна для реальной рыночной экономики в условиях развитой конкуренции. Однако необходимо учитывать, что вода не является биржевым товаром и даже не рыночный продукт, в данном контексте государство лишь ответственно за рациональное водопотребление, для которого целесообразно использование рыночного механизма ценообразования на воду у источника. Поэтому цены на воду должны ориентироваться на самого крупного водопользователя (сельское хозяйство) и сезонный цикл его работы, соответственно корректироваться государством один раз в начале года для планирования посевных работ.

Государство также отягчено рядом социальных функций при распределении воды и не может допустить резких колебаний цен на продукты сельского хозяйства. С другой стороны, оно нацелено на длительные инвестиционные проекты по повышению эффективности регулирования речного стока в долгосрочной перспективе и не заинтересовано в резких скачках цен на водные ресурсы:

$$I_1 = P_1 - TC_1, I_2 = P_2 - TC_2, \dots, I_n = P_n - TC_n,$$

где $I_1 \geq I_2 \geq \dots \geq I_n$ инвестиции в 1, 2, ..., n годы, в n – году достигается новая точка равновесия, где $I_n = 0$. Тогда общая стоимость проектов по регулированию речного стока соответствующая одному сдвигу кривой спроса, должна быть равна

$$I_P = \sum_{j=1}^{n-1} \frac{I_j}{(r+1)^j}, \quad (2)$$

где r – учетная ставка Национального банка.

Но рыночные условия ни теоретически, ни в реальной жизни не позволяют достичь точки равновесия ($P_1 \rightarrow P_E$) в случае сдвига кривой спроса за одну итерацию. Поэтому в нашем случае в модели ценообразования на водные ресурсы должны быть предусмотрены более мягкие колебания, ориентированные на долгосрочное финансирование строительства гидротехнических сооружений, которые ослабляют резкие скачки цен на вторичных рынках.

Высокую долю неопределенности в модель в ценообразования вносят объективные факторы окружающей среды, которые сложно спрогнозировать в долгосрочной перспективе, такие,

как ежегодные колебания речного стока, количество осадков, годовой температурный режим и другие условия, которые влияют на потребность в воде и в конечном итоге на урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Первое ограничение цены за регулирование речного стока – цена за водные ресурсы речного бассейна не должна превышать затрат на его регулирование для получения максимального объема водопотребления.

$$P_{\max} = \frac{TC_{\max}}{Q_{\max}}. \quad (3)$$

Второе ограничение – доступность и достаточность водных ресурсов для конечных потребителей, которая будет выражаться в вероятностных показателях, и отражаться на объеме необходимых инвестиций:

$$I_j = (TC_{\max} - TC_j)(1 - p_j), \quad (4)$$

где, p_j – надежность (вероятность) обеспечения Q_j – всех субъектов водопользования в j -ом году

$$P_j = \frac{TC_j + I_j}{Q_j}, \quad (5)$$

где P_j – цена на водные ресурсы из источника на j -ый год, устанавливаемая в его начале; TC_j – общие расходы на регулирование речного стока в j -ом году; $I_j(1 - p_j)$ – общая сумма инвестиций на развитие, p_j – вероятность обеспечения всех потребителей воды в j -ом году.

Например, если есть возможность обеспечить объемом Q_j за счет существующей инфраструктуры по регулированию речного стока, допустим в многоводье, то соответственно $p_j = 1$, тогда инвестиции $I_j(1 - p_j) = 0$, цена остается на прежнем уровне или даже будет снижаться.

Если реальный объем потребления воды (QR_j) отличается от потенциальной потребности Q_j на начало года, тогда

$$Q_{j+1} = QR_j + \Delta Q_j, \quad (6)$$

где Q_{j+1} – потенциальная потребность воды на следующий год; ΔQ_j – дефицит воды в j -ом году.

Изложенный механизм ценообразования повысит эффективность использования водных ресурсов без существенных затрат на администрирование при удовлетворении субъектов водопользования, а также будет исходить из общего блага, максимально эффективно удовлетворять индивидуальные потребности населения и предприятий.

4. Ценообразование на водные ресурсы в условиях государственного регулирования.

Несмотря на общую базу ценообразования, есть определенные ограничения модели ценообразования, которые должны быть скорректированы государством. Так, базовая стоимость воды у источника, несмотря на однородность, дифференцируется в зависимости от качественного состава, загрязненности, температуры и других параметров водных ресурсов. Также различаются и потребители воды: коммунальные службы, гидроэлектростанции, промышленные комплексы, сельское хозяйство, рекреационные и национальные парки, природная среда.

Дифференциация субъектов водопотребления выводит на первый план социальные обязательства государства по гарантированному обеспечению питьевого водоснабжения населения. Коммунальные сети по нормам водоснабжения должны быть обеспечены с надежностью порядка 99% (0,99). Второй приоритет государства подразумевает обеспечение определённого уровня социального благополучия, т.е. определённого уровня занятости населения. Для поддержания экономической активности городского населения необходимо надежное обеспечение водой крупных промышленных объектов с большой численностью занятого населения – это электростанции, крупные добычные и перерабатывающие промышленные предприятия. Для функционирования этих объектов необходим уровень надежности водообеспечения не менее 95% (0,95). В остатке остаются сельхозпроизводители, рыболовство, водный транспорт, окружающая среда. Исходя из принципов социальной справедливости приоритет в водопользовании должен напрямую отражаться на цене за ресурсы, соответственно в зависимости от уровня приоритетности субъектов водопользования на базовую оценочную стоимость воды вводится поправочный коэффициент:

$$K_1 = \frac{P_w}{p_j}, \quad (7)$$

где p_w – уровень надежности, т.е. величина обязательств государства по гарантированному водообеспечению, p_j – вероятность удовлетворения потенциальной потребности в водных ресурсах в j -ом году.

Одним из важнейших критериев, требующих государственного регулирования, является экологическое состояние поверхностных водных источников, так как именно нерациональное водопользование является основной источником загрязнения воды, что должно найти отражение в окончательности стоимости воды.

Наиболее удобный коэффициент для расчета загрязнения водных ресурсов – это индекс загрязнения воды (ИЗВ), который уже является интегральным показателем и характеризует качественное состояние воды:

- очень чистые ($< 0,25$);
- чистые ($0,25 - 0,75$);
- умеренно загрязнённые ($0,75 - 1,25$);
- загрязнённые ($1,25 - 1,75$);
- грязные ($1,75 - 3,00$);
- очень грязные ($3,0 - 5,0$);
- чрезвычайно грязные ($> 5,0$).

Соответственно использование воды с лучшими качественными показателями должно быть дороже воды с худшими. Таким образом, стоимость воды для потребителя у источника может быть скорректирована на качество заборной воды:

$$K_2 = \frac{1}{\sqrt{\text{ИЗВ}}}. \quad (8)$$

Зависимость, как мы видим, обратно пропорциональна, так как чем меньше вода загрязнена тем она дороже, и соответственно вода надлежащего качества не требует дополнительных затрат на водоподготовительные процедуры. Несмотря на высокую стоимость чистой воды, она окупает затраты на ее приобретение за счет существенного сокращения расходов на ее дополнительную очистку.

Также необходимо учитывать, что узким местом поддержания качества воды являются возвратные воды, которые сказываются на качестве речной воды ниже по течению. Руководствуясь опытом зарубежных стран, мы должны повысить эффективность водопользования и свести к минимуму количество поступающей обратно в поверхностные источники возвратной воды, и это должно быть учтено в расчетах тарифов на воду.

Таким образом, стоимость воды для потребителя у источника устанавливается также в зависимости от объема заборной и возвратной воды:

$$WC = K_1 K_2 P_j Q_t + P_j Q_r, \quad (9)$$

где, Q_t , Q_r – объемы заборной и возвратной воды соответственно; P_j – базовая стоимость воды; WC – общая стоимость воды, определяемая для каждого субъекта водопользования.

Дифференциация тарифов по субъектам водопользования и качественному составу воды скорректировала нашу модель ценообразования с модели совершенной конкуренции на модель монополистической конкуренции, так как де юре и де факто государство в лице рыночного субъекта, в сущности, является социально ориентированным монополистом.

Вторым ограничением для модели является бассейновый подход к оценке воды, т.е. для каждого бассейна стоимость воды будет различна. Соответственно модель оценки воды требует побассейнового принципа управления водными ресурсами. В Казахстане, как и в большинстве стран мира, управление водными ресурсами осуществляется на основе бассейнового принципа, что говорит в пользу предлагаемой модели.

Третье ограничение модели предполагает, что совокупная стоимость обслуживания гидротехнических сооружений и совокупные инвестиции в базовую модель должны одинаково распределяться на всех субъектов водопользования, без учета их территориальной локализации: в верховьях или низовьях реки или ее притоков. Принцип социальной справедливости в этом случае гласит: водопользователь выше по течению сокращает количество доступной воды для пользователя ниже по течению, соответственно они должны платить одинаково, несмотря

на то, что выше по течению существенно меньше гидротехнических сооружений, нуждающихся в обслуживании, чем ниже по течению.

Четвертым ограничением модели является рыночная волатильность цены на воду, которая хоть и изменяется раз в год, но для экономических субъектов, особенно в сфере сельского хозяйства, является неудобной при планировании хозяйственной деятельности более чем на год. Этот момент вполне может быть преодолен за счет государственных инвестиций в обновление, модернизацию и строительство новых гидротехнических сооружений. Тогда ежегодные платежи по инвестициям от этой суммы могут выступить в качестве буфера для поддержания стабильных цен на воду в течение десятилетия, однако это требует слаженной работы экономистов, гидротехников и гидрогеологов по оценке и прогнозу спроса на воду, объемов предложения воды, и объемов необходимых инвестиций.

Также эта модель может включить природную среду в качестве субъекта водопользования и облегчить поиск компромисса при осуществлении хозяйственной деятельности человека и природы. Во-первых, так как оценка водных ресурсов производится у природного источника, то природная среда становится полноправным субъектом природопользования при регулировании объемов речного стока, и мы можем оперировать таким понятием, как «санитарный» сток – сток, предназначенный для поддержания экологического состояния природных ландшафтов, который может быть использован на хозяйственные нужды человека в крайнем случае. Он может быть рассчитан исходя из экологического ущерба природной среде от недостатка воды:

$$ED = P_j O_{sf} \rightarrow O_{sf} = ED/P_j , \quad (10)$$

где ED – сумма экологического ущерба природной среде от недостатка воды; P_j – базовая стоимость воды в j-ом году, O_{sf} – санитарный сток.

Таким образом, модель ценообразования на воду разработана на основе рыночного механизма, дополненного государственными регулятивными компонентами, которые нацелены на решение социально-экономических задач. Такая модель рыночного ценообразования на воду не требует существенных затрат на ее внедрение и напрямую будет способствовать повышению эффективности водопользования, водосбережения и повышения качества поверхностных вод.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Duane D. Baumann, John Boland, W. Michael Hanemann. Urban Water Demand Management and Planning. McGraw Hill Professional, 1998 – 350 p.
- [2] Robert A. Young, John B. Loomis. Determining the Economic Value of Water Concepts and Methods, 2nd Edition. RFF Press , 2014 – 358 p.

А. Р. МЕДЕУ, И. М. МАЛЬКОВСКИЙ, Л. С. ТОЛЕУБАЕВА

ТОО «Институт географии», Алматы, Казахстан

ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ КАЗАХСТАНА

Су ресурстарын басқару концепциясы жобалау принциптерінің жиынтығы ретінде және «жоспарлау», «ұйымдастыру», «мотивация» және «басқаруды» қосатын, сонымен қатар әрқайсысы «рәсімдеу» және «операциялар» арқылы іске асырылатын басқару іс-шараларының кезекпен жүзеге асатын функциялары ретінде жобаланған. Қазақстан Республикасының сумен қамтамасыз ету жүйесін дамыту үшін балама сценарийлерді бағалау және салыстыру үшін имитациялық моделдің бірінші нобайы әзірленді.

Разработана концепция управления водными ресурсами как совокупности конструктивных принципов и последовательно выполняемых функций управленческой деятельности, включающей «планирование», «организацию», «мотивацию» и «контроль», каждая из которых осуществляется посредством «процедур» и «операций». Создан первый эскиз имитационной модели для оценки и сравнения альтернативных сценариев развития системы водообеспечения Республики Казахстан.

The concept of water resources management as sets of the constructive principles is developed and sequentially the executed functions of the administrative activities including "planning", "organization", "motivation" and "monitoring" each of which is carried out by means of "procedures" and "operations". The first sketch of a simulation model is developed for an assessment and comparing of alternative scenarios of development of system of water supply of the Republic of Kazakhstan.

Введение. В наши дни дефицит пресной воды приобретает глобальные масштабы. По данным ООН, уже сейчас около 2 млрд людей страдает от регулярной недодачи воды. По прогнозам Продовольственная и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), к середине третьего десятилетия XXI в. численность населения, испытывающего перманентную нехватку воды, превысит 4 млрд человек.

В условиях ожидаемого глобального водного кризиса мировым сообществом уделяется большое внимание различным аспектам водной безопасности, трактуемой как предотвращение угрозы мировой стабильности по причине водных войн, водного терроризма и т.п. (рисунок 1).

Острый дефицит воды – четвертая по масштабам угроза для Республики Казахстан в XXI в. Пути выхода из «водного» кризиса сформулированы Президентом Республики Казахстан в Стратегии «Казахстан-2050» [1], где Лидер нации обозначил основные векторы нового

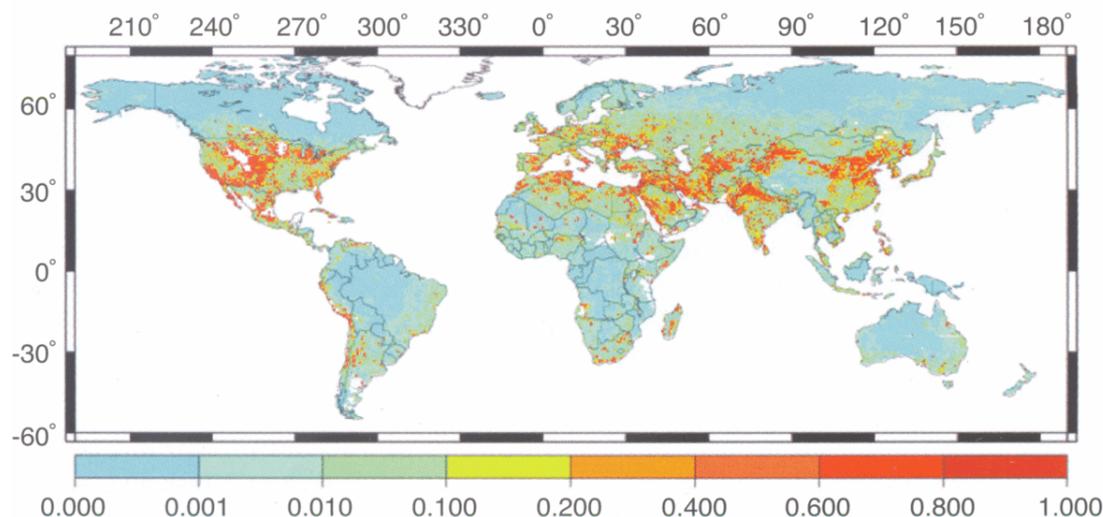


Рисунок 1 – Ожидаемый водный стресс в мире (2050 г.)

ПРИЧИНЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УГРОЗ



Рисунок 2 – Гидрологические угрозы: причины и следствия

политического курса – «раз и навсегда решить проблему водообеспечения страны». По поручению Главы государства разработана Государственная программа управления водными ресурсами, утвержденная Указом Президента РК от 04.04.2014 г., № 786 (рисунок 2).

Трансграничные водно-ресурсные угрозы. Острота проблемы водообеспечения Казахстана обусловлена его невыгодным географическим положением в низовьях трансграничных бассейнов (рисунок 3). Почти половину возобновляемых водных ресурсов страны составляет неконтролируемый трансграничный сток. Потенциальные последствия изменений ресурсов речного стока представляют реальную угрозу устойчивому развитию республики [2].



Рисунок 3 – Трансграничные водно-ресурсные угрозы в бассейнах Казахстана



Рисунок 4 – Водохозяйственные угрозы Казахстана

Водохозяйственные угрозы. По доминирующей водохозяйственной специализации бассейновые системы Казахстана классифицируются на энерготранспортные (1), ирригационно-энергетические (1), ирригационные (2), транспортно-рыбохозяйственные (1), обводнительно-водоснабженческие (3) (рисунок 4). В современной системе водопользования страны преобладают водозатратные технологии, несовершенные средства водорегулирования и водораспределения. В условиях ожидаемого сокращения трансграничного стока неизбежно обострение межотраслевых и межрегиональных противоречий.

Водно-экологические угрозы. Экологический спрос природно-хозяйственных систем республики на водные ресурсы включает потребности природных объектов, обязательные попуски, а также непроизводительные потери в естественной гидрографической сети как ограничение производственного использования водных ресурсов (рисунок 5).

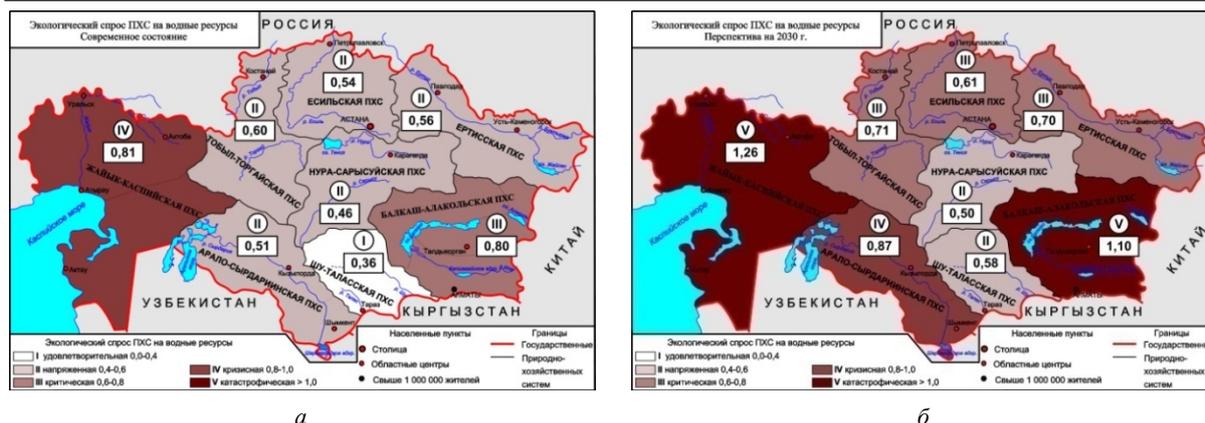


Рисунок 5 – Водно-экологические угрозы Казахстана

Нормативы экологического спроса на воду устанавливаются политическим решением исходя из необходимости сбалансирования экологических, социальных и экономических целей развития страны. Со временем установленные константы могут изменяться в сторону как ужесточения, так и смягчения порога допустимых антропогенных нагрузок [2].

Концепция управления водными ресурсами. В условиях обострения водных проблем в мире существенно изменяются функции, принципы, приоритеты и механизмы управления водными ресурсами [3].

Новая водная парадигма в экономически развитых странах наряду с «управлением ресурсом» предполагает «управление спросом» на воду путем водосбережения и повышения эффективности водопользования.

Приоритеты в использовании водных ресурсов меняются с развитием общества. В развивающихся странах основным приоритетом является производство, в экономически развитых странах – социум и экология.

Внедрение экосистемного подхода означает рассмотрение природы как равноправного партнера при использовании водных ресурсов. Экологические аспекты УВР реализуются в двух направлениях: соблюдение требований природы к воде и предотвращение вредного воздействия вод.

Бассейновый принцип управления водными ресурсами (УВР), широко используемый в мире для управления водопользованием и в целом природопользованием, охватывает вложенные друг в друга бассейны разных размеров, субъекты хозяйственной деятельности, власть и население.

Оперативное и среднесрочное УВР в целях оздоровления экологической ситуации реализуется в масштабах небольших речных бассейнов. Стратегическое планирование развивается в масштабах крупных бассейнов.

Водные ресурсы рассматриваются (и управляются) в единстве с другими компонентами экосистем, поддерживая целостность всей водной экосистемы [4].

Из всего многообразия подходов к определению понятия управления в настоящей работе принята трактовка управления водными ресурсами как целенаправленного воздействия субъекта управления на объект управления для перевода его в состояние, необходимое для достижения цели (рисунок 6) [5].

Под субъектом управления водными ресурсами Республики Казахстан понимается структура управления, по соподчиненности разделяемая на уровни: межгосударственный, бассейновый и территориальный.

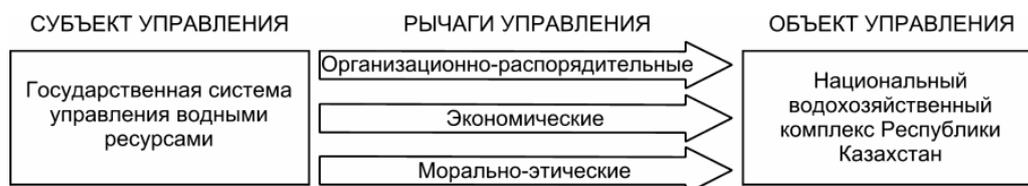


Рисунок 6 – Концепция управления водными ресурсами

Властные воздействия субъекта управления реализуются в организационно-распорядительных, экономических и морально-этических рычагах.

Объектом управления водными ресурсами является Национальный водохозяйственный комплекс и его узловое звено – система водообеспечения Республики Казахстан (СВО РК) как совокупность водоисточников и водопользователей с объединяющей водохозяйственной инфраструктурой.

В содержательном аспекте управление водными ресурсами состоит из набора функций – особых конкретных видов управленческой деятельности, к числу которых относятся планирование, организация, стимулирование, контроль (рисунок 7). Каждая функция управления осуществляется посредством набора действий – управленческих процедур, состоящих из конкретных элементов – управленческих операций [5].



Рисунок 7 – Функции управления водными ресурсами

В рамках выполненных целевых научно-технических программ Институт географии проводит исследования в области стратегического планирования СВО РК, основными процедурами которого являются:

1. Прогнозирование – исследование перспектив развития СВО РК с выявлением актуальных для Казахстана водных угроз глобального, регионального и национального уровней.
2. Определение целей – обоснование целевых индикаторов развития СВО РК на расчетные уровни: политических, социальных, экономических, экологических.
3. Разработка стратегии – определение основных направлений устранения дефицитов водных ресурсов в Казахстане средствами водосбережения и водообеспечения.
4. Формирование плана – обоснование программы действий, устанавливающих систему мероприятий и сроки их осуществления.

По специфике деятельности Институтом географии в рамках функции «планирования» рассмотрены процедуры: «прогнозирование», «определение целей», «разработка стратегии», «программа действий».

Прогнозирование. Прогнозирование ресурсов. Суммарные ресурсы поверхностных вод Республики Казахстан (бытовой сток за период наблюдений 1974–2008 гг.) составляет 91,3 км³/год (50% обеспеченности). Естественный климатический сток (восстановленный) оценивается в 115,1 км³/год [6]. За счет хозяйственной деятельности ресурсы речного стока Республики Казахстан уменьшились на 23,8 км³/год (на 21%), в том числе трансграничного стока – на 15,9 км³/год (на 26%), местного стока – на 7,9 км³/год (на 14%) (рисунок 8). Наибольшее влияние хозяйственной деятельности проявилось в Арало-Сырдаринском водохозяйственном бассейне (снижение на 47%), наименьшее – в Нура-Сарыуском и Ертисском (снижение на 8%).

Исходя из возможности неблагоприятной реализации климатических и трансграничных гидрологических угроз в перспективе реально уменьшение ресурсов речного стока в целом по Казахстану к 2020 г. до 81,6 км³/год, в том числе трансграничного – до 33,2, местного – до 48,3 км³/год; к 2030 г. – соответственно 72,4; 22,2 и 50,2 км³/год (рисунок 8 а).

Величина сокращения поверхностного стока при эксплуатации разведанных месторождений подземных вод в объеме $15,44 \text{ км}^3/\text{год}$ составит $5,05 \text{ км}^3/\text{год}$. При этом наиболее существенное влияние на речной сток окажут водозаборы в речных долинах (снижение на $2,1 \text{ км}^3/\text{год}$) и конусах выноса рек (снижение на $2,2 \text{ км}^3/\text{год}$) (рисунок 10) [8].



Рисунок 10 – Влияние водоотбора подземных вод на поверхностный сток

Прогнозирование спроса на воду. Ожидаемый на перспективу интенсивный рост производства в Казахстане рекомендуется в максимальной степени обеспечить интенсификацией использования водных ресурсов в пределах установленных лимитов водозаборов в объеме $23,3 \text{ км}^3/\text{год}$ (безвозвратное водопотребление – $15,3$; водоотведение – $8,0 \text{ км}^3/\text{год}$), в том числе сельское хозяйство – $15,4$; промышленность – $4,0$; коммунальное хозяйство – $2,2$; прочие отрасли – $1,8 \text{ км}^3/\text{год}$ (рисунок 11).



Рисунок 11 – Прогнозное водопотребление в отраслях экономики (%):
 а – безвозвратное водопотребление и водоотведение; б – по отраслям; в – водоисточники

Перспективные лимиты водозабора планируется обеспечить за счет поверхностных вод – $19,8 \text{ км}^3/\text{год}$ (**85%**); подземных вод – $1,5$ (**6%**); морских вод – $1,1$ (**5%**); прочих водоисточников – $0,9 \text{ км}^3/\text{год}$ (**4%**) [8, 9].

Развитие водоемких отраслей производства будет происходить путем интенсификации использования водных ресурсов.

За счет освоения подземных вод и альтернативных водоисточников намечается снижение доли водозабора из поверхностных водоисточников на 10–12% к 2030 г. На основе внедрения систем оборотного и замкнутого водоснабжения намечается снизить долю водоотведения в водоемких отраслях промышленности на 10% к 2030 г.

Устойчивое развитие орошаемого земледелия Казахстана может быть достигнуто путем комплексной реконструкции оросительных систем (с повышением КПД от 0,5 до 0,75) и внедрения современной технологии полива с уменьшением оросительной нормы от 9250 до $7100 \text{ м}^3/\text{га}$.

Однако программа водосбережения не гарантирует бездефицитного развития страны. За счет сокращения трансграничного стока (рисунок 12) в целом по республике ожидается дефицит водных ресурсов в объеме $5,9 \text{ км}^3/\text{год}$ в 2020 г. и $15,1 \text{ км}^3/\text{год}$ в 2030 г.

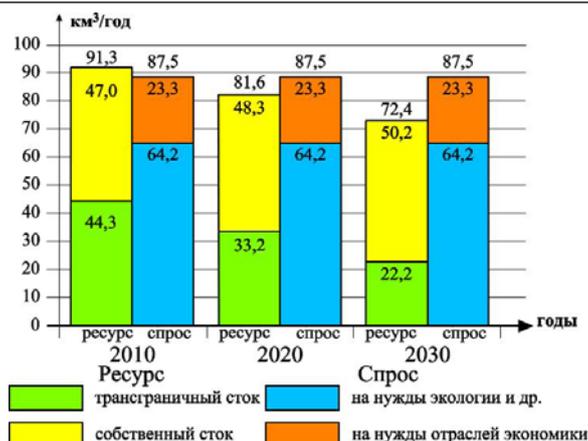


Рисунок 12 – Динамика ресурсов речного стока и спроса на воду

Определение целей. Генеральная цель – гарантированное снабжение водой населения и производства, восстановление и сохранение природных водных объектов, обеспечивающие благоприятные условия жизнедеятельности (рисунок 13) – предполагает достижение следующих взаимодополняющих целей:

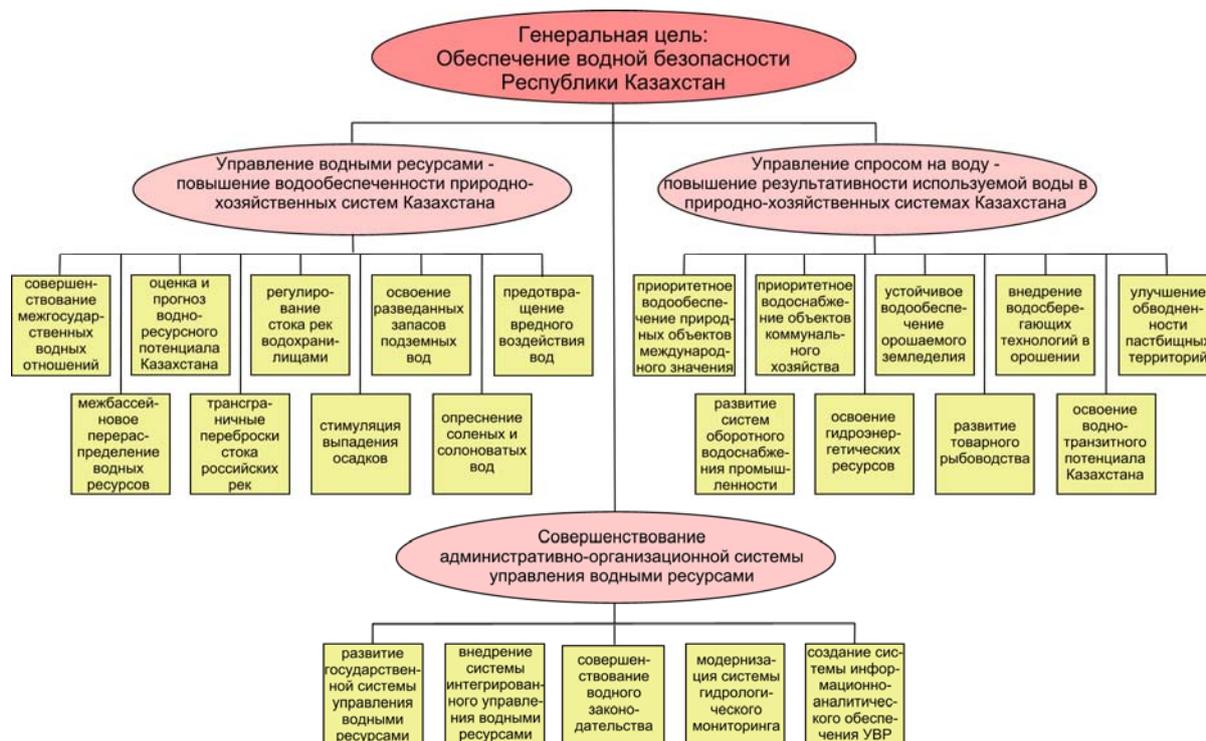


Рисунок 13 – Определение целей

Цель 1. Повышение водообеспеченности природно-хозяйственных систем Казахстана (управление водными ресурсами).

Цель 2. Повышение результативности используемой воды в природно-хозяйственных системах Казахстана (управление спросом на воду).

Цель 3. Совершенствование государственной системы управления водными ресурсами.

Разработка стратегии.

Стратегическими направлениями достижения целей являются:

– «водообеспечение» – компенсация антропогенно и климатически обусловленного сокращения водных ресурсов путем совершенствования межгосударственных водных отношений,

реконструкции национальной водохозяйственной инфраструктуры, освоения альтернативных водоисточников;

– «водосбережение» – интенсификация использования водных ресурсов путем внедрения водосберегающих технологий в орошении, развития оборотного водоснабжения в промышленности, освоения гидроэнергетических ресурсов и водно-транспортного потенциала страны;

– «совершенствование управления» – повышение эффективности управленческой деятельности на основе создания информационно-аналитических систем, модернизации системы мониторинга, совершенствования водного законодательства.

Программа действий. Пространственно-временное перераспределение водных ресурсов является стратегическим приоритетом развития систем водообеспечения Казахстана [10]. Объективной предпосылкой территориального перераспределения водных ресурсов является резко выраженная пространственная неравномерность распределения речного стока и спроса на воду природно-хозяйственных систем. Наибольшие объемы речного стока формируются в Ертысской природно-хозяйственной системе (до 33% общих ресурсов и 45% местных). В Нура-Сарысуской, Есильской и Тобыл-Торгайской природно-хозяйственных системах формируется менее 6% речного стока, причем в маловодные годы местный сток меньше среднего примерно в 10 раз (рисунок 14).

Речной сток южных и западных регионов республики в наибольшей степени подвержен неконтролируемым антропогенным изменениям в связи с хозяйственной деятельностью в сопредельных странах (Россия, Китай, Узбекистан, Кыргызстан). В то же время в данном регионе размещены наиболее водоемкие производства и крупные экологически важные водные объекты. Изложенные объективные факторы создают реальную угрозу формирования глубоких дефицитов воды в южных, северных, центральных и западных регионах Казахстана, чреватых тяжелыми экономическими ущербами и недопустимыми нарушениями природной среды.

В условиях ожидаемых изменений водных ресурсов возникает объективная необходимость формирования Единой системы водообеспечения Республики Казахстан (ЕСВО РК) как совокупности водоисточников и водопользователей страны с объединяющей их водохозяйственной инфраструктурой.

Основой формирования Единой системы водообеспечения Республики Казахстан станет Трансказахстанский канал, объединяющей существующие и перспективные межбассейновые водохозяйственные связи, обеспечивая повышение эффективности использования ресурсов речного стока для достижения социальных, экологических и экономических целей развития страны (рисунок 15) [11].



Рисунок 14 – Основные направления межбассейновых и трансграничных перебросок речного стока



Рисунок 15 – Трансказахстанский канал

Институтом географии предложена обновленная схема самотечного Трансказахстанского канал (ТКК) «Ертыс – Сырдария» с водозабором из Шульбинского водохранилища (вторая очередь) для повышения водообеспеченности бассейнов рек Есиль, Нура, Тобыл, Сырдария [2]. Преимуществами данной схемы относительно имеющихся альтернатив являются:

- более низкие энергозатраты транспортировки ертисской воды;
- возможность использования трассы канала на Тобыл-Торгайском и Арало-Сырдаринском участках для транзита стока российских рек в Центральную Азию;
- перспектива формирования на базе ТКК Единой системы водообеспечения Республики Казахстан, объединяющей существующие и перспективные водохозяйственные связи;
- возможность использования начального участка ТКК для первоочередного строительства «астанинской ветки» канала;
- перспектива формирования судоходного пути «Россия – Казахстан – Узбекистан» по каналу «Обь – Амударья» с использованием части трассы ТКК.

Переброска части стока р. Ертис в Балкашский бассейн позволит компенсировать ожидаемое сокращение трансграничного стока р. Иле с территории КНР, что обеспечит сохранение экологического и социально-экономического значения озера – объекта особого государственного значения (рисунки 16).

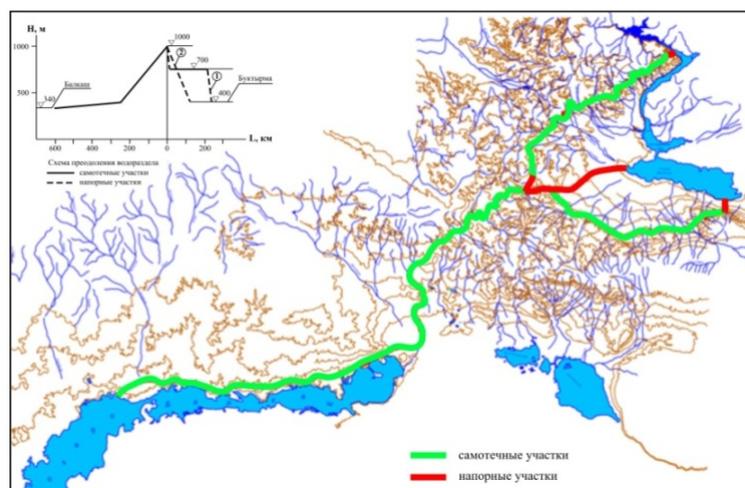
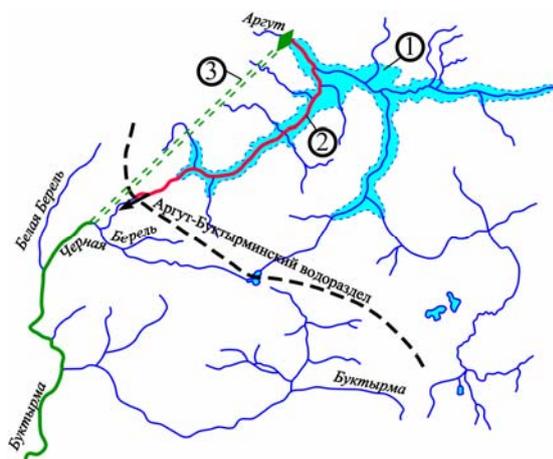


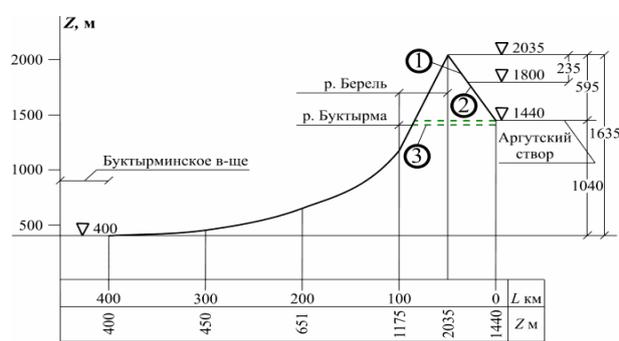
Рисунок 16 – Переброска стока р. Ертис в оз. Балкаш

В контексте развития трансграничных водохозяйственных связей с Россией предложены обновленные схемы взаимовыгодного использования стока российских рек по направлениям Аргут-Буктырма и Волга-Сырдария (рисунках 17, 18) [10].

Осуществление стратегических мероприятий по управлению водными ресурсами Казахстана требует длительного времени: проектирование, строительство и ввод системообразующих



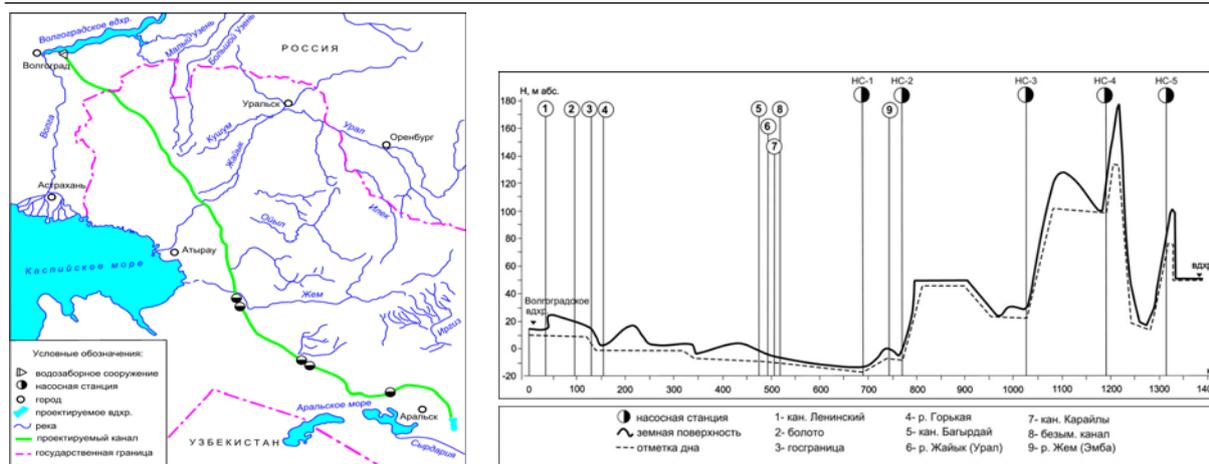
а



б

- 1 – плотинный,
- 2 – насосный,
- 3 – тоннельный

Рисунок 17 – Схема преодоления водораздела Аргут-Буктырма: а – план, б – профиль



а

б

Рисунок 18 – Трасса канала Волга–Сырдария: а – план, б – профиль

объектов в эксплуатацию занимают до 10–15 лет. Это означает, что научное обеспечение стратегических мероприятий должно начинаться с большой заблаговременностью (порядка 25 лет).

Развитие и функционирование системы водообеспечения Республики Казахстан характеризуется свойствами сложных систем: неопределенностью и стохастичностью, обусловленными однозначной непредсказуемостью масштабов водохозяйственной деятельности в сопредельных странах и вероятностной природой гидрометеорологических процессов и явлений, определяющих величину располагаемых водных ресурсов.

Эффективным средством исследования сложных систем, подверженных случайным воздействиям, является имитационное моделирование, влияние случайных факторов в котором учитывается с помощью задания вероятностных характеристик процессов (законов распределения вероятностей) [13–15].

Имитационное моделирование систем водообеспечения представляет собой метод проведения на ЭВМ вычислительных экспериментов с математическими моделями, имитирующими поведение реальных объектов, во времени в течение заданного периода. При этом функционирование водных объектов описывается набором алгоритмов, которые имитируют вероятностную природу формирования ресурсов речного стока и динамику спроса на воду природно-хозяйственных систем.

Выводы. Разработана концепция управления водными ресурсами как система конструктивных принципов и функций управленческой деятельности.

В рамках функции «стратегического планирования» выполнены тестовые расчеты по разработке:

- прогноза водно-ресурсного потенциала и сценарного анализа развития Национального водохозяйственного комплекса;
- системы целей устойчивого водообеспечения республики на основе прогноза численности населения и гипотез развития производства;
- стратегических направлений устранения дефицита воды в природно-хозяйственных системах средствами водосбережения и водообеспечения;
- программы действий по формированию Единой системы водообеспечения Республики Казахстан.

Впервые создан инструмент (первый эскиз модели) формирования альтернативных сценариев в области стратегического планирования развития Национального водохозяйственного комплекса, в том числе реконструкции системной водохозяйственной инфраструктуры, сохранения и восстановления природных водных объектов, обоснования хозяйственных лимитов водопотребления, совершенствования межгосударственного вододелия (рисунок 19).

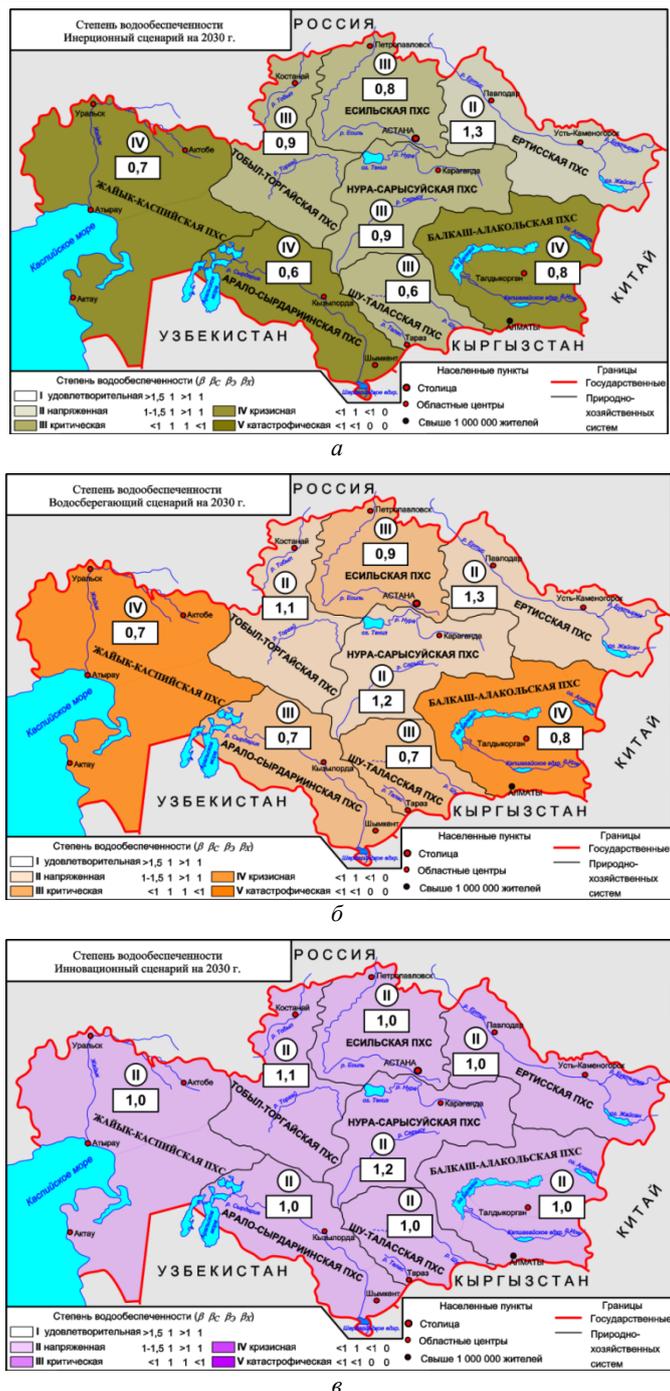


Рисунок 19 – Сценарии водообеспечения Республики Казахстан:
а – инерционный, б – водосберегающий, в – инновационный

Инерционный сценарий предполагает реализацию сложившихся в республике тенденций в водопользовании и факторов их определяющих. Сценарий чреват глубокими дефицитами пресной воды, тяжелыми экономическими ущербами и нарушением природной среды.

Водосберегающий сценарий предполагает всемерную экономию воды и стабилизацию хозяйственного водопотребления, что не исключает возможности формирования дефицита пресной воды в отдаленной перспективе.

Инновационный сценарий предполагает ожидаемое сокращение водных ресурсов компенсировать трансграничными и межбассейновыми перебросками речного стока. Сценарий обеспечивает сбалансированность водопользования во всех бассейновых ПХС республики.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Н. А. Назарбаева народу Казахстана. – Астана, 14 декабря 2012 г.
- [2] Медеу А. Р., Мальковский И. М., Толеубаева Л. С. Т. 1. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция) / Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (30-ти томная монография). – Алматы, 2012. – 94 с.
- [3] Медеу А. Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Управление водными ресурсами Республики Казахстан: проблемы и решения // Материалы I международной научно-практической конференции «Гидрология и инновационные технологии в водном хозяйстве». – Астана, 2015. – С. 18-22.
- [4] Медеу А. Р., Мальковский И. М., Толеубаева Л. С. Водная безопасность – глобальная проблема XXI века // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2016. – № 1. – С. 3-13.
- [5] Игнатов В.Г., Албастова Л.Н. Теория управления. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2006. – 464 с.
- [6] Достай Ж.Д. Т. 2. Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз / Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Алматы, 2012. – 330 с.
- [7] Мальковский И. М., Толеубаева Л. С. Водные кризисы: Арал и Балкаш // Водное хозяйство. – Астана, 2011. – № 9. – С. 33-41.
- [8] Смоляр В.А., Буров Б.В., Мустафаев С.Т. Т. 8. Ресурсы подземных вод Казахстана / Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (30-ти томная монография). – Алматы, 2012. – 634 с.
- [9] Сатенбаев Е.Н., Ибатуллин С.Р., Балгабаев Н.Н. Т. 3. Водопотребление отраслей экономики Казахстана: Оценка и прогноз // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (30-ти томная монография). – Алматы, 2012. – 262 с.
- [10] Т. 18. Территориальное перераспределение водных ресурсов Казахстана: возможность и целесообразность. Кн. 1. Межбассейновые и трансграничные переброски речного стока: состояние и перспективы / Под науч. ред. Мальковского И. М. / Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (30-ти томная монография). – Алматы, 2012. – 414 с.
- [11] Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. К формированию единой системы водообеспечения Республики Казахстан // Вопросы географии и геоэкологии. Алматы, 2010. – № 2. – С. 19-23.
- [12] Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Толева А., Долбешкин М.В., Пузиков Е.М. Оценочная модель сценариев развития единой системы водообеспечения Республики Казахстан // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2015. – № 2. – С. 15-25.
- [13] Сванидзе Г.Г. Основы расчета регулирования речного стока методом Монте-Карло. – Тбилиси: Мецниерба, 1964. – 268 с.
- [14] Прицкер А. Введение в имитационное моделирование и язык СЛАМ II. – М.: Мир, 1987. – 646 с.

А. Р. МЕДЕУ, И. Б. СКОРИНЦЕВА, Т. А. БАСОВА

ТОО "Институт географии", Алматы, Казахстан

ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В КОНТЕКСТЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Мақалада Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігін анықтайтын екі құрамдас бөлік қарастырылуда, ол ауыл шаруашылығын сумен қамтамасыз ету және халықты азық-түлікпен қамтамасыз ету. Қазақстан аймақтарында ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақты дамуы үшін (суармалы егіншілік пен отарлы-жайылымдық мал шаруашылығы) ауыл шаруашылығын сумен қамтамасыз етуіне талдау жасалынды. Халықтың тіршілік әрекетінің негізі ретінде Қазақстанның оңтүстік аудандарының суармалы егіншілігіне баға берілді.

Дан анализ водообеспеченности сельского хозяйства в регионах Казахстана для устойчивого развития сельскохозяйственного производства (орошаемого земледелия и отгонно-пастбищного животноводства). Рассмотрены две составляющие, определяющие продовольственную безопасность Казахстана: водообеспеченность сельского хозяйства и обеспеченность населения продуктами питания. Проведена оценка орошаемого земледелия южных регионов Казахстана как основы жизнедеятельности населения.

The article describes two components that determine the food security of Kazakhstan, they are water supply to agriculture and the provision of population with food. The water supply to agriculture in the regions of Kazakhstan is analyzed for sustainable development of agricultural production (irrigated agriculture and distant-pasture livestock breeding). The assessment of irrigated agriculture of the southern regions of Kazakhstan, as the basis of life activity of the population, is made.

Введение. Главной проблемой в жизни мирового сообщества в XXI веке, требующей незамедлительного решения, является проблема обеспечения населения продовольствием и достаточным количеством качественной воды. Проблемы водообеспеченности сельского хозяйства и продовольственной безопасности относятся к числу острейших глобальных проблем современности и уже несколько десятилетий находятся в центре внимания мирового сообщества. Впервые проблема продовольственной безопасности стала предметом специального рассмотрения на 34-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН в 1974 году. На данной Генеральной Ассамблее ООН принята резолюция «Международные обязательства продовольственной безопасности в мире», в которой были одобрены «Всеобщая декларация и План действий по ликвидации голода и недоедания в мире». Практическая реализация этого документа была возложена на продовольственную и сельскохозяйственную Организацию Объединенных Наций (ФАО).

Доступ к воде также признан фундаментальным правом человека, и это было зафиксировано в принятой в июле 2010 года резолюции Генеральной Ассамблеи ООН, № 64/292 о праве человека на воду. Таким образом, водную безопасность можно определить как право каждого на надежный доступ к безопасной питьевой воде и способность населения сохранять экосистемы и сберегать достаточное количество воды приемлемого качества.

Проблемы водообеспеченности сельского хозяйства. Глобальные проблемы водной и продовольственной безопасности требуют многосторонних решений, разнообразия стратегических инструментов и единодушия по разные стороны границ. Однако в конечном итоге тяжесть решения данных проблем лежит на национальных правительствах, которые должны проводить ответственную политику у себя дома и сотрудничать друг с другом. Казахстан хорошо знаком с глобальной проблемой водоснабжения и с насущностью ее политического решения. Водная и продовольственная безопасность – важный компонент стратегии «Казахстан-2050». Водные ресурсы Казахстана являются определяющим фактором в развитии сельскохозяйственного производства (растениеводства и животноводства). Основными угрозами в области водообеспечения сельского хозяйства республики являются глобальные и региональные изменения климата, несогласованность межгосударственных водных отношений, исполь-

зование водозатратных технологий и несовершенство технических средств водорегулирования и водораспределения. Острота проблемы в водообеспечении сельского хозяйства Казахстана обусловлена его невыгодным географическим положением в низовьях трансграничных бассейнов. Почти половину возобновляемых водных ресурсов страны составляет неконтролируемый трансграничный сток. Потенциальные последствия изменений ресурсов речного стока представляют реальную угрозу устойчивому развитию сельского хозяйства республики.

Водообеспеченность и продовольственная безопасность. Рассмотрим ресурсы поверхностных вод Казахстана, которые играют решающую роль в развитии орошаемого земледелия и отгонно-пастбищного животноводства, особенно в южных регионах (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ресурсы речного стока Республики Казахстан [1]

По оценкам специалистов Института географии МОН РК [2, 3], ресурсы поверхностных вод Казахстана, составляют 91,3 км³, из которых на территории республики формируется 47,0 км³ речного стока, а остальная часть поступает из сопредельных государств. В маловодные годы речной сток снижается до 55,3 км³, а располагаемый объем сокращается до 30,7 км³ [2, 3]. Объем возвратных вод составляет около 9,0 км³. Запасы пресных подземных вод утверждены в объеме 15,44 км³. Уровень их эксплуатации составляет порядка 11,3% [2, 3]. Отсюда следует, что сельское хозяйство республики, в ближайшие годы будет развиваться в условиях нехватки водных ресурсов и значительной зависимости отрасли экономики от водных ресурсов сопредельных государств. Данная ситуация явится причиной сокращения посевных площадей и площадей обводненных пастбищ, особенно в южных регионах Казахстана, что отразится на самообеспеченности населения по ряду основных продуктов питания (зерну, овощам, картофелю, молоку и мясу).

Реальную картину водообеспеченности Республики Казахстан по водохозяйственным комплексам демонстрирует рисунок 2, согласно которому наибольший дефицит воды характерен для Есильской и Нура-Сарысуйской природно-хозяйственных систем [1, 4].

Невысокий уровень водообеспеченности регионов и низкая культура сельскохозяйственного производства явились причиной сокращения водозабора на сельское хозяйство с 26 км³ в 1992 г. до 15,4 км³ в 2011 г. и уменьшения в два раза за этот же период площади орошаемых земель [1–4]. Данные обстоятельства сказались на посевных площадях и валовом сборе сельскохозяйственных культур, что создало серьезную угрозу продовольственной безопасности республики. Основным пользователем водных ресурсов в Казахстане является сельское хозяйство, на его долю приходится около 66% общего водозабора (рисунок 3).

Ясно, что производство продовольствия без воды невозможно, и ее нельзя эффективно распределять в интересах крупномасштабного сельскохозяйственного производства без экономической интервенции, которая обеспечит ее эффективное и устойчивое распределение.



Рисунок 2 – Схема водообеспеченности Республики Казахстан [1]

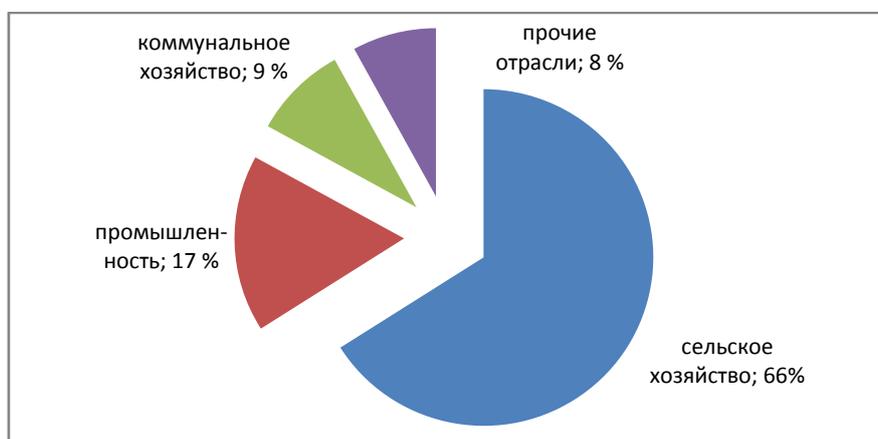


Рисунок 3 – Водопотребление по отраслям экономики в Казахстане, % [2]

Следовательно, от воды зависят цены на продовольствие, в частности, и экономическая безопасность в целом. Таким образом, вопросы продовольственной безопасности и наличия воды неразрывно связаны друг с другом, и их связь должна быть устойчивой на различных уровнях экономического развития. Водные ресурсы являются наиболее важными факторами, обуславливающими текущие изменения продовольственной безопасности Казахстана.

Согласно нормативам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН продовольственная безопасность страны обеспечивается в том случае, если в ней производится порядка 80% потребляемого продовольствия. Продовольственная безопасность считается обеспеченной, если, кроме производства необходимого количества продовольствия, осуществляется его дополнительный выпуск в объеме восполняемого страхового запаса на уровне развитых стран мира (17%). В случае, когда определенные виды продовольствия не выпускаются в стране или их производство ограничено, продовольственную безопасность в них обеспечивают закупкой в других странах. При этом важно не допустить возникновения продовольственной, политической или иной зависимости от стран-экспортеров в части недостающего продовольствия [5, 6].

На самообеспеченность Республики Казахстан продуктами питания влияет ряд факторов, главными из которых следует считать рациональное размещение сельскохозяйственного производства с учетом достаточной водообеспеченности и создание на этой основе специализированных продовольственных зон; использование передовых водосберегающих технологий в

области повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства.

В таблице приведены показатели, характеризующие продовольственную безопасность Казахстана, которые позволяют сделать следующий вывод: в республике существует проблема с обеспечением продовольствием [5]. Установлено, что основу продовольственной безопасности Казахстана составляет сельскохозяйственная продукция, выпускаемая личными подсобными хозяйствами и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами. Сельскохозяйственное производство Казахстана является мелкотоварным.

Показатели индикаторов продовольственной безопасности Казахстана [6]

Показатели	Норматив	Фактически 2013 год	Отклонение от норматива (+, -)
1. Объем переходящих запасов зерна, остающихся на хранение до уборки следующего урожая, %	Не менее 25% годового потребления (90 дней)	27% или 97дней	+7 дней
2. Производство зерна в расчете на душу населения, т	Не менее 1	1,310	+0,310
3. Доля сельского хозяйства, % от ВВП	Не менее 10	10,1	+0,1
4. Импорт продовольственных товаров, 5. % от общего потребления	Не более 20	+20	0
6. Самообеспеченность основными видами продовольствия, % от физиологической потребности:			
- молоко	Не менее 84	82,9	-1,1
- мясо в убойном весе	Не менее 84	76,4	-7,6
- яйца	Не менее 84	75,8	-8,2
- овощи и бахчевые культуры	Не менее 84	105,9	21,9
- картофель	Не менее 84	180,5	96,5
- плодовые культуры	Не менее 84	25,9	-58,1

Из 188 616 сельскохозяйственных формирований республики крестьянских хозяйств насчитывается 182 419, или 96,7%. Более 6% основной продукции растениеводства и 85% животноводческой продукции производят личные подсобные хозяйства, насчитывающие более 2,2 млн единиц [7]. Большая часть сельскохозяйственной продукции, производимая в сельскохозяйственных формированиях, остается низкокачественной и неконкурентоспособной из-за невозможности применения качественного семенного фонда, современных агротехнологий в условиях мелкотоварного производства. Особо следует отметить зависимость развития сельскохозяйственного производства (особенно орошаемого земледелия) южных, западных и центральных регионов республики от водных ресурсов сопредельных государств.

Зерновое хозяйство – главная отрасль земледелия Казахстана. Оно обеспечивает население хлебопродуктами, а животноводство кормами. Казахстан производит много высококачественного товарного зерна. В последние годы общие посевы зерновых культур занимали свыше 80% посевной площади сельскохозяйственных культур. Северные регионы республики специализируются на выращивании зерновых культур и разведении мясомолочного животноводства. Южные регионы Казахстана специализируются на орошаемом земледелии, имеют большую диверсификацию возделываемых культур – зерновые и зернобобовые, кормовые, масличные и плодово-ягодные, овощебахчевые культуры и др. В Казахстане производится от 14,5–20,1 млн т зерна, что дает право стране находиться на третьем месте в СНГ после России и Украины. Средняя урожайность зерна составляет 10–13 ц/га. Свыше 3/4 посевов зерновых культур приходится на посевы яровой пшеницы – главной стратегической культуры, обеспечивающей продовольственную безопасность страны. Общая посевная площадь пшеницы составляет 11,8–13,5 млн га. Урожайность 9–13 ц/га позволяет получить 11,2–16,6 млн т пшеницы. В 2007 и 2009 годах в Казахстане был получен максимальный урожай зерновых культур (20,1 и

20,8 млн т в весе после доработки), что позволило довести уровень самообеспеченности республики зерном до 130,0 и 130,8%. Динамика средней урожайности зерновых и зернобобовых культур по Казахстану за 14-летний период представлена на рисунке 4 [7].

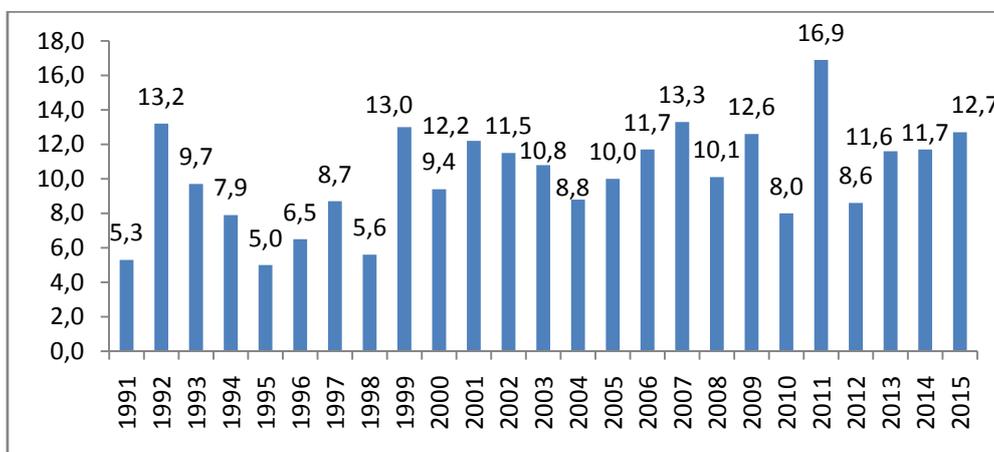


Рисунок 4 – Динамика средней урожайности пшеницы в Казахстане, ц/га

Казахстан относится к числу стран, где орошаемое земледелие в сельскохозяйственном производстве играет ведущую роль в обеспечении населения продуктами питания. Орошаемые земли по республике распределены не равномерно. Основные орошаемые массивы сконцентрированы на юге и юго-востоке республики в Алматинской (27,5% орошаемых земель республики), Кызылординской (10,5%), Жамбылской (10,9%) и Южно-Казахстанской (25,0%) областях (рисунок 5) [8].

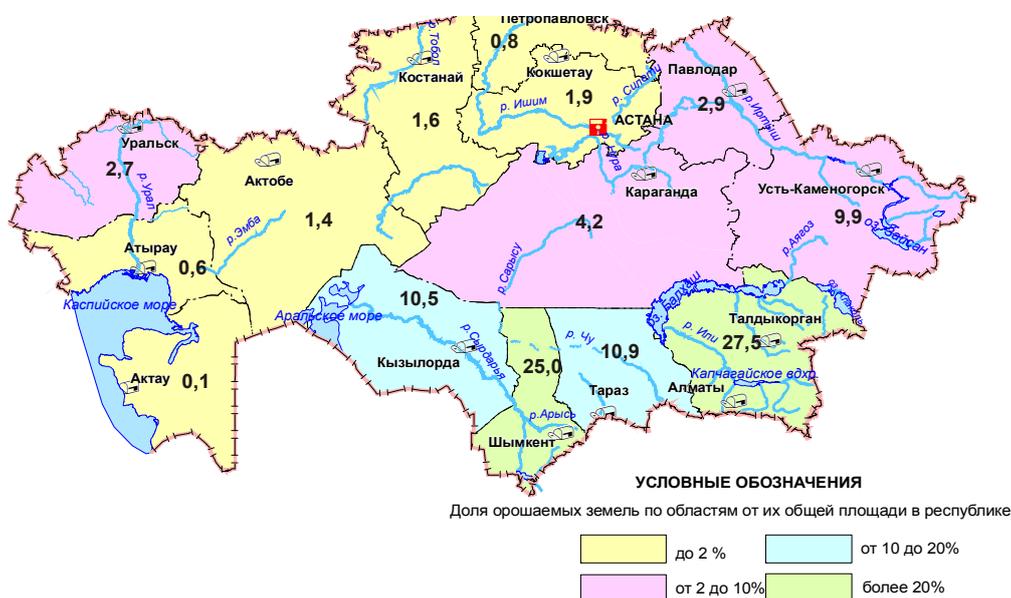


Рисунок 5 – Распределение орошаемых земель по регионам Республики Казахстан, %

Развитие орошаемого земледелия Казахстана зависит преимущественно от наличия водных ресурсов и почвенно-мелиоративных условий. В настоящее время объемы использования воды на орошение превзошли пределы допустимого уровня их изъятия из источников орошения. Это привело к деградации речных бассейнов особенно в низовьях рек: Сырдария, Шу, Таласа, Иле и др. Следует отметить, что с поливных площадей, составляющих около 2,5 млн га или 9,6% площади пашни в 1990 году, республика получала более 30% всей сельхозпродукции [2], что создавало устойчивое условие для обеспечения продовольственной безопасности в засушливых

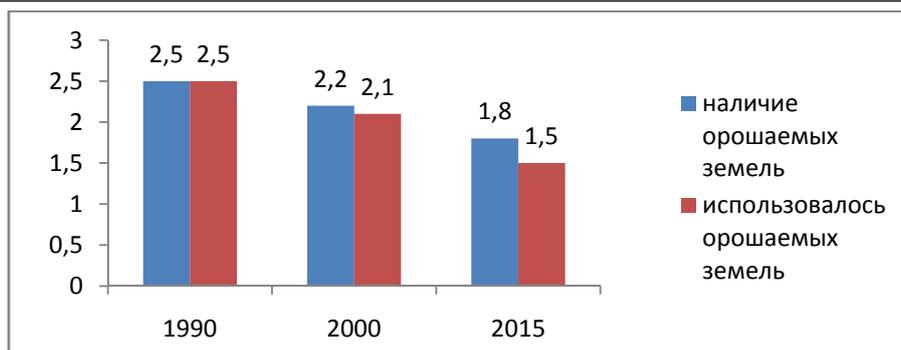


Рисунок 6 – Динамика орошаемых земель Казахстана, млн га

регионах страны, где орошаемому земледелию нет альтернативы. На 2015 год из 1,8 млн га орошаемых земель использовалось всего 1,5 млн. га, а фактически было полито около 1,2 млн га (рисунок 6) [8].

Установлено, что водопотребление для орошения земель с $16,8 \text{ км}^3$ в 1992 году снизилось до $7,0 \text{ км}^3$ в 2014 году. Ухудшилось состояние орошаемого земледелия и мелиоративных систем Казахстана. В орошаемой зоне в настоящее время хозяйственную деятельность осуществляют десятки тысяч крестьянских хозяйств, несколько тысяч производственных кооперативов и другие агроформирования негосударственных и государственных форм собственности. Экстенсивный путь развития сельского хозяйства, отсутствие экономических стимулов водосбережения способствовали необоснованному увеличению водопотребления, ухудшению качества воды, ее истощению по ряду речных бассейнов, что привело к нестабильной урожайности сельскохозяйственных культур, особенно пшеницы, одной из стратегических зерновых культур. Несмотря на дефицитность водных ресурсов и уменьшение площадей орошаемых земель с 2,5 до 1,8 млн га, расход воды в некоторых сельскохозяйственных регионах остается по-прежнему неоправданно высоким. Сверхнормативные потери воды приводят к истощению источников воды, повышению доли затрат в себестоимости продукции, снижая ее конкурентоспособность, а также способствуют росту тарифов на воду. К примеру, на производство одной тонны риса в мире в среднем расходуется около 5 тыс. м^3 воды, а в южных районах Казахстана – 10,4 тысячи; при выращивании одной тонны хлопка затраты воды составляют соответственно 3 и 4,3 тыс. м^3 воды [4].

По результатам исследования КазНИИ водного хозяйства МСХ РК [4], пустынные регионы республики располагают $17,1 \text{ км}^3$ поверхностных вод в среднемноголетний год (50% обеспеченности), $13,34 \text{ км}^3$ в маловодный год (95% обеспеченности). Из них для регулярного орошения может быть использовано 14,01 и 10,25 млрд м^3 соответственно в связи с уменьшающимися объемами стоков трансграничных рек и ростом водопотребления отраслями экономики. Прогнозируемые объемы располагаемого стока на орошение к 2020 году в обычные и маловодные годы снизятся до 12,44 и 8,93 млрд м^3 , а к 2030 году – до 11,47 и 8,12 млрд м^3 , соответственно [1–4], что может сказаться на обеспеченности населения южных регионов Казахстана продуктами питания.

В соответствии с долгосрочными прогнозными данными в бассейне реки Сырдария, главной речной артерии Южного Казахстана, ожидается цикл маловодных лет. Это означает, что в последующие несколько лет орошаемые земли будут постоянно испытывать острый дефицит в поливной воде в вегетационный период. Следовательно, все меры по использованию, восстановлению и расширению орошаемых земель должны проводиться системно, без увеличения лимита водозабора, с учетом межгосударственных соглашений по использованию водно-энергетических ресурсов трансграничной реки Сырдария, преимущественно на основе высвобождения водных ресурсов путем перевода орошаемых земель на водосбережение.

В степной зоне (равнинная, предгорная и горная территории Восточного Казахстана) ранее использовалось до 200 тыс. га орошаемых земель, в настоящее время только 50–55 тыс. га. В результате регион получает лишь четверть сельскохозяйственной продукции, выращиваемой ранее на орошаемых землях.

В степной, сухостепной и полупустынной зонах Казахстана, охватывающих северные, центральные и западные регионы республики, использовалось 330 тыс. га орошаемых земель, в настоящее время – 88,5 тыс. га. С решением проблемы водообеспеченности сельского хозяйства на орошаемых землях в данных регионах Казахстана можно эффективно развивать овощекартофельное направление и мясомолочное производство на базе восстановления ранее функционировавших оросительных систем.

Следует особо отметить, что устойчивое развитие орошаемого земледелия в Казахстане может быть достигнуто путем комплексной реконструкции оросительных систем (с повышением КПД от 0,5 до 0,75) и внедрения современной технологии полива с уменьшением оросительной нормы с 9250 до 7100 м³/га (рисунок 7) [4].

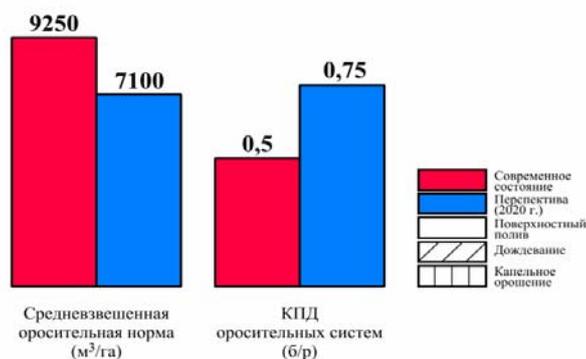


Рисунок 7 – КПД оросительных систем Казахстана

Следующей отраслью сельского хозяйства, играющей важную роль в обеспечении населения продуктами питания, является животноводство. Оно занимает около 43% от всей валовой продукции сельского хозяйства. Развитие животноводства является одной из основных стратегических экономических задач Казахстана. Данная отрасль сельского хозяйства является основным источником занятости, питания и доходов сельского населения.

Сегодня поголовье домашнего скота, требующего пастбищного выпаса, составляет: овец и коз – 18 015,5 тыс. голов, крупного рогатого скота – 6183,9 тыс. голов, лошадей – 2070,3 тыс. голов. Динамика численности поголовья овец и коз, дающих около 60% производимого в Казахстане мяса, представлена на рисунке 8 [7].

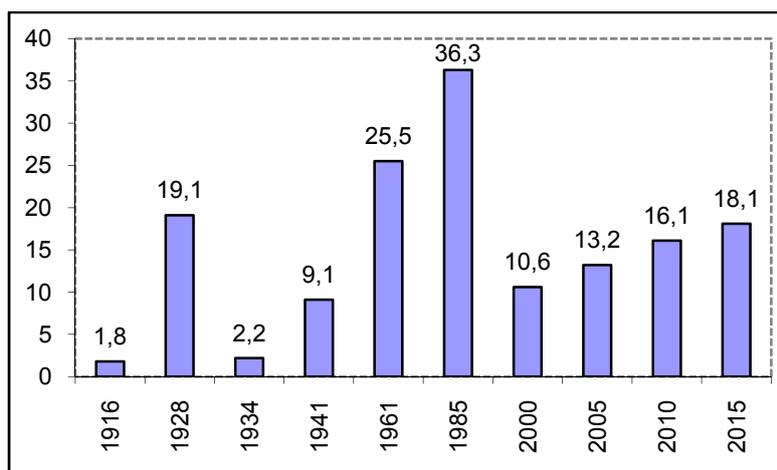


Рисунок 8 – Динамика поголовья овец и коз в Казахстане, млн усл. Голов (в пересчете на овец)

Установлено, что в республике наибольшая численность поголовья скота была в 1985 году – 36,3 тыс. усл. голов. Резкий спад поголовья скота наблюдался с 1987 по 2000 год. В настоящее время отмечается тенденция роста поголовья скота. Однако начиная с 1992 года республика из

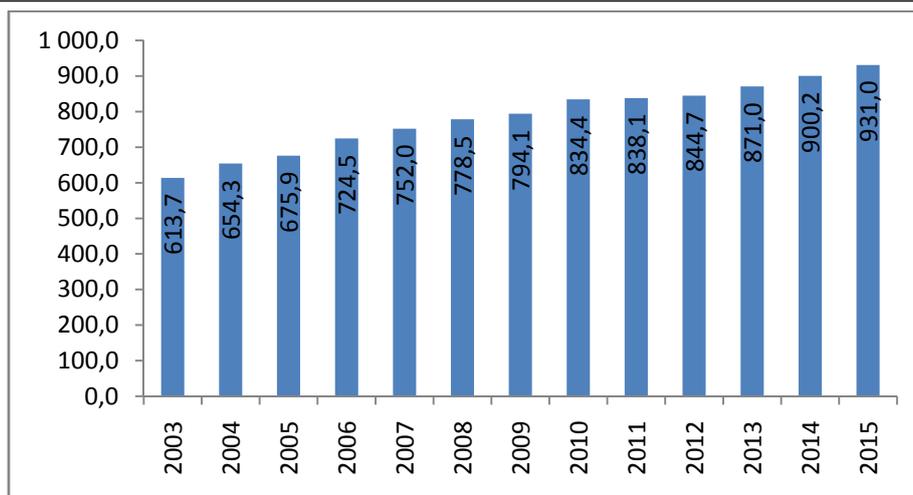


Рисунок 9 – Динамика производства мяса (в убойном весе) в Казахстане, тыс. т

самообеспечивающейся превратилась в импортирующую страну по мясу и яйцам [5, 6]. Динамика производимого в республике мяса представлена на рисунке 9 [7].

Наличие обводняемых пастбищ в Казахстане играет решающую роль в развитии отгонно-пастбищного животноводства, обеспечивающего республику важными продуктами питания – мясом и молоком. Обводненных пастбищ (за счет поверхностных и подземных вод) в республике 105,5 млн га (56,5% площади всех пастбищ). Динамика площадей обводненных пастбищ приведена на рисунке 10 [8]. В Казахстане, как в стране с засушливым климатом, обводнение пастбищ ведется двумя путями – за счет открытых источников (ручьи, родники, реки и т.д.) и за счет подземных вод, доставляемых на поверхность инженерными сооружениями.

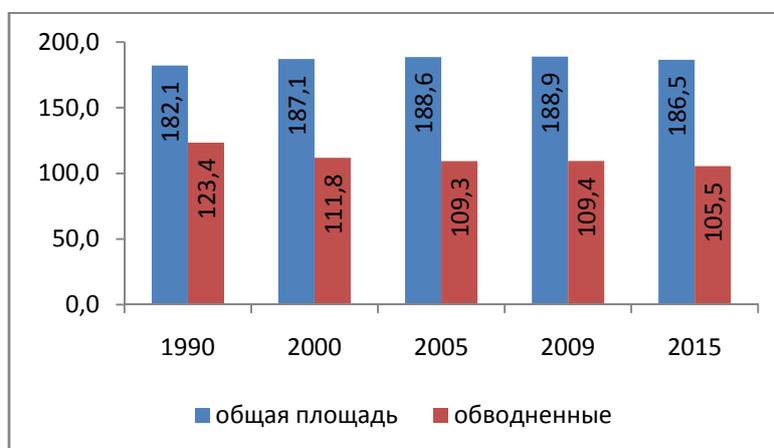


Рисунок 10 – Площади обводняемых пастбищ на территории Казахстана, тыс. га

По данным Казахского НИИ водного хозяйства, естественные водные источники республики могут обеспечить использование только 30–32 млн га пастбищ (1/5 часть от всей площади) [4]. Как правило, водные источники приближены к поселкам и аулам, что усугубляет состояние приаульных выпасов. Отсюда глобальный перевыпас скота и деградация пастбищных угодий, что сказывается на продуктивности животноводства. В настоящее время на многих пастбищных угодьях существуют открытые водопой для скота, но из-за отдаленности они не используются, отгоны скота на них прекращены. Эти водные источники могут быть использованы в ведении мобильного животноводства, при освоении сезонных пастбищ, в весенне-летне-осенний период. Особо следует отметить, что инженерные сооружения, работавшие в 1970–1990 годы (более 60 тысяч шахтных и трубчатых колодцев), вышли из строя. Трубчатые колодцы в своем большинстве восстановлению не подлежат.

Проведенные нами исследования в рамках грантового финансирования по проекту: «Ландшафтно-экологические основы продовольственной безопасности» в 2012–2014 годах показали, что научно обоснованная территориальная организация сельскохозяйственного производства (растениеводства и животноводства) Казахстана должна осуществляться при анализе и учете как покомпонентных ландшафтных условий, так и на основе водообеспеченности территории. Установлено, что в общей площади орошаемых земель по республике на южный регион (четыре административные области) приходится около 86–93% используемых орошаемых земель, где сосредоточено от 30–35% выращиваемых сельскохозяйственных культур. Ежегодно в зоне орошаемого земледелия по различным причинам остаются неиспользованными от 20 до 30% орошаемых земель, что отражается на валовых объемах продукции растениеводства – рисе, картофеле, кормовых культурах. КПД оросительных систем по республике составляет в среднем 0,5–0,6. Это означает, что около 40–50% воды на оросительных системах теряется, что влечет за собой ухудшение мелиоративного состояния земель и снижение валового сбора сельскохозяйственных культур.

Выводы. Водообеспеченность сельского хозяйства Казахстана является важной проблемой, от решения которой зависит продовольственная безопасность. Обеспечение рационального использования воды в сельскохозяйственном производстве должно стать главным направлением, определяющим водохозяйственную политику Казахстана. Основными задачами в деле обеспечения продовольственной безопасности и водообеспечения сельского хозяйства республики в ближайшие годы должны стать техническое перевооружение и комплексная реконструкция ирригационных систем; реконструкция обводнительных сооружений на пастбищах; систематическое воспроизводство плодородия почв на орошаемых землях и введение биологизированных систем земледелия.

Для обеспечения водной и продовольственной безопасности Казахстана требуется применение комплексного подхода, объединяющего устойчивое водопользование и сельскохозяйственное производство на принципах интегрального управления водными ресурсами (ИУВР). ИУВР представляет собой целостный подход, содействующий обеспечению устойчивости путем учета качества и количества поверхностных и грунтовых вод, взаимодействия между водными ресурсами, окружающей средой и земельными ресурсами, а также взаимосвязи с социальным и экономическим развитием.

Продовольственная безопасность является подсистемой национальной безопасности, она напрямую зависит от сельскохозяйственного производства (растениеводства и животноводства), которое обеспечивает потребности населения в основных продуктах питания. В свою очередь, развитие отраслей сельского хозяйства Казахстана зависит от наличия водных ресурсов, которые определяют сельскохозяйственную направленность отрасли. От наличия орошаемых площадей, особенно в южных регионах Казахстана, зависит развитие рисоводства, бахчеводства, картофелеводства и других отраслей земледелия. Без реконструкции обводняемых пастбищных угодий не может идти речь о развитии отгонно-пастбищного животноводства, дающего одни из основных продуктов питания – молоко и мясо.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Толеубаева Л.С. Проблемы обеспечения водной безопасности Республики Казахстан // Вестник КазЭУ. – Алматы, 2012. – № 1. – С. 447-453.
- [2] Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция). – Алматы, 2012. – Т. 1. – 88 с.
- [3] Достай Ж.Д. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление // Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз. – Алматы, 2012. – Т. 2. – 306 с.
- [4] Сатенбаев Е.Н., Ибатуллин С.Р., Балгабаев Н.Н. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление // Водопотребление отраслей экономики Казахстана: оценка и прогноз. – Алматы, 2012. – Т. 3. – 232 с.
- [5] Кайгородцев А.А. Экономическая и продовольственная безопасность Казахстана. Вопросы теории, методологии, практики. – Усть-Каменогорск, 2006. – 384 с.
- [6] Кайгородцев А.А. Проблемы продовольственной безопасности Казахстана // Саясат-Policy. – 2014. – № 1. – С. 35-39.
- [7] Республика Казахстан (2010–2014 годы). Агентство по статистике Казахстана. – Астана, 2015. – 356 с.
- [8] Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2015 год. – Астана, 2015. – 250 с.

М. М. МОЛДАХМЕТОВ, Л. К. МАХМУДОВА

Таразский инновационно-гуманитарный университет, Тараз, Казахстан

ТОРҒАЙ МЕМЛЕКЕТТІК ҚОРЫҒЫ АУМАҒЫНДАҒЫ КӨЛДЕРДІ ҚОРЕКТЕНДІРЕТІН ӨЗЕНДЕРДІҢ КӨПЖЫЛДЫҚ АҒЫНДЫ ТЕРБЕЛІСІ

Мақалада Торғай және Ырғыз өзендерінің жылдық ағындысының көпжылдық тербелісінің кеңістік-уақыттық заңдылықтары кеңістіктік-корреляциялық функцияларды талдаудың негізінде қарастырылады.

Рассматриваются пространственно-временные закономерности колебаний годового стока рек Торғай и Ырғиз на основе анализа пространственно-корреляционных функций.

The article deals with the spatio-temporal patterns of vibrations annual flow of rivers Torgai and Yrgiz based on an analysis of space-correlation functions.

Тобыл-Торғай су шаруашылығы алабында Торғай, Сарықопа және Наурызым табиғи қорықтары орналасқан. Торғай мемлекеттік қорығы Торғай көлдері жүйесінің алабында орналасқан. Бұл көлдердің су режимі Торғай, Ырғыз және Өлкейек өзендерінің ағынды режиміне тәуелді. Торғай өзені көлдерді кесіп өтіп, өзінің суын Шалқар Теңіз ойпатына дейін жеткізеді. Сарықопа табиғи қорығы Сарыөзен және Теке өзендерінің ағындысымен қоректенеді. Суы мол жылдары Сарықопа көлдерінің біраз ағынды бөлігі Торғай өзеніне келіп түседі. Наурызым тобына жататын көлдердің су режимі Үлкен-Қараөлге, Наурызым-Қарасу, Қарасу және басқа да ұсақ өзендер ағындысымен айқындалады. Барлық қорықтардың көлдері негізгі өзендер ағындысынан басқа, өздерінің су жинау алаптарының ағындысымен қоректенеді.

Қарастырылып отырған аумақтың халықаралық мәні зор екендігіне қарамастан, көлдерде қажетті су деңгейін ұстап тұру үшін, қорыққа ағып келуі қажет ағынды көлемін анықтау бойынша жан-жақты толық зерттеу жұмыстары жүргізілген емес.

Жуықтап жүргізілген есептеулер бойынша, сулы-батпақты жерлердің негізгі өзендер ағындысына сұранысын қанағаттандыруға қажетті жиынтық су көлемі сулылығы орташа жылдарда шамамен 550 млн. м³ құрайды. Сулы-батпақты жерлердің суға сұранысын анықтау кезінде мынадай қағидаға сүйену керек: шаруашылық-экологиялық кешендерге берілетін су көлемі сулылығы аз жылдары төмендетіле отырып, табиғи жағдайға сәйкес болуы тиіс.

Торғай және Ырғыз өзендері алаптарының жоғары бөліктері айтарлықтай сенімді беттік сумен қамту көздеріне ие. Алаптың жоғары бөлігіне жиынтық пайдалы көлемі 32,0 млн м³ бес бөген салынған. Кейбір өзендерде жазда да ағынды байқалады. көптеген өзендерде суы терең иірімдер бар. Бірақ, өзендердің ортаңғы және төменгі ағысында айтарлықтай үлкен табиғи ағынды шығыны байқалады, шамамен 550–560 млн м³. Ағынды шығыны өзендердің төменгі ағысының су ресурсын күрт төмендетеді.

Шығынның өте үлкен болуына байланысты Торғай-Ырғыз өзендерінің алабында болашақта су шаруашылығы кешендері су ресурсы тапшылығы болады.

Торғай мемлекеттік қорығы орналасқан Ақтөбе облысының Ырғыз ауданын жыл сайын Торғай-Ырғыз өзендері жүйесінен суландыру мүмкін емес, сондықтан жекелеген жылдары су алу мәселесін шешу үшін жылдық ағындының көпжылдық тербелісі жөнінде анық ұғым қалыптастыру қажет.

Белгілі гидролог ғалым Р. И. Гальперин еңбектерінде [1, 2] Орталық және Солтүстік Қазақстанда жылдық ағынды қатарларында суы аз жылдардың топтасуы байқалады деген қорытынды жасалған. Ал сулылығы жоғары жылдар үшін мұндай тенденция айқын емес. Бірақ, мұндай талдаулардың нәтижесі, осы мәселеге қатысты жасалатын амалдарға байланысты қандай да бір дәрежеде алдын ала белгілі. Жылдық ағынды қатарында, әдетте суы аз жылдар суы мол жылдарға қарағанда көп байқалады, сондықтан олардың топтасып кездесуін толықтай түсіндіруге болады.

Торғай өзенінің Тосын құмы тұстамасы бойынша деректерін талдау үшін, қолда бар қатардың барлық мүшелерін көлемі бойынша өзара тең үш топқа бөлдік: суы мол жылдар (су өтімі 11,7 м³/с), сулылығы орташа жылдар (су өтімі 3,61-ден 11,7 м³/с), суы аз жылдар (су өтімі 3,61 м³/с төмен). Бірінші топқа қамтамасыздығы 33 % төмен су өтімдерінің мәндері кіреді, екінші топқа – 67-ден 33 % дейін, ал үшінші топқа қамтамасыздығы 67 % жоғары су өтімдері кіреді. Есептеу нәтижелері 1-кестеге енгізілді.

1-кесте – Торғай өзені – Тосын құмы бекеті бойынша сулылығы әртүрлі жылдардың суы мол жылдардың артынан суы аз жылдардың және сулылығы қалыпты жылдардың түсу ықтималдығы, %

Жылдардың сулылығы	Жылдардың түсу ықтималдығы		
	суы мол	орташа	суы аз
Суы мол	38	35	27
Орташа	38,5	38,5	23
Суы аз	30	18	52

Кестеде келтірілген есептеу нәтижелері Торғай өзенінде сулылығы бір санатқа жататын жылдар тобына топтасу тенденциясының бар екендігін куәландырмайды, бұл Қазақстанның басқа аудандары бойынша мәліметтерге аздап қарама-қайшы [3]. Зерттеліп отырған аудан бойынша басқа тұстамаларда ағынды қатарының ұзындығы салыстырмалы ұзақ емес, осындай талдау жасауға жеткіліксіз.

Торғай өзенінің Тосын құмы тұстамасындағы көпжылдық ағынды тербелісін талдау үшін кездейсоқтық критерилері әдісіне жүгінеміз. Талдау барысында А. В. Рождественский және А. И. Чеботарев ұсынған әдістеме пайдаланылды [4].

Төменде келтірілген 2-кестеде нақты байқалған және күтілетін сулылығы жоғары және сулылығы төмен жылдар сериясы ұзындығы берілді. Есептеулер екі нұсқада жүргізілді.

2-кесте – Торғай өзені – Тосын құмы бекеті бойынша байқалған суы мол ("б") және суы аз ("а") жылдар сериясының саны

Серия ұзындығы	Нақты серия саны			Кездейсоқ қатарда күтілетін серия саны				
	элемент "а"	элемент "б"	барлығы	элемент "а"	элемент "б"	барлығы	Серия саны ұзындығы	
							MR _{а,к}	MR _{б,к}
<i>1-нұсқа</i>								
1	6	8	14	4,25	7,45	11,7	11,65	11,3
2	1	3	4	2,70	2,60	5,30	7,40	3,85
3	2	2	4	1,78	0,86	2,64	4,70	1,25
4	2	–	2	1,13	0,27	1,40	2,92	0,39
5	–	–	0	0,71	0,09	0,80	1,79	0,12
6	–	–	0	0,44	0,02	0,46	1,08	0,03
7	–	–	0	0,27	0,01	0,28	0,64	0,01
8	–	–	0	0,16	0	0,16	0,37	0
9	1	–	1	0,09	0	0,09	0,21	0
10	–	–	0	0	0	0	0,12	0
Барлығы	12	13	25	11,6	11,3	22,9	–	–
<i>2-нұсқа</i>								
1	5	6	11	6,40	6,40	12,8	12,5	12,5
2	–	3	3	3,20	3,20	6,40	6,10	6,10
3	5	–	5	1,55	1,55	3,10	2,90	2,90
4	1	–	1	0,73	0,73	1,46	1,35	1,35
5	–	1	1	0,35	0,35	0,70	0,62	0,62
6	–	–	0	0,15	0,15	0,30	0,27	0,27
7	–	1	1	0,07	0,07	0,14	0,12	0,12
Барлығы	11	11	22	12,45	12,45	24,9	–	–

Бірінші нұсқа бойынша суы мол жылдарға ("б" жылдары) жылдық ағындысы орташа арифметикалық мәннен жоғары жылдар жатқызылды, ал қалған жылдар суы аз жылдарға ("а" жылдары) жатқызылды. Екінші нұсқа бойынша жылдардың "а" немесе "б" санатына жататыны орташа жылдық су өтімдерінің медиандық мәндері бойынша анықталды.

Кестеде берілген $MR_{a,K}$ белгісі – ұзындығы "К" жылдардан кем емес "а" (суы аз жылдар) элементі сериясы санының математикалық күтімі; $MR_{b,K}$ - ұзындығы "К" жылдардан кем емес "б" (суы мол жылдар) элементі сериясы санының математикалық күтімі. Сонымен "а" және "б" элементтерінің математикалық күтімі мына формулалар бойынша есептеледі:

$$MR_{a,K} = MR_{a,K-1} \frac{n_1 - (K-1)}{n - (K-1)}, \quad (1)$$

$$MR_{b,K} = MR_{b,K-1} \frac{n_2 - (K-1)}{n - (K-1)}, \quad (2)$$

мұндағы n – қатардағы мүшелердің жалпы саны; n_1 – "а" (суы аз жылдар) санатына жататын қатар мүшелерінің саны; n_2 - "б" (суы мол жылдар) санатына жататын қатар мүшелерінің саны.

Ұзындығы "К" жылдарға тең "а" элементі сериясының күтілетін саны:

$$Mr_a = MR_{a,K} - MR_{a,K-1}. \quad (3)$$

Ұзындығы "К" жылдарға тең "б" элементі сериясының күтілетін саны:

$$Mr_b = MR_{b,K} - MR_{b,K-1}. \quad (4)$$

Ұзындығы «К» жылдар сериясының күтілетін саны:

$$Mr = Mr_a + Mr_b. \quad (5)$$

Бірінші нұсқа бойынша (2-кесте) Торғай өзені Тосын құмы бекетінің ағынды қатары бойынша нақты серия саны кездейсоқ қатарда күтілетін серия санынан артық. Бұл жағдай ең қысқа бір жылдық сериялардан бастап, анағұрлым ұзын 4 және 9 жылдан тұратын серияларға да қатысты. Есептеудің екінші нұсқасы бойынша жалпы серия саны күтілетін серия санынан біршама төмен: нақты серия саны 11 болса, күтілетін серия саны 13; бірақ ұзындығы "К" жылдарға тең сериялардың нақты байқалған санының күтілетін сериялар санынан айтарлықтай үлкен ауытқуы байқалмайды.

Бірінші нұсқа бойынша ең ұзын серия саны (суы аз жылдар сериясы) 9 жылды құрайды. Кездейсоқ қатарда мәнділігі 5 % деңгейде мұндай ұзын серияны ұзындығы 80 жылдан кем емес қатарда кездеседі деп күтуге болады. Екінші нұсқа бойынша ең ұзын серия саны – 7 жыл, мұндай ұзындықтағы серия саны кездейсоқ қатарда да кездесуі мүмкін.

Бұдан басқа, Нейман критерийіде пайдаланылды. қатардың іргелес мүшелерінің X_{i+1} және X_i арасындағы айырым шамасы қарастырылады. Критерий ретінде мына шамалар қызмет жасайды:

$$\delta = \frac{\sigma_*^2}{\sigma_{x\delta}^2}, \quad (6)$$

мұндағы σ_{δ}^2 – қатардың дисперсиясы.

Алынған $\delta = 0,89$ шамасы кезкелген мәнділік деңгейінде сенімділік аймағында барынша сенімді орналасады және қатардың кездейсоқ емес екендігін куәландырмайды.

Сонымен, есептеудің бірінші нұсқасы бойынша алынған максимал серия ұзындығы критерийін есепке алмаған жағдайда, кездейсоқтық критерийін пайдалану ағынды қатары мәндерінің кездейсоқтығы жөнінде айтуға негіз болмайды, оны еліміздің көптеген өзендері бойынша бірінші әдістің көмегімен жүргізілген талдаулардың нәтижелері растайды [5, 6].

Алдыңғы зерттеулерімізде Торғай алабы өзендерінің жылдық ағындысының айырымдық интеграл қисығын талдау кезінде көпжылдық ағынды жүргісінің негізгі сипаты – сулылығы аз фазаның сулылығы мол 1970–1980 жж. фазасына ауысуы айқындалған болатын. Төменде 1-сурет Торғай өзенінің жылдық ағындысының орташаланған мәндерінің жылжымалы 10-жылдықтар жүргісінің графигі ұсынылып отыр.

Торғай өзені – Тосын құмы



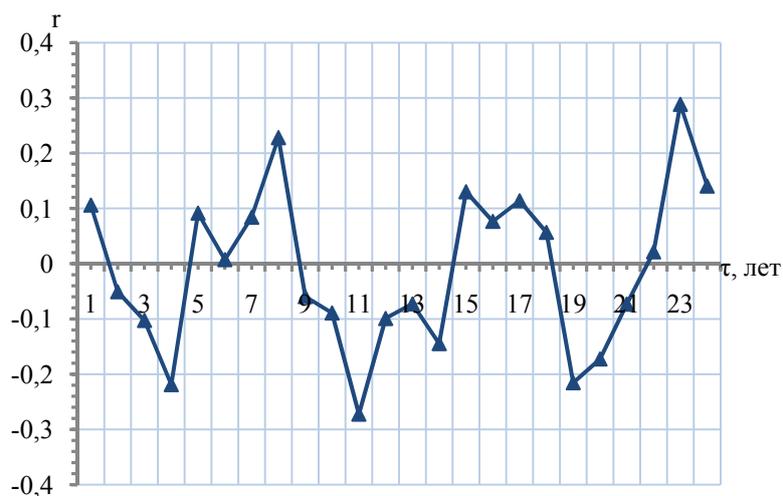
Улыжыланшық өзені – Қорғатас бекеті



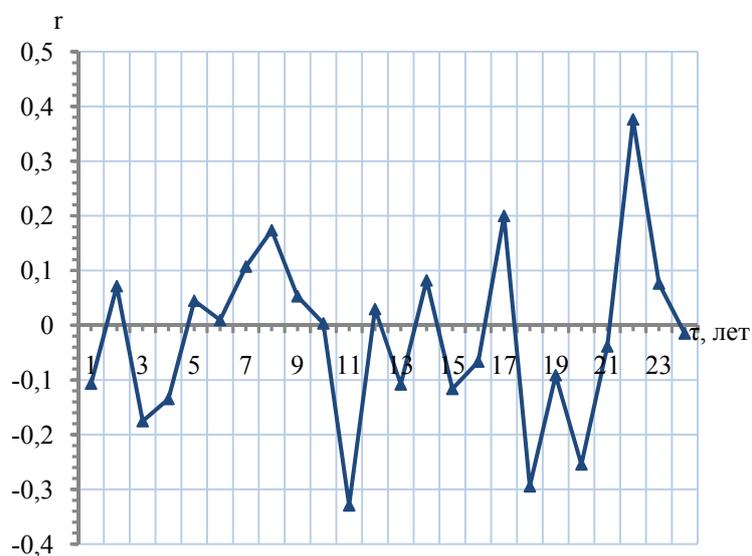
1-сурет – Торғай өзені – Тосын құмы және Улыжыланшық өзені – Қорғатас бекеттерінің жылдық ағындысы мәндерінің 10-жылдықтар бойынша орташаланған жылжымалы графигі

Салыстыру үшін Улыжыланшық өзені бойынша да орташаланған жылжымалы онжылдықтар ағындысы жүргісінің графигі берілді. Графиктен көріп отырғанымыздай, 1940 жылдардан 1960 жылдарға дейін Торғай өзені сулылығының төмендеуі байқалған, ал 1960 жылдардан 1970 жылдарға дейін керісінше өзен сулылығының өсуі байқалады. Алдыңғы зерттеулерімізде айқындалған уақыттық қатардың жалпы кезеңінің ерекшеліктері, ағындының төмендеуі мен көтерілу кезеңдері расталып отыр.

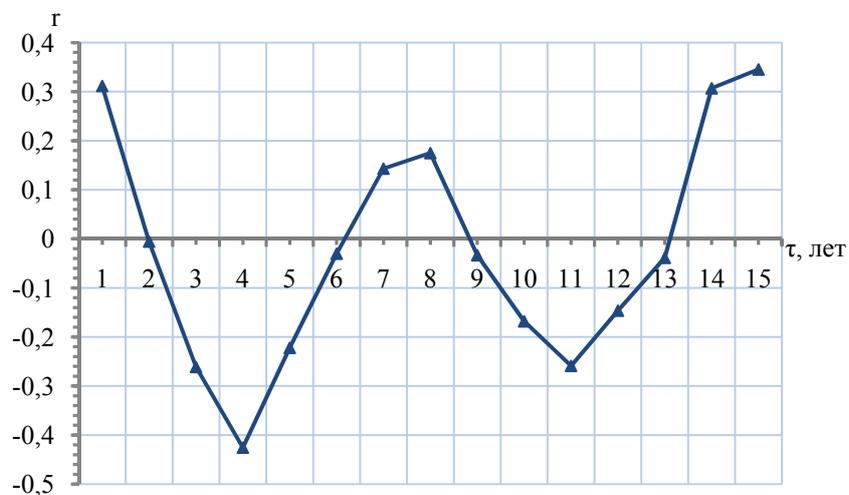
Салыстырмалы ұзақ кезеңдік тербелістер аясында, әдетте, ұзақтығы оларға қарағанда қысқа ғасыр ішілік циклдер кездеседі. Қазақстанның басым бөлігінде олар 5–7 және 10–13 жылдық кезеңдерге ие, яғни орта есеппен алғанда 6 және 12 жыл [5]. Торғай алабы өзендері ағындысының айналымдылығын зерттеу үшін 2, 3 және 4 суреттерде ауданның негізгі үш өзені Торғай, Ырғыз және Улыжыланшық бойынша жылдық ағындының корреляциялық функциялары беріліп отыр.



2-сурет – Торғай өзені – Тосын құмы бекетінің жылдық ағындысының автокорреляциялық функциясы



3-сурет – Ырғыз өзені – Шеңбертал бекетінің жылдық ағындысының автокорреляциялық функциясы



4-сурет – Улыжыланшық өзені – Қорғантас бекетінің жылдық ағындысының автокорреляциялық функциясы

Жоғарыда 2, 3 және 4-суреттерде 5 % мәнділік деңгейінде статистикалық мәні бар корреляция коэффициенттеріне сәйкес келетін нүктелер дөңгелектермен берілген. Корреляция коэффициенттерінің мәнділігі Г. Г. Сванидзенің жымысында келтірілген әдіс бойынша бағаланды [7].

Үш коррелограмма да бір бірлеріне өте ұқсас. Оң ауытқу да, теріс ауытқу да өзара 7–9 жылдық аралықпен ажыратылған, бұл ағындының 7–8 жылдық циклділігі байқалады деп сеніммен айтуға мүмкіндік береді.

Сонымен, қарастырылып отырған аумақтың көпжылдық ағынды тербелісінің ерекшеліктері өзендердің сулылығы жөнінде бірнеше жылға болжам жасауға мүмкіндік бермейді. Торғай өзені Тосын құмы бекеті бойынша ағынды қатарының кездейсоқ қатардан айырмашылығы аз, сулылығы мол жылдар мен сулылығы аз жылдар тобына топтасу тенденциясы әлсіз, бірақ осыған қарамастан қарастырылып отырған кезеңнің алғашқы жартысында ағындының төмендегені байқалса, кейін 70–80 жж. ағынды керісінше көбейді. Тек қана ағынды жүргісінде салыстырмалы түрде айқын байқалғаны, корреляциялық функцияның формасын айқындайтын ағындының 7–8 жылдық циклділігі.

Жүргізілген зертеулердің нәтижесінде мынадай қорытынды жасалды: Қарастырылып отырған аумақ гидрологиялық тұрғыдан жеткіліксіз зерттелген. Ырғыз және Торғай өзендерінің жоғарғы ағыстарының ағындысын салыстырмалы түрде жеткілікті деңгейде сенімді сипаттауға болады.

Торғай және Ырғыз өзендері алаптарының ағынды қалыптастырушы зоналарынан төменгі учаскелерінің ағынды үлестірімі мүлдем зерттелмеген, бұл өзендер қосылғаннан кейінгі учаске бойынша бақылау деректері мүлдем жоқ. Бұл учаске бойынша қажетті мәліметтерді тек арнайы экспедициялық зерттеулер ұйымдастыру арқылы ғана алуға болады.

Торғай өзенінің Тосын құмы бекеті бойынша орташа жылдық ағындысы $11,8 \text{ м}^3/\text{с}$ деп бағаланды, бұл шама осыған дейін гидрологиялық әдебиет көздерінде келтірілген шамадан айтарлықтай жоғары. Ырғыз өзенінің ағынды қалыптастырушы зонасының орташа жылдық ағындысы $9,90 \text{ м}^3/\text{с}$ деп бағаланды, олда "Ресурсы поверхностных вод СССР..." анықтамалығында келтірілген шамадан жоғары [8].

Торғай және Ырғыз өзендерінің жиынтық ағындысы $21,7 \text{ м}^3/\text{с}$ тең деп бағаланды. Бірақ, Торғай өзені алабының ағынды қалыптастырушы бөлігі жылдық сулылығына қарай өзгеріп отырады. Суы аз жылдар Торғай өзенінің су жинау алабының ауданы күрт қысқарады да, өзен бойын бойлай айтарлықтай үлкен қашықтықта өзен ағындысы қатты шығындалады.

Сондықтан Ырғыз өзені мен Торғай өзендерінің жиынтық ағындыға қосатын үлестері сулылығы мол жылдар мен сулылығы аз жылдары айтарлықтай ерекшеленеді. Бұл әрбір алаптағы ағындының қалыптасу жағдайының күрделі екендігін, тіпті бір алаптың әртүрлі учаскесінде ағындының қалыптасу жағдайының әртүрлі екендігін сипаттайды. Ағынды үйлесімділігі суы аз жылдарда жақсы байқалады.

Торғай өзенінің Тосын құмы тұстамасында ағынды қатары кездейсоқ қатардан аз ерекшеленеді. Сонымен қатар, корреляциялық функция ағындының 7-8 жылдық айналымдылығын айқындауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Гальперин Р.И. Водные ресурсы бессточной впадины Шалкар-Тениз // Вестник КазГУ. Сер. геогр. – 1994. – С. 65-71.
- [2] Гальперин Р.И., Васильев А.И. Анализ группировок маловодных и многоводных лет на реках Казахстана // Использование и охрана водных ресурсов Казахстана. – Алма-Ата: КазГУ, 1979. – С. 130-136.
- [3] Гальперин Р.И. О пространственно-временных колебаниях стока рек Казахстана // Развитие и преобразование географической среды Казахстана. – Алма-Ата: КазГУ, 1982. – С. 122-123.
- [4] Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 424 с.
- [5] Гальперин Р.И. О характере проявления внутривековой цикличности климата и стока // Сб. КазНИГМИ. – Алма-Ата, 1971. – Вып. 3. – С. 30-41.
- [6] Андреев В.Г. Циклические колебания годового стока и их учет при гидрологических расчетах. // Труды ГГИ. «Вопросы расчетов стока». Вып. 68 / Под ред. А. И. Чеботарева. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – С. 3–50.
- [7] Сванидзе Г.Г. Основы расчета регулирования речного стока методом Монте-Карло. – Тбилиси, 1984. – 271 с.
- [8] Ресурсы поверхностных вод СССР. Актыбинская область. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – Т. 12, вып. 3. – 515 с.

Ж. С. МУСТАФАЕВ, А. Т. КОЗЫКЕЕВА, К. ЖАНЫМХАН

Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАЛЫЕ РЕКИ

Су ортасы өнімділігінің қолданыстағы математикалық үлгілердің негізінде Ле-Шателье-Браун қағидасы бойынша антропогендік әсерінің экологиялық мүмкін шектерін анықтауға мүмкіндік беретін, тұрақты тепе-теңдік жағдайындағы су экожүйені сипаттайтын барлық табиғи және антропогендік факторларды ескеретін, су жүйесінің әрекетін бейнелейтін, өзен алабындағы заттардың гидрохимиялық балансының теңдеуі негізінде, математикалық үлгілердің модификациясының бірі жасалынды.

На основе существующих математических моделей водной среды продуктивности, позволяющих определить экологически допустимые пределы антропогенного воздействия на основе принципа Ле-Шателье-Брауна, разработана одна из модификаций математических моделей на базе уравнения гидрохимического баланса вещества в речных бассейнах, описывающего поведение водной системы с учетом всех природных и антропогенных факторов, характеризующих поведение водной экосистемы, находящейся в состоянии устойчивого равновесия.

On the basis of the existing mathematical models of aquatic productivity allowing to define environmentally acceptable limits of human impact on the principle of Le Chatelier-Brown developed a modification of mathematical models, based on the equation of hydrochemical balance of substances in river basins, which describes the water behavior of the system taking into account all natural and anthropogenic factors that characterize the behavior of the aquatic ecosystem in a state of stable equilibrium.

Введение. Малые реки – сложные природные объекты, создающие характерные естественные ландшафты, отличающиеся специфическим гидрологическим режимом (с уменьшением размера реки возрастает внутригодовая неравномерность стока), паводочными режимами, с большим разнообразием форм, определяющихся сочетанием климатических условий и почвенно-растительными покровами и тесной связью формирования стока с ландшафтом водосбора, что делает их сильно уязвимыми при комплексном обустройстве водосборов речных бассейнов.

Одна из основных задач комплексного обустройства водосборов малых рек – улучшение экологических и социально-экономических условий территории, то есть определение уровня техногенной нагрузки на природные геоэкосистемы, снижение техногенной нагрузки на природные геоэкосистемы за счет уменьшения потребления природных ресурсов на единицу конечной продукции путем совершенствования технологии производства, сохранения и восстановления свойств геоэкосистемы и ее средообразующих значений за счет оптимизации использования природных ресурсов, не выводя при этом природные экосистемы за пределы их устойчивости.

В связи с этим возникает необходимость обсуждения ряда методологических вопросов при оценке предельно допустимого воздействия на малые реки: во-первых, следует отметить различный уровень имеющихся знаний и представлений о механизмах формирования и развития различных компонентов природной среды; во-вторых, прогнозы поведения экосистемы в измененных условиях основываются на закономерностях, полученных в квазиестественных условиях; в-третьих, вовлечение природных объектов в природно-технические системы стимулирует распространение имеющихся в технических науках представлений и на природный компонент.

Поэтому разработка методики оценки экологически предельно допустимого воздействия на малые реки должна осуществляться на основе анализа гидрологических, гидробиологических, гидрохимических и гидрогеологических показателей функционирования водных и пойменных экосистем, позволяющих оценить допустимость планируемого нарушения водного режима водосборов в бассейне малых рек.

Цель исследования. Основная цель – разработка одной из модификаций математических моделей на базе уравнения гидрохимического баланса вещества в речных бассейнах, описывающей поведение водной системы с учетом всех природных и антропогенных факторов, характеризующих поведение водной экосистемы, находящейся в состоянии устойчивого равновесия, для оценки экологически предельно допустимого воздействия на малые реки.

Анализ последних исследований и публикаций по проблеме. Проведенный анализ работ по оценке экологически предельно допустимых воздействий при антропогенной нагрузке на бассейны малых рек показал, что Г. В. Добровольский [1], В. Ф. Протасов, А. В. Молчанов [2], А. П. Хаустов [3], Т. А. Трифонова [4] водосборный бассейн реки рассматривают как сложную фундаментальную экологическую систему, формирующуюся геозволюционным путём и имеющую естественные природные границы. Учитывая сложность био-, геохимических превращений и миграций загрязняющих веществ, Г. В. Добровольский [1], А. П. Хаустов [3], Т. А. Трифонова [4], М. А. Глазовская [5], Г. Одум, Э. Одум [6] водосборный бассейн реки рассматривают как антропогенно измененный ландшафт или «ландшафтно-геохимическую систему». Р. Пэнтл [7], Дж. Смит [8], Дж. Джефферс [9], Л. А. Петросян [10], задачу экологизации водосборов бассейна малых рек рассматривают через фундаментальные принципы системного анализа, управления, экологии, методы математики и информатики с целью математического моделирования и прогнозирования состояния и развития экосистем, в частности, их самоочищающей способности. И. И. Мазур и О. И. Молдаванов [11] предпринимали попытки математического описания с помощью дифференциальных уравнений, иллюстрирующих процессы антропогенной трансформации ландшафтов.

В работах Т. А. Акимова и В. В. Хаскина [12] приводятся методики определения предельно допустимых техногенных нагрузок на экосистемы, оценки сценариев развития кризисных ситуаций в случае превышения техноёмкости и выбора наиболее подходящего (по экономическим признакам) варианта управленческих решений.

Н. Н. Моисеев, В. В. Александров, А. М. Тарко [13] доказали, что оценка допустимого уровня воздействия на реки может быть сделана с помощью функции, позволяющей описать поведение водной системы, находящейся в состоянии устойчивого равновесия, с учетом влияния природных и техногенных факторов.

Основные методические положения оценки допустимых изъятий стока в бассейнах малых рек разработали В. И. Данилов-Данильян, М. В. Болгов, В. Г. Дубинина, В. С. Ковалевский, А. Г. Кочарян и Н. М. Новикова [14], методика определения экологически допустимого воздействия на малые реки представлена в работе В. Н. Маркина [15] и Г. В. Белоненко, Н. Б. Попова [16] предложили метод оценки предельно допустимого воздействия на водные объекты и методические основы его определения.

Изложение основных результатов исследования. Антропогенное воздействие на водные объекты связано в первую очередь с их истощением в результате водозабора и загрязнением при сбросе сточных вод, которые способствуют ухудшению состояния экосистемы, и при определенном уровне внешнего воздействия экосистема бассейна малой реки утрачивает способность противостоять им, теряя свою экологическую устойчивость. Поэтому при планировании использования природных ресурсов водозабора малых рек необходимо знать экологически предельно допустимый уровень безвозвратного водопотребления и загрязнения.

При этом природные особенности малых рек, то есть сравнительно небольшие объемы стока, невысокие пределы процессов самоочищения, существенная зависимость от состояния водосборной территории характеризуются повышенной чувствительностью к антропогенному воздействию, так как превышение пределов экологически допустимого антропогенного воздействия ведет к снижению и утрате природно-антропогенных, а в дальнейшем и природно-естественных функций малой реки (рисунок 1).

Рассмотрим средообразующие факторы малых рек, где в качестве функции, описывающей поведение водной системы, используем уравнение гидрологического и гидрохимического баланса вещества для условий среднесноголетнего года (см. рисунок 1):

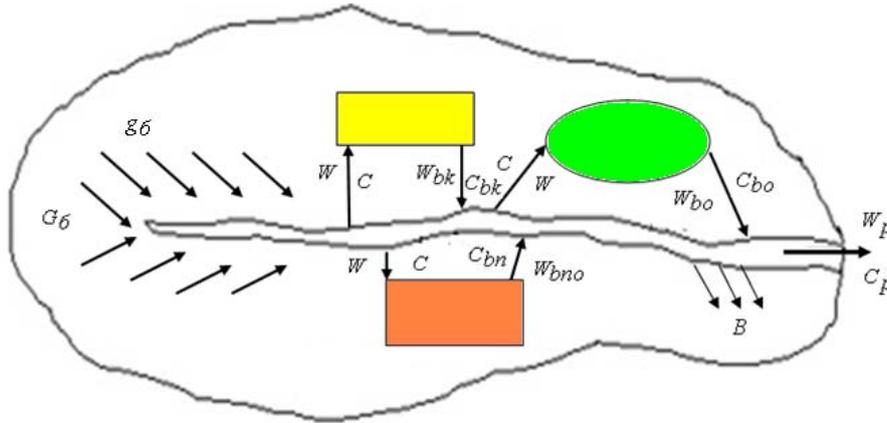


Рисунок 1 – Схема для составления уравнения гидрохимического баланса водосборов малых рек

$$W_p = W_\delta + W_b - W_{bn} + W_{n3};$$

$$G_p = G_{pn} + G_\delta + G_b + G_n - B,$$

где W_p – объем речного стока; W_b – объем возвратных вод: $W_b = W_{bk} + W_{bno} + W_{bo}$, W_{bk} – объем возвратных вод городского коммунально-бытового хозяйства; W_{bno} – объем возвратных вод промышленных объектов; W_{bo} – объем коллекторно-дренажных вод с орошаемых земель; W_{bn} – объем водопотребления; W_δ – объем воды поступающих с водосборной площади: $W_\delta = g_\delta \cdot F_\delta$, g_δ – модуль стока воды с водосборной площади; F_δ – площадь водосбора; G_p – масса растворимых солей в гидрографической сети: $G_p = W_p \cdot C_p$, C_p – концентрация вещества в речной воде; G_b – поступление массы растворимых солей с объемом возвратных (сточных) вод: $G_b = W_b \cdot C_b = W_{bk} \cdot C_{bk} + W_{bn} \cdot C_{bn} + W_{bo} \cdot C_{bo}$, – концентрация вещества в возвратных водах; C_{bk} – концентрация вещества в возвратных водах городского коммунально-бытового хозяйства; C_{bn} – концентрация вещества в возвратных водах промышленных объектов; C_{bo} – концентрация вещества в коллекторно-дренажных водах; G_δ – масса растворимых солей, поступающих с водосборной площади: $G_\delta = g_{b\delta} \cdot F_\delta$, $g_{b\delta}$ – удельный вынос вещества с единицы водосборной площади; G_{bn} – масса растворимых солей, забираемая при водопотреблении: $G_{bn} = W_{bn} \cdot C_p$; B – объем вещества, поглощенного водной растительностью; G_{n3} – поступление массы растворимых солей с подземными водами: $G_{n3} = W_{n3} \cdot C_{n3}$; G_{pn} – поступление массы растворимых солей с русловыми потоками.

Объем вещества, поглощенного водной растительностью в бассейнах реки, зависит от объем воды в реке (W_p) и ее загрязненности (C_p), то есть определяется из следующего уравнения: $B = B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)$, где B_{\max} – максимальный объем вещества поглощенного водной растительностью; $B_{\max} = b_{\max} \cdot W_\delta$, b_{\max} – максимальный объем вещества, поглощаемый водной растительностью из единицы объема воды; $S(w)$ – относительная продуктивность водной растительности, зависящая от объемов воды в реках; $S(c)$ – относительная продуктивность водной растительности, зависящая от загрязненности воды в реках.

Для оценки условий формирования гидрохимического режима стока речных бассейнов составляющие уравнения баланса вещества представим в следующем виде:

$$W_p \cdot C_p = g_{b\delta} \cdot F_\delta + W_b \cdot C_b - W_{bn} \cdot C_p + W_{n3} \cdot C_{n3} - B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c).$$

При этом объем возвратных вод можем представить в таком виде:

$$W_b = K_b \cdot W_{bn} = K_{bk} \cdot W_{bk} + K_{bno} \cdot W_{bno} + K_{bo} \cdot W_{bo},$$

где K_b – коэффициент возвратных вод; K_{bk} – коэффициент возвратных вод городского коммунально-бытового хозяйства; K_{bno} – коэффициент возвратных вод промышленных объектов; K_{bo} – коэффициент возвратных вод с орошаемых земель.

В целях несколько упростить решаемые задачи уравнение гидрохимического баланса вещества речных бассейнов представим в следующем виде:

$$W_p \cdot C_p = gb\bar{b} \cdot F\bar{b} + W_b \cdot C_b - W_{bn} \cdot C_p + W_{n3} \cdot C_{n3} - B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c).$$

С учетом, что $W_b = K_b \cdot W_{bn}$ уравнение гидрохимического баланса веществ речных бассейнов можно записать в следующем виде:

$$W_p \cdot C_p = gb\bar{b} \cdot F\bar{b} + W_{bn} \cdot K_b \cdot C_b - W_{bn} \cdot C_p + W_{n3} \cdot C_{n3} - B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c).$$

Если отношения объема речного стока (W_p) к бытовому стоку реки ($W_{\bar{b}}$) обозначим буквой A , тогда уравнение гидрохимического баланса веществ речных бассейнов примет следующий вид:

$$A \cdot C_p = \frac{gb\bar{b} \cdot F\bar{b}}{W_{\bar{b}}} + \frac{W_{bn} \cdot K_b \cdot C_b}{W_{\bar{b}}} - \frac{W_{bn} \cdot C_p}{W_{\bar{b}}} + \frac{W_{n3} \cdot C_{n3}}{W_{\bar{b}}} - \frac{B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{W_{\bar{b}}}$$

или

$$A \cdot C_p = \frac{gb\bar{b}}{g\bar{b}} + \frac{W_{bn}}{g\bar{b} \cdot F\bar{b}} (K_b \cdot C_b - C_p) + \frac{W_{n3} \cdot C_{n3}}{g\bar{b} \cdot F\bar{b}} - \frac{B_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{g\bar{b} \cdot F\bar{b}}.$$

После некоторых преобразований уравнения гидрохимического баланса веществ речных бассейнов получим:

$$A \cdot C_p = \frac{gb\bar{b}}{g\bar{b}} + \frac{g_{bn}}{g\bar{b}} (K_b \cdot C_b - C_p) + \frac{g_{n3} \cdot C_{n3}}{g\bar{b}} - \frac{b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{g\bar{b}}$$

или

$$A \cdot C_p + \frac{g_{bn}}{g\bar{b}} \cdot C_p = \frac{gb\bar{b}}{g\bar{b}} + \frac{g_{bn}}{g\bar{b}} \cdot K_b \cdot C_b + \frac{g_{n3} \cdot C_{n3}}{g\bar{b}} - \frac{b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{g\bar{b}}.$$

Для оценки изменения концентрации речного стока, в приведенном уравнении баланса веществ в речных бассейнах сделаем некоторые преобразования, то есть

$$C_p \left(A + \frac{g_{bn}}{g\bar{b}} \right) = \frac{gb\bar{b}}{g\bar{b}} + \frac{g_{bn}}{g\bar{b}} \cdot K_b \cdot C_b + \frac{g_{n3} \cdot C_{n3}}{g\bar{b}} - \frac{b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{g\bar{b}}$$

или

$$C_p (A \cdot g\bar{b} + g_{bn}) = gb\bar{b} + g_{bn} \cdot K_b \cdot C_b + g_n \cdot C_n - b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c).$$

Преобразованное уравнение баланса вещества решим относительно C_p , тогда получим

$$C_p = \frac{gb\bar{b}}{(A \cdot g\bar{b} + g_{bn})} + \frac{g_{bn} \cdot K_b \cdot C_b}{(A \cdot g\bar{b} + g_{bn})} + \frac{g_n \cdot C_n}{(A \cdot g\bar{b} + g_{bn})} - \frac{b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{(A \cdot g\bar{b} + g_{bn})}.$$

Как видно из структуры уравнения баланса веществ в речных бассейнах, внешнее воздействие на речную экосистему характеризуется первыми тремя слагаемыми и с помощью их можно оценить концентрацию воды речных бассейнов в зависимости от уровня техногенного воздействия антропогенной деятельности:

$$C_{pm} = \frac{gb\bar{b}}{(A \cdot g\bar{b} + g_{bn})} + \frac{g_{bn} \cdot K_b \cdot C_b}{(A \cdot g\bar{b} + g_{bn})} + \frac{g_n \cdot C_n}{(A \cdot g\bar{b} + g_{bn})},$$

где C_{pm} – концентрация воды речных бассейнов, сформировавшихся под воздействием антропогенной деятельности.

Следовательно, когда известна концентрация воды речных бассейнов в зависимости от уровня техногенного воздействия антропогенной деятельности (C_{pm}), тогда можно определить концентрацию воды речных бассейнов с учетом самоочищения воды связанное по следующей зависимости:

$$C_p = C_{pm} - \frac{b_{\max} \cdot S(w) \cdot S(c)}{(A \cdot g_{\bar{b}} + g_{bn})}$$

Функции $S(w)$ и $S(c)$ – представляют собой однофакторные зависимости, имеющие вид куполообразных кривых, которые хорошо описываются уравнением В. В. Шабанова [8]:

$$S(w) = \left(\frac{w_i}{w_{opt}} \right)^{\gamma \cdot w_{opt}} \left(\frac{w_{\max} - w_i}{w_{\max} - w_{opt}} \right)^{\gamma w \cdot (w_{\max} - w_{opt})};$$

$$S(c) = \left(\frac{C_i}{C_{opt}} \right)^{\gamma \cdot C_{opt}} \left(\frac{C_{\max} - C_i}{C_{\max} - C_{opt}} \right)^{\gamma c \cdot (C_{\max} - C_{opt})},$$

где w_{opt} – оптимальное значение объема воды в реке; w_{\max} – максимальное значение объема воды в реке; w_i – фактическое значение объема воды в реке; γ_w – параметр саморегулирования растений в водной среде; C_{opt} – оптимальное значение загрязненности речной воды; C_{\max} – максимальное значение загрязненности речной воды; C_i – фактическое значение загрязненности речной воды; γ_c – параметр саморегулирования растений в загрязненной среде.

Таким образом, с помощью существующих математических моделей продуктивности водной среды можно определить экологически допустимые пределы антропогенного воздействия на основе принципа Ле-Шателье-Брауна [17], которые показывают, что после любых изменений элементов естественной среды (вещественного состава, энергии, информации, скорости естественных процессов) обязательно развиваются цепные реакции, которые стараются нейтрализовать эти изменения или сформировать новые природные системы, образование которых при значительных изменениях среды может принять необратимый характер [18].

Обсуждения результатов исследования. Для проверки диапазона применимости разработанной модификации математических моделей, для оценки степени экологически допустимого водозабора и сброса загрязненных сточных вод городов и промышленных объектов, а также коллекторно-дренажных вод с орошаемых земель проводим демонстрационный расчет с использованием следующих данных реки Каратал: максимальное значение объема воды в реке (w_{\max}) – 4,21 км³; оптимальное значение объема воды в реке (w_{opt}) – 3.69 км³; фактическое

Значения функций $S(w)$ и $S(c)$, зависящих от объемов воды и загрязненности воды в р. Каратал

w_i	$S(w)$	$S(c)$					
		C_i					
		0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
		0,000	0,946	0,994	0,991	0,945	0,000
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,50	0,090	0,000	0,085	0,089	0,082	0,085	0,000
1,00	0,144	0,000	0,136	0,143	0,143	0,136	0,000
1,50	0,291	0,000	0,275	0,289	0,288	0,275	0,000
2,00	0,470	0,000	0,444	0,467	0,466	0,444	0,000
2,50	0,664	0,000	0,609	0,660	0,605	0,608	0,000
3,00	0,850	0,000	0,804	0,845	0,842	0,803	0,000
3,50	0,982	0,000	0,929	0,976	0,973	0,928	0,000
4,00	0,916	0,000	0,866	0,910	0,908	0,865	0,000
4,21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

значение объема воды в реке (w_i) – 2,28–4,21 км³; максимальная для растений концентрация вещества в реке (C_{max}) – 0,5 мг/л; оптимальная для растений концентрация вещества в реке (C_{opt}) – 0,25 мг/л; фактическая концентрация вещества в реке (C_i) – параметр саморегулирования растений (γ) – 0,50 (см. таблицу) [19].

По данным таблицы построены графики функций $S(w)$ и $S(c)$, зависящие от объемов воды и загрязненности воды в реках Каратал (рисунок 2) которые показывают, что характерным признаком кривых является их однообразие.

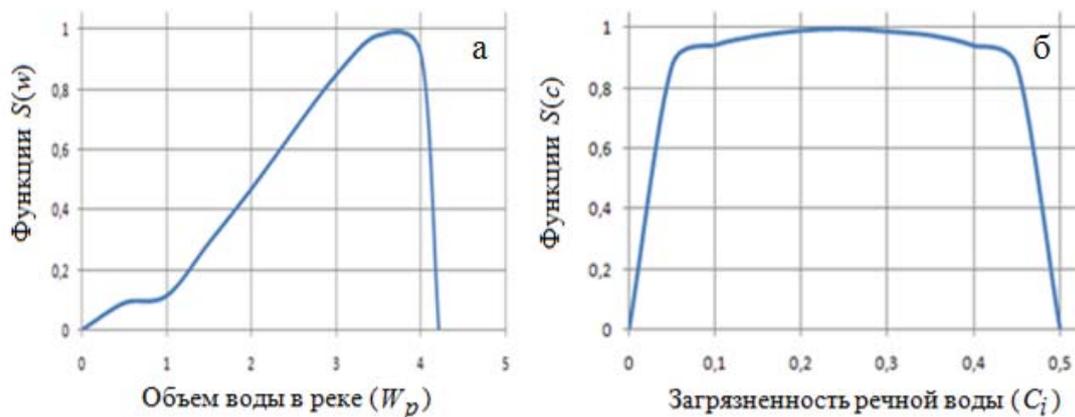


Рисунок 2 – Зависимость относительной продуктивности водной растительности от объемов воды (а) и загрязненности (б) воды в р. Каратал

Это еще раз подтверждает предположение о том, что различная по обеспеченности продуктивность водной растительности обуславливаются водным ресурсом реки Каратал, а требование к водным условиям для максимальной продуктивности водной растительности является генотипическим признаком.

Вторым признаком является то, что практически существующие загрязненности воды реки Каратал еще находятся в пределах саморегуляции водной растительности, и поэтому диапазон допустимых значений их загрязнения располагается в пределах точек перегиба, которые, в свою очередь, полностью определяются положением точек перегиба кривых $S(c)$.

Как видно из таблицы, можно построить совместный график функций $S(w)$ и $S(c)$, зависящих от объемов воды и загрязненности воды в реке Каратал, позволяющих оценить их степень экологически допустимого водоотбора из реки и сброса в нее загрязненных сточных вод городов и промышленных объектов, а также коллекторно-дренажных вод с орошаемых агроландшафтов.

Выводы. Природная речная вода являются транспортным средством для перераспределения химических элементов между биогеоценозами, в них постоянно идут химические реакции, то есть саморегуляция водной растительности, что требует их учета при определении экологически допустимого водоотбора и загрязнении малых речных бассейнов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Добровольский Г. В. Научное и практическое значение исследования речных бассейнов // Экология речных бассейнов. – Владимир, 1999. – С. 9-10.
- [2] Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.
- [3] Трифонова Т.А. Речной бассейн как самоорганизующаяся биосферная геосистема // Экология речных бассейнов: Тезисы докладов Международной научно-практической конференции / Под общей ред. проф. Т. А. Трифоновой. – Владимир: Владимиринформэкоцентр, 1999. – С. 10-11.
- [4] Хаустов А.П., Ломоносов И.С. Ландшафтно-гидрологические проблемы эколого-геохимических исследований // География и природные ресурсы. – 1995. – № 2. – С. 18-25.
- [5] Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.; Высшая школа, 1988. – 334 с.
- [6] Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы. – М.: Прогресс, 1978. – 379 с.
- [7] Пэнгл Р. Методы системного анализа окружающей среды. – М.: Мир, 1979. – 214 с.

- [8] Смит Дж. М. Модели в экологии. – М.: Мир, 1976. – 311 с.
- [9] Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
- [10] Петросян Л.А., Захаров В.В. Математические модели в экологии. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997. – 432 с.
- [11] Мазур И.И., Молдванов О.И. Курс инженерной экологии: Учебник для вузов / Под ред. И. И. Мазура. – М.: Высшая школа, 1999. – 447 с.
- [12] Акимова Т.А., Хаскин В.В. Основы экоразвития. – М.: Изд-во Российской экономической академии, 1994. – 312 с.
- [13] Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М. Человек и биосфера. Опыт системного анализа и эксперименты с моделями. – М.: Наука, 1985. – 272 с.
- [14] Данилов-Данильян В.И., Болгов М.В., Дубинина В.Г. и др. Оценка допустимых изъятий стока в бассейнах малых рек: основные методические положения // Водные ресурсы. – 2006. – Т. 33, № 2. – С. 224-238.
- [15] Маркин В.Н. Определение экологически допустимого воздействия на малые реки // Мелиорация и водное хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 8-11.
- [16] Белоненко Г.В., Попова Н.Б. Предельно допустимое воздействие на водные объекты и методические основы его определения // Материалы VI международного симпозиума «Чистая вода России-2001». – Екатеринбург, 2001. – С. 9-10.
- [17] Тарко А.М. Устойчивость биосферных процессов и принцип Ле-Шателье // Доклады АН РФ. – 1995. – Т. 343, № 3. – С. 393-395.
- [18] Шабанов В.В. Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 141 с.
- [19] Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Жанымхан К. Геоморфологический анализ водосборов бассейна реки Каратал // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Казахского национального аграрного университета, «Новая стратегия научно-образовательных приоритетов в контексте развития АПК». – Алматы, 2015. – С. 34-38.

Ж. С. МУСТАФАЕВ, К. Ж. МУСТАФАЕВ, К. Б. КОЙБАГАРОВА

Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан,
ТОО «НТО Гидротехника и мелиорация», Алматы, Казахстан

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕЧНЫХ БАСЕЙНОВ

Адам қызметінің тұрғысынан экономикалық және қоғамның экологиялық-әлеуметтік-экономикалық белсенділігін ескере отырып, Р. Риклефстің «сұру диаграммасының» негізінде, өзен алабтарының табиғи, оның ішінде су ресурстарын шекті-мүмкін деңгейін бағалау әдістемесін жетілдіру жолдары қарастырылған. Олардың негізінде әзірленген өзен алабтарының табиғи ресурстарын пайдаланудың шекті-мүмкін деңгейін бағалаудың базалық үлгісі екі блоктан тұрады: өзен алабтарының табиғи ресурстарын пайдалану кезінде алынатын жалпы тиімділігін сипаттайтын экономикалық көрсеткіштер блогы; өзен алабтарындағы адамды қоршаған ортаның жай-күйін сипаттайтын экологиялық және әлеуметтік-экономикалық көрсеткіштерінің блогы.

Обсуждаются пути совершенствования методологии оценки предельно допустимого уровня использования природных, в том числе водных, ресурсов речных бассейнов на основе «диаграммы выживания» Р. Риклефса, с учетом экономической и эколого-социально-экономической активности общества. Разработанная на этой основе модель оценки предельно допустимого уровня использования природных ресурсов бассейна рек состоит из двух блоков: блок экономических показателей, характеризующих суммарной эффект, получаемый при использования природных ресурсов речных бассейнов; блок эколого-социально-экономических показателей, характеризующих состояние среды обитания человека в речных бассейнах.

Ways of improving the methodology for assessing the maximum permissible level of natural, including river basins water resources based on the "survival of the chart" R. Riklefs, taking into account economic, ecological and socio-economic activity of society in terms of human activities. Developed on the basis of their basic model maximum permissible levels of use of natural resources, river basin consists of two blocks: a block of economic indicators that characterize the total effect is obtained by the use of the natural resources of river basins; Block ecological and socio-economic indicators characterizing the state of the human environment in river basins.

Введение. В условиях увеличивающейся антропогенной нагрузки на водные объекты проблема оценки предельно допустимого уровня использования водных ресурсов речных бассейнов приобретают эколого-социально-экономический аспект, так как в этом случае речь идет о сохранении устойчивости экосистемы как среды обитания человека. Сохранения свойств экосистемы речных бассейнов и их средообразующей, а следовательно, их экологической роли во многом определяются количественным и качественным состоянием водных ресурсов речных бассейнов. На современном этапе, когда все речные бассейны зарегулированы, санитарные и экологические попуски воды являются важнейшими элементами водохозяйственного баланса. На практике они осуществляются по «остаточному принципу», что привело к нежелательным изменениям речных экосистем, а в некоторых случаях и к экологическим катастрофам, например, экосистемы бассейна Аральского моря. Это происходит потому, что вмешательство в водную экосистему зачастую происходит без должного анализа возможных последствий, что в конечном итоге ведет к ухудшению социально-экологических условий жизни населения, так как принцип Ле-Шателье-Брауна для речных экосистем справедлив до определенного уровня антропогенных нагрузок, когда их значения не превышают критического уровня. При высоких техногенных нагрузках в экосистеме происходят необратимые изменения, и она уже не может вернуться в естественное состояние, а если вернется, оно существенно будет отличаться от естественного [1]. Поэтому для сохранения эколого-социально-экономической устойчивости речных бассейнов необходимо разработать системы экологического нормирования предельно допустимого уровня использования водных ресурсов речных бассейнов.

Цель исследования – разработка методики оценки предельно допустимого уровня использования водных ресурсов с учетом эколого-социально-экономических условий населения, обеспечивающих сохранение средообразующих функций речных бассейнов.

Анализ исследований по проблеме. Основные научные подходы к изучению интегрального ирригационно-ресурсного потенциала территории (допустимого использования ресурсов речных бассейнов) с учетом геоэкологических ограничений, включающих водно-ирригационный, земельно-ирригационный, технико-ирригационный и экономико-ирригационный потенциалы, изменены в работах И. В. Орловой [2]. Важнейший закон природы об общей энергетической экстремальности самоорганизующихся систем, названный законом выживания, характеризуется диаграммой Р. Риклефса [3]. При этом «диаграмма выживания» по Р. Риклефсу [3], график плотности в виде кривой Гаусса, представленный В. А. Поповым [4], «диаграмма биопродуктивности травостоя пойменных лугов и воспроизводство рыбных запасов» М. Ж. Бурлибаева [5], «диаграмма жизненного цикла бассейна рек» Ж. С. Мустафаева, Л. Ж. Мустафаевой, К. Б. Койбагаровой и К. Ж. Мустафаева [6] и «график зависимости природной системы от интенсивности использования природных ресурсов» Ж.С. Мустафаева и К.Ж. Мустафаева [7], имеющих вид неправильной формы эллипсоида с ограниченными областями определения функции в зависимости от интенсивности природных и природно-техногенных процессов, характеризующих зоны толерантности, являются одной из модификаций кривой толерантности и могут быть взяты за основу использована для разработки теоретической базы оценки предельно допустимого уровня использования природных ресурсов речных бассейнов в условиях антропогенной деятельности [1].

Результаты исследования. Область количественных и качественных значений какого-либо фактора природной среды, в которой могут существовать представители данного вида или общества, называют диапазоном выживания, зоной толерантности (*tolerantia* – терпение, выносливость) или биоинтервалом воздействия природных и антропогенных факторов [8].

О положении и границах биоинтервала судят по разным проявлениям жизнедеятельности, которые выступают в качестве функций отклика на действие фактора. Для общества это может быть экономическая (биологическая) и эколого-экономическая активность при использовании природных ресурсов.

Экономическая (биологическая) активность – это количественный показатель, характеризующий рост экономики при использовании природных ресурсов, которая выражается через коэффициент экологической активности ($K_{Э}$): $K_{Э} = СП / ЗВП$, где *СП* – стоимость продукции, получаемой при использовании природных ресурсов; *ЗВП* – затраты для воспроизводства продукции при использовании природных ресурсов.

Эколого-экономическая активность – это способность общества использовать экологическую и экономическую информацию с целью изучения и улучшения отношения между людьми и природой в процессе производства, распределения, обмена и потребления жизненных благ, которая выражается через коэффициент экологической активности ($K_{ЭЭ}$): $K_{ЭЭ} = (СП - УЩ) / ЗВП$, выражающий экономический, экологический и социальный ущербы, получаемые при использовании природных ресурсов.

При этом нормы реакции и жизненные формы общества определяются шириной диапазона выживания и характером изменения функций отклика в его пределах, генетически обусловленной нормой реакции организма на действие данного фактора и обладают видовой специфичностью. Норма реакции, как и характеристики диапазона выживания общества, зависит от уровня благоприятности среды обитания, которую принимает общество при использовании природных ресурсов, то есть зависит от эколого-экономической активности (функции отклика) и от градиента фактора среды обитания человека. Уровни жизнедеятельности, необходимые для сохранения жизни в экстремальных условиях (*I*), для нормального существования общества (*II*) и оптимальные условия существования общества в среде обитания человека (*III*), могут быть определены на основе принятых решений общества.

Графически подобная реакция общества на изменение уровня использования природных ресурсов изображается в виде кривой жизнедеятельности социума, то есть совмещенным графиком экономической и эколого-социально-экономической активности общества (рисунок 1).

При этом график зависимости степени экономической и эколого-экономической благоприятности от уровня использования природных ресурсов, без учета ущерба приобретет вид параболы (2), а с ущербом – куполообразной кривой (1), и вершина ее совпадает с точкой или

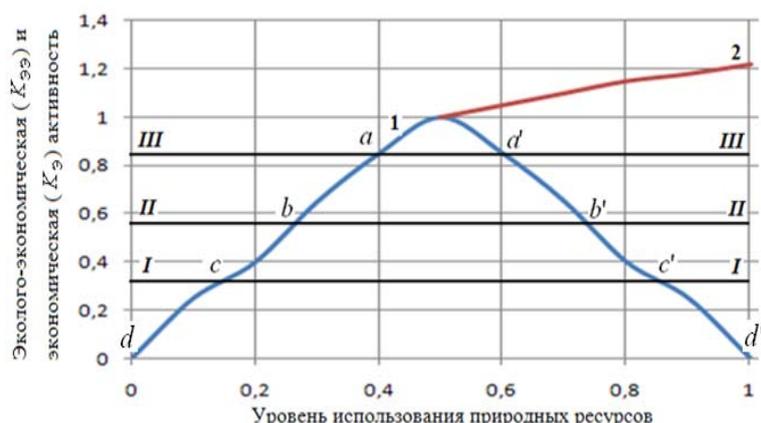


Рисунок 1 – Диаграмма выживания общества при использовании природных ресурсов (I – уровень жизнедеятельности в экстремальных условиях; II – уровень жизнедеятельности в нормальных условиях; III – уровень жизнедеятельности в оптимальных условиях)

областью эколого-экономического оптимума, то есть наиболее благоприятного для общества предельно допустимого уровня использования природных ресурсов (см. рисунок 1).

Как видно из рисунка 1, в пределах толерантности выделится несколько зон в зависимости от степени проявления жизнедеятельности общества при разной силе природной и антропогенной активности:

зона оптимальной жизнедеятельности ($a - a'$) – это диапазон воздействия природной и антропогенной деятельности, в которых общество проявляет максимальную жизнедеятельность и наблюдается ее рост, развитие и размножение;

зона нормальной жизнедеятельности ($a - b, a' - b'$) – это диапазоны воздействия природной и антропогенной деятельности, в которых общество проявляет нормальную жизнедеятельность и наблюдается его рост и развитие, но размножение уже невозможно;

зона экстремальной жизнедеятельности (выживания) ($b - c, b' - c'$) – это диапазоны воздействия природной и антропогенной деятельности, в пределах которых общество проявляет сниженную жизнедеятельность, способную обеспечить только его существование, но недостаточную, чтобы обеспечить его рост, развитие и размножение;

зона угнетения (зона пессимума) ($c - d, c' - d'$) – это диапазоны воздействия природной и антропогенной деятельности, в пределах которых фактор оказывает угнетающее действие на организм, и жизнедеятельность общества настолько снижена, что в конечном итоге может произойти гибель организма.

Такой график можно обозначить как диаграмму выживания общества (см. рисунок 1), представляющую собой результат совместного действия законов экологического минимума и максимума [8]. Из этих не вызывающих сомнения принципов вытекает, что целиком не природа должна приспосабливаться к обществу и его требованиям, а, наоборот, в определенной степени общество – к среде обитания, чтобы его жизненный цикл полностью обеспечивал экологическую устойчивость природной системы при всех возможных (вероятных) изменениях этих условий, кроме крайне редких.

Для эколого-социально-экономического обоснования предельно допустимого уровня использования природных ресурсов в условиях антропогенной деятельности, которые учитывает диапазон выживания общества, необходимы ретроспективный анализ состояния компонентов природной системы и долгосрочный прогноз ожидаемых последствий от воздействия на них различных мероприятий.

На основе теории выживания общества в условиях антропогенной деятельности в речных бассейнах и законов природных процессов, для оценки предельно-допустимого уровня использования природных ресурсов бассейна рек принята блочная структура, которая состоит из двух блоков: блок экономических показателей, характеризующих суммарный эффект, получаемый при использовании природных ресурсов речных бассейнов; блок эколого-социально-экономических показателей, характеризующих состояние среды обитания человека в речных бассейнах.

В качестве интегрального показателя оценки эколого-экономической эффективности (экономического показателя) комплексного использования природных ресурсов может быть использован суммарный эффект $Z(x)$, который можно определить по следующей формуле [1, 6, 7]:

$$Z(x) = Z_n(x) - Z_{\mathcal{E}}(x) - Z_{\mathcal{EK}}(x) - Z_c(x) - 3T \cdot B_t,$$

где $Z_n(\bar{P}_n)$ – общая прибыль природно-технического комплекса; $Z_n(x) = Z_n(\bar{P}_n - P_n(x))$; $Z_n(P_n(x))$ – прибыль природного комплекса в естественных условиях; $Z_{\mathcal{E}}(x) = Z_{\mathcal{E}}(\bar{P}_{\mathcal{E}} - P_{\mathcal{E}}(x))$; $Z_{\mathcal{E}}(\bar{P}_{\mathcal{E}})$ – экономический ущерб от ухудшения качественных параметров природно-технической системы; $Z_{\mathcal{E}}(P_{\mathcal{E}}(x))$ – затраты, необходимые для качественного улучшения параметров природной среды; $Z_{\mathcal{EK}}(x) = Z_{\mathcal{EK}}(\bar{P}_{\mathcal{EK}} - P_{\mathcal{EK}}(x))$; $Z_{\mathcal{EK}}(\bar{P}_{\mathcal{EK}})$ – экологический ущерб от ухудшения качественных параметров природно-технической системы; $Z_{\mathcal{EK}}(P_{\mathcal{EK}}(x))$ – затраты необходимые для улучшения экологических условий природной среды; $Z_c(x) = Z_c(\bar{P}_c - P_c(x))$; $Z_c(\bar{P}_c)$ – социальный ущерб от ухудшения качественных параметров природной среды; $Z_c(P_c(x))$ – затраты на улучшение социальных условий природной среды; $B_t = (1+e)^t$ – коэффициент приведения во времени разновременных затрат или дисконтирования; t – номер шага расчета; e – коэффициент эффективности; $3T$ – затраты общества на реализацию системы природопользования.

На основе предложенных моделей оценки эффективности использования природных ресурсов можно предложить критерий для интегральной оценки экономической активности, который находится по формуле $K_{\mathcal{E}} = Z(x) / Z_n(x)$ или $K_{\mathcal{E}} = Z(t) / Z_n(t)$.

Для определения эколого-социально-экономической активности (эколого-социально-экономических показателей) нельзя использовать приведенный коэффициент экологической ситуации ($\lambda = 1 - \bar{\mathcal{E}}_K$) [9], так как благоприятные условия для жизнедеятельности человека создаются не только экологическими ограничениями, а также экономическими условиями, что требует разработки интегральных критериев, учитывающих эколого-социально-экономическую устойчивость природной системы.

На основе критерия Гурвица можно представить модель проектного значения коэффициента эколого-социально-экономической активности общества при использовании природных ресурсов [1; 6; 7]:

$$K_{\mathcal{E}}^{np} = \lambda \cdot K_{\mathcal{E}}^{max} + (1 - \lambda) \cdot K_{\mathcal{E}}^{min},$$

где $K_{\mathcal{E}}^{max}$ – максимально возможное значение коэффициента экономической устойчивости природной системы бассейна рек; $K_{\mathcal{E}}^{min}$ – минимальное значение коэффициента экономической устойчивости природной системы бассейна рек; λ – эмпирический коэффициент; $\lambda = 1 - \bar{\mathcal{E}}_K$, где $\bar{\mathcal{E}}_K$ – экологическое состояние природной системы речных бассейнов [9].

Для оценки экологического состояния природной системы необходима обобщенная оценка спектра биологических откликов живого организма (человека) в ответ на воздействие загрязнителей внешней среды.

Наиболее перспективным в этом отношении представляется принцип формирования обобщенных оценок спектра биологических откликов в ответ на воздействие загрязнителей внешней среды, разработанный Ж. С. Мустафаевым [9] для количественной оценки экологической ситуации природной системы, предложенный на основе требований Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) (см. таблицу 1).

Как видно из таблицы, использование природных ресурсов речных бассейнов обществом, может принять для человека любое значение коэффициента экологического состояния, характеризующего состояние среды обитания человека. При этом следует отметить, общество для удовлетворения своей потребности на любых этапах исторического развития будет использовать

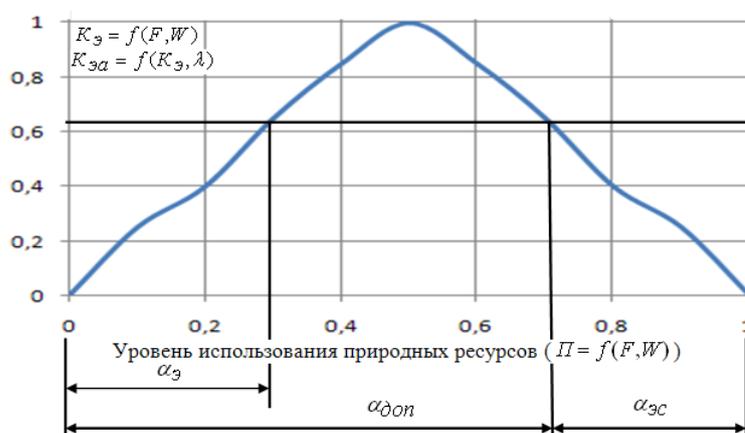
Количественная оценка экологической ситуации природной среды

Индекс градации	Характер биологического отклика	Уровень опасности	$\bar{\mathcal{E}}_K$
0	Смерть	Чрезвычайно опасно	1.0
1	Наличие заболевания организма	Очень опасно	0.64-0.80
2	Наличие физиологических признаков болезней	Умеренно опасно	0.48-0.64
3	Наличие физиологических и других сдвигов	Мало опасно	0.32-0.48
4	Появление химических веществ в органах и тканях, не вызывающих каких-либо сдвигов	Условно опасно	0.16-0.32
5	Отсутствие признаков неблагоприятного влияния	Неопасно	0.16

природные ресурсы для конструирования природно-техногенных комплексов. Поэтому как разумному биологическому существу на планете Земля ему даны большие права и полномочия для обустройства природной системы, регулирования и управления его компонентами по своему усмотрению, что позволяет человеку выбрать любое значение коэффициента экологической ситуации природной системы ($\bar{\mathcal{E}}_K$) с допущением относительного ущерба для своей жизнедеятельности.

При этом зависимость коэффициента экономической активности ($K_{\mathcal{E}}$) от интенсивности использования природных ресурсов (F, W), то есть земельных (F) и водных (W) ресурсов, может быть изображена графически в виде кривой толерантности, кривой зависимости $K_{\mathcal{E}} = f(F, W)$, как функции отклика – зависимости количественных оценок тех или иных характеристик общества от важнейших факторов внешней среды, которые имеют колоколообразную форму. Ожидаемый коэффициент экологической активности ($K_{\mathcal{E}}^{np} = K_{\mathcal{E}a}$) характеризует экологическое состояние природной среды в зависимости от интенсивности использования природных ресурсов (F, W), то есть $K_{\mathcal{E}a} = f(K_{\mathcal{E}}, \lambda)$ – уровень экологической активности антропогенной деятельности и ее количественные значения зависят от экологических требований среды обитания человека. Сложность и многовариантность рассматриваемых инженерных задач приводит к использованию графоаналитического метода для решения оптимизационных задач, то есть для поиска признаков эколого-экономической устойчивости природных систем кривую зависимости $K_{\mathcal{E}} = f(F, W)$ и $K_{\mathcal{E}a} = f(K_{\mathcal{E}}, \lambda)$ будем строить в одной декартовой системе. При этом кривая зависимость $K_{\mathcal{E}} = f(F, W)$ в экосистемах имеет единый качественный колоколообразный вид с различными количественными значениями, а зависимость $K_{\mathcal{E}a} = f(K_{\mathcal{E}}, \lambda)$ от уровня принятых эколого-социальных решений и будет перемещаться по оси ординаты, пересекая кривую $K_{\mathcal{E}} = f(F, W)$ в двух местах, разделяя их различные области (рисунок 2).

Рисунок 2 –
Графоаналитические методы определения предельно допустимого уровня использования природных ресурсов речных бассейнов в зависимости от принятого коэффициента экологической ситуации ($\bar{\mathcal{E}}_K$) среды обитания человека



Таким образом, существует многомерная область параметров – величин этих факторов, допустимых для жизни живой системы, то есть тех значений факторов, к которым живая система толерантна. При этом кривые зависимостей $K_{\mathcal{E}} = f(F, W)$ и $K_{\mathcal{E}a} = f(K_{\mathcal{E}}, \lambda)$ в декартовой системе показывают, что согласно «закону толерантности» В. Шелфорда, как недостаток, так и избыток любого внешнего фактора могут быть вредными для биологического объекта и жизнедеятельности человека [1; 6; 7].

Как показывает анализ полученных зависимостей области определения функции (рисунок 2), а также в соответствии с вышеизложенным, становится очевидным, что фазовое пространство системы уравнений, описывающее нормальное функционирование природной системы, распадается на условные три области. Первая – область недостаточного использования ресурсного потенциала природной системы, при котором общество получает социально-экономический стресс ($\alpha_{\mathcal{E}}$) в связи с образованием дефицита жизнедеятельности за счет недостаточной обеспеченности потребительной способности общества. Вторая – область оптимального использования ресурсного потенциала природной системы, обеспечивающая социальную, экологическую и экономическую устойчивость развития системы «природа – общество» на основе принятых решений в области «комфортности среды обитания человека» ($\alpha_{\mathcal{D}on}$), которые обеспечивают полноценную жизнедеятельность. Третья – область избыточного использования ресурсного потенциала природных ресурсов, при этом общество получает социальные, экологические и экономические стрессы ($\alpha_{\mathcal{E}C}$) в связи с неустойчивостью и толерантностью биологических откликов в ответ на воздействие на живой организм техногенных нагрузок, поддерживающих только наиболее жизненно необходимые функции.

Таким образом, с помощью графоаналитического метода, в зависимости от принятого коэффициента экологической ситуации (\mathcal{E}_k) среды обитания человека, можно определить главные природные функции речного бассейна, не использование природных ресурсов речных бассейнов приводит к эколого-экономическому стрессу ($\alpha_{\mathcal{E}C}$) общества, оптимальное использование природных ресурсов речных бассейнов ($\alpha_{\mathcal{D}on}$) обеспечивает полноценную жизнедеятельность общества и избыточное использование природных ресурсов речных бассейнов приводит к социально-эколого-экономическому стрессу ($\alpha_{\mathcal{E}C}$) общества. В этом заключается триединство функции речного бассейна, что характеризует научную и практическую целесообразность определения предельно допустимого уровня использования природных ресурсов реки, в рамках которых открывается возможность комплексной оценки состояния водосборов и водных объектов, выработки единой программы сохранения и восстановления их экологической устойчивости, учитывающей интересы не только природопользователей, но и всех людей, на ней проживающих.

Исходя из такого подхода можно определить экологически допустимые нормы изъятия (ΔQ_{ij}^o или ΔW_{ij}^o) речных вод по каждому из месяцев внутри года в бассейнах рек по следующей зависимости [10]:

$$\Delta Q_{ij}^o = \alpha_{i\mathcal{D}on} \cdot Q_{ij} \text{ или } \Delta W_{ij}^o = \alpha_{i\mathcal{D}on} \cdot W_{ij},$$

где $\alpha_{\mathcal{D}on}$ – коэффициент, характеризующий «комфортность среды обитания человека» или предельно допустимого использования водных ресурсов речных бассейнов.

Экологический попуск в низовьях реки (ΔQ_{ij}^n), который можно определить по нижеприведенной формуле [10], сегодня должен быть не какой-то обособленной формой восприятия человеком реальности, а системой взглядов на внешний мир, где наряду с философскими, научными, политическими, нравственными, эстетическими и другими ценностями присутствуют и экологические ценности, предусматривающие настоятельную необходимость

бережного отношения к природе в интересах не только живущих, но и будущих поколений, для которых природа останется таким же источником материальных ресурсов:

$$\Delta Q_{ij}^n = (1 - \alpha_{ion}) \cdot Q_{ij} \quad \text{или} \quad \Delta W_{ij}^n = (1 - \alpha_{ion}) \cdot W_{ij},$$

где Q_{ij} или ΔW_{ij}^n – расход воды или сток в реке в i -м месяце j -го года.

На реках аридной зоны часто возникают определенные сбросы коллекторно-дренажных стоков (Q_{ij}^d) и сточных вод городов и промышленных объектов (Q_{ij}^c), которые приводят к угрозе недопустимого осолонцевания и загрязнения воды. Сброс возвратных вод даже в ту же реку всегда осуществляется ниже водозабора по течению, что требует необходимости учета определения экологически допустимых пропусков воды в низовья, особенно в трансграничных реках. Поэтому при сбросе возвратных вод ($Q_{ij}^d + Q_{ij}^c$) в бассейнах трансграничных рек государство, осуществляющее сброс, должно производить соответствующие попуски за счет выделенного ему гарантированного расхода воды:

$$Q_{ijl}^g = \alpha_{ijl} \cdot Q_{ij} \quad \text{или} \quad W_{ijl}^g = \alpha_{ijl} \cdot W_{ij},$$

где α_{ijl} – доля водозабора из реки l -го государства в i -й месяц j -го года; Q_{ijl}^g или W_{ijl}^g – гарантированный расход воды или сток, выделенный l -му государству в i -й месяц j -го года в рамках совместного использования водных ресурсов трансграничных рек, которые оцениваются по необходимым величинам, обеспечивающим разбавление соледержащих возвратных вод. Объем этих дополнительных попусков ($\Delta Q_{ijl}^{\partial n}$) определяется с учетом минерализации возвратных вод, сбрасываемых в бассейн трансграничных рек:

$$\Delta Q_{ijl}^{\partial n} = K_{co} \left[Q_{ijl}^d \left(\frac{C_{ijl}^d}{C_{don}} \right) + Q_{ijl}^c \left(\frac{C_{ijl}^c}{C_{don}} \right) \right],$$

где K_{co} – коэффициент, характеризующий самоочищение экосистемы в бассейнах рек; C_{ijl}^d – минерализация коллекторно-дренажных вод, сбрасываемых l -му государству в i -й месяц j -го года; C_{ijl}^c – минерализация сточных вод, сбрасываемых l -му государству в i -й месяц j -го года; C_{don} – экологически допустимая минерализация воды в водоисточниках.

Таким образом, комплексный экологический попуск ($\Delta Q_{ij}^{k\partial n}$) должен включать в себя кроме экологически допустимых норм попуска (ΔQ_{ij}^n) и дополнительный попуск ($\Delta Q_{ijl}^{\partial n}$ или $\Delta W_{ijl}^{\partial n}$), обеспечивающий сохранение способности экосистем к саморегулированию, самоочищению и самовоссозданию:

$$\Delta Q_{ij}^{k\partial n} = \Delta Q_{ij}^n + \Delta Q_{ijl}^{\partial n} \quad \text{или} \quad \Delta W_{ij}^{k\partial n} = \Delta W_{ij}^n + \Delta W_{ijl}^{\partial n}.$$

При жестком соблюдении предлагаемых принципов обоснования экологического попуска в низовья реки можно обеспечить возрождение и восстановление жизнедеятельности экосистемы в пределах речного бассейна и её функционирование как среды обитания человека.

Выводы. Подобный принцип управления водозабором в бассейнах трансграничных рек позволит избежать недопустимого снижения минимальных бытовых расходов рек и сохранить тем самым экологическое равновесие в геосистемах. При этом считаем, что в рассматриваемой проблеме экологически безопасного использования водных ресурсов трансграничных рек, несмотря на всю важность и актуальность, еще недостаточно разработаны механизмы ее реализации и требуются дальнейшие целенаправленные научные исследования. Однако учитывая необходимость безотлагательного принятия решений по экологически допустимым нормам попусков или изъятия воды из источников, особенно в бассейнах трансграничных рек, следует исходить из предлагаемой методологии, разработанной на основе сбалансированного использования природных ресурсов и законов Природы.

При этом следует отметить, что приведенные методологические основы оценки предельно допустимого уровня использования природных ресурсов, базирующиеся на законах природы, не претендуют на исчерпывающую полноту охвата всех аспектов природопользования и природообустройства, во многом носят дискуссионный характер и, в первую очередь, призваны обратить внимание общественности на важность затронутой проблемы, так как именно такого рода требования должны лечь в основу обновленной системы нормативно-методических документов по вопросам экологического обоснования проектирования, строительства и эксплуатации природно-производственных систем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мустафаев К.Ж. Методологические основы экологической оценки емкости природных систем. – Тараз, 2014. – 316 с.
- [2] Орлова И.В. Основные подходы к оценке ирригационно-ресурсного потенциала территории с учетом геоэкологических ограничений // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (20–24 августа 2012 г., Барнаул) «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии». – Барнаул, 2012. – Т. III. – С. 74-78.
- [3] Риклефс Р. Основы общей экологии / Пер. с англ. Н. О. Фоминой; под ред. Н. Н. Карташева. – М.: Мир, 1997. – 424 с.
- [4] Попов В.А. Математическое выражение закона – лимитирующего фактора и его приложение к задачам мелиоративного земледелия // Мелиорация и водное хозяйство. – 1997. – № 2. – С. 30-34.
- [5] Бурлибаев М.Ж. Теоретические основы устойчивости экосистем трансзональных рек Казахстана. – Алматы: Канагат, 2007. – 516 с.
- [6] Мустафаев Ж.С., Мустафаев К.Ж., Койбагарова К.Б., Мустафаева Л.Ж. Методология оценки эколого-экономической эффективности природообустройства агроландшафтов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул, 2007. – № 6(32). – С. 24-28.
- [7] Mustafayev Zh.S., Kozykееva A.T., Mustafayev K.Zh. Methodological Basis of Assessment The Maximum Permissible Use of Natural Resources in Transboundary River Basins // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 26(9). – P. 1160-1167.
- [8] Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.
- [9] Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: Гылым, 1997. – 358 с.
- [10] Ибатуллин С.Р., Мустафаев Ж.С., Койбагарова К.Б. Сбалансированное использование водных ресурсов трансграничных рек. – Тараз, 2005. – 111 с.

В. Н. МУХАМЕДЖАНОВ

ТОО «Казахский НИИ водного хозяйства», Тараз, Казахстан

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМ СЕКТОРОМ ЭКОНОМИКИ КАЗАХСТАНА

Мақалада АШМ Су ресурстары жөніндегі Комитеті түрлендіру ҚР су шаруашылығы Агенттігі деген атауға ауыстыру және Қазақстандағы су шаруашылығын басқару сұлбасына кейбір құрылымдық өзгерістерді енгізу ұсынылады.

В статье предлагается преобразовать Комитет по водным ресурсам МСХ в Агентство водного хозяйства РК и внести некоторые структурные изменения в схему управления водным хозяйством в Казахстане.

The article proposes to transform the Committee on Water Resources Ministry of Agriculture in Water Resources Agency of the Republic of Kazakhstan and to make some structural changes in the scheme of water management in Kazakhstan.

Водное хозяйство – одна из базовых отраслей, от успешного функционирования которой зависят стабильность всей экономики, жизнеобеспечение населения, устойчивость окружающей природной среды и национальная безопасность.

Недостаточно высокая эффективность нынешней водохозяйственной деятельности объясняется тем, что она направлена в основном на достижение промежуточных целей, которые не обеспечивают комплексное решение водохозяйственных задач. Устойчивое водопользование должно характеризоваться балансом экономических, социальных и экологических сфер жизни, балансом между экономическими интересами водопользователей, рациональным использованием водных ресурсов, воспроизводством и защитой водных ресурсов.

Особая роль водных ресурсов в экономике страны, их крайняя ограниченность диктуют необходимость осуществления последовательной водохозяйственной политики, направленной на сохранение водного фонда, обеспечение населения и всех отраслей экономики водой требуемого количества и качества, решение экологических проблем. Для реализации этих задач требуется адекватная структура водного хозяйства, соответствующая каждому уровню управления.

Всесторонне обоснованный подход к использованию воды как ограниченного и экологически уязвимого ресурса, сочетание в государственной водохозяйственной политике региональных и бассейновых принципов водопользования имеют решающее значение для экономики страны. В сложившихся условиях стратегическим направлением в водном хозяйстве должно быть создание устойчивой и высокоэффективной отрасли, оперативно реагирующей на потребности обслуживаемых ею секторов экономики, восприимчивой к достижениям науки и техники и заинтересованной в их незамедлительном практическом использовании, а также ориентированной на обеспечение продовольственной независимости страны и на решение социально-экономических проблем. Именно развитие институциональных основ и соответствующей инфраструктуры водного сектора экономики, включающих комплекс управленческих, организационных и правовых механизмов, должно обеспечивать получение конкурентоспособной продукции отраслями экономики и регионами, а также создание условий для более полного вовлечения и рационального использования ресурсов.

До сих пор остаются нерешенными вопросы межгосударственного вододелия: в бассейне р. Ертис – с Китаем и Россией; в бассейнах рек Шу, Аса-Талас и Сырдария – с Киргизией, Таджикистаном и Узбекистаном; по р. Жайык – с Россией, вызывая определенные конфликтные ситуации между странами. Поэтому проблема совершенствования управления водным хозяйством страны является весьма актуальной.

В настоящее время государственное управление водными ресурсами в Республике Казахстан осуществляют Правительство, местные исполнительные органы (акимы областей, городов/районов, аулов), государственный орган управления водными ресурсами, а также иные

специально уполномоченные государственные органы в пределах своей компетенции, Государственный орган управления водными ресурсами, представленный Комитетом по водным ресурсам при Министерстве сельского хозяйства РК, осуществляет управление водными ресурсами на бассейновой основе.

В состав Комитета по водным ресурсам входят восемь бассейновых водохозяйственных инспекций (БВИ): Балкаш-Алакольская, Жайык-Каспийская, Шу-Таласская, Арало-Сырдаринская, Нура-Сарысуская, Тобыл-Торгайская, Ертисская и Есильская, охватывающие основные речные бассейны. Их задачами являются управление использованием водных ресурсов в бассейнах рек, включая распределение их между водопользователями; разработка планов заборов и подачи воды; выдача разрешений на специальное водопользование; определение лимитов водопотребления, режимов работы водохранилищ и оперативный контроль за их соблюдением; составление оперативных водохозяйственных планов по бассейну; организация государственного учета использования вод. Содержание БВИ как государственного учреждения предусматривается за счет республиканских бюджетных средств.

Местными подразделениями Комитета по водным ресурсам являются областные филиалы Казводхоза – бывшие водхозы. На них возложены содержание и техническая эксплуатация гидроузлов, головных водозаборных сооружений, магистральных каналов с сооружениями на них, насосных станций, т.е. тех сооружений и устройств, посредством которых осуществляется выполнение задач по обеспечению потребителей водой.

В последние годы были проведены многочисленные организационные преобразования и статус Комитета по водным ресурсам претерпевал серьезные изменения. Так, он с 1991 по 1997 г. являлся органом государственного управления (центральным исполнительным органом) по регулированию использования и охраны водных ресурсов на территории Республики Казахстан. В 1997–1999 гг. Комитет по водным ресурсам входил в состав Министерства сельского хозяйства, сохранив статус центрального исполнительного органа по регулированию и использованию водных ресурсов. В конце 1999 г. он был передан в Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды и как ведомство осуществлял специальные исполнительные функции, а также межотраслевую координацию в сфере управления водными ресурсами. Затем КВР передавался в МСХ РК и снова в МОСНВР. И наконец, в 2014 г. КВР вновь вернули в МСХ. Это «отфутболивание» Комитета по водным ресурсам в МОСН и обратно в МСХ ни к чему позитивному не привело.

В составе КВР в последние годы создано промежуточное звено управления РГП «Казводхоз». Практически все хозяйственные функции и финансовые ресурсы от областных РГП «Водхоз» переданы Казводхозу, а бывшие областные РГП «Водхоз» получили статус областных филиалов РГП «Казводхоз», а УОС – участков. В регионах организацией эксплуатации гидромелиоративных систем (ГМС) наряду с областным филиалом «Казводхоз» занимаются также КГП (коммунальные государственные предприятия), которые финансируются из местного бюджета. Из-за недостаточного финансирования они не в состоянии в полном объеме выполнить работы по текущему ремонту ГМС, не говоря уже о капитальном ремонте и работах по комплексной реконструкции действующих оросительных систем.

В ходе экономических реформ многие хозяйственные функции были переданы непосредственно негосударственным структурам. Так, практически все водохозяйственные строительные организации в Казахстане являются негосударственными. Реформирование административно-территориальных структур Комитета по водным ресурсам было направлено на передачу части республиканских водохозяйственных сооружений и объектов в коммунальную собственность.

Однако последующие неоднократные попытки приватизации и реструктуризации государственной собственности в данной отрасли не имели положительного результата. Так, постановлением Департамента госимущества и приватизации Министерства финансов №31 от 8.06.1998 «Об акционировании водохозяйственных организаций и предприятий» предусматривалось повсеместное создание акционерных обществ. Но это постановление не было реализовано, так как отсутствовал механизм разгосударствления водохозяйственных объектов и сооружений, а принятые в других странах способы нарушали единство водохозяйственного

комплекса, его технологическую целостность, не отвечали требованиям бассейнового управления, ущемляли интересы водопользователей, особенно тех, которые были расположены в нижней части водохозяйственных систем. Все это в полной мере относится к крупным водохозяйственным объектам и орошаемым массивам, водообеспечение которых зависит от соблюдения ряда технических условий работы головных водозаборов, магистральных и межхозяйственных каналов.

В связи с возникшими методико-правового характера трудностями по проведению разгосударствления водохозяйственных объектов и сооружений от акционирования их пришлось отказаться. Поэтому все водохозяйственные объекты и сооружения, находящиеся в системе Комитета по водным ресурсам, относятся к республиканской собственности. Вместе с тем приостановленный процесс реорганизации, по существу, получил свое развитие в последние годы в передаче некоторых республиканских государственных предприятий в коммунальную собственность. Так, в 2000 г. РГП «Кызылордаводхоз» был передан в коммунальную собственность Кызылординской области и выведен из структуры Комитета по водным ресурсам. Содержание всех гидротехнических сооружений и водохозяйственных объектов КГП «Кызылордаводхоз» несколько лет осуществлялось только за счет местного бюджета и средств, получаемых за услуги по подаче воды. Средств местного бюджета катастрофически не хватало для организации нормальной эксплуатации гидромелиоративных систем, в этой связи Кызылордаводхоз был возвращен в структуру КВР. В настоящее время работы по эксплуатации ГСМ осуществляются за счет республиканского бюджета. Опыт передачи Кызылордаводхоза в коммунальную собственность оказался неудачным.

В случае передачи всех остальных РГП в коммунальную собственность за Комитетом по водным ресурсам сохранились бы только функции, связанные с межгосударственным вододелиением и регулированием деятельности бассейновых водохозяйственных инспекций.

Передача на местный уровень всех водохозяйственных сооружений и объектов в целом осложнила бы решение вопросов межгосударственного и межобластного вододелиения. Неразрешимым остался бы и вопрос управления объектами, находящимися непосредственно на водных источниках и реках. Такая реорганизация создала бы серьезные трудности для работы государственных органов управления водными ресурсами, осложнила бы регулирование режима эксплуатации сооружений, находящихся на трансграничных водотоках.

Реформирование водного хозяйства представляет собой достаточно сложную задачу, решение которой зависит от многих факторов. Водное хозяйство в силу объективных природно-экологических условий является естественным монополистом и принцип создания конкурентной среды в этой сфере рыночной экономики не может быть применен. Другое дело, когда речь идет о хозяйствующих субъектах, которые могут осуществлять ремонтные и другие услуги для поддержания работоспособности водохозяйственных объектов. Для осуществления эффективной водохозяйственной политики следует выделять следующие уровни управления водным хозяйством: межгосударственный, национальный, бассейновый и системный. Эти уровни должны быть тесно взаимосвязаны и между ними не должно быть противоречий.

На межгосударственном уровне управления водными ресурсами, прежде всего, должно достигаться сотрудничество по вопросам совместного использования трансграничных водных ресурсов. Такое сотрудничество предполагает регулярное обсуждение и консультации в области управления водными ресурсами для снижения или предотвращения возможных негативных последствий, предотвращение потерь воды в верховьях и замыкающих створах бассейнов, а также сотрудничество в области охраны и сохранения качества воды.

На национальном уровне управления водными ресурсами предполагается осуществление водохозяйственных мероприятий республиканского и регионального значения. Это, например, сооружение плотин, водохранилищ, дамб, централизованных водозаборов поверхностных и подземных вод, насосных станций, регулирование стока рек и режимов работы крупных водохранилищ, выявление альтернативных источников пресной воды, максимальное снижение потерь при подаче и распределении воды, а также водоохраные мероприятия.

На бассейновом уровне управление водными ресурсами осуществляется в пределах бассейна реки.

На системном уровне управления водными ресурсами осуществляются эксплуатация и содержание в исправности всех водохозяйственных объектов и сооружений, принадлежащих государству. Работа на этом уровне должна быть направлена на снижение потерь воды при транспортировке и распределении, на обеспечение доставки воды соответствующего качества и количества в различные пункты в требуемое время. На этом уровне должно достигаться также повышение эффективности использования воды с применением соответствующих способов и технических средств и организацией соответствующего взаимодействия между водопользователями и администрацией, ведающей распределением воды.

Исходя из изложенного наши предложения по совершенствованию системы управления водным хозяйством Казахстана сводятся к следующему.

На республиканском уровне преобразования в управлении водным хозяйством страны должны охватить как систему государственных органов, так и службы эксплуатации водохозяйственных систем и объектов межгосударственного, республиканского и межрегионального значения. При этом совершенствование государственного управления водным хозяйством должно основываться на следующих принципиальных положениях:

водные ресурсы следует считать частью национального богатства, использование которого должно происходить на основе экономических оценок их как природного ресурса и как элемента окружающей среды;

управление отраслью должно трансформироваться из контролера командно-административной системы в реализатора государственной политики, приоритеты которой определяются действительными потребностями экономики и общества, суть управления в условиях рынка – управленческое обслуживание;

должно быть четкое разделение функций государственных органов управления с выделением задач местных органов власти, различных обществ, хозяйствующих субъектов, включая отдельных граждан, в использовании водных ресурсов;

управление водами должно осуществляться на основе бассейново-территориального принципа.

В пределах каждого речного бассейна водные ресурсы составляют единое целое, и это физико-географическое единство не зависит от административных границ. Поэтому управление водами следует осуществлять, прежде всего, в рамках речных бассейнов. Кроме того, межотраслевой и межрегиональный характер водохозяйственных проблем, их многообразие и бассейновая природа диктуют необходимость специального (вневедомственного) государственного органа управления использованием и охраной водных ресурсов.

Поэтому для осуществления многоотраслевого подхода на национальном и региональном уровне в нашей стране необходимо создать единый водохозяйственный орган. Этот орган должен иметь политический мандат и полномочия объединять часто противоположные позиции отдельных отраслей, агентств и гражданского общества и действовать в качестве централизователя различных отраслевых интересов, то есть республика должна иметь государственный орган, регулирующий на должном правовом уровне, компетентно, с позиции общегосударственных интересов водные отношения как внутри страны, так и достойно представлять Казахстан при решении межгосударственных водохозяйственных проблем.

Таким государственным органом должно быть Агентство водного хозяйства (АВХ) РК. Его основной функцией должно быть проведение государственной политики в использовании водных ресурсов всеми отраслями экономики. Для него не должно быть приоритета среди водопользователей, кроме случаев, предусмотренных действующим законодательством – будь это гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное или сельское хозяйство.

В условиях бассейново-территориального принципа управления работа большинства гидротехнических сооружений, в том числе по регулированию речного стока и территориальному перераспределению водных ресурсов, определяется общими правилами использования водных ресурсов в данном бассейне, независимо от месторасположения конкретных водохозяйственных объектов, водопотребителей и водопользователей. В первую очередь, это относится к водохранилищам и внутри- и межбассейновым переброскам речного стока, осуществляющим взаимодополняющее его регулирование в бассейнах рек.

Водохозяйственные системы бассейнов рек любого порядка обладают определенной автономностью в проведении своей внутрибассейновой политики, но все они по отношению к водохозяйственной системе старшего порядка являются ее подсистемами, своего рода укрупненными технологическими элементами, взаимозависимыми между собой. Поэтому на местах (бассейновая или административно-территориальная единица) полномочными представителями государственного органа управления водными объектами страны должны быть бассейновые водохозяйственные управления (БВУ), совмещающие функции существующих областных водохозяйственных органов («водхозов») и бассейновых водохозяйственных инспекций (БВИ). Бассейновый орган управления отражает интересы государства во всех водных отношениях, являясь представительным государственным органом управления водными ресурсами бассейна и его охраны и осуществляя контрольно-регулирующие и хозяйственные (эксплуатационные) функции. На него возлагается разработка бассейновых водохозяйственных программ, обеспечение защиты государственных интересов на всем пространстве бассейна, включая и трансграничные водные источники.

Функции инспекции за использованием водных ресурсов должны быть переданы Агентству РК по ООС.

Основным источником финансирования деятельности БВУ должен быть госбюджет. В связи с недостатком бюджетных средств на водохозяйственные цели, значительным износом водохозяйственных объектов и сооружений возникает необходимость вовлечения негосударственного сектора в водохозяйственную деятельность, главным образом в части оказания услуг по доставке воды, ремонту и содержанию водохозяйственных систем. Они могут также привлекать население к осуществлению отдельных (крупных) проектов и программ улучшения санитарии, сохранения естественных водотоков и водоемов, создания устойчивых систем водоснабжения.

Функции выдачи разрешений на специальное водопользование или лицензирования водохозяйственной деятельности являются государственными. Поэтому они в пределах речных бассейнов должны осуществляться этими же органами управления.

При реорганизации управления водными ресурсами предлагается принять за основу в территориальном плане границы существующих бассейновых водохозяйственных управлений. В настоящее время выделено восемь таких формирований. Областные филиалы Казводхоза должны быть реорганизованы, их функции и полномочия переданы вновь созданным БВУ. Кроме того, следует выделить в самостоятельные единицы водохозяйственные объекты республиканского значения. Это такие предприятия, как канал им. К. Сатпаева, групповые водоводы, Большой алматинский канал (БАК) и др.

Существующие районные водохозяйственные эксплуатационные службы в лице районных участков областных филиалов «Казводхоза» должны быть преобразованы в системные водохозяйственные управления (СВУ), оказывающие водопользователям все виды услуг по обеспечению их водой на договорной основе и являющиеся основным звеном водохозяйственного производства на орошаемых землях.

Организация водопользования (водопотребления) предполагает создание сельскохозяйственных кооперативов (СК) и регулирование их взаимоотношений с водохозяйственными организациями в соответствии с условиями рыночной экономики. По действующему Гражданскому кодексу Республики Казахстан возможно также создание общественных объединений водопользователей, прежде всего, для физических лиц, а также ТОО и АО (для физических и юридических лиц). Осуществление таких интеграционных процессов в орошаемом земледелии следует рассматривать как одну из основных предпосылок повышения эффективности использования водно-земельных ресурсов.

В целом распределение функций между водохозяйственными организациями и СК будет меняться в зависимости от уровня системы. Большая степень контроля со стороны водохозяйственной организации наблюдается на высоком уровне. На уровне бассейна реки государство играет основную роль. На уровне крупной оросительной системы (магистральная часть) водопользователи могут принимать участие в принятии решений, но водохозяйственные организации остаются собственником и осуществляют эксплуатацию и содержание магистральной и межхозяйственной частей системы.



Схема управления водным сектором экономики в Республике Казахстан

Принципиальная схема новой организационно-управленческой структуры водного хозяйства Республики Казахстан, построенная по бассейново-территориальному принципу, приведена на рисунке.

Подробные структурные преобразования системы управления водным хозяйством республики будут способствовать четкой координации и тесному сотрудничеству среди отраслевых агентств и между региональными и республиканскими ведомствами, рациональному и экономному использованию располагаемых страной водных ресурсов на всех уровнях, а также укреплению межгосударственного сотрудничества с целью эффективного управления трансграничными водами.

Поскольку водопотребителями (водопользователями) являются все отрасли экономики, то и управляющий орган должен быть межотраслевым, т.е. Комитет по водным ресурсам не должен входить в состав какого-либо министерства, а быть на уровне государственного агентства и именоваться не как комитет по водным ресурсам, а государственным агентством водного хозяйства. Следующим уровнем управления должно быть бассейновое водохозяйственное управление (БВУ). Оно должно включать функции нынешних областных филиалов «Казводхоза» и бассейновых водохозяйственных инспекций и общее число их должно быть 8 по количеству ныне существующих бассейновых водохозяйственных инспекций. Как уже указывалось, низшим звеном управления водным хозяйством должны быть системные водохозяйственные управления (СВУ) – основа водохозяйственного производства на орошаемых землях.

СВУ должны иметь достаточно мощную производственную базу в виде хозрасчетных производственно-ремонтных бригад, передвижных механизированных колонн (ПМК) для выполнения работ по технической эксплуатации, по текущему и капитальному ремонту, комплексной реконструкции гидромелиоративных систем и новому водохозяйственному строительству.

Таким образом, предлагаемая нами схема управления водным хозяйством предусматривает сокращение уровней управления с 4 до 3. Объединение облводхозов и бассейновых водохозяйственных инспекций позволит в некоторой степени сократить штаты этой управленческой структуры.

Из предлагаемой схемы выпадает неэффективная система коммунальных государственных предприятий. В целом создание Государственного агентства водного хозяйства позволит оперативно и качественно выполнять функции по водообеспечению всех отраслей экономики Казахстана. Улучшится качество планирования развития отраслей экономики за счет детального анализа использования водных ресурсов и влияния резервов повышения эффективности использования воды в отраслях.

И. А. ПЕТРАКОВ

Независимый эксперт по водному праву и ИУВР стран ЦЛ, Алматы, Казахстан

ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОДВИЖЕНИЯ ВОДНОГО СЕКТОРА К «ЗЕЛеной ЭКОНОМИКЕ»

Мақалада жалпы жағдай, оңтайлы тенденциялар, сондай-ақ Қазақстанның су секторында шешілмеген мәселелер көрсетілген. Су секторының «жасыл экономикаға» жылжуы бойынша Қазақстан Республикасы заңнамасына шолу жасалынған. Су ресурстарын басқару бойынша халықаралық ұйымдардың ұсыныстары көрсетілген. Республиканың су секторының «жасыл экономикаға» жылжуының бағыттары, бірінші кезектегі нұсқаулық тарымен белгіленген.

Показана общая ситуация, положительные тенденции, а также нерешенные проблемы в водном секторе Казахстана. Представлен обзор законодательства Республики Казахстан по продвижению водного сектора к «зеленой экономике». Приведены рекомендации международных организаций по управлению водными ресурсами. Обозначены направления продвижения водного сектора республики к «зеленой экономике» с указанием первоочередных.

The general situation, the positive tendencies, and also unresolved problems in water sector of Kazakhstan is shown in article. The review of the legislation of the Republic of Kazakhstan on advance of water sector to "green economy" is provided. Recommendations of the international organizations for water resources management are provided. The directions of advance of water sector of the republic to "green economy" with specifying of prime are designated.

Введение. *Общая ситуация в водном секторе.* Водные ресурсы Казахстана – живая, уникальная и уязвимая система, которая подвержена внешним рискам намного больше, чем в других странах:

Во-первых, бессточные бассейны и высокие уровни испарения с поверхности озер приводят к значительному расходу воды на их поддержание (ее для стабилизации озерных экосистем необходимо 30 млрд м³).

Во-вторых, зависимость от трансграничных рек из Китая, России, Узбекистана и Кыргызстана, составляющих 44% притока поверхностных вод, который быстро сокращается вследствие ускорения экономического и социального развития соседних стран. Согласно прогнозам, приток трансграничных рек может сократиться на 40% уже к 2030 году.

В-третьих, водные ресурсы Казахстана подвергаются воздействию глобального потепления, временное увеличение таяния ледников скажется на будущих объемах водных ресурсов (наиболее подвержены риску реки на юге страны).

В результате быстро растущей потребности в воде и сокращения устойчивых запасов воды к 2030 году ожидается дефицит воды в размере 14 млрд м³, к 2050 году дефицит составит 20 млрд м³ (70% от потребности в водных ресурсах), если не будут приняты радикальные меры и развитие пойдет по текущей траектории. В условиях отсутствия упреждающих действий такой дефицит воды может привести к снижению природоохранных поступлений воды с последующей деградацией озерной и речной экосистем и, особенно на озере Балхаш, в дельте реки Или, болотных системах Центрального Казахстана, Северного Арала и т.д.; нормированию потребления воды, особенно в сельском хозяйстве, а также в гидроэнергетической отрасли, в промышленности, возможны перебои с водоснабжением населенных пунктов; повышению издержек на водообеспечение из-за необходимости введения в эксплуатацию новых источников водоснабжения (вторичное использование, десалинаторные заводы, магистральные трубопроводы) и переброски водных ресурсов между бассейнами.

Таким образом, угроза дефицита воды и неэффективное управление водными ресурсами может стать основным препятствием для устойчивого экономического роста и социального развития Казахстана. Кроме того, низкие цены на воду, высокий уровень субсидий, недостаточный контроль водозабора и плохое состояние инфраструктуры снижают эффективность и окупаемость внедряемых инициатив.

Потенциал упущенных возможностей, связанных с недостатком воды, в 2030 году оценивается на уровне 7–8 млрд долларов США в год, что за весь период составляет более 80 млрд долларов США.

Анализ ключевых проблем в водной отрасли. В целях снижения угрозы дефицита водных ресурсов в последние годы в управлении водными ресурсами Казахстана отмечается позитивная тенденция, в частности переход на бассейновый принцип управления водными ресурсами, что соответствует наилучшим международным практикам, а также возросшее финансирование водохозяйственной инфраструктуры, что способствует снижению потерь воды и повышению безопасности инфраструктуры.

В то же время, несмотря на улучшения в управлении водными ресурсами, значительное количество проблем все еще остается нерешенным:

1) ожидается существенный дефицит водных ресурсов в размере от 10 до 12 км³ (50% от потребности при развитии экономики по существующей траектории и сохранении текущей практики водопотребления) в течение следующих 30 лет, обусловленный как уменьшением доступных ресурсов, так и ростом потребления;

2) большинство усилий по предотвращению дефицита направлены в основном на развитие инфраструктуры, а не на сокращение потребления в воде, мегапроекты представляются ключевым решением проблемы дефицита водных ресурсов;

3) низкая эффективность использования (продуктивность) водных ресурсов в Казахстане по сравнению с другими государствами: экономике страны требуется в три раза больше воды на доллар ВВП, чем России или США, и в шесть раз больше, чем Австралии;

4) низкие тарифы на воду не стимулируют эффективное использование водных ресурсов и не покрывают операционные и капитальные затраты (тарифы в 2–3 раза ниже, чем требуется для покрытия необходимых вложений);

5) усилия по стимулированию эффективного использования водных ресурсов недостаточны во всех секторах, но больше всего в сельском хозяйстве, где потери составляют до 66%;

6) технические условия на подключение к магистральным и распределительным каналам должны учитывать техническое состояние подключаемых каналов (например, КПД канала должен быть не ниже 0,8);

7) недостаток инвестиций в инфраструктуру наблюдается как в строительстве новых мощностей для обеспечения доступа к воде, так и в содержании существующих объектов инфраструктуры;

8) доступ к водным ресурсам остается проблемой: только 67% населения Казахстана имеют доступ к качественной питьевой воде и 47% – к системам канализации, тогда как в большинстве развитых стран данные показатели приближаются к 100%;

9) более 40% магистральных и распределительных каналов в неудовлетворительном состоянии;

10) значительная часть гидромелиоративной инфраструктуры находится в заброшенном состоянии;

11) некоторые ключевые механизмы управления водными ресурсами недостаточно развиты или отсутствуют;

12) детальные данные по объему и качеству водных ресурсов, а также прогнозу их изменения труднодоступны и отсутствуют в открытых источниках;

13) координация управления водными ресурсами между министерствами и ведомствами недостаточна, что затрудняет реализацию мер по повышению эффективности сектора;

14) наблюдается нехватка специалистов и управленцев в водном секторе, владеющих навыками прогнозирования баланса водных ресурсов, оптимизации капитальных инвестиций, повышения эффективности потребления воды;

15) тенденция роста в последние годы материального ущерба от вредного воздействия вследствие паводков, наводнений, изменения берегов водных объектов, подтопления территорий подземными водами, заболачивания и засоления земель, водной эрозии;

16) ограниченное выделение финансовых средств на ремонт гидротехнических сооружений, что привело к старению основных водохозяйственных фондов;

17) отсутствует полный государственный учёт гидротехнических сооружений и не создана единая информационная база данных водных объектов для обеспечения доступа к ней всех заинтересованных лиц.

Исследования по законодательным основам продвижения водного сектора к «зеленой экономике» в Республике Казахстан. Стратегия вхождения Казахстана в число пятидесяти наиболее конкурентоспособных стран мира включает в себя приоритеты, учитывающие интересы республики в процессах регионального и глобального развития. В этих условиях интеграционные инициативы и политика Президента РК позволяют консолидировать усилия для решения проблем экономической, социальной, экологической и политической направленности. При этом следует учитывать распространенное мнение об эффективности мер в сфере устойчивого развития относительно большинства развивающихся стран. Первостепенной целью развития тысячелетия (ЦРТ) признано искоренение бедности и оказание помощи развивающимся странам в виде передачи технологий и ресурсов. Продолжаются дискуссии о методах и инструментах достижения ЦРТ.

Одним из инструментов стала инициатива «Зеленый рост», которая при соответствующей адаптации к специфическим условиям той или иной страны может рассматриваться в контексте устойчивого развития. Но «Зеленый рост» не может рассматриваться без тесной взаимосвязи со стратегиями экономического развития. В этом случае он становится одним из подходов для поддержки быстрого экономического роста, достижения ЦРТ и устойчивости окружающей среды.

Астанинская инициатива «Зеленый мост» была выдвинута Казахстаном и поддержана на VI Конференции министров по окружающей среде и развитию Азиатско-Тихоокеанского региона. В свою очередь, предложение стран региона Азии и Тихого океана о создании Программы партнерства было поддержано на заседании Комитета по экологической политике ЕЭК ООН (2–5 ноября 2010 г., Женева).

Президент Казахстана подчеркнул: "Никакой индустриализации и инноваций не может быть сейчас в странах без применения «зеленой» экономики. Мир уже давно продвинулся, а мы разговоры разговариваем.

Предлагаю создать в 2013 году международную организацию «Зеленый мост», а также начать реализацию проекта Green-4 на базе четырех городов-спутников вокруг Алматы.

Важно внедрить новые законодательные нормы для аграрного, индустриально-инновационного и финансового секторов. Важным аспектом работы законодателей должно стать

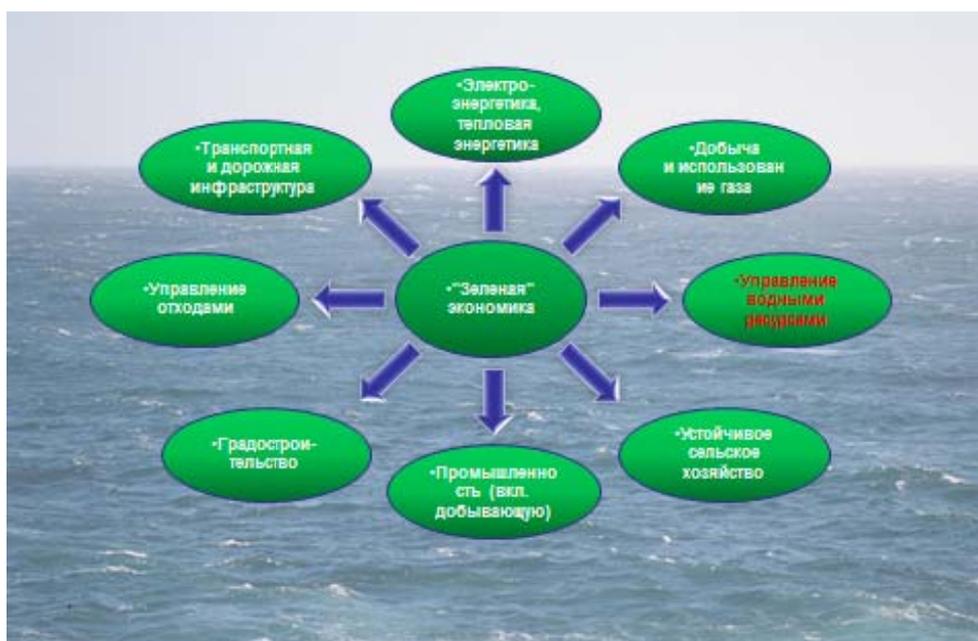


Рисунок 1 – «Зеленая» экономика для Казахстана

создание правовых условий для перехода к «зеленой» экономике, основанной на возобновляемой энергетике и экологически чистых технологиях. В этом суть нашей глобальной инициативы "Зеленый мост", поэтому нужно расширять законодательные стимулы экономии энергетических и водных ресурсов, использования «зеленых» технологий и экологического туризма.

Мощный импульс к переходу страны на «зеленый» путь развития должна дать предстоящая выставка «ЭКСПО-2017» в Астане. В столице будут представлены лучшие мировые достижения науки и техники. Многие казахстанцы своими глазами смогут увидеть «энергию будущего», к которой мы стремимся».

Основной целью инициативы является развитие партнерства между странами Европы, Азии и Тихого океана по разработке планов перехода от традиционных моделей экономики к концепциям «зеленого» роста.

Ключевые области Программы партнерства:

- a) охрана водных, горных и других экосистем и повышение экоэффективности использования природных ресурсов;
- b) устойчивая энергия, ее доступность и эффективность;
- c) продовольственная безопасность и устойчивое сельское хозяйство;
- d) устойчивая городская инфраструктура и транспорт;
- e) адаптация к изменению климата и готовность к природным катастрофам.

Послание Президента Республики Казахстан – лидера нации Н. А. Назарбаева народу Казахстана «Стратегия “Казахстан-2050”» – новый политический курс состоявшегося государства» от 14 декабря 2012 г. включает три раздела:

1. Состоявшийся Казахстан – испытание кризисом нашей государственности, национальной экономики, гражданского общества, общественного согласия, регионального лидерства и международного авторитета.

2. Десять глобальных вызовов XXI века.

3. Стратегия «Казахстан-2050» – Новый политический курс для нового Казахстана в быстро меняющихся исторических условиях.

В послании определены десять глобальных вызовов XXI века:

Первый вызов – ускорение исторического времени.

Второй вызов – глобальный демографический дисбаланс.

Третий вызов – угроза глобальной продовольственной безопасности.

Четвертый вызов – острый дефицит воды.

Пятый вызов – глобальная энергетическая безопасность.

Шестой вызов – истощаемость природных ресурсов.

Седьмой вызов – Третья индустриальная революция.

Восьмой вызов – нарастающая социальная нестабильность.

Девятый вызов – кризис ценностей нашей цивилизации.

Десятый вызов – угроза новой мировой дестабилизации.

Особое внимание хочу обратить на четвертый вызов – острый дефицит воды. Президент сосредоточился на следующих моментах: «Мировые водные ресурсы также находятся под большим давлением.

За последние 60 лет на планете потребление питьевой воды возросло в 8 раз. К середине столетия многие страны будут вынуждены импортировать воду.

Вода – крайне ограниченный ресурс и борьба за обладание источниками уже становится важнейшим фактором геополитики, являясь одной из причин напряженности и конфликтов на планете.

Проблема водообеспечения остро стоит и в нашей стране. Нам не хватает качественной питьевой воды. Целый ряд регионов испытывает в ней острую потребность.

Есть и геополитический аспект этой проблемы. Уже в настоящее время мы столкнулись с серьезным вопросом использования водных ресурсов трансграничных рек. При всей сложности данного вопроса мы не должны допускать его политизации».

Последующие стратегические шаги по продвижению к «зеленой» экономике:

Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года «О Концепции по переходу Республики Казахстан к "зеленой экономике"».

Концепция перехода к «зеленой» экономике в основе своей поднимает вопросы эффективного использования природных ресурсов и повышения благополучия граждан Казахстана через диверсификацию экономики и создание новых рабочих мест, улучшение условий жизни для наших граждан, укрепление здоровья нации и увеличение продолжительности жизни населения за счет улучшения состояния окружающей среды, обеспечение устойчивого развития за счет модернизации экономики и сбалансированного регионального развития. Кроме того, документ затрагивает вопрос обеспечения национальной безопасности за счет повышения эффективности управления водными ресурсами, технологической модернизации промышленности и выполнения Казахстаном принятых международных обязательств.

Концепция закладывает основы для реформирования таких основных секторов экономики Казахстана, как генерация энергии, водный сектор, сельское хозяйство, мусороперерабатывающий сектор, а также предусматривает меры по повышению энергоэффективности в промышленности, в ЖКХ и на транспорте. Также концепция предусматривает механизмы по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу с целью повышения качества воздуха.

Концепция устанавливает целевые ориентиры и индикаторы развития, а также описывает комплекс мероприятий для их достижения.

Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 июля 2013 года, № 750 «Об утверждении Плана мероприятий по реализации Концепции по переходу Республики Казахстан к "зеленой экономике" на 2013 - 2020 годы».

Указ Президента Республики Казахстан «О Государственной программе управления водными ресурсами Казахстана и внесении дополнения в Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года, № 957 “Об утверждении Перечня государственных программ”».

Стратегической целью Государственной программы является обеспечение водной безопасности Республики Казахстан путем повышения эффективности управления водными ресурсами.

Основными задачами Государственной программы являются:

гарантированное обеспечение населения, окружающей среды и отраслей экономики водными ресурсами путем осуществления мер по водосбережению и увеличению объемов располагаемых водных ресурсов;

повышение эффективности управления водными ресурсами;

обеспечение сохранности водных экологических систем.

Программа направлена на решение вопросов предотвращения дефицита водных ресурсов для сохранения экосистем, обеспечения населения, запланированного роста экономики, а также совершенствования системы управления водными ресурсами.

Предусмотрены меры по сокращению ожидаемого дефицита водных ресурсов к 2020 году за счет модернизации и развития водохозяйственной инфраструктуры, эффективного использования водных ресурсов, модернизации системы водоснабжения и водоотведения населенных пунктов, а также меры по эффективному управлению водными ресурсами.

Предлагаемые меры на первом этапе позволят к 2020 году снизить потребление воды на единицу ВВП в реальном выражении на 33% к уровню 2012 года, и это является одним из основных индикаторов реализации Государственной программы.

Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 мая 2014 года, № 457 «Об утверждении Плана мероприятий по реализации Государственной программы управления водными ресурсами Казахстана на 2014–2020 годы».

В Постановлении Правительства предусмотрен ряд индикаторов для достижения целей, предусмотренных в Государственной программе:

Первый индикатор – снижение потребления воды на единицу ВВП на 33%. Для достижения этого показателя будут осуществлены реконструкция и капитальный ремонт магистральных и распределительных каналов, гидромелиоративных систем.

Второй индикатор – увеличение объема дополнительных поверхностных водных ресурсов на 0,6 км³. Для осуществления этой задачи предусматривается проведение реконструкции водохранилищ (дноуглубительные работы, наращивание плотин, капитальный ремонт гидрозлов, строительство новых водохранилищ).

Третий индикатор – доля водопользователей, имеющих постоянный доступ к системе центрального питьевого водоснабжения, в городах не ниже 100 % и в сельских населенных пунктах не ниже 80 % до 2020 года.

Четвертый индикатор – доля водопользователей, имеющих доступ к системам водоотведения: в городах не ниже 100 % до 2020 года; в сельских населенных пунктах не ниже 20 % до 2020 года.

Третий и четвертый индикаторы связаны с водоснабжением и водоотведением в населенных пунктах. Эти задачи будут достигаться в рамках реализации мероприятий программы развития регионов.

Пятый индикатор – удовлетворение ежегодных потребностей природных объектов в воде на уровне 39 км³. Это будет достигнуто через обеспечение природоохранных попусков, очистку и санации озер на особо охраняемых природных территориях, расчистку водотоков, реализацию второй фазы проекта «Регулирование русла реки Сырдарья и северной части Аральского моря».

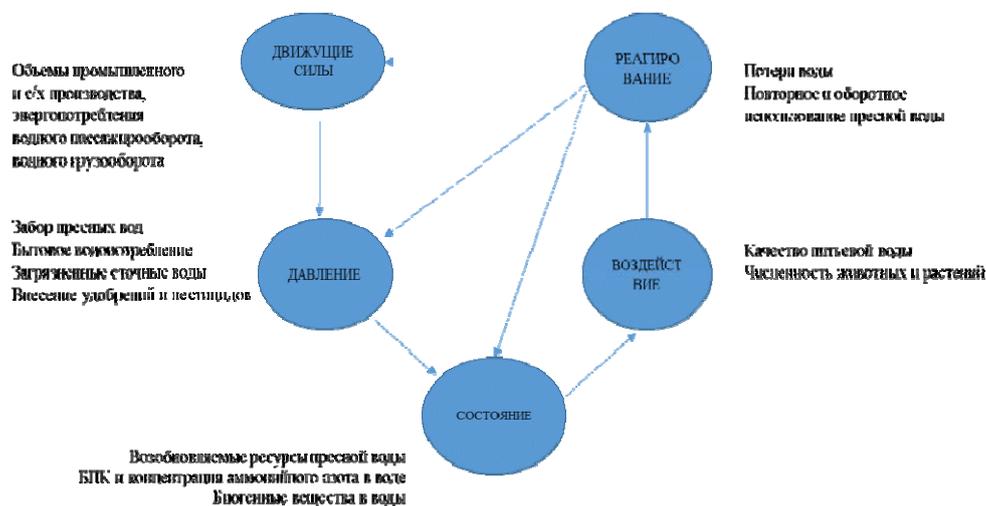


Рисунок 2 – Возобновляемые ресурсы пресной воды.

Источник: Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов за 2011–2014 годы.

Ключевые статьи Водного кодекса по продвижению водного сектора к «зеленой экономике»:

- Статья 23. Водный сервитут.
- Статья 30. Временное государственное управление водохозяйственными сооружениями.
- Статья 38. Компетенция местных представительных органов.
- Статья 39. Компетенция местных исполнительных органов.
- Статья 56. Требования по сокращению сброса загрязняющих веществ в водные объекты.
- Статья 59. Государственный водный кадастр.
- Статья 61. Научное и инновационно-информационное обеспечение рационального использования и охраны водного фонда.
- Статья 67. Обособленное водопользование.
- Статья 68. Совместное водопользование.
- Статья 86. Требования по сокращению объемов забора и использования воды.
- Статья 103. Использование водных объектов и водохозяйственных сооружений для промышленности и теплоэнергетики.

В основе перечисленных статей лежат водосбережение и сопутствующие технологии, которые предусматривают следующие направления: очистка и опреснение вод; их накопление и вторичное использование; внесение удобрений; строительство и использование теплиц.

Использование водосберегающих технологий в агропромышленном производстве предусматривает выращивание культур в условиях и открытого, и закрытого (теплицы) грунта. Эти технологии для выращивания злаковых, бобовых, корнеплодов, хлопка, фруктов в открытом грунте с применением способов капельного, спринклерного (импульсного) и дождевального орошения предусматривают такие поливные нормы, которые учитывают биологическую потребность растений в воде.

Сравнительный анализ урожайности различных культур, выращиваемых в сходных по климату странах, свидетельствует о высокой эффективности этих способов орошения в условиях Казахстана.

Тепличные хозяйства – пример прикладного применения самых современных достижений науки. При выращивании в них сельхозкультур учитываются особенности роста и развития растений, предусматривается гибкое регулирование подачи воды, применение жидких удобрений. При этом управление всеми процессами ведется с использованием самой современной компьютерной техники. Такие теплицы различаются по техническим характеристикам по видам: для выращивания овощей, цитрусовых, ягод, цветов достигая самых высоких урожаев в мире.

Использование водосберегающих технологий при создании лесопосадок в Казахстане имеет большую историю. Лесопосадки созданы в полупустынных, пустынных и гористых районах, а также на осушенных болотистых почвах.

Технология капельного орошения учитывает биологические особенности выращиваемых культур, характеристику почвогрунтов, климатические условия конкретных районов.

Внедрение водосберегающих технологий непосредственно связано с совершенствованием системы управления водными ресурсами. Интегрированное управление водными ресурсами является в настоящее время наиболее прогрессивной системой управления и входит в число приоритетов Международного десятилетия действий «Вода для жизни» (2005–2015 годы). Глобальным водным партнерством ИУВР определен как процесс, способствующий скоординированному развитию и управлению водными, земельными и связанными с ними ресурсами с целью максимизировать показатели социального и экономического развития на равноправной основе без нарушения устойчивости жизненно важных экосистем.

Результаты исследования – направления продвижения водного сектора к «зеленой экономике»:

1. Экономия воды в сельском хозяйстве (6,5–7 млрд м³ к 2030 году). Для ее достижения необходима реализация инициатив по 3 направлениям:

1) использование современных методов орошения и других современных водосберегающих технологий (позволит сэкономить 1,5 млрд м³): внедрение капельного орошения и других современных водосберегающих технологий на 15% посевных площадей к 2030 году, уменьшение полива напуском с 80 до 5% поливных площадей; увеличение площадей закрытого грунта до 1700 га в 2030 году;

2) переход к культурам с более высокой добавленной стоимостью и менее водо-интенсивным; постепенное сокращение малорентабельных и водоемких культур – риса и хлопка в Балхаш-Алакольском и Арал-Сырдарьинском бассейнах (позволит сэкономить 3,5 млрд м³ к 2030 году): постепенное сокращение посевных площадей риса и хлопка на 20–30% с заменой их на менее требовательные с точки зрения водных ресурсов овощные, масличные и кормовые культуры к 2030 году;

3) снижение потерь воды при транспортировке в три раза (позволит сэкономить 1,8 млрд м³ к 2030 году): восстановление крупных инфраструктурных объектов, определение прав собственности и ответственности за их поддержание;

4) измерение водозабора и сбор данных от всех конечных и промежуточных водопользователей. Наличие счетчиков необходимо сделать обязательным условием для предоставления любой государственной поддержки в сельском хозяйстве.

2. Повышение эффективности водопользования в промышленности на 25% (позволит сэкономить 1,5–2 млрд. м³ к 2030 году):

1) снижение потребления воды на действующих предприятиях за счет внедрения технологий энергоэффективности (ведет к экономии воды на единицу натурального продукта) и водосбережения в энергетической, добывающей и металлургической отраслях (позволит сократить потребление на 20%); повторного использования сточных вод и оборотного водоснабжения (ожидается их рост на 4% в ближайшие 17 лет);

2) повышение стандартов забора и очистки воды для промышленных предприятий.

3. Повышение эффективности водопользования в коммунальном хозяйстве на 10% (позволит сэкономить до 0,1 млрд м³): устранение протечек в домах и коммунальных сетях; контроль давления воды в распределительных сетях; повышение стандартов водосбережения для бытовой техники и сантехники.

4. Повышение доступности и надежности водных ресурсов (4,5–5 млрд м³).

Наиболее остро стоит проблема деления трансграничных рек, поэтому Казахстан должен достигнуть соглашения по всем водным объектам в результате переговоров и подписания/обновления соглашений с соседними странами. Следующий комплекс мероприятий необходимо реализовать в любом случае в целях обеспечения национальной безопасности и закрытия будущего дефицита: строительство водохранилищ и резервуаров для сдерживания стоков воды при паводках и компенсации вариативности в течение года; проработка устойчивого использования грунтовых вод (разведка, картографирование и разработка); ремонт и перестройка магистральных оросительных каналов, крупной инфраструктуры; строительство станций очистки сточных вод и установок очистки соленой и солоноватой воды; комплексный подход к восстановлению бассейновых систем, включая посадку леса, восстановление дельт, очистка от иловых осадков.

Также существует потенциал переброски значительных объемов воды в густонаселенные и промышленные районы. Неравномерное распределение водных ресурсов по территории Казахстана создает локальный профицит водных ресурсов (например, Иртыш, Кигач в Жайык-Каспийском бассейне), строительство водоводов и каналов может обеспечить дефицитные территории. По оценкам Комитета по водным ресурсам, дополнительный потенциал переведения недоступных водных ресурсов составляет от 10 до 14 млрд м³.

Кроме того, потребуется совершенствование политики управления водными ресурсами:

1) улучшение системы управления водными ресурсами на национальном уровне и уровне бассейнов для обеспечения эффективного взаимодействия с водопользователями во всех секторах и на всех уровнях;

2) определение лимитов на воду, тарифов, отражающих полную стоимость воды, пересмотр субсидий и стимулов для поощрения водосбережения.

Помимо дефицита водных ресурсов Казахстан сталкивается с проблемой загрязнения, как со стороны промышленных предприятий, так и вследствие недостаточной очистки сточных вод. Первым шагом может стать принятие экологических норм и законов, соответствующих европейским стандартам выбросов. Европейский союз имеет долгую историю регулирования в этой области и может стать примером для построения законодательства, мер контроля и внедрения конкретных технологий. На первоначальном этапе необходимо строительство и/или модернизация очистных сооружений в 20 крупнейших городах страны, что потребует инвестиций в размере 1–2 млрд долларов США. Они должны быть расположены совместно с точками сбора и переработки органических отходов. В дальнейшем канализационные очистные сооружения будут предусмотрены во всех населенных пунктах.

Рекомендации международных организаций по управлению водными ресурсами. Приоритеты управления водой, основанные на новых этических стандартах (ГВП, АБРР):

Приоритет № 1 – вода для жизни (Water for life), имеющая базовую роль в отношении выживания как людей, так и природы, прежде всего с точки зрения соблюдения прав человека на воду.

Приоритет № 2 – вода для целей общей пользы (Water for general interest purposes) в отношении ее роли сохранения здоровья и социального единства.

Приоритет № 3 – вода для экономического развития (Water for economic growth), повышение стандартов жизни согласно принципам экономической целесообразности.

Командой молодых менеджеров **Всемирного совета предпринимателей** для устойчивого развития (WBCSD, 2003) разработаны 10 принципов ответственного отношения к воде (источник: УМТ, WBCSD, 200):

- 1) разработать систему индикаторов и стандартов отчетности в области управления водой;
- 2) готовить публичные отчеты для заинтересованных сторон по вопросам обращения с водой;
- 3) определять «водный след» своих продуктов и услуг;
- 4) минимизировать свое воздействие на водные экосистемы;
- 5) понимать проблемы воды в своем регионе и разрабатывать инновационные решения;
- 6) обучать сотрудников постоянному улучшению в сфере использования водных ресурсов;
- 7) разрабатывать и внедрять систему управления водой на предприятиях;
- 8) вопросы использования воды выносить на бизнес форумы для обмена лучшей практикой;
- 9) поощрять своих поставщиков и потребителей принять и следовать водным принципам;
- 10) работать сообща, чтобы не допустить развития водного кризиса.

Заключение. Для продвижения водного сектора к «зеленой экономике» в Казахстане в первую очередь необходимо реализовать два направления:

1. Добиться полного выполнения требований Водного и Экологического кодексов.
2. Через сеть консультативно-просветительских пунктов разъяснять и обучать водопользователей водосберегающим технологиям.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Водный кодекс Республики Казахстан.
- [2] Экологический кодекс Республики Казахстан.
- [3] Материалы Комитета по водным ресурсам МСХ.
- [4] Послание Президента Республики Казахстан – лидера нации Н. А. Назарбаева народу Казахстана «Стратегия "Казахстан-2050" – Новый политический курс состоявшегося государства». – 14 декабря, 2012.
- [5] Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года «О Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике».
- [6] Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 июля 2013 года, № 750 «Об утверждении Плана мероприятий по реализации Концепции по переходу Республики Казахстан к "зеленой экономике" на 2013–2020 годы».
- [7] Указ Президента Республики Казахстан «О Государственной программе управления водными ресурсами Казахстана и внесении дополнения в Указ Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года, № 957 «Об утверждении Перечня государственных программ».
- [8] Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 мая 2014 года, № 457 «Об утверждении Плана мероприятий по реализации Государственной программы управления водными ресурсами Казахстана на 2014–2020 годы».
- [9] Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов за 2011–2014 годы Республики Казахстан.
- [10] Материалы Всемирного совета предпринимателей для устойчивого развития (WBCSD, 2003).

А. Г. ПАУ

Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан

ПРОИЗВОДСТВО РИСА НА ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЛЯХ В БАССЕЙНЕ СЫРДАРИИ

Мақалада ТӨШ Қарауылтөбе, Қызылорда тұзды өңірлерде күріш жүйесін суару технологиясы көрсетілген. Күріш алқабында судың минералдылығының күріш ортагенезі мен күріш өнімділігіне әсері және топырақтың тұздану бойынша жер асты суларының деңгейі мен тұздану әсері қарастырылған.

Изложена технология полива риса на засоленных землях ТӨШ Караултобинский и Кызылординской рисовой системы. Изучены влияние минерализации воды на рисовом поле на ортогенез и урожайность риса, также влияние уровня и минерализации грунтовых вод на засоление почв.

In this article the technology of watering of rice on the salted lands of EIH Karaultubinsky, Kyzylordinsky rice system. Influence of a mineralization to water on a rice field on a rice orthogenesis, productivity of rice also influence of level and a mineralization of ground waters on salinization of soils are considered.

Введение. Производство риса на орошаемых землях в бассейне р. Сырдарии (Приаралье) является традиционным направлением аграрного сектора и составляет более 200 тыс. га, из них 70 % засоленные, 30 % вышли из сельхозоборота по причине сильного вторичного засоления [1]. Если на слабозасоленных землях урожайность риса превышает 5 т/га, то на сильно засоленных землях она ниже 2 т/га, что делает его возделывание нерентабельным [2]. Эти земли деградируются и выходят из сельхозоборота.

Мнения ученых о солеустойчивости риса различны. Одни относят рис к умеренно солеустойчивым, другие – к слабоустойчивым [3–5]. Однако, говоря о солеустойчивости риса, необходимо наряду с характером и количеством солей в почве учитывать изменения концентрации почвенного раствора, реакцию среды и минерализацию слоя воды в чеках.

Постановка проблемы. Допустимое содержание солей в почвенном растворе и воде рисовых чеков зависит от качественного состава солей, сортовых признаков и возраста растений риса, почвенно-гидрологических условий. На солеустойчивость риса (такое содержание солей в почвенном растворе и воде рисовых чеков, при котором не угнетаются растения и не снижается их урожайность) влияет, в первую очередь, дренированность почв, доза вносимых минеральных и органических удобрений. Считается, что рис наименее солеустойчив в фазе прорастания–всход–кущения [2]. Повышенное содержание солей в почве и в воде снижает густоту всходов растений, продуктивную кустистость, вес зерна в метелке и урожайность риса.

В производственных условиях значительное изреживание посевов риса наблюдается при концентрации солей в почве более 2,0 %, полная гибель всходов риса – более 3,0 % по плотному остатку. Зависимость урожайности риса от степени засоления почв показана в таблице 5. При засолении почв 2,3405% по плотному остатку урожайность риса составляет 1,5 т/га, 1,857 % – 2,0 т/га, 1,567 % – 2,9 т/га (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Зависимость урожайности риса от степени засоления почв

Содержание солей в почве до посева риса, %	В том числе		Урожай риса, т/га	Содержание солей в почве после уборки риса, %
	Cl	HCO		
2,340	0,231	0,062	1,5	1,529
1,857	0,283	0,067	2,0	1,209
1,567	0,233	0,071	2,9	0,826

Вредное воздействие солей на растения проявляется в увеличении осмотического давления почвенного раствора аккумуляции ионов до опасных концентраций. Основная причина их гибели при высоких концентрациях солей – необратимые нарушения обмена веществ.

Физика негативного влияния солей на развитие растений риса заключается в том, что соли, увеличивая осмотическое давление почвенных растворов, снижают транспирацию, ингибируют ионизацию минеральных удобрений, часть из которых остается в недиссоциированном состоянии и потому оказывается недоступной растениям: клетки получают меньше воды и растворенных в ней элементов минерального питания. Ненужные для образования биомассы химические элементы, такие, как натрий, хлор, магний и другие, откладываются в вакуолях, которые, разрастаясь, уменьшают объем цитоплазмы. Кроме того, ухудшаются все агрономические ценные свойства почвы – структурность, водоудерживаемая способность, порозность аэрации, щелочность, подвижность органических соединений. Избыток натрия приводит к набуханию почвенных коллоидов, ухудшению коагуляции и другим негативным последствиям. Нами изучена технология орошения риса на засоленных землях, позволяющая обеспечить урожайность риса 4 т/га и выше.

Средства и методы решения проблемы. Научно-исследовательские работы выполнялись на сильнозасоленных землях ОПХ Караултобинский в бассейне р. Сырдарии, которые более 20 лет не использовались по причине сильного вторичного засоления. После выполнения восстановительных гидромелиоративных работ на опытном участке 20 га были проведены весенняя вспашка почвы на глубину 22–24 см, затем дискование, двукратное боронование и малование. Минеральные удобрения вносились перед посевом риса (сульфат аммония – 300 кг/га, аммофос – 100 кг/га). Затопление рисовых чеков проводилось в начале мая. В период орошения на рисовом поле создавался постоянный слой воды от посевов риса до молочно-восковой спелости зерна. Слой воды изменялся от 5 до 15 см в зависимости от фазы вегетации растения риса. Посевы риса в период полных всходов обрабатывались против сорняков гербицидом «Гуливер» дозой 25 г/га. В период кушения производилась подкормка растений риса сульфатом аммония, дозой 150 кг/га. На опытном участке велись наблюдения за водными и солевым режимом, расходом воды, ростом и развитием растений риса, урожайностью. В вегетационных сосудах-лизиметрах площадью 3000 см² изучалась критическая величина минерализации слоя воды, при которой рост и развитие растений риса ухудшаются. Установлены критические пределы минерализации слоя воды на рисовом поле: 1,8 г/л в начальные фазы вегетации – прорастания – всходов-кушения; 2,5 г/л – в последующие фазы вегетации растений риса.

Результаты и дискуссия. На сильнозасоленных землях ОПХ Караултобинский почвы тяжелого механического состава. В 0-50 см слое почв степень агрегатности по глубине снижается с 74–80 до 28–35 %, содержание гумуса – с 1,51 до 0,81 %, в составе поглощенных оснований увеличивается доля обменного магния с 14–30 до 39–57% от общей суммы.

Опытный участок характеризуется сильным засолением с высокотоксичными солями NaCl и Na₂SO₄. Содержание солей уменьшается с поверхности почвы в глубь почвогрунтового профиля – от 5,501 % сухого остатка в верхнем 0–5 см слое до 2,277 % на глубине 120–140 см (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание солей в почвах опытных участков

Глубина отбора проб почвы, см	Соли, %						
	Ca(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	MgSO ₄	NaCl	Na ₂ SO ₄	Na ₂ SO ₄	Сумма солей
0-5	0,0292	0,6725	0,3005	1,1147	0,0038	3,3803	5,501
5-10	0,0252	0,7718	0,4056	0,6945	–	1,8389	3,736
10-20	0,0252	0,8228	0,2253	0,6396	–	0,8981	2,611
20-40	0,0227	0,6109	0,3912	0,8461	–	0,5701	2,441
40-60	0,0252	0,6698	0,5711	0,6738	–	0,6851	2,625
60-80	0,0267	0,6752	0,6611	1,0851	–	0,7859	3,234
60-80	0,0267	0,6752	0,6611	1,0851	–	0,7859	3,234
80-100	0,0227	0,5760	0,4658	0,9175	–	0,8010	2,783
100-120	0,0252	0,5748	0,5559	0,6967	–	0,7284	2,591
120-140	0,0252	0,5617	0,5259	0,7035	–	0,4607	2,277

При возделывания риса за счет фильтрации воды с рисовых полей и поверхностных сбросов происходит промывка засоленных почв. При исходном засолении 3,0 % солей в 0–100 см слое почв за один год возделывания риса содержание солей уменьшилось до 1,273 %, за два года – до 0,728 %, за три года – до 0,431% (таблица 2). После третье года возделывание риса земли из категории сильнозасоленных перешли в слабо и средnezасоленные. Урожайность риса в первый год возделывание риса составляет 3,27 т/га, второй год – 3,97 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Солевой режим почв и урожайность риса

№ п/п	Показатели	Годы посева риса	
		1	2
1	Содержание солей весной до посева риса в 0–100 см слое почв, %	3,000	1,470
2	Содержание солей осенью после уборки риса в 0–100 см слое почв, %	1,273	0,7416
3	Вывос солей из 0–100 см слоя почв после возделывания риса, %	1,728	0,728
4	Урожайность риса сорта Тугускен, т/га	3,27	3,97

В первый год возделывания риса фильтрационный сток с рисового поля составлял 3700 м³/га, во второй год – 3490 м³/га.

На сильнозасоленных и слабодренлируемых землях опытно-производственного участка ОПХ Караултобинский за счет конвективной диффузии солей из почвы и от грунтовых вод повышается минерализация воды на рисовом поле. При достижении критической величины минерализации воды в начальные фазы вегетации 1,8 и 2,5 г/л в последующие фазы вода с рисового поля полностью сбрасывается, и сразу поле затапливается свежей водой из оросительной сети. Количество водосмен на рисовом поле в период вегетации риса составило: в первый год посева риса – 5 раз с общим объемом 4624 м³/га; во второй год посева риса – 3 раза, объем – 3110 м³/га.

При постоянном затоплении на засоленных землях оросительная норма риса составляет 24,35 тыс. м³/га. Составляющие элементы оросительной нормы: эвапотранспирация – 10 367 м³/га, насыщение почвогрунта – 4460 м³/га, фильтрационный сток и поверхностных сброс в дренажную сеть в первый год посева риса – 8324 м³/га, второй посева риса – 6810 м³/га.

Гидромодуль первоначального затопления рисового поля составляет 5,1–6,16 л/с-га, в период поддержания слоя воды – 2,0–2,4 л/с-га.

Слой воды на рисовом поле играет многофакторную роль, он оказывает большое влияние на инфильтрацию воды и вымывание солей из почв рисового поля, является экологическим фактором, определяющим при всех прочих равных условиях, формирование и продуктивность растений риса [3–5]. С изменением минерализации слоя воды на рисовом поле изменяется оросительная норма, урожайность риса и затраты воды на тонну продукции.

Нами установлена корреляционная связь ($r = 0,983$) урожайности риса (Y) от минерализаций воды (C) на рисовом поле в период орошения:

$$Y = (2,5 + 4,9c1) - 0,5C, \quad 2,5 > C > 1,0 \text{ г/л.} \quad (1)$$

При $C = 1$ г/л, $Y = 6,4$ т/га, $C > 2,5$ г/л, $Y = 2,75$ т/га.

Исследования показали, что минерализация воды на рисовом поле зависит от степени засоления почв, концентрации солей в поливной воде, интенсивности суммарного водопотребления с рисового поля, слоя воды и дренированности территорий, то есть от эффективности работы дренажа.

Влияние минерализации воды в рисовых чеках на онтогенез риса может быть описано аналитической зависимостью:

$$C = \frac{\chi_A}{1 + Y_A}. \quad (2)$$

Уравнение следующим образом описывает онтогенез риса: изменение условий внешней среды (концентрации солей в воде рисовых чеков χ приводит к тому, что соотношение режимов

работы, вегетативных органов A , конуса нарастания V_A и внешних условий перестает быть равным C . Растения риса стремятся восстановить утраченное соотношение, изменяют физиолого-биохимический режим регуляторного центра конуса нарастания, следствием чего является и изменение физиолого-биохимического режима вегетативных органов, что мы и наблюдаем на вариантах режима орошения риса без смены воды в период всходов растений. На рисовых чеках, где концентрация солей в воде превышает 2,0 г/л, всходы растений риса изрежены, отстают в росте, верхушки листьев желтеют, внешняя среда, к которой относится повышенная минерализация воды в рисовом чеке замедляет рост и развитие растений риса. Следовательно, для улучшения условий развития растений риса необходимо улучшить внешнюю среду, уменьшив концентрацию солей в воде и почве рисовых чеков, чего мы и добивались в вариантах постоянного затопления со сменой воды в период всходов растений риса. В этих вариантах минерализация воды в рисовых чеках не превышала 1,8 г/л, она не оказывает отрицательного влияния на рост и развитие растений, интенсифицируя одновременно процессы образования вегетативных и генеративных органов.

Из данных о состоянии растений риса в период образования вегетативных и генеративных органов можно сделать вывод, что наиболее критическим в онтогенезе риса, по отношению к минерализации воды рисовых чеков, является период прорастания–всходов–кущения, когда концентрация солей в воде рисовых чеков не должна превышать 1,8 г/л. При достижении концентрации солей в воде рисовых чеков 1,8 г/л воду из чека необходимо полностью сбросить и сразу после сброса затопить рисовый чек свежей водой из оросительного канала. В последующие фазы вегетации растений риса эту операцию необходимо проводить при достижении минерализации воды в чеках 2,5 г/л.

Интенсивность накопления солей в воде на рисовом поле и необходимость смены воды можно определить расчетным методом из балансовых уравнений, описывающих динамику изменения объема воды и интенсивности соленаккумуляции в воде за время dt .

$$V \frac{dC_q}{dt} = C_q (V_n - V_{nt} + V_{zp}) = V_n C_n + V_{zp} C_{zp}, \quad (3)$$

где V – объем воды в чеке в момент времени t , м³/га; V_0 – начальный объем воды в чеке, м³/га; V_n , $V_{гр}$ – среднесуточные объемы воды, поступающие в чеки за время $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$ через водовыпуск и от почвенных растворов грунтовых вод, м³/га; V_e , $V_{ит}$, $V_{ф}$ – среднесуточные объемы воды, расходуемые из чека за время $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$ соответственно на сброс, испарение и транспирацию, инфильтрацию, м³/га; C_0 , C_n , $C_{гр}$, C_q – соответственно исходная минерализация воды в чеке, минерализация поливной, грунтовой воды и воды в рисовом чеке в момент времени t , г/л.

Уравнение (3) позволяет определить минерализацию воды на рисовом поле в любой момент времени t и необходимость смены воды при достижении ее критических значений:

$$C_q = \frac{v}{\alpha} + (C_0 - \frac{v}{\alpha}) e^{-\alpha t}, \quad (4)$$

где v – накопление солей в воде рисового чека за время $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$;

$$v = \frac{1}{V} \sum_{i=1}^n (V_n C_n + V_{zp} C_{zp})$$

изменение объема подачи воды в чеке за время $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$

$$\alpha = \frac{1}{V} \sum_{i=1}^n (V_n + V_{zp} - V_{nt}).$$

Из уравнения (4) следует, что с ростом водоподачи V_n минерализация воды на поле уменьшается и, наоборот, с уменьшением подачи воды через водовыпуск V_n и увеличением питания от грунтовых вод $V_{гр}$ минерализация воды на поле повышается. Концентрация солей в воде на рисовом поле может изменяться?

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n (V_n C_n + V_{zp} C_{zp})}{\sum_{i=1}^n (V_n + V_{zp} - V_{nt})} \text{ при } V_n \longrightarrow 0 \text{ и } V_{\phi} + V_c \longrightarrow 0$$

до Сп при $V_{гр} \rightarrow 0$ и $V_{\phi} + V_c \rightarrow V_{п}$.

Зависимость изменения минерализации воды в рисовых чеках от минерализации поливной воды и соотношения V_{ϕ} и $V_{гр}$ для засоленных суглинистых почв показана на рисунке 1.

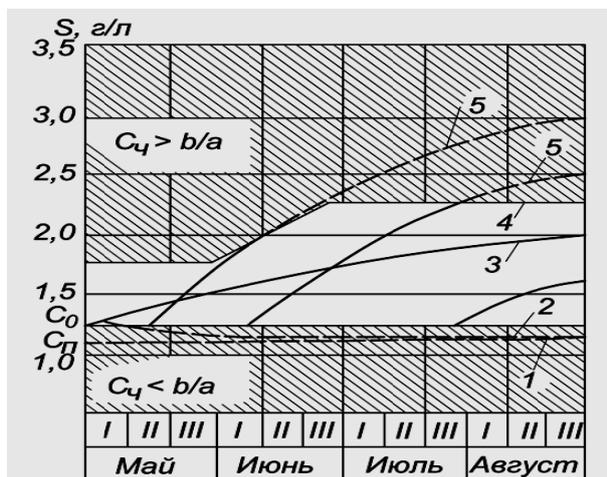


Рисунок 1 – Динамика минерализации воды на рисовом поле в оросительный период:
 1 – минерализация поливной воды;
 2, 3, 5 – минерализация воды на рисовом поле соответственно при $Q_{\phi} + Q_c = Q_{гр}$ и $C_4 < b/a$, при $Q_{\phi} > 0$ и $C_4 < b/a$, при $Q_{гр} \geq 0$ и $C_4 > b/a$;
 4 – предельно допустимая минерализация воды на рисовом поле

Из приведенных данных следует, что чем выше инфильтрация воды на рисовом поле и ниже минерализация грунтовых вод, тем меньше накапливаются соли в воде рисового поля. С уменьшением инфильтрации и увеличением напорности грунтовых вод минерализация воды на рисовом поле повышается и для ее снижения необходимо производить смену воды.

Для снижения минерализации воды на рисовом поле и предотвращения потерь урожая риса необходимо на сильнозасоленных землях воду с рисового поля периодически сбрасывать и заполнять его свежей водой. Но такие сбросы воды не должны носить стихийный характер, так как чрезмерно частые сбросы вызывают увеличение забора воды из источника орошения, переполнение коллекторно-сбросной сети и загрязнение окружающей среды.

Сбросы с рисового поля следует осуществлять в том случае, когда минерализация воды на рисовом поле превысит предельно допустимую величину (см. рисунок 1, 4). В производственных условиях минерализацию воды на рисовом поле можно определять солемером. Ежедекадно производить замеры и определять содержание солей в воде на рисовом поле

Рис и грунтовые воды – понятия не разделимые. На рисовой оросительной системе формируется бугор грунтовых вод (верховодка), уровень воды в которых в межполивной период устанавливается на отметках бытовых горизонтов воды в каналах коллекторно-сбросной и дренажной сети, а в поливной период – на посевах риса, на отметках уровня воды в рисовых чеках. Иными словами, поверхностные воды в чеках в поливной период смыкаются с грунтовыми.

В зависимости от исходного содержания солей в почвогрунтах зоны аэрации, глубины залегания и химизма коренных грунтовых вод, минерализация верховодки изменяется от 3–4 (незасоленные земли) до 15–20 г/л и более (засоленные земли).

Интенсивность процессов рассоления земель при возделывании риса и засолении во время выращивания сопутствующих культур находится в прямой зависимости от мелиорирующего действия дренажа. Непременным условием, обеспечивающим отрицательный солевой баланс почв зоны аэрации и грунтовых вод на рисовых системах, является отток грунтовых вод с рисовых массивов и свободная инфильтрация воды из рисовых чеков в объеме 40–60 м³/га сут, в период поддержания слоя воды на рисовых чеках. Возможность выращивания на засоленных землях рис и другие культуры появляется в результате инфильтрации воды и выноса солей

из пахотного слоя почв. При инфильтрации воды с затопленного рисового чека 4 мм/сут, через 10 сут содержание солей в 0–30 см слое почвы уменьшается в 2–3 раза, этим самым обеспечиваются получение всходов риса и его рост. При отсутствии инфильтрации и напорности грунтовых вод отмечается обратная зависимость между концентрацией солей в почве и густотой стояния растений.

Обсуждение результатов. Рис как мелиорирующая культура за 2–3 года возделывания обеспечивает рассоление почв, которые приобретают ценные агрономические свойства, их плодородие повышается. Наши опытно-экспериментальные исследования подтверждают сказанное.

Возникает резонный вопрос: почему в республиках Центральной Азии и Казахстане мелиорирующая роль риса «работает» не в полной мере, хотя за 40 лет эксплуатации каждый гектар пропустил через себя не менее 100 тыс. м³ воды. Эколого-гидрогеологические данные дают этому логическое объяснение.

Мелиорирующая роль риса бесспорна, но она корректна при трех условиях: 1) полив риса должен осуществляться водой с минерализацией до 1,0 г/л; 2) уровень грунтовых вод в межполивной период должен находиться на глубине, по величине большей, чем высота капиллярного подъема минерализованных грунтовых вод; 3) грунтовые воды под рисовым массивом должны быть сточными и иметь естественный базис разгрузки, находящийся за пределами рисовых систем. Только в этом случае возможно постепенное рассоление грунтовых вод. Ни одно из перечисленных условий не соблюдается на рисовых системах Кызыл-Ординской области и объясняется природными гидрогеологическими факторами, сложившимися в далекие геологические эпохи. Рассмотрим их суть на примерах массивов орошения низовья р. Сырдарии.

Рисовые системы Кызыл-Ординской области размещены вдоль рек приморских низменностей, прилегающих к Аральскому морю. Под влиянием грунтовых вод в прибрежных полосах этих низменностей аккумуляровано огромное количество солей, более того, в понижениях и впадинах здесь встречаются сильнозасоленные земли, солончаки. Грунтовые воды располагаются близко от поверхности и являются бессточными и сильно минерализованными до 60 г/л.

Рис возделывается в системе севооборотов, и его доля не превышает 50%. В этом случае на полях, не занятых рисом, происходит вторичное засоление: содержание солей в верхнем слое (0–20 см) достигает в первый год 1%, а во второй – 2,5% (рисунок 2).

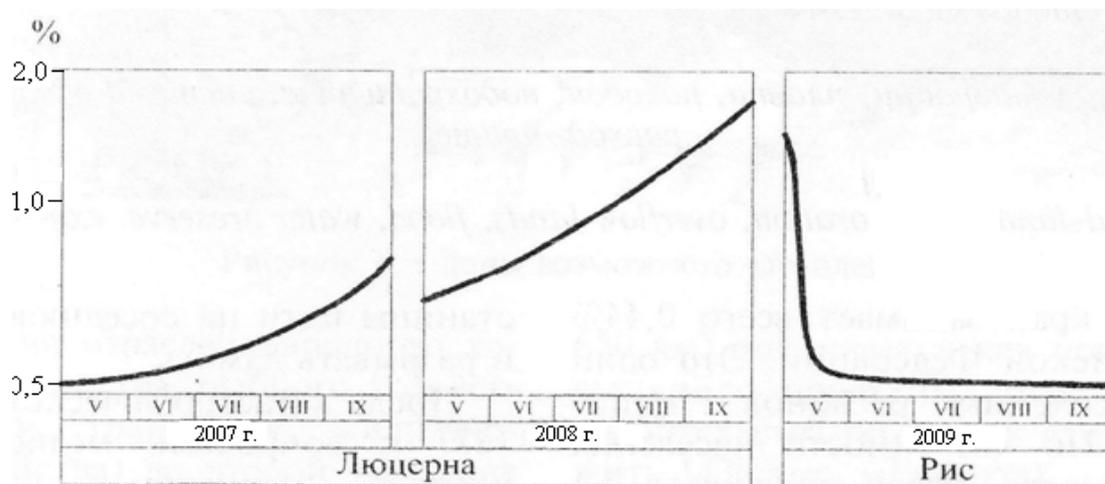


Рисунок 2 – Динамика засоления верхнего слоя (0–10 см) почвы на севооборотном чеке

Чтобы довести величину урожайности до 4–5 т/га, рекомендуются следующие мероприятия:

1. Для повышения урожайности риса в условиях Кызыл-Ординской области необходимо увеличить долю скороспелых сортов риса с продолжительностью вегетации 80–90 дней до 50–60 %. Это позволит за счет уменьшения поливного периода добиться экономии оросительной воды (примерно 12 млн м³ на 1000 га) и довести долю риса в севообороте до 50 %. Селекцио-

нерам вывести скороспелые сорта аборигенного типа – иммунные, толерантные к высоким температурам в полуденные часы (более 30°C), не полагаемые, с урожайностью не менее 5,5 т/га. Сеять рис необходимо в апреле.

2. Очистить коллекторную сеть и довести ее до глубины 3–3,5 м, чтобы в межполивной период УГВ залегал на глубине 2–2,5 м.

3. Перейти со стихийного на прецизионное водораспределение в период первоначального затопления посевов с широким применением форсированного затопления, начинать с низких участков рисовых систем, благодаря чему под поверхностью чека создастся пресная водяная подушка. Для этого необходимо реанимировать колледжи, техникумов-мелиораторов высокого профессионального уровня, которые могли бы составить план первоначального затопления с учетом гидрогеологических условий массива орошения.

4. Строго придерживаться допустимых концентраций солей в воде рисовых чеков в поливной период: 1,8 г/л в период прорастания-всходов-кущения и 2,5 г/л в остальные фазы вегетации растений риса. При достижении указанных пределов воду из чека необходимо сбросить и затопить свежей водой из оросительной сети.

Эти мероприятия позволят за счет рационального использования водных ресурсов, понижения уровня грунтовых вод в межполивной период и создания водных барьеров в поливной создать благоприятные условия для формирования высоких урожаев риса на почвах рисовых систем, склонных ко вторичному засолению.

Заключение. Внедрение на засоленных землях рисовых систем разработанной технологии орошения риса – постоянное затопление со сменной воды на рисовом поле при достижении минерализации 1,8 г/л в период прорастания всходов–кущения и 2,5 г/л в последующие фазы развития позволит избежать стихийных сбросов, обеспечит рентабельность производства риса на засоленных землях до 35 % и дополнительный сбор риса-шалы в Приаралье более чем на 100 тыс. т. Позволит снизить водную нагрузку на дренажную сеть на 25–30%, уменьшить объем сбросного стока с рисовых полей на 35–40%, ввести в сельхозоборот земли, заброшенные по причине вторичного засоления.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рау А.Г. Водораспределение на рисовых системах. – М.: Агропромиздат, 1988. – 86 с.
- [2] Тулякова З.Ф. Рис на засоленных землях. – М.: Колос, 1978. – 239 с.
- [3] Beecher H.G., 1991. Effect of saline water on rise and soil properties in the Merrumbidgee valley. Austral. J. Exp. Agr., 6(31): 819.
- [4] Asch F., M. Dingkuhn, K. Dorffling, 2000. Salinity increases CO₂ assimilation but reduce growth in field-grown irrigated rice. Plant and Soil, 218: 1-10.
- [5] Asch F., M.S.C. Wopereis, 2001. Responses of field-grown irrigated rice cultivars to varying levels of floodwater salinity under semi-arid conditions. Field Crops Research, 70: 127-137.

Р. РАХМАТИЛЛОЕВ, И.И.САИДОВ, Г. САЛИХБОЕВА

Таджикский аграрный университет им. Шириншо Шотемур,
Таджикский научно-исследовательский центр по охране водных ресурсов, Душанбе, Таджикистан

ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ В ТАДЖИКИСТАНЕ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Приводятся тенденции использования водных ресурсов для ирригации в период перехода Таджикистана на рыночную экономику. В этих условиях приводится перечень мероприятий для обеспечения рационального водопользования. Это комплекс необходимых действий по экологическому восстановлению агроландшафтов в зоне орошаемого земледелия включает реабилитацию и модернизацию ирригационной и дренажной сети, разработку и внедрение водосберегающей технологии, сокращение фильтрации из магистральных каналов и другие мероприятия технического и организационного характера. Предложены пути решения задач по поддержанию эксплуатационной готовности внутрихозяйственной оросительной сети и эффективного земле и водопользования путем создания частных или кооперативных организаций по оказанию агротехнических и ирригационных услуг, функционирующих отдельно или в составе АВП.

The article presents of the tendency in the use of water recourses for irrigation at the period of transition to the market economy in Tajikistan. Under these conditions, there are list of activities to ensure of the rational water use. It is a complex of necessary actions for environmental rehabilitation of the agricultural landscapes at the area of irrigated agriculture, which involves the rehabilitation and modernization of the irrigation and drainage networks, development and introduction of the water saving technologies, reduction of filtration of the main canals and other measures of technical and organizational nature. There are ways of solving the problems of operational availability maintenance of on-farm irrigation network and effective land and water management by creating a private or cooperative organizations in providing agronomic and irrigation services, operating separately or as part of the WUA.

Введение. Таджикистан расположен в сухой (аридной) климатической зоне, где другие природные факторы урожайности (солнечная радиация, свет, атмосферное тепло и почвенное плодородие) достаточны для получения высоких урожаев. Не хватает только атмосферных осадков, которые в вегетационный период лишь на 10–30% обеспечивают водопотребление сельскохозяйственных культур. Поэтому, почти 85–90% урожая сельскохозяйственных культур в Таджикистане получают на поливных землях.

Следует отметить, что орошаемое земледелие потребляет почти 90% от всего используемого объема водных ресурсов в Таджикистане.

Бурное развитие орошения земель в Таджикистане наблюдалось в 50–90-х годах XX века. За этот период было создано почти 710 тыс.га земель с инженерной оросительной сетью. К началу 90-х годов в республике были освоены почти все долинные земли, где почвенные условия позволяли выращивать хлопчатник – основную стратегическую культуру республики в то время.

В будущем создание оросительных систем более высокого технического уровня станет основой продовольственной безопасности в Таджикистане.

Постановка проблемы. Существовавшие до независимости Таджикистана (1991г.) оросительные системы, в том числе внутрихозяйственные сети, были приспособлены для проведения сосредоточенных поливов бригадами больших площадей в 100–200 га. Системы землепользования и ирригация были отлажены таким образом, чтобы обеспечить работу в сельском хозяйстве по принципу заводского конвейера. Внедрялись севообороты с размерами полей не менее 10 га, которые обеспечивали эффективное использование сельскохозяйственной техники при междурядных обработках и механизацию полива с постепенным переходом на его автоматизацию.

В настоящее время в сельском хозяйстве взамен 600–700 крупных коллективных и государственных хозяйств появились более 200 тыс. мелких дехканских хозяйств. Эти хозяйства не

всегда могут адаптироваться и эффективно функционировать в условиях оросительных систем, приспособленных для крупных форм хозяйствования (500–6000 га).

Несовместимость прежних оросительных систем с нынешними формами землепользования, экстенсивная технология выращивания сельскохозяйственных культур, недостаточный экономический потенциал дехканских хозяйств и невостребованность научно обоснованного подхода по решению возникающих проблем привели к низким показателям использования водных, земельных, материальных и трудовых ресурсов.

Организация управления водными ресурсами в Таджикистане по своим формам за годы независимости практически не претерпела существенных изменений. В то же время под влиянием рыночных реформ несколько изменились отдельные функции организационных структур оросительных систем, а также характер взаимоотношений как внутри водохозяйственных организаций, так и с водопользователями. До настоящего времени здесь сохранилась система централизованного административно-территориального управления оросительными системами.

Содержание и эксплуатация внутрихозяйственных оросительных систем в Таджикистане в основном возложены на ассоциации водопользователей, которым требуется поддержка нормативно-законодательного, технического и финансово-экономического характера.

Методика исследований. Методической основой исследований являются анализ и оценка основных критериев деятельности исторических и существующих структур управления оросительными системами, подготовка предложений по совершенствованию управления оросительными системами с учетом интегрированного управления водными ресурсами на принципах неделимости технологических границ управления оросительными системами, а также обеспечения экологического равновесия бассейнов рек.

Результаты исследований. Сравнительный анализ и оценка структуры управления оросительными системами в Таджикистане показывают, что их развитие можно подразделить на 4 периода.

Первый период охватывает 1924–1985 гг. – бурное развитие и освоение новых земель, начало реконструкции существующих оросительных систем и их перевод на более высокие технические и технологические уровни управления. В это время были созданы научные центры по исследованию, адаптации и опытному внедрению водосберегающей техники и технологий полива, разработке технологии освоения просадочных и склоновых земель, схем комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов по бассейнам рек.

Второй период – 1986–1991 гг. связан с продолжением переустройства оросительных систем, повышением их технического уровня, насыщением оросительных систем гидротехническими сооружениями и системами водоучета, строительством лотковой и закрытой внутрихозяйственной сети, развитием дренажной системы и машинного орошения. Впервые началось масштабное проектирование и применение водосберегающей техники и технологий, программирование урожая, проектирование и создание внутрихозяйственных оросительных систем многоцелевого «пользования».

Третий период – 1991–2016 гг. Он характерен трансформацией экономики, в том числе в водохозяйственном комплексе, созданием ассоциации водопользователей для управления внутрихозяйственными оросительными системами, началом реформирования водного сектора Таджикистана.

Четвертый период – 2016–2025 гг. Планируется продолжение реформирования водного сектора, переход на интегрированное управление водными ресурсами в речных бассейнах, создание бассейновых структур управления водными ресурсами, в том числе в мелиорации и ирригации.

Структурная систематическая эксплуатация оросительных систем Таджикистана началась с организации Управления водного хозяйства при Наркомземе Таджикской АССР в 1924 году [1]. Использовалась существовавшая в то время структура: окружные, районные управления, которые подразделялись на участки, возглавляемые арык-аксакалями и мирабами. Впоследствии организационные формы эксплуатации совершенствовались и улучшались, были созданы системные управления по бассейновому признаку. Каждая оросительная система функциони-

ровала в бассейне какой-либо реки, которая для нее являлась основным водоисточником. В период с 1924 по 1985 год всего в Таджикистане функционировали 17 оросительных систем (см. таблицу). Этот период отличается формированием службы эксплуатации оросительных систем Таджикистана, орошением особо крупных массивов, развитием машинного орошения.

Оросительные системы Таджикистана с 1924 по 1985 гг.

№	Оросительные системы	Год образования	Районы обслуживания
Бассейн реки Пяндж			
1	Пянджская	1927	Пяндж
2	ГБАО	1927	Районы ГБАО
3	Пархар-Чубекская	1929	Пархар, Хамадони, Восе
4	Кзылсу-Яхсуйская	1924	Куляб, Восе, Дангара, Темурмалик, Муминабад
Бассейн реки Вахш			
5	Гармская	1931	Рашт, Нуробод, Таджикабад, Джиргаталь
6	Шурабадская	1929	А.Джами
7	Вахшская	1939	Кумсангир, Дж.Руми, Джилликуль, Вахш, Бохтар
8	Яванская	1968	Яван, Хуросон (Ильичевский)
Бассейны рек Каферниган, Каратаг-Ширкент			
9	Гиссарское долинное управление	1934	Файзабад, Варзоб, Вахдат, Рудаки, Гиссар, Шахринав, Турсунзаде
10	Нижне-Кафирниганская	1932	Шаартуз, Кабадиян, Н. Хусрав
Бассейн реки Сырдарья			
11	Исфаринская	1930	Исфаринский, Канибадамский
12	Ходжабакирганская	1935	Б.Гафуровский, Спитамен, Дж. Расуловский
13	Аштская	1940	Аштский
14	Матчинская	1958	Матчинский
15	Зафарабадская	1962	Зафарабадский
16	Катта-Сайская	1928	Шахристанский, Истаравшан, Ганчи
Бассейн реки Зеравшан			
17	Зеравшанская	1949	Пенджикентский, Айнинский, Горный Матча

Структура эксплуатации оросительных систем, начиная с середины 80-х годов прошлого века (второй период развития), претерпела изменения, – был осуществлен переход с бассейнового управления водными ресурсами на административно-территориальное управление. При этом структура эксплуатации оросительными системами была представлена 4 областными производственными ремонтно-эксплуатационными объединениями, 27 районными производственными ремонтно-эксплуатационными объединениями и управлениями оросительных систем, 11 управлениями машинного орошения и насосных станций, управлением Дангаринского гидроузла, Таджикской гидрогеолого-мелиоративной экспедицией и Управлением электрических сетей и подстанций.

Эти структуры управления оросительных систем сохранились с 1991 года по настоящее время, но в системе землепользования, взамен прежних крупных коллективных сельхозпредприятий, появились дехканские хозяйства различных типов землепользования (коллективного, семейного и индивидуального). В этих условиях взаимоотношения существующих структур управления оросительными системами с землепользователями строились на договорах по оказанию услуг водоподачи.

После создания Агентства мелиорации и ирригации при Правительстве Республики Таджикистан (2013 г.) районные, региональные и областные оросительные системы были переименованы в управления мелиорации и ирригации соответствующих территорий.

В настоящее время в системе эксплуатации оросительных систем функционируют два областных управления мелиорации и ирригации (Согдийское и Хатлонское), отдел мелиорации и ирригации Горно-Бадахшанской автономной области, два зональных управления мелиорации и ирригации (Душанбинское и Гиссарское), два государственных учреждения управления каналами, государственное учреждение по ремонту и содержанию насосных станций, а также 54 районных управления мелиорации и ирригации. Всего в системе Агентства мелиорации и ирригации по эксплуатации оросительных систем функционируют более 63 организаций [2].

Такой принцип управления оросительными системами не способствует переходу на интегрированное управление водными ресурсами, хотя законодательно такой переход декларируется [3].

Административно-территориальный метод управления оросительными системами создает возможность административного вмешательства руководства районов в хозяйственные дела и процесс управления водой. В условиях рыночной экономики это приводит к снижению экономической эффективности управления, тормозит процесс вовлечения водопользователей в управление оросительными системами и их участие в содержании и эксплуатации ирригационно-дренажных объектов.

Республика Таджикистан планирует в 2016–2025 годах (четвертый период) обеспечить переход орошаемого земледелия, как основного водопотребителя в Таджикистане, на интегрированное управление водными ресурсами с учетом передового мирового опыта [4]. Для чего предстоит усилить работу в следующих направлениях:

трансформировать существующую структуру управления водными ресурсами, в том числе в мелиорации и ирригации на, бассейновые принципы;

создать оросительные системы с замкнутым циклом водооборота при сборе, накоплении, переработке и повторном использовании дренажно-сбросных вод на орошение в пределах орошаемого массива и многоцелевым использованием оросительной сети и водосберегающей техники и технологии полива;

разработать технические решения по замене открытых оросителей на закрытые водоводы, обеспечивающие увеличение КПД оросительной сети и КЗИ орошаемого участка;

обеспечить комплексное регулирование режимов агробиоценозов в соответствии с водно-физическими свойствами почв и возделываемыми сельскохозяйственными культурами и фазами их развития;

разработать адаптируемые методы управления поливными режимами для конкретных дехканских хозяйств и ассоциации водопользователей;

разработать технологии по снижению интенсивности водоподдачи при проведении поливов; создать комплекс поливной техники для его многоцелевого использования и разработать технологические режимы работы при внесении с поливной водой различных агрохимикатов, а также обеспечить режимы опрыскивания и опыливания в сочетании с машинами для их транспортировки;

установить оптимальные типы поливной техники, исходя из минимизации их материалоемкости и энергоемкости и возможности многоцелевого применения; автоматизировать процессы сбора, контроля, управления технологическими процессами и их параметрами при проведении поливов и внесении агрохимикатов за счет использования как централизованных, так и локальных технических средств;

внедрить технологию производства строительных работ с минимальным нарушением почвенного покрова по трассам каналов и трубопроводов и гидросооружений;

обеспечить надежность работы и экологическую безопасность при эксплуатации систем.

В соответствии с необходимостью реализации принципа неделимости технологических границ управления оросительными системами в Таджикистане количество ассоциаций должно соответствовать общему количеству колхозов и совхозов. Поэтому необходимо законодательно прописать этот принцип в Законе «Об ассоциации водопользователей в Республике Таджикистан».

Вместе с тем комплекс необходимых мероприятий по экологическому восстановлению агроландшафтов в зоне орошаемого земледелия включает реабилитацию и модернизацию

ирригационной сети, разработку и внедрение водосберегающих технологий, капитальную реконструкцию дренажной сети (увеличение ее густоты и глубины), сокращение фильтрации из магистральных каналов и другие мероприятия технического и организационного характера.

В современных организационно-экономических условиях для обеспечения устойчивой деятельности водопользователей задачи по поддержанию эксплуатационной готовности внутрихозяйственной оросительной сети и эффективному земле и водопользованию могут быть решены, путем создания частных или кооперативных организаций по оказанию агротехнических и ирригационных услуг. Они будут функционировать в соответствии с заключенными договорами с дехканскими хозяйствами, ассоциациями водопользователей, государственными эксплуатационными организациями.

Организации по оказанию агротехнических и ирригационных услуг с учетом объема и вида деятельности могут функционировать на территории всего речного бассейна, федерации ассоциации водопользователей, ассоциации водопользователей и управления мелиорации и ирригации региона или района.

Эти организации могут оказывать агротехнические и ирригационные услуги по следующим направлениям:

- содержанию и эксплуатации внутрихозяйственной оросительной системы;
- планированию водопользования, разработки проектов водоучета и совершенствования технического уровня внутрихозяйственных оросительных систем;
- разработке мероприятий для обеспечения экологической стабильности и предотвращению аварийных ситуаций на внутрихозяйственной оросительной системе и орошаемых агроландшафтов речных бассейнов;
- проектированию, внедрению и проведению опытной эксплуатации водосберегающей техники и технологии полива;
- разработке бизнес-планов, размещению сельскохозяйственных культур на орошаемых землях;

- обработке почвы, уходу за посевами, борьбы против вредителей и болезней;
- анализу текущей ситуации на рынке и заключению торговых сделок, поиску покупателей, в том числе зарубежных, сбору, упаковке, транспортировке и реализации выращенной продукции;
- по оказанию других услуг, которые будут необходимы для обеспечения устойчивого функционирования оросительных систем и орошаемых агроландшафтов речных бассейнов.

Количественный состав организаций по оказанию агротехнических и ирригационных услуг и их материально-техническая оснащенность определяются в зависимости от объемов и видов оказываемых услуг.

Деятельность организаций по оказанию агротехнических и ирригационных услуг можно осуществлять в рамках положений Закона Республики Таджикистан «О государственно - частном партнерстве» или на основе решения общего собрания ассоциации водопользователей.

Деятельность организаций по оказанию агротехнических и ирригационных услуг основывается на следующих принципах:

- оказание первоначальных платных качественных и своевременных услуг дехканским хозяйствам, ассоциациям водопользователей и другим водохозяйственным организациям с учетом тарифов, не превышающих себестоимость этих услуг с учетом установленной прибыли;
- организация работы в соответствии с утвержденным планом;
- подотчетность перед правлением ассоциации водопользователей;
- с учетом других принципов, которые потом могут появиться.

Заключение.

1. Развитие ирригации и управления оросительными системами в Таджикистане в историческом аспекте разделены на четыре периода:

первый период – бурное освоение новых земель, начало реконструкции существующих оросительных систем и их перевод на более высокие технические и технологические уровни управления, бассейновый принцип управления оросительными системами;

второй – продолжение переустройства оросительных систем, повышение их технического уровня, масштабное проектирование и применение водосберегающих техники и технологий,

программирование урожая, проектирование и создание научно-производственных внутрихозяйственных оросительных систем многоцелевого использования в различных природно-климатических условиях, начало перехода на управление оросительными системами в пределах административных границ районов;

третий – трансформация экономики, в том числе в водохозяйственном комплексе, создание ассоциации водопользователей для управления внутрихозяйственными оросительными системами, полный переход управления оросительными системами в пределах административных границ районов и областей;

четвертый – начало реформирования водного сектора, переход на интегрированное управление водными ресурсами в речных бассейнах, создание бассейновых структур управления водными ресурсами, в том числе в мелиорации и ирригации.

2. Для успешной реализации «Программы реформы водного сектора Республики Таджикистан на 2016–2025 годы» и перехода на интегрированное управление водными ресурсами с учетом передового мирового опыта предложены основные направления усиления работы в секторе мелиорации и ирригации, обеспечивающие повышение его технической, экономической и социальной эффективности.

3. Для обеспечения устойчивости и эффективной деятельности дехканских хозяйств и ассоциации водопользователей предложено создание организации по оказанию агротехнических и гидротехнических услуг, сформулированы основные сферы, принципы и условия деятельности этой организации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сборник основных справочных материалов развития мелиорации в Республике Таджикистан. Министерство мелиорации и водного хозяйства Республики Таджикистан, 1993. – 101 с.

[2] [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2014/WAT/05May_23_Dushanbe/TJ_SC6_Gafarov_RU.pdf.

[3] [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30486859&page=4.

[4] [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.cawater-info.net/bk/water_law/pdf/tj_791_2015.pdf.

Б. С. СЕРИКБАЕВ¹, Э. Б. СЕРИКБАЕВА¹, Ф. Э. НОСИРОВ¹, А. БУТАЁРОВ²

¹Ташкентский институт ирригаций и мелиорации

²Тер ГУ, Ташкент, Узбекистан

МОДЕРНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ МОДЕЛИ В УЗБЕКИСТАНЕ

Приводятся результаты многолетних теоретических, натурных и лабораторных исследований по совершенствованию управления и технической эксплуатации ирригационными и мелиоративными системами на основе модели кибернетической схемы.

The article presents the results of long-term theoretical, field and laboratory research on development of organizational and technical maintenance of irrigation and drainage systems based on the model of cybernetic scheme.

Введение. В Узбекистане проводятся крупно-масштабные работы по выполнению государственного плана развития ирригации и мелиорации на период 2013–2017 гг. На существующих объектах водопользователей: сельского и городского хозяйства, энергетики, транспорта, рыбного и лесного хозяйства, обводнения пастбищ и др. Совершенствование конструкции ирригационных и мелиоративных систем, применение автоматизированных систем управления, оборудование современными эксплуатационными приборами и устройствами. Быстрыми темпами внедряются водосберегающие способы и техники полива сельхоз культур. Дальнейшее повышение производительности каждого кубометра оросительной воды, а также для внедрения “безотходной технологии использование водных ресурсов” с высокими значениями технико-экономических показателей. Является актуальной задачей.

Цель исследования. Целью исследования является совершенствование управления и технической эксплуатации гидромелиоративных систем. Для повышения эффективности работы систем и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. С минимальными затратами.

Методы исследований. Основные методические положения базируются на теоретических и экспериментальных исследованиях, широком обобщении практики управления и эксплуатации ирригационных систем.

В полевых опытах использованы апробированные методики ТИИМ, УзНИИХ, САНИИРИ, ИВП АН РУз и другие.

Источник финансирования исследований. Исследовательская работа выполнена в соответствии с Государственной научно-технической программой ГКНП-7 «Совершенствование системы рационального использования и сохранения земельных и водных ресурсов, решения проблем охраны окружающей среды, природопользования, экологической безопасности, обеспечивающих устойчивое развитие республики», выполненной 2010-2015 гг. и другие.

Результаты исследования. Современный уровень научно-технического прогресса требует по-новому подойти к вопросам управления производством, в том числе на оросительных системах. Большое влияние на перестройку систем управления оказало развитие кибернетики – науки об управлении сложными системами. Возникла прикладная кибернетическая ветвь – системный анализ, т.е. методология исследования любых объектов посредством представления их в качестве систем и их анализа. Подобный подход предполагает систематическое исследование и взаимное сравнение тех альтернативных действий, которые приводят к достижению желаемых целей, сравнению альтернатив на основе стоимости расходуемых ресурсов и получаемых эффектов по каждой из альтернатив, учет и подробный анализ неопределенностей. Таким образом, в основе применения методов комплексного анализа находится понятие «система» и прежде всего «большая или сложная система». Одной из них как раз и является гидромелиоративная сеть каналов, для управления которой сегодня используется кибернетика.

Эмерджентность – наличие у системы целостности, при которых она обладает свойствами, не присущими составляющим ее элементам. Применительно к гидромелиоративной системе это стабилизация производства сельскохозяйственной продукции, изменение социальной структуры в зонах широкого развития орошения, новые экологические свойства этих зон.

Экономический гомеостаз – устойчивое и оптимальное (равновесное) функционирование экономических систем в изменяющейся социальной среде. Для гидромелиоративных систем это свойство больших систем проявляется в их способности выполнять функции в широком диапазоне изменения погодных условий, структуры площадей орошения, условий хозяйственной деятельности и т.д.

Разнообразие – мера числа различных состояний системы, которая проявляется в наличии многочисленных ограничений на функционирование систем: по пропускной способности каналов, режимам орошения сельскохозяйственных культур, режимам работы сооружений и соответствующего оборудования на них.

Одной из наиболее перспективных областей использования методов системного анализа в эксплуатации гидромелиоративных систем является сфера управления, которая представлена системой управления, отличающейся значительным собственным разнообразием и построенной по иерархическому принципу. Это обуславливает разработку и внедрение на системах методов оптимального управления, которые могут быть реализованы в следующих аспектах:

систематическое изучение системы управления для выполнения целей управления и возможных альтернатив их достижений;

определение функциональной схемы и схемы функциональных потоков, выявления узких мест;

создание системы управления, базирующейся на современных способах переработки информации с помощью ЭВМ, средствах связи, оргтехнике, позволяющей оперативно принимать оптимальные решения (система моделей).

В Узбекистане проводятся крупномасштабные работы по модернизации управления гидромелиоративными системами (ГМС). Осуществлен переход на гидрографическое управление водными ресурсами.

В настоящее время техническая эксплуатация оросительных систем основывается на кибернетической схеме управления. Они проводятся по пяти направлениям:

1) управление ирригационными и мелиоративными системами по техническим устройствам, сооружениям путем проведения реконструкции, поддержания и содержания их в рабочем состоянии;

2) управление оросительными системами по биологическим показателям объектов;

3) управление водными ресурсами по плану водопользования БУИС, УИС, АВП и фермерских хозяйств и других водопользователей;

4) управление ирригационными и мелиоративными системами по улучшению мелиоративного, экологического, санитарно-эпидемиологического состояния земель; повышение значения КЗИ, КИВ, КПД оросительной сети; получение высоких устойчивых урожаев по основным и повторным посевам сельхозкультур на полях фермерских и других хозяйств;

5) управление ГМС в условиях рыночной экономики по экономическим показателям с внедрением новой ресурсосберегающей техники и технологии поливов сельхозкультур.

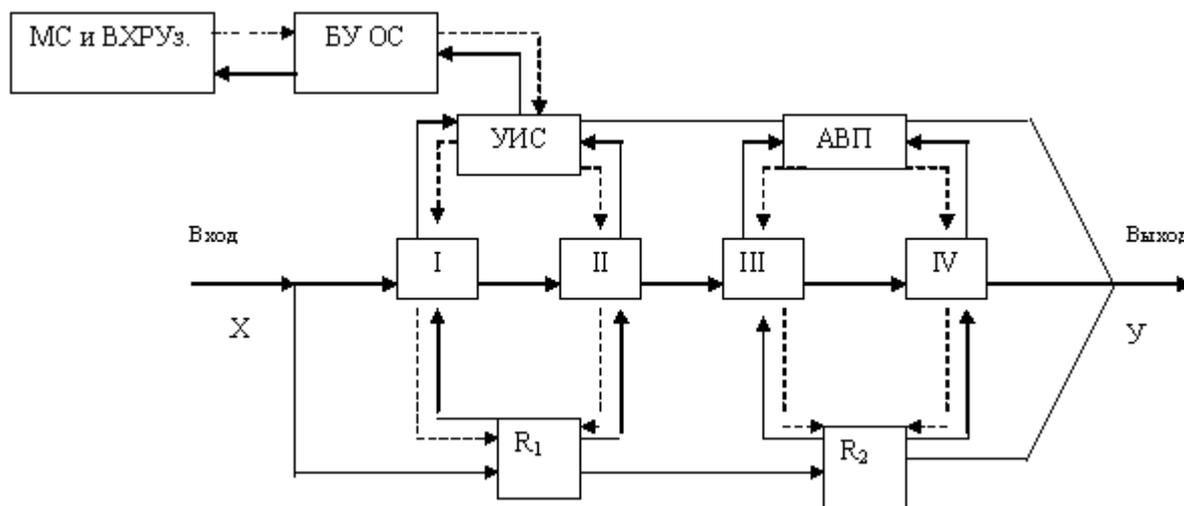
Эксплуатация в переводе с французского означает использование с извлечением выгоды, значит при кибернетическом управлении и эксплуатации ГМС фермерским хозяйствам, АВП, УИС, БУИС не грозит банкротство.

К техническим объектам гидромелиоративной системы относятся: гидроузлы, головное водозаборное сооружение, магистральный канал, межхозяйственный канал и каналы внутрихозяйственных систем. Известно, что оросительная система состоит из проводящей и регулирующей части.

К биологическим объектам регулирования относится применение передовых технологий возделывания сельхозкультур для получения высоких и экологически чистых урожаев; использование новых сортов сельхозкультур, передовых агротехнических, лесотехнических мероприятий; внедрение повторных посевов. В настоящее время для достижения данной цели

разработаны кибернетические схемы управления автоматизацией ГМС. Основоположниками данной системы управления являются профессора М. Ф. Натальчук, Я. В. Бочкарев, Е. Е. Овчаров, Б. С. Серикбаев и другие.

Кибернетическая схема управления ГМ-системами приведена на рисунке.



Кибернетическая схема управления эксплуатацией и автоматизацией ГМ-систем. X – вход в систему.

Понятие «вход в систему» включает все ГТС, гидроузел, головное водозаборное сооружение, предназначенное для забора воды в нужном количестве и качестве и на нужном горизонте воды в проводящей части канала.

Y – выход из системы; I – головное водозаборное сооружение; II – межрайонная и межхозяйственная часть оросительной системы; III – системы АВП и хозяйств; IV – поливная техника; R₁ – резерв водных, технических, материальных, финансовых, трудовых и других ресурсов для межрайонной и межхозяйственной части ОС;

R₂ – тоже самое для внутрихозяйственной части ОС;

—> – линия связи; - - -> – линия воздействия

Для того чтобы правильно организовать техническую эксплуатацию и управление оросительными системами, необходимо их разделить по классам и разрядам.

Оросительная система делится на следующие классы:

1. Первый класс – все оросительные системы, имеющие орошаемую площадь более 300 тыс. га.

2. Второй класс – оросительные системы, имеющие площадь орошения 100–300 тыс. га.

3. Третий класс – оросительные системы, имеющие площадь от 50–100 тыс. га.

4. Четвертый класс – оросительные системы, имеющие площадь менее 50 тыс. га.

Классификация необходима для определения объемов работ при проведении капитального и текущего ремонта оросительные системы.

По техническому состоянию оросительные системы подразделяются на 4 разряда:

1) оросительная система инженерного типа, стоимость ремонтных работ практически минимальная, такая система оценивается высокими баллами; реконструкции таких систем не требуется;

2) оросительные системы, нуждающиеся в частичной реконструкции, в пределах 25 % от первоначальной стоимости данной системы;

3) ирригационные системы требуют частичной реконструкции в пределах 26–50 % первоначальной стоимости данной системы;

4) оросительные системы, требующие полной реконструкции – до 100% от балансовой стоимости основных фондов системы.

Оросительные системы по оснащению эксплуатационными устройствами, установками, приборами делятся на 4 разряда:

1. Оросительные системы, оснащенные эксплуатационными устройствами в пределах 86–100% от нормативного показателя.

2. Оросительные системы, оснащенные эксплуатационными устройствами в пределах 75–85% от нормативного показателя.

3. Оросительные системы, оснащенные эксплуатационными устройствами в пределах 51–75% от нормативного показателя.

4. Оросительные системы, оснащенные эксплуатационными устройствами в менее 51% от нормативного показателя.

Выводы и предложения:

1) В республике проводятся по этапное совершенствование управления ирригационными, мелиоративными системами. Осуществлен переход от административно-территориального способа к гидрологическому принципу управления.

2) Развитие научно-технического прогресса в современных условиях и перспективе требует – модернизацию управления ГМС на основе кибернетической схеме модели.

3) Составление кадастра на основе эксплуатационного и мелиоративного мониторинга классы и категории ирригационных и мелиоративных систем позволять планировать, определить необходимые объемы водо-земельных, финансовых, трудовых, технических, материальных ресурсов и другие, для выполнения всех мероприятий в срок.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Джалолов А.А. Модернизация системы водного хозяйства, системы водопользования для сельскохозяйственных и промышленных нужд // Проблемы создания АВП Республики Узбекистан. – Ташкент, 2013.

[2] Натальчук М.Ф. ЭГМС. / М.Ф. Натальчук, Х.А. Ахмедов, В.И. Ольгаренко. – М., 1984.

[3] Серикбаев Б.С. Опыт эксплуатационного мониторинга на ГМС реки Сырдарья / Б.С. Серикбаев, Д.Г. Ахмеджонов, А.Г. Шеров // Доклады II международной научно-практической конференции. – Тараз, 2016.

[4] Серикбаев Б.С. ЭГМС / Б.С. Серикбаев, Д.П. Гостишев, Ф.А. Бараев и др. – Ташкент, 2014. – 392 с.

Б. С. СЕРИКБАЕВ, Д. Ф. АХМЕДЖОНОВ, З. МАДАМИНОВА,
А. Н. УБАЙДИЛЛАЕВ¹, А. БУТАЁРОВ²

¹Ташкентский институт ирригации и мелиорации

²Тер ГУ, Ташкент, Узбекистан

ВОДООБОРОТ – ОСНОВНОЙ ФАКТОР ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ В МАЛОВОДНЫЕ ГОДЫ

Приводятся результаты научно-исследовательских работ (НИР), выполненных в Андижанской, Жиззакской и Сурхандарьинских и других областях Республики Узбекистан, по внедрению водооборота между фермерскими хозяйствами, АВП, УИС и БУИС для рационального использования водных, земельных, финансовых, технических и других ресурсов.

The results of the scientific research performed in Andijan, Jizzakh, Surxondaryo and other Regions of Uzbekistan on implementation of water circulation among farm, Water customer Association, Irrigation Systems Administration and Irrigation Systems Basin Administration for rational water, land, finance, technic and other resources using are presented.

Введение. В настоящее время сложилась напряженная обстановка в бассейнах рек Амударья и Сырдарья из-за несогласованности между имеющимися в наличии водными ресурсами, ежегодными объемами водозабора на орошение и требованиями охраны окружающей среды от их истончения и загрязнения. Сложившаяся обстановка заставляет пересмотреть выработанные ранее подходы к проблеме развития орошаемого земледелия в этом регионе.

Прежде всего необходимо выявить все резервы орошаемого гектара, упорядочить водопользование, повсеместно перейти на водосберегающие технологии в орошаемом земледелии, обеспечить действенность природоохранных мероприятий.

Основными путями развития орошения в аридной зоне на современном этапе являются:

1. Комплексная реконструкция действующих оросительных систем, технические параметры которых не соответствуют требованиям перехода на водосберегающие технологии в орошаемом земледелии.

2. Расширение орошаемых площадей на базе создания технически совершенных оросительных систем за счет высвободившихся в результате переустройства.

3. В условиях острой нехватки водных ресурсов внедрение водооборота между фермерскими хозяйствами, АВП, УИС и БУИС для получения, экологически безопасной продукции при минимальных затратах оросительной воды.

Цель исследования. Совершенствование научных основ водопользования фермерскими хозяйствами, АВП, УИС и БУИС в условиях острого дефицита водных ресурсов.

Методы исследования. Теоретические, полевые натурные исследования проводились в соответствии с методами расчета планов водопользования, технической эксплуатации внутрихозяйственных и межхозяйственных ирригационных систем.

В последние годы в связи с глобальными изменениями климатических условий и гидрологических режимов основных трансграничных рек Сырдарья и Амударья бассейна Аральского моря постоянно наблюдаются маловодья в период вегетации основных и повторных посевов сельхозкультур на полях орошения. В этот сложный и критический период выполняются все необходимые организационно-технические мероприятия для обеспечения получения внутренней валовой продукции (ВВП) согласно бизнес-плану фермерских хозяйств, Ассоциации водопотребителей (АВП) и планам водопользования хозяйств Управления ирригационными системами (УИС) и бассейновыми управлениями ирригационных систем (БУИС). В Узбекистане успешно накоплен большой опыт внедрения водооборота в фермерских хозяйствах, АВП, УИС и БУИС.

Водооборот внутрихозяйственной оросительной сети является обязательным организационно-техническим условием водосбережения. Он вводится в том случае, когда коэффициент водообеспеченности меньше или равен 0,75:

$$K_{\text{во}} \leq 0,75 ; K_{\text{во}} = K_{\text{во}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{п}}}$$

где $Q_{\text{ф}}$ – фактический расход воды; $Q_{\text{п}}$ – плановый расход воды.

В водообеспеченных хозяйствах севооборотные массивы могут получать оросительную воду согласно плану водопользования постоянным током. Однако очередность полива осуществляется между орошаемыми полями. Водооборот осуществляется между фермерскими хозяйствами и АВП. Водооборот может быть двух- или трёхактным в зависимости от водообеспеченности.

Нами в 2014–2015 годах в Жиззакской, Сурхандарьинской и Андижанской областях проведены полевые исследования по внедрению водооборота. Основные элементы водооборота:

1. Продолжительность водооборота:

$$t_{\text{в}} = 10 \text{ сут} ;$$

$t_{\text{в}}$ – время, в течение которого вводится водооборот.

2. Лимитный расход

$$Q_{\text{лим}} = K_{\text{во}} \cdot \sum Q_{\text{бр}}$$

где $\sum Q_{\text{бр}}$ – суммарный плановый расход всех водопользователей, участвующих в водообороте:

$$\sum Q_{\text{бр}} = 8,35 \text{ м}^3/\text{с}; K_{\text{во}} = 0,65,$$

$$Q_{\text{лим}} = 8,35 \cdot 0,65 = 5,43 \text{ м}^3/\text{с}.$$

3. Количество водопользователей N в хозяйстве (число тактов водооборота), определяющееся по данным АВП и УИС:

$$N=2 \text{ такта}.$$

4. Время действия водооборота определяется по формуле:

$$t_i = \frac{t_{\text{в}} \cdot Q_{\text{бр}}}{\sum Q_{\text{бр}}} \text{ м}^3/\text{с},$$

где t_{qi} – номер такта водооборота; $Q_{\text{бр}}$ – плановый расход в каналах, данный в тактах:

$$K_{1.} - I - Q_I^{\text{бр}} = 3,74 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$K_{2.} - II - Q_{II}^{\text{бр}} = 3,59 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$t_{q-I} = \frac{10 \cdot 3,74}{7,33} = 5,10 \text{ сут},$$

$$t_{q-II} = \frac{10 \cdot 3,59}{7,33} = 4,90 \text{ сут},$$

$$t_{q-I} + t_{q-II} = T_{\text{в}} = 10 \text{ сут}.$$

5. Определение лимитов расхода при водообороте:

$$Q_I^{\text{лим}} = \frac{Q_{\text{лим}}}{Q_I^{\text{бр}} + Q_{II}^{\text{бр}}} = \frac{5,43 \cdot 3,74}{7,33} = 2,7 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{II}^{\text{лим}} = \frac{Q_{\text{лим}}}{Q_I^{\text{бр}} + Q_{II}^{\text{бр}}} = \frac{5,43 \cdot 3,59}{7,33} = 2,66 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_I^{\text{лим}} + Q_{II}^{\text{лим}} = Q_{\text{лим}},$$

$$2,7 + 2,66 = 5,43 \text{ м}^3.$$

Необходимые для системы расходы воды определяют составлением календарного плана или графика потребного забора воды в систему. Для каждого узла вододеления или канала расход устанавливают с учетом заявок АВП и хозяйств-водопользователей на воду и потерь ее при транспортировании по формуле

$$Q_{\text{бр}} = Q_{\text{ун}} + S = Q_{\text{нт}} / \eta,$$

где $Q_{\text{бр}}$ – расход воды с учетом потерь (брутто), $\text{м}^3/\text{га}$; $Q_{\text{нт}}$ – расход без учета потерь (нетто), $\text{м}^3/\text{с}$; η – КПД канала.

Потери воды и КПД каналов отдельных участков и системы в целом устанавливают по данным балансовой гидрометрии с учетом фактических потерь воды за прошлые годы. Общие потери на межхозяйственной сети каналов в земляном русле не должны превышать 25–30% количества воды, какое забирается в систему за весь период работы. Потери воды в облицованных каналах, лотковой и закрытой сети уменьшаются до 4–5%. Допустимые потери для каждого участка канала или трубопровода устанавливает управление оросительной системы.

При отсутствии данных наблюдений потери в каналах и земляных руслах ориентировочно определяют по формуле А. Н. Костякова:

$$S = \sigma Q_{нт} / 100,$$

где S – потери воды, м³/га; l – длина канала, км; $Q_{нт}$ – расход воды нетто, м³/с; σ – потери, % от расхода воды на 1 км длины канала:

$$\sigma = A / Q^m;$$

A и m – коэффициенты, которые изменяются в зависимости от водопроницаемости грунта в следующих пределах: при слабой водопроницаемости $A=0,7$, $m=0,3$; при средней $A=1,9$, $m=0,4$; при сильной $A=3,4$, $m=0,5$.

Если известны параметры каналов, то более точно потери воды можно определить по формуле Н. Н. Павловского:

$$S_0 = 0,0116(B + 2h)K_{\phi},$$

где S_0 – потери воды на 1 км длины канала, м³/с; B – ширина канала по урезу воды, м; h – глубина воды в канале, м; K_{ϕ} – коэффициент фильтрации грунта, м/сут.

Потери воды на 1 км длины канала подсчитывают по формуле С. А. Гиршкана:

$$S_0 = 0,063\sqrt{Q_{нт}} K_{\phi},$$

где $Q_{нт}$ – расход воды нетто, м³/с.

Для определения потерь воды в каналах пользуются таблицей потерь воды, составленной по формуле А. Н. Костякова.

Коэффициент полезного действия канала или его участка находят по формуле

$$\eta = Q_{нт} / (Q_{гн} + S) = (Q_{бр} - S) / Q_{бр} = Q_{нт} / Q_{бр},$$

где $Q_{нт}$ – расход воды в конце участка (канала), м³/с; $Q_{бр}$ – расход воды к голове канала или участка, м³/с; S – потери на участке, м³/с.

Коэффициент полезного действия межхозяйственной сети определяют по зависимости

$$\eta_{мх} = \sum Q_{нт} / (\sum Q_{нт} + S_{мх}) = \sum Q_{т.в.} / Q_{г.с.},$$

где $Q_{тв}$ и $Q_{гс}$ – сумма расходов в точках водовыдела и в голове системы, м³/с; $S_{мх}$ – сумма потерь в каналах межхозяйственной сети, м³/с. Коэффициент полезного действия системы равен

$$\eta_{сист} = \sum \frac{Q_{сист}^{нт}}{Q_{сист}^{бр}} = \frac{Q_n}{Q_{гс}},$$

где $Q_{сист}^{нт}$ – сумма расходов воды, подаваемой на поля хозяйств; $Q_{сист}^{бр}$ – расход воды брутто, забираемый в голове оросительной системы из источника орошения.

С. Р. Оффенгенден при непрерывной подаче воды для расходов, меньших максимального, рекомендует определять КПД системы по формуле

$$\eta_{\alpha} = (\eta + \alpha^m - 1) / \alpha^m,$$

где η_{α} – КПД при пропуске расхода, составляющего долю от максимального; η – КПД системы при максимальном расходе воды; m – показатель степени, характеризующий водопроницаемость грунта (0,3–0,5).

Умелая организация внутриводопользовательского плана водопользования способствует рациональному использованию оросительной воды, повышению производительности поливальных и поливной техники, значений КЗИ, КИВ и КПД внутриводопользовательской сети:

$$КЗИ = \frac{F^H}{F^{бр}}, \quad КИВ = \frac{Q_n}{Q_\phi} \cdot \frac{\omega_\phi}{\omega_{пл}},$$

где F^H – площадь нетто орошения фермерских хозяйства или АВП; $F^{бр}$ – площадь брутто орошения фермерских хозяйства или АВП;

$$\eta_{дек} = \frac{\eta_{max} + a^r - 1}{\eta_{max}}; \quad a = \frac{Q_{дек}}{Q_{дек}^{max}},$$

где η_{max} – декадные максимальное значение КПД оросительной сети; a – отношение декадного расхода к максимальному расходу; значение r – зависит от механического состава грунтов в ложе канала: $r=0,3$ – для тяжелых грунтов, $r=0,4$ – для средних грунтов, $r=0,5$ – для легких грунтов.

Для внутрихозяйственных оросителей, состоящих из лотковой или закрытой оросительной сети, $\eta_{дек}$ определяется следующим образом:

$$\eta_{дек}^{хоз} = \eta_{дек}^{в.х.р.} \cdot \eta_{дек}^{учр} \cdot \eta_{дек}^{зм},$$

где $\eta_{дек}^{в.х.р.}$ – декадное значение КПД внутрихозяйственного распределителя; $\eta_{дек}^{учр}$ – декадное значение КПД участкового распределителя; $\eta_{дек}^{зм}$ – декадное значение КПД гибкого трубопровода.

По этим данным составляем ведомость расхода воды нетто и брутто, подаваемой в данное фермерское хозяйство.

Внутрихозяйственная оросительная сеть к началу вегетационного периода должна быть подготовлена. Инженеры-гидротехники должны проводить семинары поливальщиков и ознакомить с задачами. Оросительные каналы должны оборудоваться водоучитывающими приборами и средствами. При подаче оросительной воды на севооборотные поля необходимо соблюдать следующие условия:

поливы сельхозкультур должны осуществляться сосредоточенным способом, не допуская распыления воды;

количество поливальщиков поливной техники, а также пропашных тракторов должно соответствовать плановым показателям;

не допускать несогласованности между поливами и поливными обработками.

Выводы и предложения:

1. В условиях острого дефицита водных ресурсов в источнике орошения вводится водооборот для получения высокой, стабильной, внутренней валовой продукции (ВВП) согласно бизнес-плана фермерских хозяйств, АВП, УИС, БУИС.

2. В результате водооборота создается возможность применения сосредоточенного способа орошения сельхозкультур, сокращается протяжённость одновременной работающей части ирригационных систем. В результате повышаются КПД оросительной сети и коэффициент использования воды (КИВ).

3. Несмотря на нехватку водных ресурсов, создаётся возможность без ущерба выращивать сельскохозяйственные культуры и получить запрограммированный урожай за счёт сэкономленных водных ресурсов в результате сокращения потерь воды на фильтрацию и испарение в ирригационных каналах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Серикбаев Б.С. и др. Практикум по эксплуатации и автоматизации гидромелиоративных систем. Тошкент: Мехнат, 1996. – 396 с.
- [2] Серикбаев Б.С. и др. Эксплуатации гидромелиоративных систем. – Тошкент, 2013. – 383 с.
- [3] Серикбаев Б.С. Модернизация управления ирригационными системами // Мат-лы межд. научно-практ. конф. “Уркумбаевские чтения”. – Тараз, 2013.
- [4] Серикбаев Б.С., Носиров Ф.Э. Техника и технология промывки засоленных земель в Джизакской области” // Проблемы механики АН Узбекистана. – Тошкент, 2015.

В. А. СМОЛЯР, А. К. ИСАЕВ

ТОО «Казэкопроект», Комитет геологии и недропользования, Алматы, Казахстан

ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАПАСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

Даны сведения о состоянии прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод Казахстана и обеспеченность ими в разрезе административных областей и водохозяйственных бассейнов.

Осында берілді жай-күйі туралы ақпарат, болжамдық ресурстар және жерасты су қорын пайдалану мен қамтамасыз етілуі атындағы бөлінісінде әкімшілік облыстар және су шаруашылығы бассейндері.

In the article information about the state of prognosis resources and operating supplies of underwaters of Kazakhstan and material well-being are given to them in the cut of administrative areas and aquicultural pools.

Устойчивое развитие экономики, социально-политическое устройство государства во многом зависят от наличия и качества водных ресурсов, которым в настоящее время в Республике Казахстан придается стратегическое значение.

Страна, располагая богатейшими запасами нефти, газа, угля, цветных и черных металлов, химического сырья, значительным земельным фондом для сельскохозяйственного производства, имеет огромный природный потенциал для успешного развития экономики. Вместе с тем Казахстан в целом беден поверхностными водными ресурсами и по объему речного стока относится к числу наименее водообеспеченных стран планеты.

В этих условиях возрастает значение подземных вод, которые играют существенную роль в развитии производительных сил республики. Они широко применяются для самых разнообразных целей – хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и водопоя скота, производственно-технического водоснабжения, орошения земель, бальнеологических целей (минеральные воды), как сырье для извлечения ряда ценных полезных компонентов (промышленные воды), а также как источник тепла (теплоэнергетические воды).

Достаточно отметить, что хозяйственно-питьевое водоснабжение 80% всех городов республики основано на использовании подземных вод. Поэтому планомерное обеспечение пресными подземными водами населения следует рассматривать как важнейшую социально-общественную проблему, решение которой невозможно без анализа знаний о фактическом состоянии водного хозяйства и, прежде всего, *водно-ресурсного потенциала* страны – поверхностных и подземных вод.

Под водно-ресурсным потенциалом Казахстана мы понимаем суммарную величину ресурсов поверхностных и подземных вод (их прогнозные ресурсы и эксплуатационные запасы). И по нашему мнению, состояние водных ресурсов (*поверхностных и подземных вод*), их запасы и качество на современном этапе должны рассматриваться совместно с целью выработки наиболее оптимальных и рациональных форм их использования для нужд населения и экономики республики.

Казахстан располагается на обширной территории, охватывающей зоны с различными геоморфологическими, климатическими характеристиками, сложными геологическими и гидрогеологическими условиями. Это предопределило разнообразие факторов формирования качественного состава подземных вод, их количественных показателей и обусловило высокую неравномерность распространения ресурсов подземных вод по отдельным регионам.

На формирование подземных вод и их распространение влияет множество факторов (геоморфологические, климатические, тектонические, гидрологические и др.), но первостепенное значение среди них принадлежит структурно-тектоническим особенностям гидрогеологических структур и характеру залегания проницаемых пород, представляющих собой природные емкости для накопления подземных вод различного химического состава. К числу важнейших

показателей следует отнести типы гидрогеологических разрезов, характеризующих особенности гидрогеологических структур – их формы, размеры, литологический состав горных пород, водопроницаемость, обнаженность территории.

Ресурсный потенциал подземных вод в данном случае характеризуется, с одной стороны, прогнозными ресурсами как возможностью использования подземных вод, а с другой – их эксплуатационными запасами, разведанными на конкретных участках.

Хорошая геолого-гидрогеологическая изученность территории Казахстана предопределила возможность уточнить величины прогнозных ресурсов подземных вод с составлением карты прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод по всей территории республики.

Карта прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод характеризует прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных и солоноватых подземных вод республики и может быть использована для общей оценки возможностей извлечения подземных вод в том или ином районе. Она может служить также основой для планирования размещения производительных сил и поисково-разведочных работ на подземные воды в крупных регионах.

Суммарная величина прогнозных ресурсов подземных вод в целом по Казахстану с учетом их уточнения составляет, тыс. м³/сут (км³/год): 176 105 (64,28), в том числе с минерализацией до 1 г/л – 110 789 (40,44); 1–3 г/л – 44 943 (16,40); 3–10 г/л – 20 373,3 (7,44). Ресурсы подземных вод более высокой минерализации не оценивались в связи со слабой гидрогеологической изученностью глубокозалегающих водоносных горизонтов, обычно содержащих воды высокой минерализации, иногда до рассолов. Распределение прогнозных ресурсов подземных вод по территории Казахстана отражено на рисунке 1, а в разрезе административных областей показано в таблице 1.

Около 63% прогнозных ресурсов приходится на пресные подземные воды с минерализацией до 1 г/л; 26% – 1–3 г/л; 8% – 3–5 г/л; и 3% – 5–10 г/л, [1].

Особенности структурно-геологического строения, гидрогеологических и климатических условий Казахстана обусловили неравномерность распределения ресурсов подземных вод на его территории.

Основные ресурсы пресных подземных вод приурочены к южным территориям Казахстана – Южно-Балкашскому бассейну пластовых вод (23 839,92 тыс. м³/сут) и Копя-Илейскому бассейну пластовых вод, где сосредоточено 13 461,9 тыс. м³/сут пресных подземных вод с минерализацией до 1 г/л. В этих двух бассейнах располагается 33% пресных ресурсов подземных вод с минерализацией до 1 г/л от общих прогнозных ресурсов с минерализацией до 1 г/л в целом по Казахстану.

Значительные по величине прогнозные ресурсы пресных подземных вод (59%) сосредоточены в южном регионе – в Алматинской, Жамбылской, Кызылординской и Южно-Казахстанской областях. На восточный регион (Восточно-Казахстанская область) приходится 14%.

В центральном регионе (Акмолинская, Карагандинская и Павлодарская области) – 19%, северном регионе (Костанайская и Северо-Казахстанская области) – 1,2%, западном регионе (Актюбинская, Атырауская, Мангистауская и Западно-Казахстанская области) – 6% от общих прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией до 1 г/л по республике. Наиболее ограничены в ресурсах пресных подземных вод Атырауская, Северо-Казахстанская, Мангистауская, Костанайская и Акмолинская области [1, 2].

В целом по территории Казахстана модули прогнозных ресурсов подземных вод изменяются от 2,02 л/с с 1 км² (Алматинская область) до 0,01 л/с с 1 км² (Атырауская область). Средняя величина модуля прогнозных ресурсов подземных вод по республике составляет 0,47 л/с (40,65 тыс. м³/сут) с 1 км².

Для сравнительного комплексного анализа обеспеченности территории Казахстана водными ресурсами (подземными и поверхностными водами) нами оценены закономерности распределения прогнозных ресурсов подземных вод по водохозяйственным бассейнам (ВХБ). Наибольшими прогнозными ресурсами характеризуется Балкаш-Алакольский ВХБ. Прогнозные ресурсы подземных вод с минерализацией до 1 г/л составляют здесь 15,5 км³/год, или 38,3% от общих прогнозных ресурсов подземных вод всего Казахстана. Остальные ВХБ характеризуются следующими величинами прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией

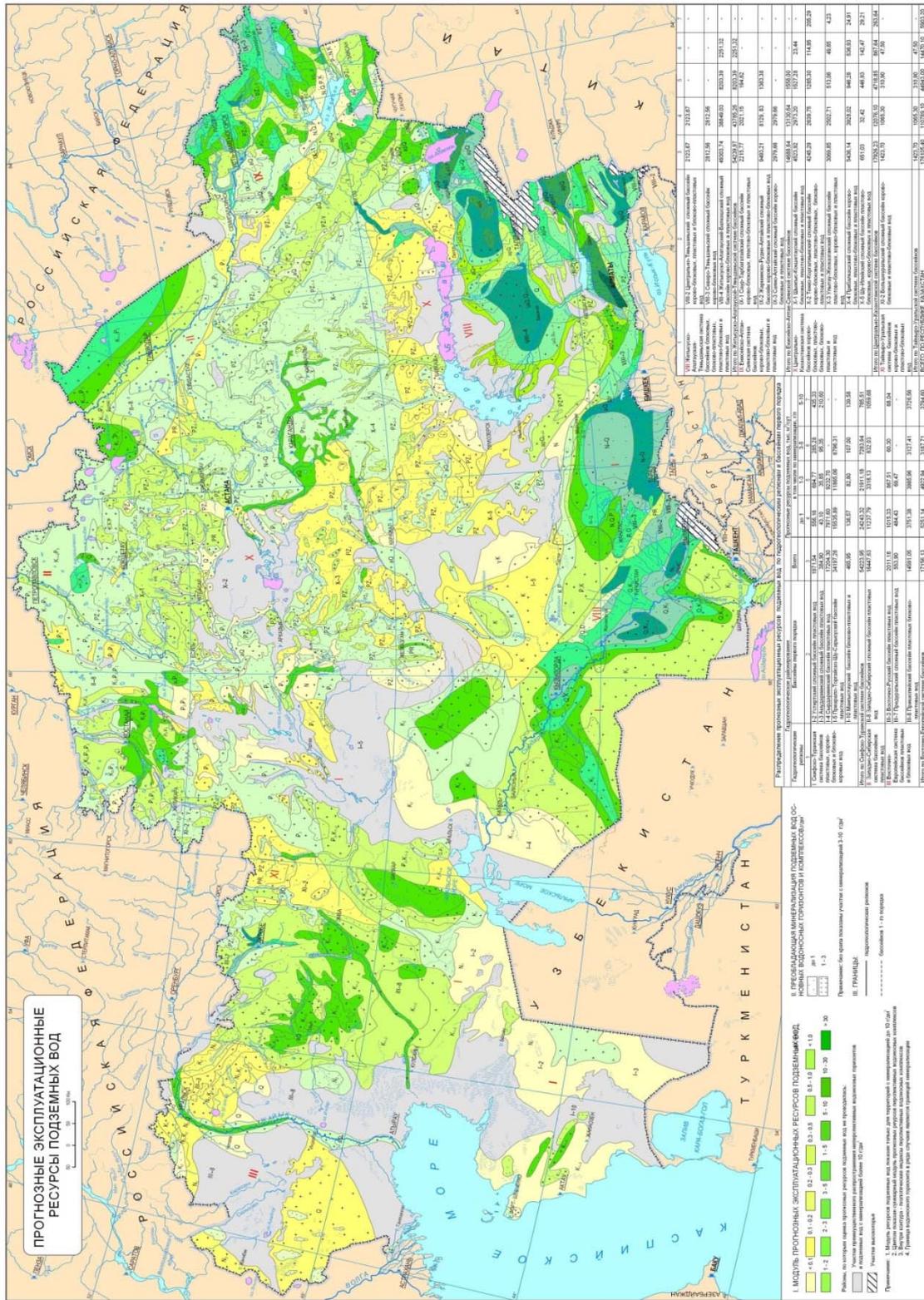


Рисунок 1 – Карта прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод Республики Казахстан

Таблица 1 – Распределение прогнозных ресурсов подземных вод Казахстана по административным областям

Административные области	Прогнозные ресурсы подземных вод, тыс. м ³ /сут			
	Всего	В том числе с минерализацией, г/л		
		до 1	1-3	3-10
Акмолинская	3576,1	2676	773,1	127
Актюбинская	13256,8	5434,7	3985	3837,1
Алматинская	49836,3	39124,1	8404,5	2307,7
Атырауская	5236,1	116,1	1705	3415
Восточно-Казахстанская	17420,3	15300	1911,9	208,4
Жамбылская	22567,1	14933	7547,8	86,3
Западно-Казахстанская	2927,1	1372	1253,1	302
Карагандинская	12970,1	7904,1	3973,1	1092,9
Костанайская	4776	1039	1871,1	1865,9
Кызылординская	15951	3263,1	7591,1	5096,8
Мангыстауская	1508,1	256	291	961,1
Павлодарская	11843,1	10558,9	1267,2	17
Северо-Казахстанская	2799,3	351,1	1392,1	1056,1
Южно-Казахстанская	11438,1	8461,1	2977	
Всего по Республике Казахстан	176105,5	110789	44943	20373,3
В том числе, км³/год	64,28	40,44	16,4	7,44

до 1 г/л – Ертисский – 8,5 км³/год и Шу-Таласский – 8,79 км³/год. Наименьшие прогнозные ресурсы подземных вод в Тобыл-Торгайском (3,6 км³/год) и Есильском (1,1 км³/год) водохозяйственных бассейнах.

При сравнении модулей прогнозных ресурсов по водохозяйственным бассейнам существенное значение имеют как сами прогнозные ресурсы, так и площадь конкретного водохозяйственного бассейна. Наибольшие модули прогнозных ресурсов подземных вод с минерализацией до 1 г/л свойственны Балкаш-Алакольскому водохозяйственному бассейну (106,8 м³/сут с 1 км²), Шу-Таласскому (102,18), Ертисскому (69,64) бассейнам. Наименьшие модули прогнозных ресурсов пресных подземных вод в Тобыл-Торгайском (7,42 тыс. м³/сут с 1 км²) и Жайык-Каспийском (9,50) водохозяйственных бассейнах.

Целесообразность использования подземных вод может быть определена только на основании данных об их *эксплуатационных запасах*. Именно этот вид запасов подземных вод определяет их сущность как полезного ископаемого.

Формирование эксплуатационных запасов подземных вод – процесс многофакторный. Как полезное ископаемое подземные воды являются непосредственной частью земных недр, и их количество определяется условиями залегания, строения, литологическим составом, структурой порового пространства водовмещающих пород и другими геолого-гидрогеологическими особенностями продуктивных водоносных горизонтов.

На 01.01.2016 г. в Казахстане разведаны 2905 месторождений и участков водозаборов подземных вод различного целевого назначения. Следует отметить, что участки водозаборов, которых около 2000, представляют в большинстве случаев одиночные скважины (водозаборы) или группы скважин и характеризуются незначительными запасами. Поэтому они составляют лишь малую часть общих разведанных запасов. Основная же часть эксплуатационных запасов представлена месторождениями подземных вод, разведанными по существующим методикам, общая численность которых порядка 1400. Поэтому, несмотря на значительный рост количества так называемых месторождений подземных вод (скорее всего одиночных водозаборов), прирост эксплуатационных запасов подземных вод крайне незначительный. Так, в 2009 г. эксплуатационные запасы подземных вод составляли 42 040,61 тыс. м³/сут при общем количестве месторождений 1500. В 2015 году они были 42 765,1 тыс. м³/сут при общем количестве месторождений и водозаборов подземных вод 2905, т.е. увеличение всего на 724,55 м³/сут. Основные месторождения подземных вод представлены на карте месторождений (рисунок 2).

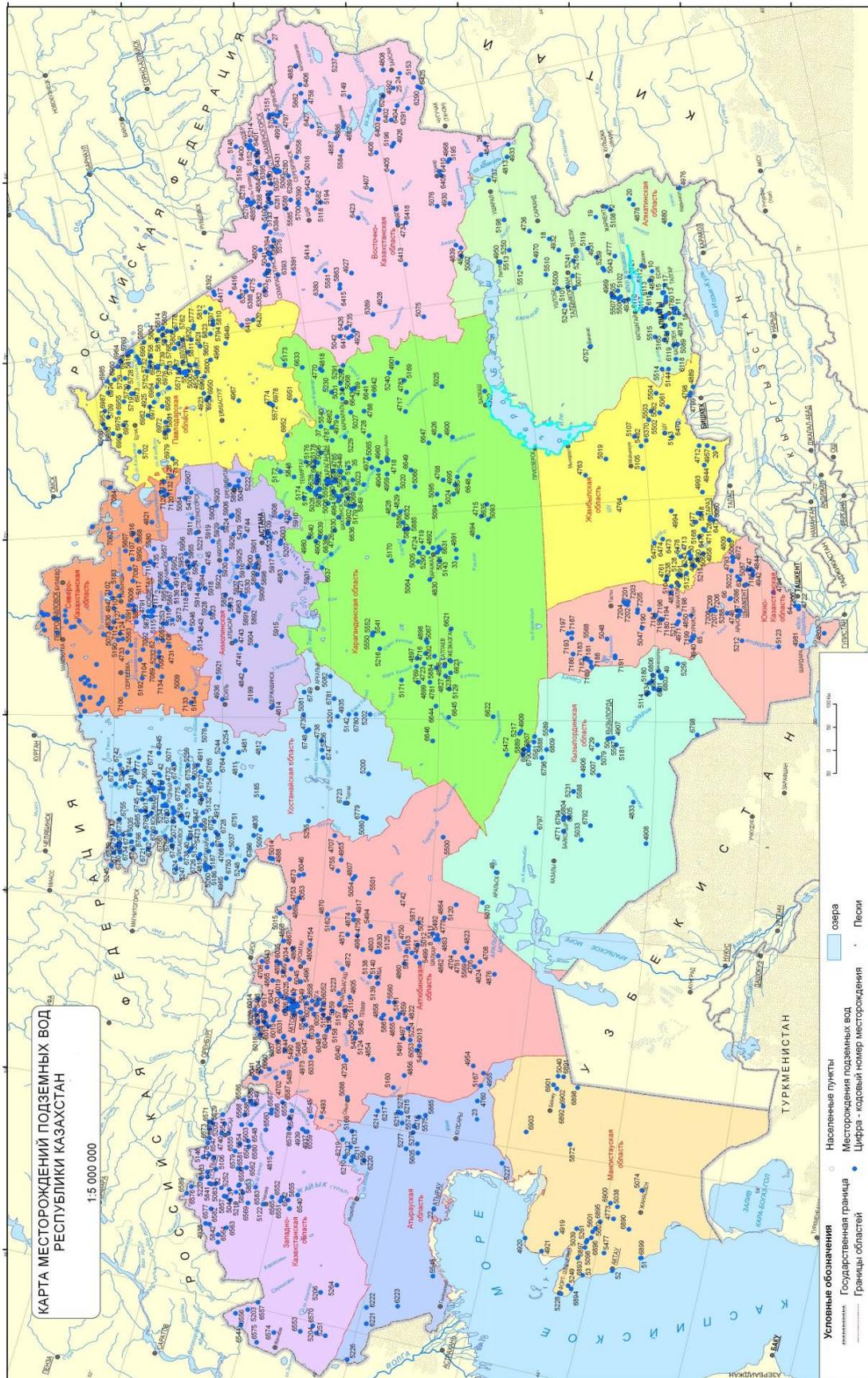


Рисунок 2 –Карта месторождений подземных Республики Казахстан

Общие эксплуатационные запасы подземных вод составили, тыс. м³/сут (км³/год): 42 765,16 (15,60), или около 24 % от прогнозных ресурсов с минерализацией до 10 г/л – 176 105 (64,28), и 38 % прогнозных ресурсов с минерализацией до 1 г/л – 110 789 (40,44), (таблица 2). Среди эксплуатационных запасов пресные воды составляют 36 892,60 (13,19), или 86 % от их общего количества. Это свидетельствует о сравнительно невысокой степени разведанности подземных вод (их прогнозных ресурсов) на территории Казахстана и вместе с тем о значительных потенциальных возможностях обеспечения населения республики подземными водами, в том числе и питьевого качества. По целевому назначению разведанные запасы подземных вод распределяются следующим образом, тыс. м³/сут (км³/год): *хозяйственно-питьевое водоснабжение* (ХПВ) – 16 653,32 (6,07); *производственно-техническое водоснабжение* (ПТВ) – 3 019,35 (1,1); *орошение земель* (ОРЗ) – 23 050,88 (8,41); *бальнеологические цели (минеральные воды)* – 41,61 (0,015) (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение эксплуатационных запасов подземных вод по административным областям с учетом их целевого назначения

Административные области	Целевое назначение подземных вод				Всего
	ХПВ	ПТВ	ОРЗ	МИН	
Акмолинская	347,646	69,280	0,000	0,350	443,30
В том числе, км ³ /год	0,127	0,025	0,000	0,0001	0,152
Актюбинская	1 073,64	258,84	573,10	1,19	1905,78
В том числе, км ³ /год	0,383	0,094	0,209	0,0004	0,687
Алматинская	3873,06	142,80	12 693,00	12,97	16 721,80
В том числе, км ³ /год	1,339	0,052	4,633	0,005	6,029
Атырауская	36,47	188,40	5,00	1,56	233,39
В том числе, км ³ /год	0,017	0,069	0,002	0,001	0,088
Восточно-Казахстанская	2556,95	765,861	3 476,914	0,940	6500,67
В том числе, км ³ /год	0,761	0,280	1,269	0,0003	2,310
Жамбылская	2445,61	354,49	1 908,20	2,93	4711,23
В том числе, км ³ /год	0,869	0,129	0,696	0,001	1,696
Западно-Казахстанская	257,26	3,54	67,40	0,42	328,62
В том числе, км ³ /год	0,101	0,001	0,025	0,0002	0,127
Карагандинская	1875,96	544,88	461,35	1,07	2883,26
В том числе, км ³ /год	0,671	0,199	0,168	0,0004	1,039
Костанайская	943,05	104,02	0,00	1,96	1055,93
В том числе, км ³ /год	0,364	0,038	0,000	0,001	0,402
Кызылординская	1141,54	206,30	120,00	1,78	1469,62
В том числе, км ³ /год	0,393	0,075	0,044	0,001	0,512
Мангыстауская	179,44	172,20	0,00	3,54	355,18
В том числе, км ³ /год	0,034	0,063	0,000	0,001	0,099
Павлодарская	760,38	20,48	3 113,28	1,61	3895,75
В том числе, км ³ /год	0,255	0,007	1,136	0,001	1,399
Северо-Казахстанская	87,13	31,55	63,04	3,81	185,526
В том числе, км ³ /год	0,028	0,012	0,023	0,001	0,064
Южно-Казахстанская	1341,28	156,71	569,60	7,48	2075,064
В том числе, км ³ /год	0,473	0,057	0,208	0,003	0,740
Итого по РК	16653,31	3 019,35	23 050,88	135,65	42765,16
В том числе, км ³ /год	6,078,45	1,102	8,414	0,049	15,60

Основное количество месторождений подземных вод разведано для хозяйственно-питьевого водоснабжения, а в ряде случаев совместно для хозяйственно-питьевого и для других целей – орошения земель или технического водоснабжения. Качество воды большинства разведанных месторождений для орошения земель в основном соответствует требованиям санитарных правил к питьевым водам, и она может в полной мере использоваться в качестве питьевой.

Распределение эксплуатационных запасов по территориям административных областей неравномерно и в большей степени зависит от гидрогеологических условий, что отразилось на степени обеспеченности областей хозяйственно-питьевыми водами.

Наибольшие величины эксплуатационных запасов подземных вод (16 721,80 тыс. м³/сут) характерны для Алматинской области, а наименьшие – 185,52 тыс. м³/сут – для Северо-Казахстанской.

Причинами, по которым в ряде областей республики разведаны небольшие запасы подземных вод, являются, с одной стороны, неблагоприятные гидрогеологические условия (Акмолинская, Атырауская, Северо-Казахстанская, Мангыстауская области), с другой – сравнительно низкая потребность в источниках водоснабжения при наличии больших величин прогнозных ресурсов подземных вод (Алматинская, Жамбылская, Южно-Казахстанская, Восточно-Казахстанская, Павлодарская области).

Для более полной картины, характеризующей обеспеченность Казахстана разведанными эксплуатационными запасами подземных вод, рассчитаны модули разведанных запасов по административным областям и регионам. Наибольшие модули разведанных запасов, как и модули прогнозных ресурсов, характерны для южного и восточного регионов (Алматинская, Жамбылская, Южно-Казахстанская, Восточно-Казахстанская области), наименьшие – для западного, северного и центрального (Актюбинская, Атырауская, Мангыстауская, Западно-Казахстанская, Северо-Казахстанская, Костанайская, Карагандинская и Акмолинская области). В центральном регионе только Павлодарская область отличается достаточно высоким модулем эксплуатационных запасов (30,72 м³/сут с 1 км²) на фоне 1,63–6,21 м³/сут с 1 км² для остальных депрессивных областей указанных регионов [2].

На основании комплекса геолого-гидрогеологических и физико-географических факторов и в соответствии с существующей классификацией месторождения подземных вод Казахстана подразделяются на пять генетических типов. Практически четверть месторождений подземных вод (346) приурочена к речным долинам. Общие эксплуатационные запасы их составляют 9100,16 тыс. м³/сут (3,25 км³/год), или немного более 21 % разведанных в Казахстане, что свидетельствует о сравнительно небольших размерах основной массы месторождений речных долин. Тем не менее рассматриваемые месторождения обладают исключительной ценностью для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, поскольку основное их количество располагается в безводных районах со сложными гидрогеологическими условиями и практическим отсутствием пресных подземных вод за пределами речных долин.

Еще более мелкие месторождения по разведанным запасам подземных вод тяготеют к массивам трещинных и трещинно-карстовых образований. На 384 месторождения этого типа приходится 1600,00 тыс. м³/сут (0,57 км³/год) разведанных запасов, или порядка 4 % общих их запасов подземных вод, разведанных в Казахстане. Значение указанных месторождений для экономики республики достаточно велико. Зачастую они являются практически единственным источником хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения горнорудных предприятий, поселков городского типа и хозяйственных центров на обширных просторах Центрального, Восточного и Северного Казахстана, т.е. тех регионов, где распространены подземные воды зоны трещиноватости пород консолидированного фундамента.

Основная величина эксплуатационных запасов подземных вод сосредоточена в конусах выноса предгорных шлейфов и межгорных впадин Южного и Юго-Восточного Казахстана, где имеются наиболее благоприятные условия формирования подземных вод сравнительно невысокой минерализации и хорошего качества, пригодных для использования как в хозяйственно-питьевых целях, так и для орошения земель. В этом регионе проживает почти половина населения республики и имеются благоприятные климатические условия для развития орошаемого земледелия. В конусах выноса разведаны 144 месторождения с эксплуатационными запасами 20 420,00 тыс. м³/сут (7,28 км³/год), что составляет 47,4 % эксплуатационных запасов Казахстана. К конусам выноса приурочены наиболее крупные месторождения с эксплуатационными

запасами более 500 тыс. м³/сут. Подземные воды предназначены в основном для орошения земель и хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Вторыми по величине эксплуатационных запасов являются месторождения, тяготеющие к артезианским бассейнам. Последние сосредоточены в основном в западном, южном и северо-восточном регионах Казахстана. Это крупные артезианские бассейны с подземными водами порово-пластового типа. Всего артезианских бассейнов разведано 625 месторождений с общими эксплуатационными запасами 11 499,13 тыс. м³/сут (4,19 км³/год, 27,3 % эксплуатационных запасов). Подземные воды месторождений артезианских бассейнов играют значительную роль в водообеспечении республики. Они главным образом пресные и слабосолоноватые, используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения, орошения земель, иногда для производственно-технических целей.

Наименее распространены в Казахстане месторождения подземных вод в песчаных массивах (55). Эксплуатационные запасы данного типа месторождений составляют 145,87 тыс. м³/сут (0,05 км³/год). Все они располагаются преимущественно в пустынной зоне Западного Казахстана и играют большую роль в хозяйственно-питьевом водоснабжении населения и обводнении пастбищ.

В связи с большой практической значимостью проблемы комплексного использования поверхностных и подземных вод нами проведен анализ распределения эксплуатационных запасов подземных вод в пределах водохозяйственных бассейнов с учетом их целевого назначения, (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение эксплуатационных запасов подземных вод в пределах водохозяйственных бассейнов с учетом их целевого назначения

Водохозяйственный бассейн	Разведанные эксплуатационные запасы подземных вод по целевому назначению, тыс. м ³ /сут					
	ХПВ	ПТВ	ОРЗ	МИН	Всего	В том числе до 1 г/л
Арало-Сырдаринский	2 365,40	340,21	465,30	9,26	3 180,17	1 892,39
В том числе, в км ³ /год	0,835	0,124	0,170	0,003	1,160	0,691
Балкаш-Алакольский	4 315,17	503,67	14 738,44	13,17	19 570,45	19188,52
В том числе, в км ³ /год	1,544	0,184	5,380	0,004	7,143	7,004
Ертисский	3 082,17	486,90	4 568,82	2,36	8 140,25	7657,29
В том числе, в км ³ /год	1,052	0,176	1,669	0,001	2,971	2,795
Есильский	359,15	93,95	63,02	4,17	520,28	134,42
В том числе, в км ³ /год	0,122	0,034	0,023	0,001	0,189	0,049
Жайык-Каспийский	1 305,01	640,08	730,81	6,72	2 682,61	1739,16
В том числе, в км ³ /год	0,476	0,235	0,268	0,002	0,979	0,635
Нура-Сарыуский	1 441,88	458,07	349,30	1,07	2 250,32	1361,15
В том числе, в км ³ /год	0,506	0,168	0,127	0,0004	0,821	0,497
Тобыл-Торгайский	1 202,28	116,30	0,00	1,96	1 320,54	569,17
В том числе, в км ³ /год	0,382	0,042	0,000	0,001	0,481	0,208
Шу-Таласский	2 462,85	378,54	2 132,50	2,93	5 100,54	4512,98
В том числе, в км ³ /год	0,900	0,138	0,778	0,001	1,861	1,647
Итого по РК	16653,31	3 019,35	22 956,85	135,65	42765,16	36 127,23
В том числе, в км³/год	6,078	1,102	8,414	0,049	15,64	13,186

Наибольшими эксплуатационными запасами подземных вод, тыс. м³/сут (км³/год), 19 484,45 (7,11), в том числе с минерализацией до 1 г/л – 19 188,52 (7,0) – характеризуется Балкаш-Алакольский водохозяйственный бассейн (ВХБ). На его территории разведано 143 месторождения подземных вод, из них 112 для хозяйственно-питьевого водоснабжения – 4229,18 (1,54). Основное же количество эксплуатационных запасов подземных вод в этом бассейне разведано

для орошения земель – 23 месторождения 14 738,44 (5,38). На территории бассейна располагаются наиболее крупные по разведанным запасам месторождения подземных вод. Следует отметить, что в Балкаш-Алакольском бассейне проживает более 3,5 млн человек.

Значительны эксплуатационные запасы подземных вод Ертисского бассейна – 7940,01 (2,90), в том числе с минерализацией до 1 г/л – 7657,29 (2,80); Шу-Таласского – 4976,82 (1,82), в том числе с минерализацией до 1 г/л – 4512,98 (1,65). На территориях этих бассейнов разведаны относительно крупные месторождения подземных вод. Наименьшими эксплуатационными запасами подземных вод отличаются Есильский – 494,28 (0,18) и Тобыл-Торгайский – 1163,54 (0,43) водохозяйственные бассейны, к которым и приурочены незначительные по разведанным запасам месторождения подземных вод.

Приведенный анализ распределения прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод Казахстана указывает на крайнюю неравномерность распределения подземных вод в целом по республике, обусловленную закономерностями геологического строения и гидрогеологических условий территории, что и создает в ряде ее регионов огромный дефицит водных ресурсов, особенно пресных подземных вод, пригодных для питьевого использования.

Подземные воды являются основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения республики, поскольку они отличаются устойчивым качеством и сравнительно невысокими эксплуатационными расходами. В целом по Казахстану в балансе современного водопотребления подземные воды составляют 56 %, хотя по степени обеспеченности подземными водами питьевого качества процент их использования должен быть гораздо выше.

В то же время, обладая большими запасами пресных подземных вод, население отдельных районов Казахстана испытывает дефицит источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и по причине слабого освоения разведанных запасов.

Согласно проработкам, проведенным в последние годы рядом научных и производственных организаций, современная потребность в воде хозяйственно-питьевого назначения по Казахстану оценивалась величиной порядка 7100 тыс. м³/сут, а перспективная – на 25–30% больше. Современное использование подземных вод выглядит следующим образом, %: хозяйственно-питьевое водоснабжение – 60,8; производственно-техническое – 22,1; орошение земель – 1,1 и обводнение пастбищ – 5,4, [2].

Основным потребителем вод хозяйственно-питьевого назначения является население городов и рабочих поселков. На сельское население приходится порядка 26% общего водопотребления. Наибольшее использование подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд характерно для Алматинской, Восточно-Казахстанской, Южно-Казахстанской и Карагандинской областей – от 498 до 163 тыс. м³/сут, наименьший отбор осуществляется в Северо-Казахстанской, Западно-Казахстанской, Мангыстауской и Атырауской областях – от 44 до 2 тыс. м³/сут.

В среднем по Казахстану современное использование подземных вод для различных целей не превышает 12% от их выявленных эксплуатационных запасов. Это позволяет достаточно оптимистично оценивать перспективы дальнейшего использования подземных вод. Вместе с тем в связи с неравномерным распределением их запасов многие населенные пункты испытывают острый дефицит в качественной питьевой воде. Все это требует принятия действенных мер по водообеспечению населения Казахстана пресными питьевыми водами.

Не исключено, что со временем назреет необходимость перераспределения ресурсов пресных подземных вод по территории Казахстана и переброски их водоводами из районов с их избытком (в основном предгорные районы Южного Казахстана) в регионы с их дефицитом (Центральный, Северный и Западный Казахстан).

Говоря об использовании подземных вод для различных целей, нельзя обойти вопрос их экологического состояния, особенно питьевых вод. Основное внимание должно быть направлено на контроль качества питьевых вод, на действующих и находящихся в стадии разведки водозаборах питьевых подземных вод, на контроль использования недропользователями подземных вод для питьевых нужд.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Смоляр В.А., Мустафаев С.Т., Буров Б.В. Ресурсы подземных вод Республики Казахстан. – Алматы: НИЦ «Фылым», 2011. – 589 с.

[2] Смоляр В.А., Мустафаев С.Т., Буров Б.В. Подземные воды Казахстана: обеспеченность и использование. – Алматы: НИЦ «Фылым», 2011. – 362 с.

Г. В. СОКОЛОВА

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПОДХОД К ДОЛГОСРОЧНОМУ ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ВОДНОСТИ АМУРА (ВКЛЮЧАЯ НАВОДНЕНИЕ И МАЛОВОДЬЕ)

Предложен альтернативный подход учета осадков для долгосрочного прогноза годовых максимумов реки Амур. Разработан метод установления ритмичности водного режима крупной реки в условиях муссонного климата (на примере р. Амур). Выявлен динамический коридор колебаний годовых максимумов и их циклов. Определены опасные пределы и экологический резерв колебаний годовых максимумов. Установлена причина падения долговременного тренда наивысших паводочных волн и годовых максимумов Амура у Хабаровска с 1950–1960-х гг.

An alternative approach accounting precipitation for develop long-term forecast of annual maxima of the Amur River. A method of establishing a rhythm flow of the river in a monsoon climate (on the example of the Amur River). Revealed a dynamic corridor fluctuations of annual maxima and their cycles. Defined dangerous limits and ecological reserve yearly highs. Determined the cause of the fall of the trend of annual maxima of the Amur River, starting from the 1950-1960's.

Введение. Бассейн реки Амур располагается на востоке Азии между 42–56° с.ш. и 109–141° в.д.; протяженность его с востока на запад более 3000 км и с севера на юг около 1500 км. Длина Амура от слияния Шилки и Аргуни до устья 2824 км, от истока Аргуни 4444 км. Средний многолетний сток в устье реки 340 км³/год. Площадь бассейна 1856 тыс. км². Рельеф бассейна преимущественно горный, на территории преобладают хвойно-широколиственные леса. Климат муссонный, характеризуется холодной сухой зимой и теплым влажным летом. Основное питание реки бассейна Амура получают от дождей, снеговое питание имеет подчиненное значение, на долю грунтового питания приходится не более 5–15 %. Распределение стока внутри года крайне неравномерное.

За весь период систематических наблюдений с 1896 по 2015 г. на Амуре было 32 наводнения с затоплением высокой поймы (при уровне Амура у Хабаровска 500–600 см и выше над нулем графика поста). Из них в период 1950–1960-х гг. вся пойма Амура затапливалась 10 раз, в течение следующего периода 1970–1980-х гг. – 4 раза, за 1990–2000-х гг. – всего в двух годах (1991, 1998) и последний раз – в 2013 г. при катастрофическом наводнении. Причем из 32 таких наводнений в четырех годах (1902, 1916, 1956, 1960) высокая пойма Амура затапливалась еще и снегодождевыми паводками за счет таяния больших запасов снега в горных районах, однако лишь в 1902 и 1916 гг. снегодождевые паводки по величине были наивысшими в году.

Вероятно, отсутствие снегодождевых наводнений с затоплением высокой поймы Амура в течение более полувека связано с изменчивостью климата (уменьшение снегозапасов в горах, холодные и затяжные весны), но это другая исследовательская проблема. В отличие от частых наводнений продолжительная летне-осенняя межень с низкими по величине дождевыми паводками наблюдалась за весь период наблюдений всего шесть раз – в 1921, 1926, 1954, 1979, 2002 и 2008 гг.

Постановка проблемы. Водность Амура фактически является отражением суммарного объема атмосферных осадков, выпавших в амурском бассейне (включая снегозапасы в горных районах формирования стока), который можно представить как нечто вроде гигантского осадкомера. Произошедшие за последнее десятилетие катастрофические события в режиме Амура – экстраординарное наводнение 2013 г. и предшествующая ему историческая летне-осенняя межень 2008 г. – послужили поводом к поиску альтернативного подхода учета осадков в прогнозе водности Амура, заставляя искать иные пути решения задачи гидрологического прогноза большой заблаговременности. Тем более что, как отмечают специалисты Росгидромета относительно катастрофического наводнения 2013 г., «... в настоящее время надежность долгосрочных прогнозов осадков весьма мала и не отвечает требованиям их практического использования» [5].

Обратимся к опыту дальневосточных гидрологов-прогнозистов прошлого века и их перспективной оценке синоптических ситуаций. Согласно результатам исследований Е. П. Тетерятниковой [21], за период гидрологического наблюдений на Амуре с 1896 по 1980-е гг., интенсивные дожди, выпадающие продолжительное время с одновременным охватом обширных территорий, наблюдались при выходе полярно-фронтовых циклонов на бассейн Амура, когда в течение 5–7 сут выпадало в среднем более 150 мм осадков на площади до 200 000 км². Подобный дождь вызывал наводнение на притоках Амура, а повторение нескольких дождливых периодов – наводнение на Амуре, особенно в 1950-х гг. (Таким образом, летом 2013 г. проливные дожди не были исключением за весь период наблюдений, другой вопрос – отсутствие их предсказания в наше время). Причем, как пишет Е.П. Тетерятникова, основываясь на своем опыте гидрометеоролога-прогнозиста, наиболее частые случаи формирования наводнения – это «совмещение на Амуре значительных паводков с нескольких притоков» [21], особенно в 1950-х гг. (Однако хабаровские гидрологи-исследователи считают, что именно в этом, наряду с обильными осадками, «заключается принципиальное отличие паводка 2013 г. от наводнений предшествующих лет, когда паводки на разных притоках формировались в разное время» [1], что противоречит выводам опытного гидролога Амура прошлого века). Далее ею было установлено, что «усиленное развитие субтропической зоны повышенного давления над юго-востоком Азии и прилегающей частью Тихого океана почти однозначно определяет благоприятные условия для блокирующих гребней у восточного побережья Азии и активного циклогенеза (повышенной водности рек) в Приамурье» [21]. (Таким образом, формирование мощного тропосферного гребня над Охотским морем, блокировавшего циклоны летом 2013 г., которые выливались на Приамурье ливневыми осадками, не раз наблюдала Е. П. Тетерятникова и в прошлом веке). При составлении Е. П. Тетерятниковой долгосрочных прогнозов водности Амура по ее же разработанному методу использовалась почти вся информация о параметрах состояния атмосферы Северного полушария за период 1960–1970-е гг. общая оправдываемость прогнозов достигала 80 %.

Свой подход к оценке синоптической обстановки на Дальнем Востоке по гидрологическим параметрам предлагает С. А. Лобанов [6]. Подтверждая выводы Е. П. Тетерятниковой, что систематически на дальневосточные моря с января по апрель выходят континентальные циклоны с осадками на бассейн Амура, С. А. Лобанов предлагает учитывать сумму этих осадков и число циклонов, которые выступают косвенной мерой степени охлаждения и ледовитости Охотского моря в последующий весенне-летне-осенний период, внося свой вклад в блокирование летних циклонов, вынуждая их длительно стационарироваться над Приамурьем и давать большое количество осадков (как это наблюдалось в бассейне Амура в 1950-х гг. и в 2013 г.). Однако разработанный им метод долгосрочного прогноза наивысших уровней воды на реках бассейна Амура в летне-осенний период с учетом сумм осадков за зимне-весенний период и гидрологических показателей охлаждения и ледовитости Охотского моря не приемлем для Амура, так как был разработан на примере малых рек бассейна Уссури (правого крупного притока Амура).

Ранее С. А. Лобанов для разработки сверхдолгосрочных прогнозов (год и более) применил статистический анализ и обработку многолетних рядов гидрометеорологических элементов, преследуя цель определить внутренние закономерности, управляющие изменением данного элемента [7]. Попытка такого решения вопроса была сделана им и для прогноза водного режима Амура. Несмотря на универсальность этого статистического метода, так как он может использоваться почти для любого гидрометеорологического явления, замена качественного анализа физических процессов формализованным затрудняло оценку смысла выявленных зависимостей, поэтому этот метод не нашел применения, а прогнозы водности Амура в те годы составлялись по методу Тетерятниковой на основе учета параметров атмосферной циркуляции [21].

Надежное предсказание любых параметров состояния природных систем или явлений считается главной целью при установлении закономерностей формирования явлений на основе длительных режимных наблюдений, особенно на вековых прогностических полигонах с периодом наблюдений более 100 лет, каким является Амур. Понятно, что гидрологические явления

зависят от метеорологических условий, и существующие методы гидрологического прогнозирования (водности и ледовых явлений) имеют общую метеорологическую основу, т.е. имеем «прогноз на прогнозе» (в основном осадков). Тем более что метеопрогноз осадков, по оценкам специалистов, не надежен, а по мультимедийному прогнозу летних осадков 2013 г. в Восточной Азии, рассчитанному в Ведущем центре ВМО, область прогнозируемых осадков выше нормы не захватывает водосбор левых притоков Амура, где наблюдались экстремальные положительные аномалии осадков [5]. Поэтому велись поиски иных путей решения прогностической задачи.

Наши поиски альтернативного подхода к долгосрочному прогнозированию водности Амура, включая наводнения и маловодья, основаны на концепции представления о всеобщности пространственно-временной организации материального мира, единстве повторяющихся изменений в органической и неорганической природе. Часто в научной литературе упоминаются близкие понятия: периодичность, цикличность, ритмичность. Однако периодичность подразумевает равновеликий характер временных интервалов, цикличность – как возвращение выведенной из состояния равновесия системы в исходное положение, а ритмичность, включая одновременно понятия «периодичность» и «цикличность», никогда не бывает «хронологически строгой», не приводит систему точно в срок в исходное положение. Универсальность ритмических процессов в природе позволяет утверждать, что и в водном режиме Амура ритмичность может стать объективным критерием «вписанности» этой природной системы в уже готовую пространственно-временную систему мира.

Методика исследований, источники данных. Исследовательский опыт гидрологов-прогнозистов Хабаровского гидрометцентра 1960–1980-х гг. и результаты (под руководством Е. П. Тетерятниковой [21]) оформились в настоящее время в целостную концепцию ритмичности водного режима Амура в связи с увеличением периода наблюдений более 100 лет. Суть концепции состоит в том, что водность Амура в летний период полнее характеризуют дождливые и засушливые погодные условия, чем данные отдельных метеостанций (или групп), базирясь на асинхронной связи природной системы (бассейн Амура) с внешним неорганическим миром – показателями циркуляционных процессов Восточной Азии, где формируется погода в Приамурье. Несмотря на то, что согласно научным публикациям за последние годы специалисты утверждали об отсутствии цикличности и периодичности в режиме Амура [1, 2, 5 и др.], поиски продолжались. Она (ритмичность) как климатический сигнал опасностей на Амуре была обнаружена в 2011 г. для целей вероятностного прогноза, однако результаты, впервые опубликованные в [18], нашли свое отражение вначале в научном отчете за тот год автора статьи, устном докладе на конференции [18], затем и в других публикациях [13–15].

Разработки велись на примере Амура у города Хабаровска, где проявляется суммарное воздействие всех основных притоков в период быстроразвивающихся паводков, по гидрологическим данным Хабаровского гидрометцентра. Метод предусматривает два основных этапа исследований:

I. Установление корреляционной связи между наивысшими годовыми уровнями воды, которые характеризуют паводочный режим реки, и средними месячными уровнями воды за сентябрь, усредненными по скользящим пятилеткам (рисунок 1). Процесс выявления ритмичности предполагает использование усредненных характеристик за определенный период времени, например средние месячные и существующий метод скользящих пятилеток, который позволяет сглаживать локальные флуктуации и определять главные.

Необходимость выявления подобной связи объясняется следующим. Во-первых, средние уровни за сентябрь, являясь интегральной характеристикой водного режима Амура, имеют значимую корреляцию с наивысшими годовыми уровнями ($R^2 = 0,68$), представленную на рисунке 1. Во-вторых, уровень воды в Амуре в сентябре характеризует исключительно дождевые паводки (т.е. без участия талого стока), что дает возможность оценивать в паводочном режиме Амура периодичность многоводных лет с наводнениями и маловодных лет с продолжительной летне-осенней меженью.

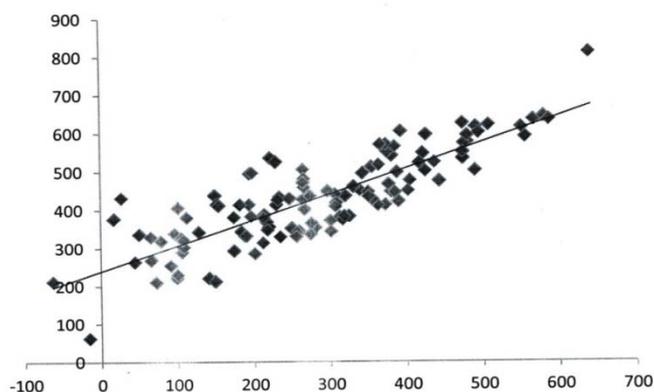


Рисунок 1 – Связь наивысших годовых уровней воды р. Амур у г. Хабаровска (по вертикали) и средних месячных уровней воды за сентябрь, усредненных по методу скользящих пятилеток (1896–2015 гг.)

II. Анализ динамики средних месячных уровней воды в сентябре, усредненных по пятилеткам, и построение соответствующего графика (рисунок 2), на котором проявляется закономерность в смене циклов маловодных и многоводных лет и четко выделяются ветви подъема и параллельные ветви спада групп маловодных и многоводных лет.

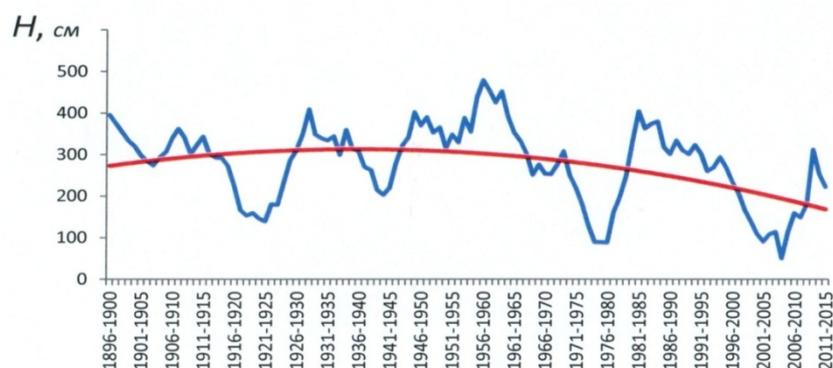


Рисунок 2 – Динамика циклов групп многоводных и маловодных лет р. Амур у г. Хабаровска за 1896–2015 гг., рассчитанных по средним месячным уровням воды за сентябрь, усредненных по скользящим пятилеткам (красная линия – полиномиальная линия тренда)

В этой связи установленная закономерность ритмичности многоводных лет с наводнениями и маловодных лет с продолжительной летне-осенней меженью на Амуре дает основание предполагать ситуацию в зависимости от «вхождения» Амура на ветвь спада к впадине очередного цикла маловодных лет либо на ветвь подъема к вершине цикла полноводных лет. Так, в 2008 г. на Амуре наблюдалась катастрофическая продолжительная летне-осенняя межень с историческим минимумом на пике паводочной волны у Хабаровска (63 см), а в 2013 г. – экстраординарное наводнение с историческим максимумом у Хабаровска (808 см). Очевидно, что между наводнениями и экстремальными дождями существует тесная связь, как и между аномально низкой летней меженью и длительными засушливыми условиями. Однако предсказать суммарный объем атмосферных осадков в долгосрочных метеорологических прогнозах трудно, и, как отмечают прогнозисты, надежность таких прогнозов мала [5].

Очевидно, что на всех пиках циклов полноводных лет отмечались продолжительные ливневые дожди, соответственно на впадинах – засушливые погодные условия. Это прямая значимая корреляция. Отсюда вытекает (согласно выявленной ритмичности водного режима): если ожидается пик очередного цикла полноводных лет на Амуре, то это означает, что синоптическая ситуация летом должна «сложиться» таким образом, чтобы «обеспечить» весь бассейн Амура продолжительными ливневыми осадками и, как следствие, крупными паводками на стокоформирующих притоках Амура и отсутствием условий возникновения природных пожаров.

В годы перед катастрофическим наводнением 2013 г. (согласно установленной ритмичности годовых максимумов) складывались предпосылки к изменению тенденции общего уменьшения наивысших годовых уровней воды на противоположную. Так, уже в 2008 г. после продолжительной летне-осенней межени с экстремально низкой отметкой годового максимума у Хабаровска (63 см) следовало ожидать естественного процесса саморегуляции водной артерии Амура в виде прохождения в ближайшие годы очень высокой паводочной волны. В связи с этим возникала вероятность достижения на пике ожидаемого паводка у Хабаровска высокого исторического горизонта за весь период систематических наблюдений (начиная с 1896 г.). Определенная степень достоверности угрозы возникающих чрезвычайных ситуаций из-за возможного затопления многих хозяйственных объектов обуславливалась «вхождением» Амура (согласно установленной цикличности годовых максимумов) в 2012 г. на ветвь резкого подъема уровня воды. Однако для Амура как крупной водной артерии обширное и длительное затопление высокой поймы в 2013 г. представляло собой естественный природный процесс возобновления (после катастрофической летней межени 2008 г.) обычного в пределах многолетней амплитуды колебания (430 см за 1896–2014 гг.) режима годовых максимумов паводочных волн.

По данным 2012 г. и выявленной ритмичности водного режима Амура предполагалось, что в 2013 г. возможно зеркальное отражение летней межени 2008 г. относительно средней многолетней величины годовых максимумов. Так, в 2008 г. абсолютная величина отклонения от нормы в 430 см составила 367 см. Было сделано предположение, что в 2013 г. примерно на такую же величину от нормы может подняться уровень воды на пике наводнения – до отметки 797 см ($430 + 367 = 797$). В реальности амплитуда колебания годового максимума относительно нормы в 2013 г. составила 378 см (при наивысшей отметки у Хабаровска 808 см), т. е. всего на 11 см больше экстремального отклонения уровня воды от нормы в 2008 г. (по абсолютной величине).

Однакостораживает тот факт, что в динамике циклов паводочных волн Амура (см. рисунок 2) с 1950–1960-х гг. проявляется устойчивое падение тренда, особенно интенсивное в последние десятилетия [15]. Чтобы дать оценку нисходящей части долговременного тренда паводочного режима Амура как интегральному показателю реакции водной артерии на антропогенный гнет, выполним анализ динамики годовых максимумов у Хабаровска до и после периода 1950–1960-х гг.

Для анализа режима наивысших годовых паводочных волн Амура у Хабаровска в условиях до и после антропогенного вмешательства в природную среду выделен динамический коридор амплитуды колебаний годовых максимумов. В качестве реперных маркеров для проведения динамических линий, соединяющих наивысшие годовые отметки дождевых паводков в многоводные и маловодные годы, нами приняты экстремальные величины, наблюдавшиеся до катастрофических событий на Амуре в XXI веке. Так, до 2013 г. отмечался катастрофический уровень воды у Хабаровска 642 см при наводнении в 1897 г. (верхняя граница коридора), а до 2008 г. – аномально низкий годовой максимум 211 см, который наблюдался при продолжительной летне-осенней межени 2002 г. (нижняя граница коридора) (рисунок 3).

Общая, основная тенденция изменения динамики циклов паводочных волн (см. рисунок 1) и годовых максимумов Амура (см. рисунок 2) выражена трендовой составляющей, проходящей по этим графикам, как детерминированная основа прогнозируемого процесса. Анализом установлено, что с 1950–1960-х гг. угол падения тренда паводочных циклов от средней многолетней величины 280 см за 1896–2015 гг. и годовых максимумов от средней многолетней величины 430 см увеличивается с каждым следующим десятилетием. Особенно интенсивное падение тренда начинается с 1980-х годов (около 10°C за десятилетие), что совпадает с началом работы на полную мощность Зейской ГЭС и активного строительства Китаем защитных дамб на правом берегу Амура. Однако еще с конца 1940-х гг. можно заметить постепенный переход положительного тренда на противоположную тенденцию, что явилось поводом поиска причин устойчивой изменчивости тренда в сторону понижения.

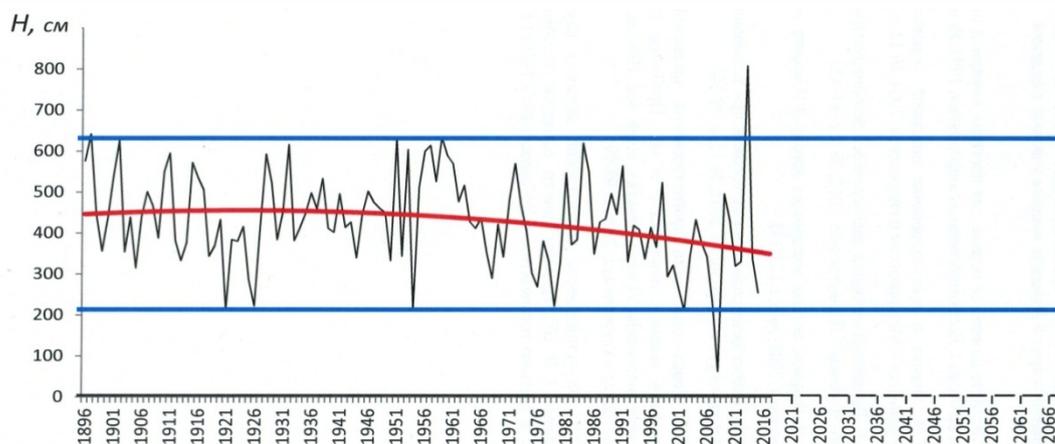


Рисунок 3 – Динамика наивысших годовых уровней воды р. Амур у Хабаровска за 1896–2015 гг. в пределах границ естественных флуктуаций и аномальные отклонения в 2008 и 2013 гг.
Синие линии – границы динамического коридора колебаний годовых максимумов, красная линия – полиномиальная линия тренда

Очевидно, в водном режиме реки как интегральном показателе всех спонтанных и антропогенных факторов влияния отражаются количественные и качественные изменения географической среды, происходящие на поверхности водосборов рек бассейна Амура. Изменчивость географической среды в большей мере относится к лесным экосистемам как единственным компонентам природного комплекса, способствующим сохранению других жизненно важных компонентов биосферы – воды, почвы, воздуха. Это относится и к бассейну Амура, где леса покрывают бОльшую часть территории и самым распространенным видом хозяйственной деятельности как на Дальнем Востоке, так и в России, является вырубка спелых и старых древостоев [4, 11]. Масштабные лесоразработки и лесные пожары, уничтожающие древостой, входят в число пяти основных антропогенных факторов, выделенных А. Н. Махиновым [8], которые оказали влияние на высоту и продолжительность паводка на Амуре в 2013 г. (наряду с возведением мостов, польдеров и дамб, распашкой земель, осушением болот).

Согласно анализу опубликованных литературных источников есть основание полагать, что началом постоянных антропогенных нагрузок следует считать рубки и лесные пожары по вине человека. Так, по данным д. с.-х. наук, заслуженного лесовода России середины прошлого века К. П. Соловьева [12] и современных ученых-лесоводов [11], именно с тех уже далеких лет (начиная с конца 1940-х – начала 1950-х гг.) в бассейне Амура уничтожается древостой в результате сведения лесов интенсивными промышленными рубками. Интенсивность рубок на современном этапе лесопользования в бассейне Амура, по оценкам лесоводов, отмечена с 1950–1960-х гг., особенно хвойных пород – до 65–75% [11]. Оставили свой след и масштабные лесоочистки в бассейне Верхней Зеи с начала 1960-х гг. для проектируемого НПУ Зейской ГЭС [16]. К примеру, водохранилище Зейской ГЭС, строительство которой началось в 1964 г., затопило 2295 км² территории, занятой преимущественно хвойными и широколиственными лесами [17]. В 1970-х гг. вырубались леса для проектируемого НПУ Бурейской ГЭС, впоследствии водохранилищем было затоплено около 64 тыс. га земель, в основном лесных [источник – Википедия]. Следует отметить также широкомасштабные лесозаготовки в Приамурье северокорейскими леспромпхозами, продолжавшимися вплоть до 1990-х гг. [18, 19].

По данным мониторинга лесных площадей, пройденных пожарами, в южной части Дальневосточного региона начиная с 1960-х гг. отмечается восходящий тренд, указывающий на то, что в среднем площадь пожаров увеличивается на 9000 га [9]. Автор статьи констатирует, что более 95% всех случаев возникновения лесных пожаров (антропогенные, метеорологические, геофизические и др.) – это результат деятельности человека. По нашим расчетам средняя многолетняя величина количества лесных пожаров в Хабаровском крае и Еврейской автономной области увеличилась в два с лишним раза по сравнению с предшествующим периодом за 1931–1965 гг. [20].

Для расчета динамики лесистости в бассейне Амура (на примере 11 модельных водосборов, часто подвергавшимся лесным пожарам) использованы данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ, сервис VEGA-PRO ИКИ РАН) с 2000 г. Нами выявлено преобладание отрицательного тренда изменчивости лесных площадей в отличие от преимущественно положительного тренда динамики площадей свежих гарей [18, 19]. На одном из таких водосборов (р. Бурейя – с. Усть-Ниман, площадь водосбора 26 500 км²), расположенного выше верхней границы Бурейского водохранилища, лесистость в среднем за 2000–2013 гг. уменьшилась с 87 %, согласно опубликованным данным лесоустройства 1950–1960-х гг. [10], до 76,6 % (по спутниковым данным), т.е. на 10,4 % [19]. По данным лесоводов ДальНИИЛХ [11] территория Еврейской автономной области имеет наибольшую горимость лесов в Дальневосточном федеральном округе, что должно отразиться на уменьшении лесопокрытой площади и с большой вероятностью – на водности реки Большая Бира (бассейн Среднего Амура), пересекающей эту территорию. Объективная оценка взаимодействия этих природно-климатических факторов показала, что начиная с 2000 г. здесь отмечается положительный тренд наивысших годовых уровней воды в связи с тенденцией уменьшения площади лесов, особенно смешанных (рисунок 4).

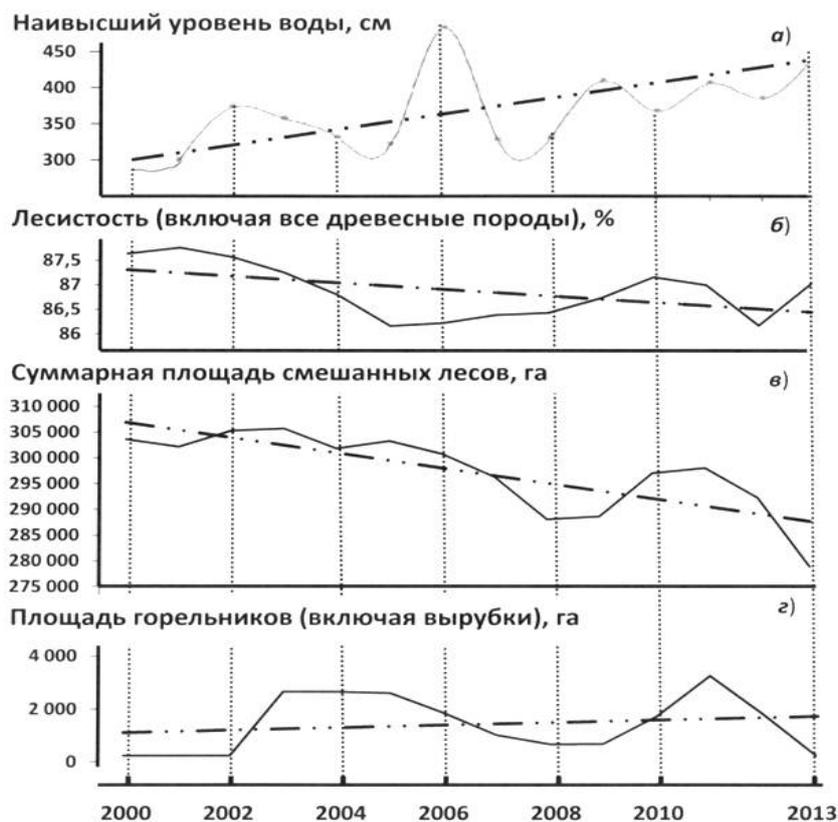


Рисунок 4 – Динамика параметров состояния водосбора реки Большая Бира от истока до г. Биробиджана (бассейн Среднего Амура) за 2000–2013 гг. [15]

a – наивысший годовой уровень воды, см; *b* – лесистость, %; *c* – общая площадь смешанных лесов с преобладанием и без преобладания хвойных и лиственных пород, га; *d* – площадь гарей и вырубок, га.
Пунктирные линии характеризуют направленность трендов

По сообщению академика Д. С. Павлова с кафедры Президиума РАН [2, с.822], в ноябре 2014 г. была опубликована новая глобальная карта лесов России в высоком разрешении на основе космических снимков, где среднее и верхнее течения Амура оказались зоной наибольшей вырубки леса за последние 10 лет. Далее академик спрашивает: «Кто-то анализирует влияние леса на частоту наводнений?» Подобные исследования ведутся нами в Институте водных и экологических проблем ДВО РАН совместно с ВЦ ДВО РАН.

Обсуждение результатов. Таким образом, природная система (бассейн Амура) пока еще справляется с антропогенным гнетом, Амур «вошел» в обычные пределы границ динамического коридора колебаний годовых максимумов после экстремальных лет текущего XXI века. «Антропогенная часть» линии тренда годовых максимумов, проходящая по графикам (см. рисунки 2 и 3), приобретает прогностическую значимость, указывая на устойчивое приближение к нижнему пределу динамического коридора. Складывается представление, что в перспективе при существующих темпах активизации антропогенного вмешательства в природную систему могут сложиться такие условия, когда возвращение в нормальное состояние будет проблематичным для Амура. Подобное состояние природной системы (режим паводков Амура) вписывается в концепцию Ю. А. Израэля опасного антропогенного воздействия на абиотическую составляющую среды и дополнительных природных возможностей системы – «экологического резерва» [3], дающего возможность после внешних воздействий возвращать систему в первоначальное (исходное) состояние.

Экстремальные отклонения уровней воды на пиках паводков 2008 и 2013 гг. от нормы 430 см «подсказали» способ оценки состояния Амура в условиях антропогенного гнета по двум уровням (верхнему и нижнему) и экологического резерва (по Израэлю [3]). Рассчитывая отметку нижней границы резерва, на которую может подняться в летне-осеннюю межень годовой максимум Амура у Хабаровска, мы придерживались общепринятого в гидрологии положения, что нуль графика водомерного поста – это условная горизонтальная плоскость, располагающаяся не менее чем на 50 см ниже самого низкого уровня воды, который можно ожидать в створе поста. В результате получаем отметку нижней границы резерва, равную 10 см над нулем графика поста. Есть вероятность, что критическое состояние Амура при усилении антропогенной нагрузки на водосборы рек может наступить вначале в маловодные годы, если высота наивысшего дождевого паводка будет ниже критически опасной отметки (т.е. при уровне воды на пике паводка ниже 10 см). Можно полагать, что в последующие годы возникнет опасность «невозврата» зеркального отражения летней межени относительно нормы годовых максимумов, как это было при наводнении в 2013 г. (после экстремального маловодья в 2008 г.), когда Амур буквально на следующий 2014 год «вошел» в пределы динамического коридора колебаний дождевых паводков.

При расчете верхней границы резерва подъема наивысших паводочных волн нами учитывались следующие факты. Противопаводковая дамба, которая в настоящее время строится в Хабаровске с учетом пересчета ГГИ и Гидромета обеспеченных значений уровней воды (на 130 см выше экстремального паводка), позволит защитить город от наводнения при отметках уровня воды выше 10 м [источники – новости Хабаровска DVhab.ru, AmurMedia, 16 сент. 2015 г. и др.]. Можно полагать, что отметку уровня воды 940 см, вероятно, достаточно принять за верхнюю границу резерва. В перспективе возможность достижения более высоких отметок паводочных волн (т.е. выше 940 см) при условии предшествующей низкой отметки летней межени мала, на что указывает нисходящая часть тренда динамики годовых максимумов (см. рисунки 2 и 3) и что связано с продолжающимся усилением лесохозяйственной деятельности на водосборах рек бассейна Амура.

Нами предложена оценка нисходящей «антропогенной» части тренда годовых максимумов (дождевых паводков), которая заключается в следующем. На российской части бассейна Амура, где преобладают хвойно-широколиственные и лиственные леса, проблема уничтожения древостоя пожарами и рубками стоит остро, как, например, и на водосборах малых рек бассейна р. Селенга – главной артерии Байкала, которая дает озеру до 50% притока воды. По вопросу о том, в какой степени уничтожение лесов бассейнов рек влияет на изменчивость водного режима, высказываются различные позиции. Но в основном исследователи считают, что этот фактор (сведение лесов) не оказывает решающего влияния на высоту дождевых паводков ввиду многообразных сложных взаимосвязей в природе и труднооценимых «прочих» условий водности (кроме лесов) [4 и др.]. Из совокупности существующих антропогенных нагрузок на бассейн Амура, изменяющих условия стока дождевых вод в русла рек, нами выделен постоянно действующий с 1950-х гг. фактор сведения лесов промышленными и браконьерскими рубками, лесосводками при строительстве народнохозяйственных объектов, а также лесными пожарами

(антропогенными на 90–95 % [9]), уничтожающими древостой. Их количество в Хабаровском крае и Еврейской автономной области увеличилось с 1960-х гг. в среднем почти в два раза по сравнению с нормой предшествующего тридцатилетнего периода [20]. Масштабные лесоразработки и лесные пожары (наряду со строительством мостов, дамб, польдеров) также входят в число основных пяти антропогенных факторов, оказавших наибольшее влияние на катастрофичность амурского паводка в 2013 г. [8].

Выводы. Таким образом, выявленная в прошлом веке Е. П. Тетерятниковой [21] закономерность формирования крупных наводнений на Амуре, особенно в 1950-х гг. (в связи с обильными площадными осадками, обусловленными блокированием циклонов мощным тропосферным гребнем над Охотским морем, и совмещением на Амуре паводков с притоков), повторилась и в 2013 г. **Принципиальное отличие паводка 2013 г. от наводнений на Амуре в прошлом веке (особенно в 1950-х гг.) заключается в том, что более полвека назад бассейн Амура еще не испытывал такую антропогенную нагрузку, как в последние несколько десятилетий, в связи с активизацией лесохозяйственной деятельности на речных водосборах.** Это один из главных выводов наших исследований водного режима Амура с целью долгосрочного прогноза. Из полученных результатов можно выделить основные:

1. Разработан метод определения ритмичности наивысших годовых паводочных волн (на примере р. Амур у г. Хабаровска), который можно использовать для других крупных рек климатической зоны муссонов умеренных широт с ярко выраженным годовым максимумом осадков, приходящимся на летние месяцы. Полученные аргументированные результаты могут оказаться полезными для ориентировочного прогноза на период (годы) с большим количеством осадков, вызывающих наводнения на реках, или засушливый период, когда на Амуре ожидается длительная летне-осенняя межень.

2. Выявлены статистически значимые тренды понижения наивысших годовых паводочных волн Амура у Хабаровска с 1950–1960-х гг., когда отмечается активизация лесохозяйственной деятельности на водосборах рек бассейна Амура как одного из основных антропогенных факторов (разумеется, после главного природного фактора – атмосферных осадков). Сделан вывод, что уменьшение лесопокрытой площади водосборов рек бассейна Амура, наряду с гидротехническими сооружениями (особенно мостовыми переходами через Амур у Хабаровска и Комсомольска) [8], – это существенный антропогенный фактор, который наиболее повлиял на величину паводочной волны во время наводнения в 2013 г. [18,19].

3. Выделены динамический коридор амплитуды колебаний годовых максимумов Амура у Хабаровска и экологический резерв природной системы (бассейн Амура) в пределах границ динамического коридора. Рассчитаны условные границы экологического резерва Амура (10 см – нижний предел и 940 см – верхний предел), до которых могут подняться пики паводков в периоды наводнений и летней межени. Они (границы) указывают на то, что колебания годовых максимумов могут вернуться в пределы исходного состояния, как это было в 2013 г. (при наводнении) после 2008 г. (при летнем маловодье).

4. На основе анализа антропогенной части долговременного тренда паводочного режима Амура с 1950–1960-х гг. сделан вывод о приближении к опасной (но пока допустимой) нижней границе динамического коридора обычных колебаний годовых максимумов (211 см над нулем графика поста Хабаровск). В случаях выхода за пределы экологического резерва (т.е. ниже 10 см и выше 940 см) есть вероятность «невозврата» годовых максимумов в обычный режим колебаний (рисунок 3), когда наводнение или маловодье может иметь непредсказуемые последствия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вербицкая, Е.М. Катастрофическое наводнение на р. Амур летом 2013 г.: особенности и причины формирования / Е.М. Вербицкая, С.В. Агеева, И.О. Дугина, И.М. Дунаева [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2015. – № 10. – С. 65-74.
- [2] Данилов-Данильян В.И. Экстраординарное наводнение в бассейне реки Амур / В.И. Данилов-Данильян, А.Н. Гельфан // Вестник Российской академии наук. – 2014. – Т. 84, № 9. – С. 817-825.
- [3] Израэль Ю.А. О концепции опасного антропогенного воздействия на климатическую систему и возможности биосферы / Ю.А. Израэль // Всемирная конференция по изменению климата (29 сент. – 3 окт. 2003 г.). – М.: Институт глобального климата и экологии РАН, 2004. – С. 68-73.

- [4] Крестовский О.И. Влияние вырубки леса и восстановления лесов на водность рек / О.И. Крестовский. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 117 с.
- [5] Крыжов В.Н. Макрометеорологические условия формирования сильных осадков в бассейне р. Амур в июне-сентябре 2013 г. и успешность их прогнозирования / В.Н. Крыжов, Р.М. Вильфанд // Экстремальные паводки в бассейне р. Амур: причины, прогнозы, рекомендации. – М.: Росгидромет, 2014. – С. 40-53.
- [6] Лобанов С.А. Методы долгосрочных прогнозов наводнений на реках Приморского края / С.А. Лобанов. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 100 с.
- [7] Лобанов С.А. Прогноз максимальных годовых расходов воды и уровней воды р. Амур по адаптивной авторегрессионной схеме / С.А. Лобанов // Труды ДВНИГМИ, 1975. – Вып. 47. – С. 75-80.
- [8] Махинов А.Н. Основные факторы формирования катастрофических наводнений в бассейне реки Амур в 2013 г. / А.Н. Махинов // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова: материалы всерос. науч. конф. (19-21 марта 2014 г.). – Владивосток: Дальнаука, 2014. – Вып. 6. – С. 435-442.
- [9] Олейник Е.Б. Вопросы мониторинга и оценки лесных пожаров в Дальневосточном федеральном округе / Е.Б. Олейник // Вестник ТГЭУ. – 2009. – № 3. – С. 23-31.
- [10] Ресурсы поверхностных вод СССР. Дальний Восток. Верхний и Средний Амур. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1966. – Т. 18, вып. 1. – 781 с.
- [11] Современное состояние лесов российского Дальнего Востока и перспективы их использования // Под ред. А.П. Ковалева. – Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2009. – 470 с.
- [12] Соловьев К.П. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них / К.П. Соловьев. – Хабаровск: Хабаровское книж. изд-во, 1958. – 376 с.
- [13] Соколова Г.В. Применение гидрологических методов в прогнозировании опасности лесных пожаров на территории бассейна Амура (краткий обзор) / Г.В. Соколова // Региональные проблемы. – 2016. – Т. 19, № 1. – С. 12-21.
- [14] Соколова Г.В. Анализ водного режима Амура за период до катастрофического наводнения в 2013 г. / Г.В. Соколова // Метеорология и гидрология. – 2015. – № 7. – С. 66-69.
- [15] Соколова Г.В. Амур мелеет. [Электронный ресурс] / Г.В. Соколова. 28 дек. 2015. – Режим доступа: URL: (дата обращения: 30.06.2016).
- [16] Соколова Г.В. Исторические проблемы Амура: наводнения, лесные пожары, рубки / Г.В. Соколова // В газете Дальневосточного отделения Российской академии наук «Дальневосточный ученый» от 16 июля 2014. – № 14(1504). – С. 4-5. – Режим доступа: <http://www.dvuch.februs.ru>, свободный.
- [17] Соколова Г.В. Наводнения, лесные пожары и рубки, влияющие на изменчивость ландшафтов / Г.В. Соколова // Регионы нового освоения: теоретические и практические вопросы изучения и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2012. – С. 320-324.
- [18] Соколова Г.В. Водный режим Амура и динамика лесопокрытой площади на речных водосборах в условиях изменяющегося климата / Г.В. Соколова, А.А. Бабурин, А.Л. Верхотуров // Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата: сб. докладов Всерос. конф. 29 сент. – 3 окт. 2014 г., Хабаровск [Электронный ресурс]: – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2014. – С. 141-145. – Режим доступа: <http://iver.as.khb.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
- [19] Соколова Г.В. Влияние пожаров и рубок на водный режим рек бассейна Среднего и Нижнего Амура / Г.В. Соколова, А.Л. Верхотуров // Региональные проблемы. – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2015. – Т. 18, № 4. – С. 83-90.
- [20] Соколова Г.В. Разработка методики лесопирологического прогноза (на примере Дальнего Востока) / Г.В. Соколова, С.В. Макогонов // Метеорология и гидрология. – 2013. – № 4. – С. 12-18.
- [21] Тетерятникова Е.П. Проблемы долгосрочных гидрологических прогнозов в бассейне р. Амура на основе учета аэросиноптических материалов / Е.П. Тетерятникова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 104 с.

Г. М. ТОЛСТИХИН

Институт водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, Бишкек, Кыргызстан

РЕСУРСЫ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ: СОСТОЯНИЕ УСЛОВИЙ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Представлены материалы об основных запасах пресных подземных вод и мониторинга их качества в основных эксплуатируемых месторождениях.

The article presents the results about the main reserves of fresh groundwater and monitoring of their quality in the main developed deposits

В соответствии с данными Государственного учета подземных вод основные эксплуатационные запасы пресных подземных вод (ЭЗППВ) Кыргызской Республики сосредоточены в межгорных впадинах, территории которых наиболее развиты в экономическом отношении – Чуйской, Иссык-Кульской, Таласской, Ошской областях. Основные запасы пресных подземных вод приурочены к рыхлообломочным аллювиально-пролювиальным отложениям четвертичного возраста. Водовмещающими породами в основном являются гравийно-галечные и валунно-галечные отложения с песчано-гравийным заполнителем. Мощность эксплуатируемых водоносных горизонтов в различных гидрогеологических зонах различная и колеблется от 20 до 500 м.

Эксплуатационные запасы пресных подземных вод на территории республики разведаны, подсчитаны и утверждены в ГКЗ СССР по 44 месторождениям, в том числе 28 по северным районам Кыргызской Республики. Общие утвержденные запасы пресных подземных вод по сумме всех категорий (при непрерывном режиме эксплуатации) составляют 10 545,2 тыс. м³/сут, в том числе по категориям: А – 2946,65 тыс. м³/сут, В – 3116,17 тыс. м³/сут, С₁ – 1689,58 и С₂ – 2792,8 тыс. м³/сут. Из них по северным районам Кыргызской Республики общие утвержденные запасы составляют 8239,09 тыс. м³/сут, в том числе по категориям: А – 2035,98 тыс. м³/сут, В – 2425,33 тыс. м³/сут, С₁ – 1334,98 тыс. м³/сут и С₂ – 2442,8 тыс. м³/сут. Кроме того, оценены запасы пресных подземных вод еще в объеме 4099,14 тыс. м³/сут. Прогнозные ресурсы подземных вод по КР составляют 30 441 тыс. м³/сут, в том числе по северу республики – 25 948 м³/сут. Прироста эксплуатационных запасов пресных подземных вод за последние 20 лет не было (рисунок 1). Последний раз пересчет запасов был в 1995 году по Ала-Арчинскому месторождению подземных вод которые, используется для водоснабжения столицы республики.

Все месторождения пресных подземных вод используются на питьевые, хозяйственные, производственные и технические (орошение) нужды независимо от целевого назначения при утверждении запасов подземных вод. Степень использования запасов месторождений подземных вод низкая – 20–30%. Наибольшая степень использования подземных вод на месторождениях в столице и экономически развитых регионах.

Для отбора подземных вод в пределах месторождений подземных вод и участков с неутвержденными запасами подземных вод были пробурены порядка 15 тысяч скважин, в том числе закаптиванных родников и подруслых дрен. В настоящее время фактическое количество эксплуатационных (используемых) скважин по республике не известно, особенно по югу. В северных регионах КР эксплуатируется 2079 скважин, в том числе 281 скважина сбрасывает подземные воды практически без использования (самоизливом). Динамика водоотбора отражена на рисунке 2. Фактически и достоверно определить количество эксплуатируемых скважин и объемы использования подземных вод не представляется возможным по ряду объективных причин:

сложности с допуском на водозаборы для проведения их обследования в связи с политикой КР по сокращению количества проверок субъектов предпринимательства;

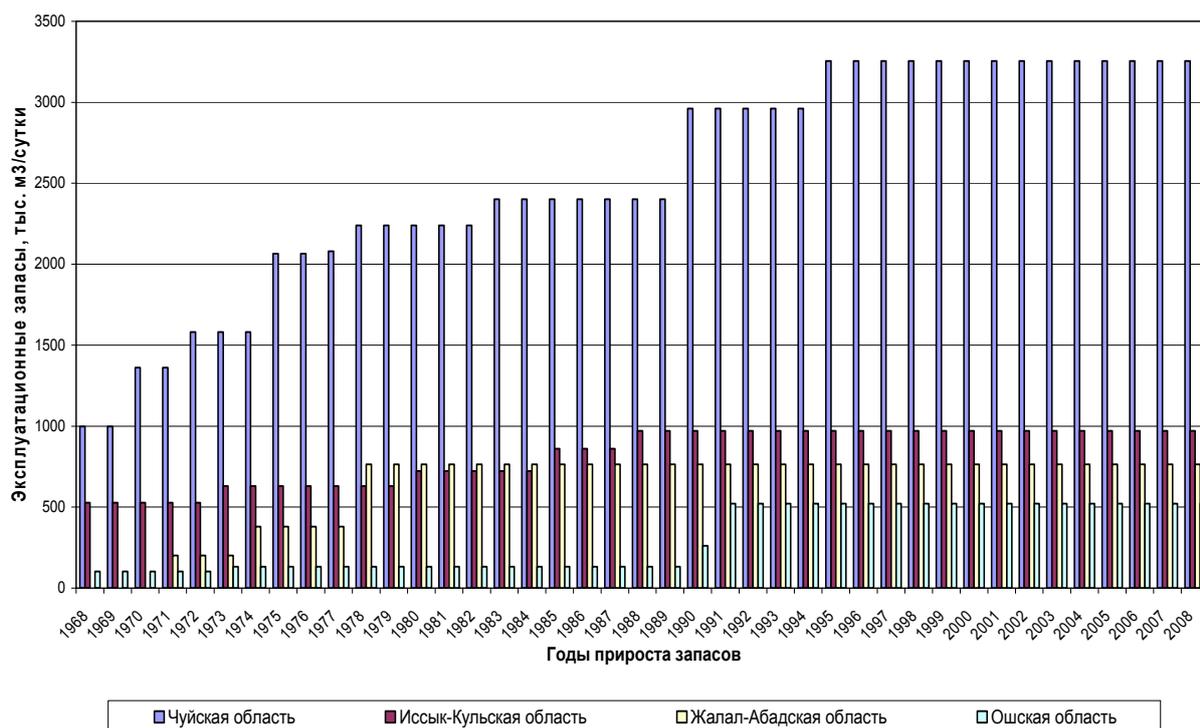


Рисунок 1 – Динамика прироста эксплуатационных запасов пресных подземных вод по промышленным категориям А+В

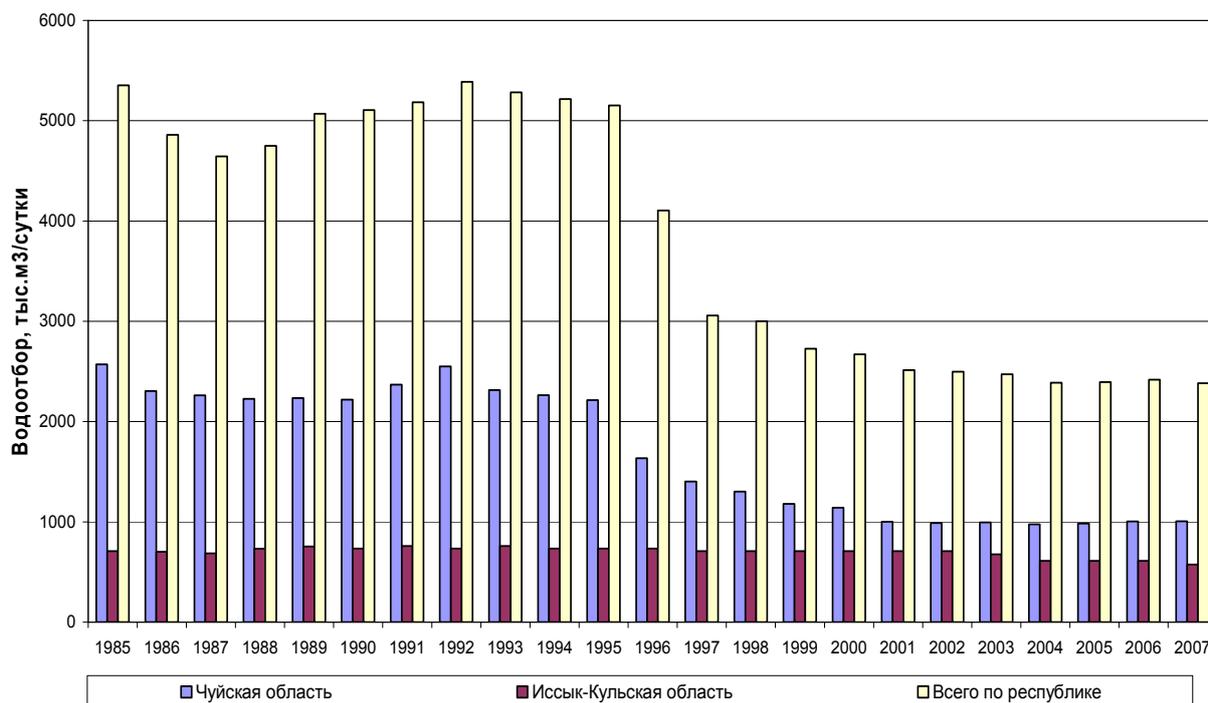


Рисунок 2 – Динамика использования пресных подземных вод

ежегодно обследуется только 10–15 % эксплуатационных скважин, или 10 % от общего количества состоящих на учете скважин;

за последние 10 лет обследовались только скважины Чуйского, Таласского и Иссык-Кульского бассейнов, остальные регионы севера КР из-за недостаточного финансирования, не обследовались, водозаборы южных регионов практически также не обследовались;

рост в геометрической прогрессии числа неучтенных водопользователей и водозаборов в связи с распадом крупных промышленных и сельскохозяйственных объектов на более мелкие; увеличение количества бесхозных и неучтенных водопользователей и скважин в связи с ликвидацией предприятий и объектов;

рост числа скважин в частной собственности, к обследованию которых не допускают сотрудников гидрогеологической службы республики;

разграбление ЛЭП, КТП, насосного оборудования и невозможность своевременного по экономическим причинам восстановления водозаборов;

бурение новых эксплуатационных скважин сторонними частными организациями, практически не представляющими сведения о результатах своих работ в Государственное агентство по геологии и минеральным ресурсам при Правительстве КР;

низкое качество первичного учета водопотребления, зачастую фиктивность и заниженность отчетных данных 2 ТП "Водхоз", за последние 10 лет эта форма отчетности в Госгеолагентство вообще не представляется.

Мониторинг качества подземных вод основных эксплуатируемых месторождений подземных вод КР производится гидрогеологической службой КР в основном в северных регионах. Данные мониторинга подземных вод показывают стабильное площадное нитратное загрязнение подземных вод в пределах Ала-Арчинского, Центрально-Чуйского, Западно-Чуйского, Калининского месторождений подземных вод, локальное загрязнение Орто-Алышского, Атбашинского, Токмакского месторождений Чуйского бассейна и Чоктал-Ананьевского месторождения Иссык-Кульского бассейна. Загрязнение подземных вод хромом, нефтепродуктами сохраняется в пределах Ала-Арчинского, Центрально-Чуйского месторождений. Сложная гидрохимическая обстановка отмечается в Ош-Карасуйском оазисе, где наряду с нитратным загрязнением подземных вод выявлены участки с загрязнением пестицидами, солями, тяжелыми металлами. Мониторинг подземных вод в настоящее время в южных регионах КР практически не проводится. Содержание нитратов по различным месторождениям подземных вод имеет различную динамику в зависимости от мощности источника загрязнения, скорости потока, глубины скважины, защищенности водоносного горизонта и т.д. На отдельных участках месторождений подземных вод содержание нитратов достигает 5–7 ПДК и более. В последние годы отмечается тенденция снижения интенсивности загрязнения подземных вод в северных регионах КР.

Таким образом, Кыргызская Республика обладает значительными ресурсами пресных подземных вод, которые используются для различных нужд экономического развития республики. В этом отношении имеются положительные перспективы. Для сохранения качества подземных вод необходимо помнить, что запасы не беспредельны и часто не защищены от негативного техногенного воздействия. Загрязнению подземных вод, как правило, подвержены территории городов и крупных населенных пунктов. Необходимо пересмотреть законодательство, которое препятствует проведению полноценного мониторинга качества подземных вод. Рационально использовать подземные воды по целевому назначению с учетом охраны окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Маматканов Д.М., Бажанова Л.В., Романовский В.В. Водные ресурсы Горного Кыргызстана на современном этапе. – Бишкек: Илим, 2006. – 276 с.
- [2] Мангельдин Р.С. Условия формирования и распространения подземных вод четвертичных отложений Чуйской впадины // Труды Фрунзенского политехнического института. – Фрунзе: ФПИ, 1977. – С. 16-31.
- [3] Мангельдин Р.С. Закономерности формирования подземных вод Кыргызстана и методика гидрогеологического изучения. – Бишкек: Илим, 1996 – 52 с.
- [4] Толстихин Г.М. Пресные подземные воды Кыргызстана и их использование для водоснабжения // Горный журнал. – М., 2007. – № 12. – С. 22-24.

С. С. ХОДЖАЕВ, М. П. ТАШХАНОВА

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Узбекистан

ВЛИЯНИЕ ПАДЕНИЯ УРОВНЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ОГРАНИЧЕННЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В БАССЕЙНЕ РЕК АМУДАРЬЯ И СЫРДАРЬЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИАРАЛЬЯ

Сделана оценка водных ресурсов бассейна рек Амударья и Сырдарья и их качественного состояния, проанализированы причины падения уровня Аральского моря и его отрицательные последствия на развитие агропромышленного комплекса Приаралья. В результате исследования и экологического состояния орошаемых территорий низовьев Амударья и коллекторно-дренажных вод Дарьялыкского коллектора установлены дальнейшая деградация почвогрунтов, растительности, увеличение минерализации почв и грунтовых вод, снижение продуктивности пастбищ.

In the study, evaluation of water resources and their quality in Amu-Darya and Syr-Darya river basins are made and the reasons of Aral-Sea's water level incidence with negative consequences on the agribusiness complex of Aral Sea region are analyzed. By the researches of irrigated areas ecological conditions of Amu-Darya downstream and collector - drainage water of Daryalyk collector, the further soil and vegetation degradation, soil and ground water mineralization increase and pastures productivity decrease are described.

Водные ресурсы бассейна рек Амударья и Сырдарья и их качественное состояние. Водные ресурсы бассейна Аральского моря в настоящее время согласно "Нукусской декларации" от 20.IX.1995 г. используются на равноправной основе всеми республиками Центральной Азии для сельскохозяйственных, промышленных, коммунально-бытовых, гидротехнических нужд, освоения пастбищ.

С климатической точки зрения земли республик Центральной Азии находятся в аридной зоне с недостаточной обеспеченностью природной водой и испарением, во много раз превышающим количество выпавших осадков, а также широко распространёнными явлениями первичного и вторичного засоления почвогрунтов и грунтовых вод. В таких зонах искусственное орошение – необходимое условие и материальная основа развития сельского хозяйства и всего комплекса производительных сил центрально-азиатских республик.

Общеизвестно, что в Центральной Азии для орошения земель используются стоки трансграничных рек Амударья и Сырдарья и нескольких менее крупных и малых рек, сток которых используется на местах, не доходя до указанных рек (Зеравшан, Кашкадарья, Сурхандарья, Чирчик, Ахангаран, Мургаб, Теджен и др.), наличие водохранилищ позволило зарегулировать стоки рек.

Если в 50-х и 60-х годах двадцатого столетия примерно половина годового стока Амударья и Сырдарья (около 50 км³ от суммарного их стока 110 км³ ресурсы года 100 % обеспеченности) доходила до Аральского моря и поддерживала стабильный его уровень, перекрывая испарение с поверхности моря (около 5 км³) и орошения земель Приаралья, то начиная с 1960 года этот сток уменьшался и к 1990 году и далее едва доходил до 5 км³/год. Это привело к резкому усыханию моря и выходу из сельхозоборота близлежащих земель вокруг Аральского моря и особенно земель Республики Каракалпакстан, Южного Казахстана, частично земель Хорезмской и Бухарской областей, а также Ташаузской, Чарджоуской областей Туркменистана.

Отбор воды на орошение и другие нужды народного хозяйства отразился прежде всего на естественном режиме Аральского моря, к 1988 году с уменьшением сбросов уровень воды упал против стабильного на 13–14 м по сравнению с 1961 годом (начальный период усыхания), море потеряло около 50 % объёма, сократилась площадь акватории, береговая линия отошла на 70–100 км, возросла засоленность в два с лишним раза–сброс из Сырдарья прекратился, а из Амударья снизился в маловодные годы до 2–3 км³ против стабильных 45 км³/год.

Этому способствовало интенсивное освоение земель в Каршинской степи и Бухарской области за счёт строительства машинных каналов. Из реки Амударья Каршинским машинным

каналом подавалось в зону орошения $200 \text{ м}^3/\text{с}$ с общей высотой подъёма до 140 м и Аму-Бухарским машинным каналом первой – второй очереди строительства с расходом $141 \text{ м}^3/\text{с}$. Оба канала построены на правом берегу Амударьи, Каракумский канал – на левом берегу Амударьи [1].

Крупные водохранилища, построенные на правом притоке реки Амударья–Вахше, Нурекское и Туямуонское на самой реке аккумулировали большие объёмы воды для орошения Вахшской долины и земель Туркменистана, Хорезмской области и Каракалпакстана. Попуски из этих водохранилищ в реки лимитировались наличием в их составе гидроэлектростанций (ГЭС), в реку же сбрасывались только "санитарные попуски" и расход воды, необходимый для нормальной работы нижележащего по течению реки Тахиаташского гидроузла в Каракалпакстане.

Такие же большие объёмы отбирались для орошения из реки Сырдарья, была построена Кайраккумская ГЭС (Ленинабадская область Таджикистана) с водохранилищем полезной ёмкостью $4,2 \text{ км}^3$, которое позволило обеспечить поливами все земли Голодной степи. Чуть позже было построено Чардаринское водохранилище с ГЭС и плотиной для сброса воды в Арнасайское понижение, между Кайраккумским и Чардаринским водохранилищами в районе города Бекабада была построена Фархадская ГЭС с бетонной плотиной.

В свете изложенного положение в дельтах рек усугубилось в связи с дефицитом и ухудшением качества речных вод вплоть до полного прекращения попусков ниже Казалинского гидроузла на реке Сырдарья начиная с 1975 года и Тахиаташского на реке Амударья, за исключением многоводного 1987 года, когда в Аральское море было сброшено $7\text{--}8 \text{ км}^3$ амударьинской воды.

Основным источником загрязнения водных ресурсов бассейна Амударьи является сброс в него коллекторно-дренажных вод (КДВ), характеризующихся повышенной минерализацией, содержанием остаточного количества пестицидов и минеральных удобрений.

В 1960 году водоподача на орошение из Амударьи составляла $3,0\text{--}3,7 \text{ км}^3$, вместе с оросительными водами на поля в течение года поступало $1,6\text{--}2,0$ млн т солей, доля засоленных земель в орошаемой зоне была очень высокой и достигала 95–96%. Магистральные коллекторы начинали только строиться, протяженность коллекторно-дренажной сети (КДС) составляла 300–400 км, ниже орошаемых площадей минерализация воды в реке Амударья была $0,53 \text{ г/л}$.

К 1985 году водоподача на орошение увеличилась с $5,7$ до $10,1 \text{ км}^3$, с этими водами на поля поступило $4,28\text{--}5,99$ млн т солей в год, общая протяжённость КДС возросла до $6,9$ тыс.км, а сток КДВ повысился с $1,06$ до $3,6 \text{ км}^3$. Минерализация воды р. Амударья увеличилась в среднем до $1,1 \text{ г/л}$.

По ориентировочным данным Р. М. Разакова и Д. В. Тростянского (САНИИРИ им. В. Д. Журина), вынос в открытые водоемы загрязняющих веществ с полей орошения составлял: минеральных удобрений – $40,9$ тыс.т, пестицидов – $3,65$ тыс.т в год [2]. Помимо сельского хозяйства водные ресурсы бассейна Аральского моря загрязнялись сточными водами промышленного и коммунально-бытового хозяйства. В 1987 году со сточными водами в бассейн реки Амударья было сброшено нефтепродуктов $0,11$ тыс.т, соединений железа $0,042$; азота общего $1,54$; фенолов $0,11$; БПК. $2,57$ тыс.т.

В Кызылординской области Казахстана начиная с 1981 года в зоне влияния Аральского моря окружающая среда – воздух, вода и земля – стали источниками болезней, человек подвергался воздействию биологических, химических и физических факторов внешней среды; наносился комплексный ущерб обществу – санитарно-гигиенический, экономический, моральный, эстетический и экологический [3].

В динамике за ряд лет отмечалось значительное ухудшение качества воды по химическим и бактериологическим показателям, а из ядохимикатов в водах рисового чека выявлен пропанид $0,1 \text{ мл/л}$. Минерализация воды Сырдарьи колебалась от $1,5$ до $3,8 \text{ г/л}$, содержание нитратов составляло $0,01\text{--}6,2 \text{ мг/л}$, сульфатов $720\text{--}2100$, хлоридов $163\text{--}426 \text{ мг/л}$. Эти показатели в 2–4 раза превышали установленные санитарные нормы, в КДВ обнаружены ядохимикаты и повышенное содержание сульфатов и хлоридов.

Влияние падения уровня Аральского моря на экологические условия Приаралья. Снижение уровня Аральского моря отрицательно повлияло на развитие сельского хозяйства районов Приаралья, особенно в Республике Каракалпакстан и районах Южного Казахстана (Кызылординская область). В Каракалпакстане развито орошаемое земледелие, посевная площадь которого составляла 461 тыс.га, из них 420 тыс.га – орошаемая пашня. Почвы орошаемых земель дельты Амударьи и древнего орошения развиты на мощных аллювиальных отложениях, однако засоление почв, связанное с ветровым режимом побережья Аральского моря, не позволяет эффективно их использовать в сельскохозяйственном производстве.

Падение уровня Аральского моря привело к осушению побережья и образованию солончаков, в результате чего в сторону дельты Амударьи переносилось 60 % пыли и соли, на Устюрт–25% общего годового объёма.

По данным САНИИ им. В. П. Бугаева, в 1980–1985 годах большое число пыльных бурь наблюдалось на метеорологической станции "Аральское море", одинаковая их повторяемость отмечалась на станциях "Уялы" и "Муйнак" (в среднем 13–19 дней в году). Интенсивный рост числа пыльных бурь установлен также на метеорологических станциях "Жаслык", "Чимбай", "Порлатау".

Большую опасность в вегетационный период сельскохозяйственных культур представляют поздне-весенние и ранне-осенние заморозки. По наблюдениям метеорологических станций весной отмечается пасмурная погода и осадки в виде дождя и снега, в результате чего почва на хлопковых полях размокает, что препятствует проведению подготовительных работ, ливневые дожди в мае создают почвенные корки, затрудняющие развитие хлопчатника, и обрабатывается такая почва вручную.

Из-за ухудшения природно-климатических условий вегетационный период на севере Каракалпакстана сократился, и несмотря на то, что сумма эффективных температур за вегетационный период в Центральной Азии имеет тенденцию к повышению, полноценный урожай хлопчатника в Каракалпакстане (особенно в северной зоне) вырастить оказалось невозможным и произошла его замена другими видами сельскохозяйственных культур.

На основе исследований КазНИИ Госкомгидромета получены определённые результаты по изменению параметров, характеризующих влажность воздуха и влагосодержание атмосферы, обусловленных понижением уровня Аральского моря [3]. В Северном Приаралье (станция «Аральское море») уменьшение относительной влажности, характеризующей степень насыщения его водяными парами, под воздействием антропогенных факторов в явном виде проявилось в 1971–1975 годах (в летние и осенние месяцы) и достигло максимума в 1981–1985 годах. Так, в летние месяцы (июнь, июль, август) в Северном Приаралье влажность понизилась на 10–12%, в южной, прибрежной, части Восточного Приаралья (станция «Уялы») – на 13–18%, в дельте Сырдарьи (станция «Казалинск») – на 7–10 %.

Ухудшение влажностного режима в приземном слое атмосферы в Приаралье отразилось и на влагосодержании в нижнем 1,5-километровом слое атмосферы. По оценкам Л. П. Кузнецовой над морем содержание влаги в атмосфере возросло на 20%, что в свою очередь привело к увеличению содержания её в регионе на 2–7% в зависимости от радиуса воздействия [4].

Наличие дополнительного количества влаги в атмосфере в прибрежных районах при условии слабого выноса её в другие районы в отдельные периоды способствовало появлению осадков, преимущественно весной и в начале лета.

Анализ исследований Л. П. Кузнецовой, И. В. Рубанова, Н. М. Богдановой, Н. Ф. Можайцевой, Т. Ф. Некрасовой и других авторов позволил сделать вывод, что по масштабам воздействия на окружающую среду наибольшую опасность имеет соле- и пескоперенос с осушенной части дна Аральского моря.

Начиная с 1975 года произошло обнажение 4,0 млн га территории обсохшей части дна моря и приморской дельты рек Амударья и Сырдарья, покрытых мелкозёмом, солевыми частицами, образовались новые эоловые формы на песчаных грунтах.

Прогнозы учёных по объёму солевыноса и его выпадения на окружающую территорию крайне противоречивы. Ежегодный вынос солей с осушенного дна моря в зависимости от литологии почв, слоя эолового выноса, глубины грунтовых вод, температуры воздуха в сред-

нем за 1960–1980 годы Институтом почвоведения АН Казахстана оценивался в 8,2 т/га, а общий объём выноса со всей площади осушки – в 200 млн.т; по прогнозу Института геологии и геофизики АН Узбекистана, а также Института географии АН РСФСР – соответственно 17,4 т/га и 21,4 млн т со всей зоны осушки [5, 6].

Сотрудниками САНИИРИ им. В. Д. Журина в 1982–1986 годах были проведены крупномасштабные исследования динамики солепылевых выпадений с определением их химического состава. После обработки данных ученые пришли к выводу, что максимальное количество общих выпадений аэрозолей и солей приходится на осушенное дно Аральского моря и район коренного берега, по мере удаления от него оно уменьшается, общее количество выпадаемых аэрозолей колеблется от 1,5 до 9,5 т/га в год [7,8].

Исследованиями КазНИИ Госкомгидромета на основе данных наблюдений метеорологических станций "Аральское море", "Баян", "Уялы" с 1966 по 1979 год определена общая масса песка и солей, выносимых с осушенных территорий дна Аральского моря в объёме 7,3 млн т в год. Полученные величины выносимых масс песка и солей за пределы осушенной части дна Аральского моря позволяют оценить степень опесчанивания и засоления орошаемых массивов земель и пастбищ в регионах Приаралья.

Исследования экологического состояния орошаемых территорий низовьев Амударьи и коллекторно-дренажных вод Дарьялыкского коллектора. В 1990–1991 годах по договору с Союзгипроводхозом (Москва) нами велись исследования с научно-производственным и хозрасчётным центром "Экология водного хозяйства" по теме "Оценка экологического состояния орошаемых территорий и коллекторно-дренажных вод Дарьялыкского коллектора".

Цель и объект исследований. Исследования охватывали всю обнажившуюся акваторию Аральского моря в пределах Республики Каракалпакстан с отбором проб воды, грунта, растительности на всех устьевых участках дельты Амударьи и дна обсохшего моря от Восточного чинка Устюрта до залива Джилтырбас, притоков коллектора Дарьялык до сброса его в Сарыкамышскую впадину.

Методика исследований. Отбор проб воды, почв, растительности проводился по общеизвестным методикам САНИИРИ им. В. Д. Журина, Института почвоведения АН Узбекистана, ВНИИ ВОДГЕО (филиал в Узбекистане) и др. Образцы проб воды отбирались в стандартные бутылки, растительность и почвы – в бумажные и матерчатые мешки с надлежащей маркировкой и упаковкой.

Результаты исследований. На момент исследований (1990–1991 годы) Аральское море ушло далеко от береговой линии (более 100 км) и обнажилось дно с вековыми отложениями солей, сбрасываемых устьевыми реками и коллекторами (см. рисунок).

Падение уровня грунтовых вод в дельтах до 4,0–5,5 м и на прибрежной части до 1–2 м в условиях резкой аридизации привели к замещению влаголюбивых растений пустынными. Пришли в движение ранее закрепленные саксаулами песчаные массивы, в дельтах произошла врезка рек в собственное дно из-за понижения уровня грунтовых вод, высохли многочисленные озёра вследствие прекращения разливов, началась деградация лугово-болотных почв с потерей части гумуса и переходом к малопродуктивным лугово-такырным и пустынно-песчаным почвам. Возросло засоление почв по мере приближения к бывшей береговой линии моря.

Исследования начинались от города Чимбай в сторону залива Джилтырбас до посёлка Казахдарья с отбором всех необходимых проб. Они опирались на почвенно-мелиоративное районирование Института почвоведения АН Узбекистана западной части придельтовой осушки Аральского моря, охватывающих 8 районов обсыхающего морского дна, характеризующихся значительным разнообразием почвенно-мелиоративных условий. К 1990 году зарастание свежеснажившихся почвогрунтов однолетними мезогалифитами (сведа, солерос) усилилось, растительный покров стал более разрежен или отсутствовал вовсе.

В районе залива Джилтырбас и на пути к нему встречались редкие тугайные заросли с отсутствием всякой другой растительности, небольшие озерца, не имея притока воды, заилились, заросли солелюбивой растительностью, иногда камышом, осокой. В былые времена глубина моря в районе озера Джилтырбас была 8–10 м, теперь в этих местах были пастбища отгонного животноводства, в основном для молодняка крупного рогатого скота.



Зона исследований – дно обсохшего Аральского моря, дельта р.Амударья, Дарьялыкский коллектор

Для обеспечения пастбищ питьевой водой на дне моря, в местах скопления животноводческих ферм, были построены артезианские скважины с горячей минерализованной водой, дебиты ее колебались от нескольких до 10–20 л/с, оголовки их армировались железобетонными трубами диаметром 1–1,5 м. Напорная вода, поднимаясь на поверхность из скважин трубами диаметром от 25 до 100 мм и более, отводилась в рядом расположенные понижения местности, остывала и служила источником водоснабжения для скота.

Других источников питьевого водоснабжения, кроме артезианских колодцев на пути животноводческих стоянок, не обнаружено, кроме достаточно удалённых от озера Джилтырбас оросительных каналов Куаныш – Джарма, Кокдарья хозяйственных, внутривозрастных оросителей, используемых для орошения земель, питьевого водоснабжения населения и животноводческих ферм. Естественных орошаемых пастбищ в этом регионе не имеется, кормом для животноводства в летние периоды служат редкие тугайные заросли, в понижениях местности солеросы, камыш, осока и др. являются также кормом для скота.

На пути исследований экспедиции встречались десятки животноводческих стоянок с артезианскими колодцами, обычно их обслуживала одна семья фермера вместе с детьми. Это один из способов приспособления и выживания населения в условиях экологического бедствия на дне усыхающего моря.

Анализ отобранных проб почв, растительности, воды высыхающих озёр и каналов установил деградацию почвогрунтов, растительного покрова, увеличение минерализации грунтовых вод, снижение продуктивности естественных пастбищ и т.д.

1990 год для Амударьи оказался многоводным и были относительно большие сбросы в дельту, многие рукава реки в нижнем течении нельзя было переехать, так как мосты были смыты и экспедиции от посёлка Казахдарья до города Муйнака пришлось ехать обходными путями через города Чимбай, Кунград, озеро Судочье по южному берегу моря (дельта Амударьи).

Озеро Судочье (в настоящее время государственный заказник "Судачье") начиналось от подножия восточного чинка Устыурт на небольшом удалении от берега моря, оно имело рыбохозяйственное, охотничье, звероводческое, птицеводческое и рекреационное значение. В 1990–1991 годах озера Судочья как такового не было. Оно разделилось на десятки мелких высыхающих озёр, практически безводных, не имеющих никакого промышленного исполь-

зования, кроме мизерного улова рыбы и растительности в виде деградирующего камыша, осота, рогоза и др.

Проделав необходимые мероприятия по отбору проб воды, грунта и растительности и сделав предварительную их обработку, экспедиция отправилась к г. Муйнаку по дну усохшего Аральского моря вблизи береговой линии с целью оценки экологического состояния этого региона.

По пути можно было видеть "страшную" картину последствий усыхания Аральского моря: десятки жилых кишлаков с сотнями мазанок-кибиток в каждом от плато Устюрт (залив Аджибай) до города Муйнака и далее до залива Джилтырбас были брошены жителями вследствие ухода моря, которое было единственным их "кормильцем".

Эта картина ещё более удручающе выглядит в Муйнаке, которому в 1990 году исполнилось 60 лет со дня основания. Там был построен Муйнакский рыбоконсервный завод и отловленная из моря рыба судами доставлялась прямо на завод по специальному судоходному каналу.

Муйнак в 1990 году – это город, от которого море ушло более чем на 100 километров, рыбоконсервный завод, с мизерным производством консервов на привозной из России в рефрижераторах рыбой, с морским портом, где прямо на песчаном дне ржавеют десятки судов, много судов разбросаны также и на дне ушедшего моря.

Мы видели мужчин, женщин, детей – изможденных, болезненных, голодных, на лицах людей нет улыбок, а есть тревога за сегодняшний день, за будущее. Это и есть экологическая катастрофа – катастрофа, прежде всего, населения этого ранее благодатного региона, когда море было рядом, было много рыбы и рыбопродуктов – была работа, жильё, уверенность в завтрашнем дне. "Памятниками" былого благополучия г. Муйнака являются разрушающиеся, брошенные на произвол судьбы зоны отдыха населения, пионерские лагеря, дачи на берегах и дне осушенного моря.

Городское питьевое водоснабжение надлежащего качества по ГОСТу в г. Муйнаке отсутствует, анализ воды из водопровода в районе Муйнакского аэропорта и пристани показал полную её непригодность для питья по всем показателям, начиная от мутности и кончая гидрохимическими показателями.

Земли Муйнакского и других районов обеспечиваются водой из Кунград - Муйнакского канала, предназначенного не только для орошения, но и для обводнения и лиманного орошения неорошаемой зоны дельты Амударьи путем строительства небольших земляных плотин с водосбросными сооружениями. Со строительством таких польдерных систем с лиманным орошением мы ознакомились вблизи города Муйнак, в районе посёлка Порлатау, озера Дауткуль и в Междуречье.

Предполагается, что в верхнем и нижнем бьефахпольдерной системы произойдёт подъём уровня грунтовых вод с одновременным снижением их минерализации с 50–150 до 5–6 г/л на осушенном дне моря. С увлажнением подвижных песков возникнут благоприятные условия для роста тамариска, солероса, лебеды и других растений, используемых в дальнейшем как корм для скота.

На всём протяжении маршрута от озера Судочье до г. Муйнака брались пробы воды, грунта и образцы малопродуктивных тугайных, тростниковых и однолетне-солянковых растений, заселивших обсохшие и обсыхающие озера. Демографические, бытовые, социально-экономические наблюдения преследовали цель показать влияние падения уровня Аральского моря на экологические условия орошаемых территорий и на условия жизни населения в прибрежной зоне.

Для оценки коллекторно-дренажных вод, грунта и растительности в пределах Дарьялыкского коллектора были взяты пробы со всех его притоков, начиная от г. Куныургенча до впадения его в Сарыкамышское озеро. Коллектор Дарьялык в основном течёт в глубоком ущелье, прорезая оконечность восточного чинка Устюрт со скоростями 5–10 м/с, с порогами и водопадами. На всем протяжении Дарьялыкского коллектора и его притоков исследованиями отмечена высокая засоленность земель, наблюдаются солончаки, кустарниковая и травянистая растительность очень редкая и скудная.

Отчёт о проделанной работе был высоко оценен заказчиком (Союзгипроводхоз, г. Москва) с предложением продолжить исследования на более расширенном уровне в 1992 и в последующие годы, но этого не случилось [9]. Распад СССР, обретение независимости центрально-азиатских республик отодвинули проблему усушки Аральского моря и ограниченных водных ресурсов на более отдалённую перспективу с решением отдельных локальных проблем по обеспечению жизнедеятельности населения Приаралья и в первую очередь по обеспечению доброкачественной питьевой водой и продуктами питания.

Качественное состояние водных ресурсов в низовьях Амударьи и их использование в агропромышленном комплексе Хорезмской области и Республики Каракалпакстан (1990–2015 гг.). Исследованиями научно-исследовательского института водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации отмечено увеличение минерализации реки Амударья у створа Керки с 1931–1940 до 2010–2015 годов с 0,5 до 1,66 г/л, в нижнем течении минерализация речной воды у створа Саманбай повышается до 1,2–1,48 г/л [10].

Среднегодовая минерализация в оросительных каналах Хорезмской области в настоящее время составляет 0,89 г/л, минерализация коллекторно-дренажных вод колеблется от 2,08 до 3,36 г/л, вод внутриводосточных дренажей – 2,62 г/л.

Среднегодовая за 2000–2010 гг. минерализация коллекторно-дренажных вод в нижнем течении Амударьи составляет 3,65 г/л и возрастет по прогнозу на 2020–2030 годы до 3,72–4,2 г/л.

Наш анализ отчётных данных Бассейнового управления нижеамударьинской оросительной сети по Туямуонскому гидроступу за 1990–2010 годы показал, что высокие расходы р. Амударья были в 1992 году и составляли 1520 м³/с, минимальные расходы приходились на 2001 год – 318 м³/с.

Среднегодовой расход р. Амударья за десятилетие (1990–1999 гг.) составлял 1046 м³/с, за одиннадцать лет (2000–2010 гг.) он уменьшился до 739,2 м³/с, за двадцать один год наблюдений повторяемость маловодных периодов составила 10 лет, т.е. практически 1 раз в 2 года.

Эти данные подтверждают, что маловодные периоды на р. Амударья становятся более глубокими и продолжительными, что вынуждает сельхозпроизводителей в нижнем течении рек искать альтернативные источники орошения, а именно использование минерализованных коллекторно-дренажных, грунтовых и подземных вод.

По данным Бассейнового управления нижеамударьинской оросительной сети за 2000–2010 годы в составе воды, забираемой на орошение из р. Амударья для сельскохозяйственных нужд Хорезмской области, доля коллекторно-дренажных вод равна 40–60%. В маловодные годы недостаток оросительной воды покрывается за счёт коллекторно-дренажных вод с минерализацией 1,0–1,50 г/л, а при более высокой минерализации 3,0–5,0 г/л в смеси с оросительной водой [11].

В Республике Каракалпакстан внедрён опыт использования коллекторно-дренажных вод коллектора КС-1 с минерализацией от 1,5 до 4,0 г/л для орошения кормовых культур на легких по механическому составу почвах.

При строгом соблюдении агротехники выращивания кормовых культур получено до 160 ц/га зеленой массы кукурузы и до 153 ц/га сорго, зерна – до 31–37 ц/га, сорго–25–40 ц/га [3].

Постоянная напряженность в обеспечении водными ресурсами агропромышленного комплекса Хорезмской области и Республики Каракалпакстан требует коренного изменения отношения к воде: совершенствования существующих водосберегающих технологий; внедрения сельскохозяйственных культур, дающих высокие урожаи и потребляющие низкие оросительные нормы, разработки эффективных способов использования средне- и сильноминерализованных вод для орошения садово-бахчевых и кормовых культур, широкого внедрения технологии деминерализации коллекторно-дренажных вод гидроботаническим способом водными растениями, разработанного Институтом ботаники РУз совместно с НИИИВП, ТИИМ и др.

Выводы и предложения:

1. Причинами падения уровня Аральского моря являются отбор воды, интенсивное освоение земель в среднем и нижнем течении рек Амударья и Сырдарья и строительство крупных водохранилищ на этих реках и их притоках. Основными источниками загрязнения водных

ресурсов бассейна этих рек являются сброс в них коллекторно-дренажных вод, характеризующихся повышенной минерализацией, с содержанием остаточного количества пестицидов и минеральных удобрений, а также сточных вод промышленного и коммунально-бытового хозяйства.

2. Снижение уровня Аральского моря отрицательно повлияло на развитие агропромышленного комплекса Приаралья, особенно Республики Каракалпакстан и районов Южного Казахстана (Кызылординская область).

Ухудшение природно-климатических условий сократило вегетационный период на севере Каракалпакстана из-за появления осадков преимущественно весной и в начале лета и раннеосенних заморозков.

3. Прогнозы учёных Узбекистана, Казахстана и России в среднем за 1960–1986 годы по выносу солей с осушенного дна моря весьма противоречивы и составляют от 1,5 до 17,4 т/га в год, или со всей площади осушки от 7,3 до 200 млн т в год.

4. Исследованиями по отбору и анализу проб почв, растительности и коллекторно-дренажных вод дельты Амударьи, дна обсохшего Аральского моря и Дарьялыкского коллектора установлена дальнейшая деградация почвогрунтов, растительного покрова, увеличение минерализации почв и грунтовых вод, снижение продуктивности пастбищ.

5. Внедрение в дельте Амударьи польдерных систем мелководной поверхности с зарослями тростника, лиманного орошения и обводнения пастбищ заслуживает широкого применения. Для уменьшения опустынивания и засоления земель дельты Амударьи рекомендуется переброска стока коллекторов Хорезмской области в коллектор Пограничный Каракалпакстана и далее по Кунградскому коллектору до озера Судочье с созданием в этой зоне новой польдерной системы обводнения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ирригация Узбекистана. Т. 1. Развитие ирригации в комплексе производительных сил Узбекистана. – Ташкент: Изд-во «Фан» Узбекской ССР, 1975.
- [2] Социально-экономические проблемы Арала и Приаралья. – Ташкент: Изд-во «Фан» Уз ССР, 1990.
- [3] Проблемы Аральского моря и природоохранные мероприятия: Сборник научных трудов САНИИРИ. – Ташкент, 1987.
- [4] Кузнецова Л.П. Атмосферный влагообмен над территорией СССР / Л.П. Кузнецова. – М.: Наука, 1983.
- [5] Рубанов И.В. Количественная оценка солевой дефляции на осушающемся дне Аральского моря / И.В. Рубанов, Н.М. Богданова // Проблемы освоения пустынь. – 1987. – № 3.
- [6] Можайцева Н.Ф. Метод подсчёта ветрового выноса солей с обсохшего дна Аральского моря / Н.Ф. Можайцева, Т.Ф. Некрасова // Проблемы освоения пустынь. – 1984. – № 6.
- [7] Духовный В.А. Проблема Аральского моря и природоохранные мероприятия / В.А. Духовный, Р.М. Разаков, И.Б. Рузиев, К.А. Косназаров // Проблема освоения пустынь. – 1984. – № 6.
- [8] Разаков Р.М. Количественная оценка аэрозольных выпадений в Южном Приаралье / Р.М. Разаков, К.А. Косназаров. – Ташкент, 1986.
- [9] Ходжаев С.С. Отчёт о НИР по теме "Оценка экологического состояния орошаемых территорий и коллекторно-дренажных вод Дарьялыкского коллектора". НИХЦ "Экология водного хозяйства" / С.С. Ходжаев, В.М. Багдасаров, Р.М. Разаков. – Ташкент, 1991.
- [10] Чембарисов Э.И. Экологические аспекты генезиса качества поверхностных вод бассейна р.Амударьи и их влияние на мелиоративное состояние агроландшафтов / Э.И. Чембарисов, Т.Ю. Лесник, А.Б. Насрулин, Р.Т. Ходжимуратова // Доклад II Международной научно-практической конференции (24 июня). – Тараз, 2016.
- [11] Умурзаков У.П. Сув такчилиги шароитида кишлок хўжалиги ишлаб чиқаришини ривожлантириш истикболлари / У.П. Умурзаков, А.К. Ахмедов // Ирригация ва мелиорация. – 2015. – № 1. – Б. 94-99.

А. Г. ШЕРОВ

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Узбекистан

ВОДОУЧЕТ В МАЛЫХ КАНАЛАХ

Приведен анализ состояния нарастающего дефицита водных ресурсов. В целях экономного и эффективного использования оросительной воды разработаны водомерный прибор по учету расходов и объемов воды для каналов фермерских хозяйств.

Analysis of increasing water resources deficiency condition is presented. For economical and effective usage of irrigating water purposes the water account device for counting of water discharge and water volume in small canals in a farm was designed.

В Центральной Азии дефицит водных ресурсов растет, а это влечет за собой снижение качества питьевой воды, деградацию земель, сокращение биоразнообразия и другие негативные последствия. С учетом этого, руководство республики большое внимание уделяет бережному использованию водных ресурсов, строгому их контролю и учету. Ассоциации водопользователей и фермерские хозяйства также заинтересованы в правильном учете используемой воды [1]. Поэтому разработка современных конкурентоспособных средств водоучета крайне необходима, когда идет интенсивный процесс массового строительства водомерных сооружений на оросительной сети. В связи с этим проведены исследования по данной проблеме.

Этапы выполнения работы:

обзор и анализ информации о существующих способах расхода воды в открытых руслах; теоретические разработки по измерению расхода воды в мерном лотке для различных сечений;

изготовление опытного образца водомерного прибора, лабораторные и производственные испытания.

Работа выполнялась с фондовыми материалами научных библиотек республики с привлечением возможностей Интернета, а также с использованием имеющихся на кафедрах разработок института по обзору существующих способов расхода воды в открытых руслах. При этом использовались фондовые материалы Республиканского патентного ведомства по изобретениям и открытиям.

Теоретические разработки по измерению расхода воды в мерном лотке для различных сечений, в том числе зависимости расходов и стоков воды от единственно изменяемого параметра уровня воды в колодце – по существу открытие в производственной сфере. Таких моделей до последнего времени в литературе не было.

Наша задача вести водоучет непосредственно на фермерских полях, т.е. с их помощью определять расход воды уже на уровне конечного потребителя. Для определения расхода воды в открытом оросительном канале предлагается иной подход.

Пропускная способность устройства для измерения стока воды должна быть не более 50 л/с, что соответствует физическим возможностям поливальщика (большим током поливальщик оперировать практически не сможет – это тяжелый ручной труд) [2]. Поэтому для пилотного проекта мы выбираем следующие параметры русел: $b = 0,35$ м – ширина русла; $h = 0,3$ м – глубина потока; $i = 0,0008$ – уклон для русла; $n = 0,018$ – шероховатость русла, (переменный уклон лотка не допустим, так как будут разные скорости).

Поперечник фиксированного русла может быть параболическим, трапециевидальным, прямоугольным, треугольного и кругового сечений. В связи с этим для всех перечисленных сечений определен объем (сток) воды при установившемся течении [3].

Были разработаны блок-схема, электронные платы счетно-решающего устройства и электронно-механического счетчика, которые вместе с датчиком уровня, электронными часами, аккумулятором и зарядным устройством образуют устройство для измерения воды.

Датчик располагается в водомерном колодце фиксированного русла и представляет собой прорезь или трубку в откосе фиксированного русла шириной 1–2 см. Поэтому нами пред-

лагается изготавливать его в виде вставного кожуха – труба в трубе, что позволяет извлекать пропускную трубку из стационарного кожуха, легко его промывать и обратно вставлять в кожух.

Согласно предлагаемой теории разработан и изготовлен совместно с специалистами КБ «Фотон» новый вариант прибора ТИИМ-2, который испытан в лабораторных и производственных условиях.

Это устройство – опытный образец и не является законченным промышленным устройством, (далее именуемое просто устройством для краткости). Устройство предназначено для измерения и учета расхода воды в открытых каналах.

В основе измерения глубины воды в канале лежит принцип – ультразвуковое эхо локации. Устройство посылает зондирующий импульс в направлении дна русла, измеряет время между зондирующим импульсом и приемом эхо-сигнала, затем вычисляет расстояние путем умножения скорости звука на измеренное время, деленное пополам. Затем по формулам вычисляется расход. Периодически с интервалом в одну минуту устройство делает замер глубины, вычисляет расход, суммирует полученный результат к предыдущему результату и сохраняет это все в памяти.

Устройство собрано в пластиковом корпусе. На лицевой панели установлен жидкокристаллический индикатор и кнопки управления. На тыльной стороне корпуса имеются тумблер для включения и отключения электропитания, разъем для подключения внешней клавиатуры, а также выключатель для подачи электропитания на нее. Измерительные датчики вынесены на пластиковую планку и соединяются с устройством проводами. Внешняя клавиатура оформлена как отдельное устройство и собрано в своем корпусе из пластика, подключается к основному устройству через разъем.

Подключение внешней клавиатуры позволяет изменять параметры русла канала и расстояние от датчика до дна русла. Параметры вводятся на любом этапе, но следует войти в режим ввода.

Сначала нужно отключить тумблером питание устройства, после чего через разъем подключить клавиатуру при отжатом выключателе, затем нажать выключатель клавиатуры до его фиксации, следом на лицевой панели следует зажать все три кнопки и включить питание, в момент появления на индикаторе всех нулей кнопки необходимо отпустить. Повторное нажатие на все три кнопки выводит устройство из режима ввода. После очередного замера при условии, если ни одна кнопка на панели не нажата, индикация отключается. В устройстве есть режим измерения расстояния с периодом в одну секунду, с высвечиванием на индикаторе результатов измерения, что крайне удобно для выставления датчика. После появления всех нулей на индикаторе кнопки нужно отпустить, при этом индикатор будет высвечивать расстояние в метрах до препятствия. Выход из этого режима возможен только при повторном отключении и включении питания.

Параметры устройства

№	Параметр	Описание	Значение
1	I а	Потребляемый ток в активном режиме	8-15 мА
2	I р	Потребляемый ток в пассивном режиме	70 мкА
3	U	Напряжение питания	6 V
4	H	Максимальное измеряемое расстояние	3 м

Абсолютная погрешность при измерении расстояния в среднем 8 мм.

Размерность показания глубины – метры.

Размерность показания значения расхода от одиночного замера – метры кубические за секунду.

Выводы:

1. Анализ способов расхода воды в открытых руслах показал, что в настоящее время нет надежного водомерного устройства для каналов уровня АВП и фермерских хозяйств. Существующие устройства имеют низкую точность измерения ($\pm 20\text{--}25\%$), что ограничивает возможность их применения на каналах младшего порядка.

2. В результате анализа выявлена возможность создания более точного устройства для измерения расходов воды в малых каналах с точностью $\pm 5\text{--}10\%$. Пропускная способность устройства для измерения стока воды должна быть не более 50 л/с, что соответствует физическим возможностям поливальщика.

3. Погрешность измерений расходов воды при помощи прибора ТИИМ-2 в фиксированных руслах как по результатам лабораторных, так и производственных испытаний не превышает 3–5 %.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон Республики Узбекистан «О воде и водопользования», 6 мая 1993 г.
- [2] Бараев Ф.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем / Ф.А. Бараев. – Ташкент, 2001. – 196 с.
- [3] Хамадов И.Б. Эксплуатационная гидрометрия в ирригации / И.Б. Хамадов, М.В. Бутырин. – М.: Колос, 1975. – 208 с.

Секция 4

Водное сотрудничество в трансграничных бассейнах подземных и поверхностных вод: гидродипломатия, геополитика, водное право

Н. А. АМИРГАЛИЕВ¹, М. А. АСКАРОВА²

¹ТОО «Институт географии», Алматы, Казахстан,

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ В ВОДЕ ТРАНСГРАНИЧНЫХ БАССЕЙНОВ КАЗАХСТАНА

Қазақстанның трансшекаралық алаптарының су ресурстарындағы тұрақты органикалық ластағыштар, соның ішінде ең улы полихлорлы бифенилдердің (ПХБ) жинақталу деңгейін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Жайық, Сырдария өзендерінің төменгі ағысы, сонымен қатар Іле-Балқаш алабының су ағындары мен су айдындары суларының ПХБ-мен ластанғаны анықталды. Осы алаптардың су ресурстарында қатаң бақылаудағы «маркерлік» және улылығы жоғары ПХБ диоксин тәрізді конгенерлертір келген. Зерттеліп отырған алаптардың су ресурстарын ластаушы негізгі көздер көрсетілген.

Представлены результаты исследования уровня аккумуляции стойких органических загрязнителей, а именно наиболее токсичных полихлорированных бифенилов (ПХБ) в водных ресурсах трансграничных бассейнов Казахстана. Установлена загрязненность ПХБ воды нижнего течения рек Жайык, Сырдария, а также водоемов и водотоков Иле-Балкашского бассейна. В водных ресурсах этих бассейнов регистрируются строго контролируемые «маркерные» и высоко токсичные диоксиноподобные конгенеры ПХБ. Обозначены основные источники загрязнения ПХБ водных ресурсов изученных бассейнов.

Results of studying the level of accumulation of persistent organic pollutants, namely polychlorinated biphenyls (PCBs) in water resources of the transboundary water basins of Kazakhstan are represented. Water pollution by PCBs found downstream of Zhayik and Sirdarya rivers and water bodies of Ili-Balkhash basin also. In water of these water basins strictly controlled "marker" and highly toxic dioxin like PCBs congeners are registered. The main sources of water resources contamination by PCBs are designated.

Введение. В последние 30–40 лет уделяется повышенное внимание контролю распространения и изучению группы стойких органических загрязнителей (СОЗ), которые воздействуют на среду обитания на чрезвычайно низком уровне концентрации.

Стойкие органические загрязнители представляют собой промышленно произведенные химические вещества. Они также образуются в качестве побочных продуктов антропогенной деятельности. СОЗ признаны международным сообществом веществами, представляющими большую опасность для здоровья человека и окружающей среды.

Для принятия мер по охране здоровья человека и окружающей среды в 2001 г. было принято глобальное международное соглашение – Стокгольмская конвенция о СОЗ. Она вступила в силу в 2004 г., к настоящему времени Конвенцию ратифицировали 170 стран, Казахстан ратифицировал в 2007 г.

В настоящее время UNEP (United Nations Environmental Project) особо выделяет группу из 12 соединений и групп соединений, на которые следует обращать первоочередное внимание при экологических исследованиях. Эта так называемая «грязная дюжина» включает в себя следующие вещества: полихлорированные бифенилы (ПХБ), полихлорированные дибензо-п-

диоксины (ПХДД), полихлорированные дибензофураны (ПХДФ), алдрин, диэлдрин, дихлордифенил-трихлорэтан (ДДТ), эндрин, хлордан, гексахлорбензол (ГХБ), мирекс, токсафен и гептахлор.

Одними из наиболее токсичных и распространенных в глобальном масштабе представителями СОЗ являются полихлорированные бифенилы (ПХБ). Источниками поступления в среду ПХБ являются утечки из трансформаторов, конденсаторов, теплообменников, испарение из различных технических установок, где их использовали в качестве диэлектриков, гидравлических жидкостей, жидкие промышленные отходы.

ПХБ в настоящее время имеет глобальное распространение. Этому способствует их высокая стабильность (это самые устойчивые химические соединения), гидрофобность (слабо вымываются осадками), устойчивость к биодеградации, способность к биоаккумуляции и значительный объем применения. Эти химические соединения являются объектом трансграничного переноса по воздуху, воде и мигрирующими видами, а также осаждаются на большом расстоянии от источника их выброса, накапливаясь в экосистемах суши и водоемов в течение длительного времени.

По отношению к ПХБ Стокгольмская конвенция ставит три главные цели:
немедленное прекращение производства ПХБ;
прекращение эксплуатации к 2025 г. оборудования, содержащего ПХБ;
скорейшее, не позднее 2028 г., уничтожение отходов ПХБ.

Опасность ПХБ объясняется их высокой персистентностью, способностью проникать через кожу и слизистые покровы, систему пищеварительных органов с продуктами питания и, накапливаясь, приводить к хроническому отравлению. В отличие от ядов, поражающих определенные органы, ПХБ разрушают систему внутренней регуляции, нарушают нормальные биологические функции. Являются факторами риска развития злокачественных новообразований, нарушений репродуктивной системы, эндокринного и иммунного статуса человека и потому названы эндокринными разрушителями. Было рассчитано, что попавшие в органы человека ПХБ могут быть выведены только через 7–8 лет. Особенно подвержены действию этих токсиантов дети, что связано с их слаборазвитой защитной системой.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения в чистой воде содержание ПХБ не должно превышать 0,5 нг/л. В США принятый норматив для рыбохозяйственных водоемов – 0,079 нг/л. В России величины ПДК для ПХБ имеют следующие значения: вода (водные объекты хозяйственного и культурно-бытового водопользования) – 1 мкг/л, почва – 0,1 мг/кг, рыба – 5 мг/кг, вода питьевая – 1 мкг/л, а наличие их в воде рыбохозяйственных водоемов не допускается [1, 2].

Согласно результатам предварительной инвентаризации в республике имеются восемь «горячих точек» территорий, загрязненных ПХБ. Основной загрязненной площадью является территория города Усть-Каменогорска, где отходы Конденсаторного завода были захоронены в пруде-накопителе. Другими ПХБ-загрязненными площадями являются территории Жангиз-Тобинского и Державинского полигонов уничтожения военной техники, полигона Сарышаган, районы северного и западного побережья оз. Балкаш, территории Экибастузской и Костанайской подстанций, а также подстанции на шахте имени Костенко в Караганде. Общая площадь загрязнения составляет 2500 га [3, 4].

На территории республики ПХБ содержащий оборудование в количестве 116 трансформаторов и около 50 тысяч конденсаторов. Объем содержащихся у них ПХБ приблизительно оценивается в 800 т. Это оборудование представляет потенциальную опасность в случае его разгерметизации [5].

В 2013 году проведена инвентаризация ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования [6]. Всего инвентаризацией было охвачено приблизительно 127 крупных предприятий Казахстана. Она позволила выявить в Казахстане ~ 2725 трансформаторов и ~ 1775 конденсаторов с ПХБ. По далеко не уточненным данным только в трансформаторах содержится ПХБ около 256 т.

В природных объектах и экосистеме водоемов Казахстана ПХБ изучаются крайне недостаточно. Наблюдение за этими ксенобиотиками не ведется и сетью Казгидромет и другими органами охраны природы. И в «Концепции экологической безопасности РК на

2004–2015 годы» указано об отсутствии в Казахстане объективной оценки загрязнения природной среды СОЗ.

Некоторые сведения имеются об уровнях накопления ПХБ в природных объектах района г. Усть-Каменогорска. Содержание ПХБ в почвах города достигало 643,2 мг/кг, сбросной воде – от 12 до 46 мкг/дм³, в воде р. Ертыс и рыбоводного пруда – 44 и 0,015 мкг/дм³ соответственно. В снеге – до 3,24 мкг/дм³, а в мышцах прудовых рыб – от 0,009 до 0,093 мг/кг. По результатам исследований 2013 г. во всех проанализированных пробах идентифицированы ПХБ. В воде р. Ертыс и пруда Конденсаторного завода содержание трихлорбифенилов (ТХБ) составляло соответственно 18,06 и 28,66 мкг/дм³. Концентрация ПХБ в водных растениях из р. Ертыс варьировала от 0,008 до 8,89 мг/кг, а в ихтиофауне (хариус) – от 0,010 до 22,00 мг/кг. В почвах территории, прилегающей к заводу, ПХБ зарегистрированы до 460,57 мг/кг [7].

Эти сведения характеризуют токсикологическое состояние одной из восьми «горячих точек» – территорий, загрязненных ПХБ. А какова токсическая атмосфера на других «точках»? К сожалению, неизвестно, нет никакой информации на страницах доступных научных изданий. Очевидно, нет контроля и не ведется мониторинга государственными органами по охране природной среды, хотя в регионе этих, весьма опасных для здоровья людей, находится множество населенных пунктов и производятся продовольственные ресурсы.

Некоторые данные по уровню концентрации ПХБ в воде и рыбах ряда водоемов Казахстана получены нами в девяностые годы прошлого столетия. В воде Буктырминского водохранилища в 1994 г. средняя их концентрация составила в горной части 0,609 мкг/дм³, в озерной – 0,478 мкг/дм³ [8], в воде Шардаринского водохранилища – до 8,0 мкг/дм³ [9], Капшагайского – до 11 мкг/дм³ [10], в воде Малого Арала в 2000 г. они обнаружены в концентрациях до 2,0 мкг/дм³, в 1992 г. присутствовали до 7–9 мкг/дм³ [11]. Накопление ПХБ регистрировалось в органах и тканях промысловых рыб ряда водоемов республики.

Материал и методика исследований. Далее рассматриваются результаты исследований, проведенных в последние годы, уровня накопления ПХБ в воде ряда водных объектов, находящихся в системе трансграничных бассейнов Казахстана. На трансграничной реке Жайык (Урал) пробы отбирались в 2012 г. на 5 точках нижнего течения общей протяженностью около 50 км. Водные объекты низовья р. Сырдарии исследовались в 2013 г.

В 2013–2015 гг. проводились более подробные исследования уровня накопления и распространения полихлорированных бифенилов в водоемах и водотоках Иле-Балкашского бассейна (рисунок 1).

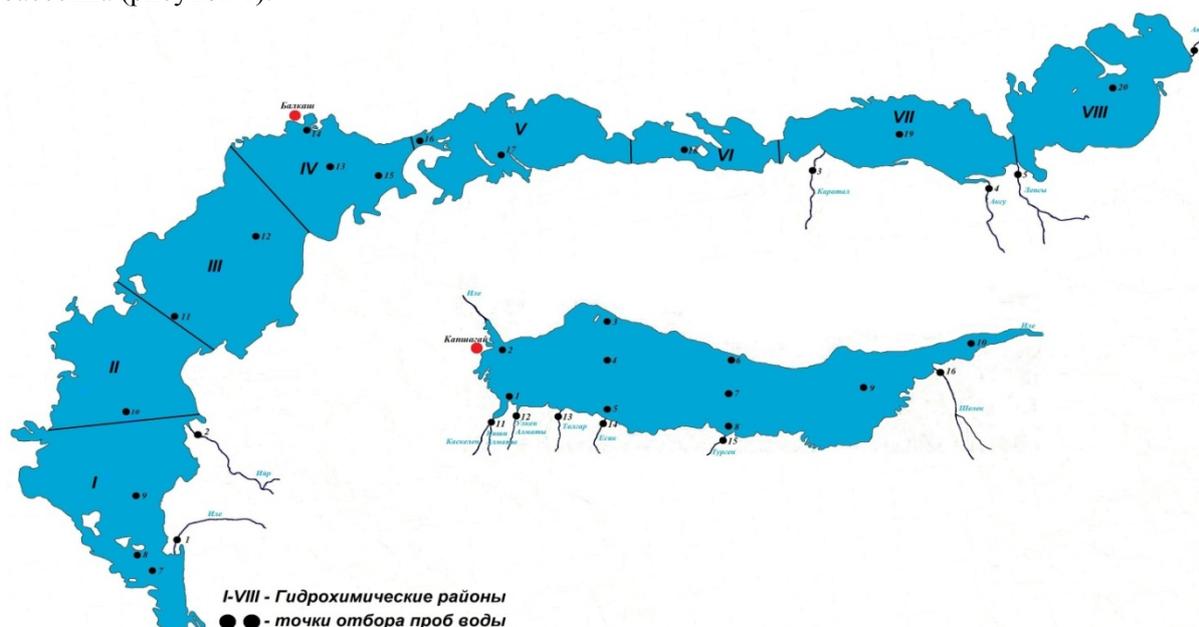


Рисунок 1 – Схематические карты оз. Балкаш и Капшагайского водохранилища с точками отбора проб воды на акваториях и впадающих реках

Определение ПХБ в воде проводилось по МУ 1792-77 на газовом хроматографе «Хромос ГХ-1000» с программным обеспечением с использованием электронно-захватного детектора.

Обсуждение результатов. По р. Жайык получены следующие результаты. Выше г. Атырау (с. Бугорки) концентрация ПХБ в воде составила 0,93 мкг/дм³, а на замыкающей станций – в начале Жайык-Каспийского канала (ЖКК) она возросла до 1,29 мкг/дм³. Аналогичная картина в распределении ПХБ по течению реки зарегистрирована и в 2005 г. (рисунок 2).

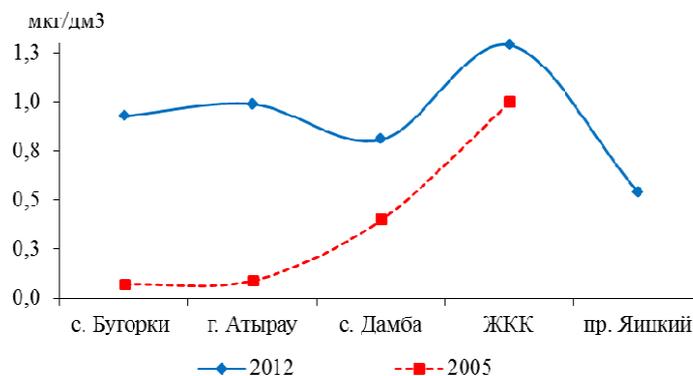


Рисунок 2 – Изменение концентрации ПХБ по течению р. Жайык

Такой рост количества токсиканта вниз по течению реки, очевидно, обусловлен влиянием отходов в виде сточных вод и атмосферных выбросов промышленных предприятий, расположенных в г. Атырау. Сравнительно менее загрязнена вода в Правом Яицком рукаве дельты, по которому проходит незначительная часть стока реки и берега его менее заселены. Ясно прослеживается увеличение в 2012 г. уровня ПХБ в речной воде, чем в 2005 г., а именно он на порядок возрос в пределах г. Атырау, в два раза у с. Дамба и заметно увеличился в ЖКК.

Вынос ПХБ речным стоком определяет характер распределения этих токсикантов в воде предустьевой морской акватории. Наибольшее их содержание (1,0 мкг/дм³) зарегистрировано в квадрате №24, куда в первую очередь поступает речная вода по ЖКК. По мере удаления от него концентрация ПХБ постепенно снижается.

Главная причина загрязнения р. Жайык ПХБ, разумеется, поступление в речную систему отходов многочисленных промышленных предприятий, находящихся в основном на территории РФ, где сосредоточены огромные источники загрязнения природной среды этими поллютантами. По данным инвентаризации [12], в Южно-Уральском регионе, тяготеющем к бассейну реки, имеются 74,5 тыс. крупных ПХБ-содержащих оборудования (трансформаторы и конденсаторы). Общее количество ПХБ в Оренбургской, Челябинской, Свердловской областях и в Башкортостане 3354 т. Если к этому добавить огромные загрязненные ПХБ-территории, особенно в пределах главных источников загрязнения, то становится понятным уровень нагрузки ПХБ-содержащих стоков и выбросов в атмосферу в верхней части бассейна р. Жайык. Не исключается возможность загрязнения реки и ее притоков в пределах городов Уральска, Атырау, а также Актобе и Алги (приток р. Елек). Однако трудно что-либо определенно сказать из-за полного отсутствия информации по содержанию ПХБ как в трансграничном стоке реки, так и в водах в пределах РК.

В 2013 г. в воде реки Сырдария концентрация ПХБ составила 0,082 мкг/дм³, а в более проточных озерах Лайколь и Макпал уровень накопления поллютанта оказался значительно выше (4,70 и 12,0 мкг/дм³ соответственно), чем в речной воде. Это дает основание считать, что основным источником поступления ПХБ в эти водоемы является р. Сырдария (таблица 1).

Ниже Кокаральской плотины в настоящее время образовался водоем, который соединяется с северной оконечностью Большого Аральского моря. Связи с р. Сырдария этот водоем не имеет. В то же время в воде его зарегистрировано достаточно высокое накопление ПХБ – до 23,12 мкг/дм³. Назвать прямые источники загрязнения этих акватории изучаемыми поллютантами сложно. Можно лишь предполагать о влиянии так называемых «исторических» источников, какими являлись военные объекты, функционировавшие многие годы при СССР на

Таблица 1 – Содержание ПХБ в воде водных объектов низовья р. Сырдария

Место отбора проб	Конгенеры	ПХБ, мкг/дм ³
Река Сырдарья	52	0,082
Озеро Лайколь	41, 64, 71	4,70
Озеро Камыстыбас	Не обнаружено	
Озеро Макпал	44	12,0
Озеро Карашалан	52	0,124
Озеро Тущи	52	0,055
	40	2,13
Малое Аральское море	Не обнаружено	
Кокаральская плотина, н/бьеф	41, 64, 71	0,008
	44	23,11

острове Возрождения и других частях этого региона. В изученных образцах воды идентифицировано 6 индивидуальных конгенов (ПХБ 40, 41, 44, 52, 64, 71), которые суммарно относятся к тетрахлорбифенилам. Более высокие концентрации характерны для «легких» конгенов: ПХБ 40 присутствовали в количестве 2,13 мкг/дм³, ПХБ 44–12,0 и 23,1 мкг/дм³. Из «маркерных» конгенов в пробах из двух объектов зарегистрированы ПХБ 52 в концентрациях 0,055 и 0,082 мкг/дм³. Более разнообразный состав конгенов зарегистрирован в воде нижнего бьефа Кокаральской плотины и проточных озер.

В распространении ПХБ в данном регионе важная роль, видимо, принадлежит атмосферному выносу поллютантов из поверхностей суши и осушенного дна моря. При этом уместно сослаться на результаты наших исследований 1992 г., когда количество ПХБ в воде Большого Аральского моря достигало 26,0 мкг/дм³. Кроме того, более высокие уровни накопления ПХБ найдены в особях камбалы, выловленных в районе острова Возрождения, – до 180 мкг/кг в мышцах, до 190 мкг/кг – в печени [11].

Сопоставление полученных в 2013 г. результатов с приведенными данными ранее выполненных исследований свидетельствует о росте уровня концентрации ПХБ в водоемах низовья р. Сырдария в настоящее время. Все это дает основание предположить о негативном воздействии на природные объекты, в том числе водные ресурсы данного края, источников загрязнения ПХБ трансграничного или регионального характера.

Научные результаты о загрязненности ПХБ водных ресурсов водоемов и водотоков Иле-Балкашского бассейна также получены впервые. В воде рек, впадающих в оз. Балкаш, концентрация ПХБ составила в 2013 г. от 0,094 до 0,129 мкг/дм³, в среднем – 0,109 мкг/дм³, в 2014 г. – от 0,011 до 0,096 мкг/дм³, в среднем – 0,069 мкг/дм³, а в 2015 г. среднее их содержание было 0,252 мкг/дм³, что в 2,3 и 3,6 раза выше, чем в 2013 и 2014 гг. соответственно. Более повышенные концентрации регистрируются в воде рек Иле и Каратал, протекающих через промышленные города и крупные населенные пункты.

Как видно из рисунка 3, в воде рек Иле, Каратал и Аягоз зарегистрирован конгенер ПХБ 114, который относится к числу наиболее опасных диоксиноподобных конгенов [12].

Относительная концентрация этого конгенера в водах рек Иле и Каратал достигает 10 %, а в воде р. Аягоз – 47 %. Эти данные свидетельствуют о наличии источников загрязнения перечисленных рек высоко токсичными конгенерами ПХБ.

В 2015 г. в речных водах обнаружено 10 индивидуальных конгенов ПХБ. Больше их число выявлено в воде р. Иле с суммарной концентрацией 0,456 мкг/дм³. Среди них присутствовали два строго контролируемых в природной среде «маркерных» конгенера ПХБ 52 и 101, в суммарном содержании конгенов их доля оказалась 43 и 16 % соответственно. Из рек, впадающих в Восточный Балкаш, в 2015 г. «маркерный» конгенер ПХБ 153 обнаружен в воде р. Аксу в количестве 0,016 мкг/дм³ (7,4 %).

В воде оз. Балкаш, как и впадающих в него рек, установлено накопление ПХБ. Концентрация их в озере подвергается существенным пространственно-временным изменениям. Более

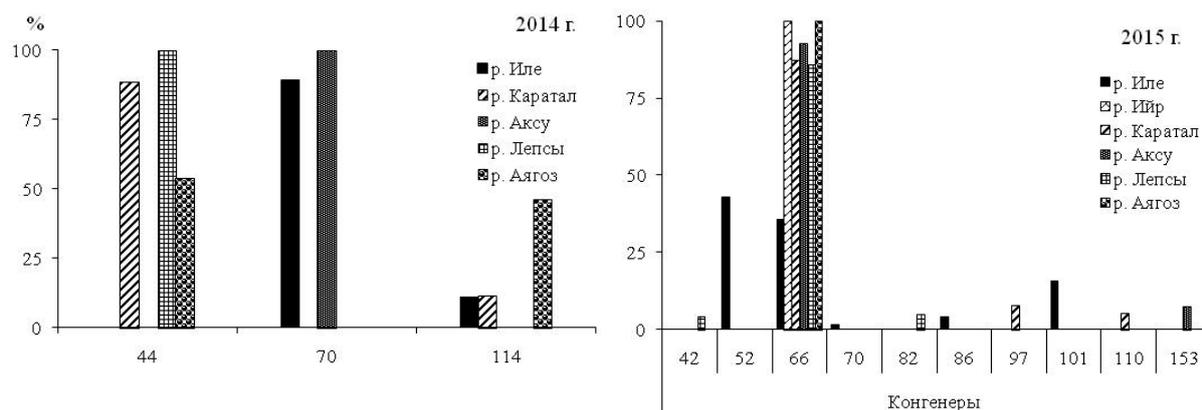


Рисунок 3 – Относительное содержание конгенов ПХБ в воде рек, впадающих в оз. Балкаш

высокий уровень загрязнения ПХБ водных ресурсов зарегистрирован в 2015 г. Они обнаружены в воде всех точек отбора проб, расположенных по всей акватории озера.

Приведенное сравнение средней концентрации ПХБ в воде (мкг/дм³) за годы исследования показывает, что рост этого показателя в 2015 г. составил для Западного Балкаша в 7,7 раза, Восточного Балкаша – 2,1 раза по отношению к данным за 2013 и 2014 гг.:

	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Западный Балкаш	0,084	0,073	0,619
Восточный Балкаш	0,091	0,093	0,194

В 2015 г. в озерной воде был достаточно широк конгеновый состав ПХБ, в общей сложности он был представлен 16 изомерами (рисунок 4). В воде западной акватории озера зарегистрированы диоксиноподобные конгены ПХБ 114 и 118, относительная концентрация первого достигала в 2014 г. 47 %. «Маркерные» конгены ПХБ 101, 52 и 153 отмечены в воде в районе г. Балкаша. В воде восточной части озера более широко распространен «маркерный» конгенер ПХБ 52, относительная доля которого составила 97 % от суммы выявленных конгенов.

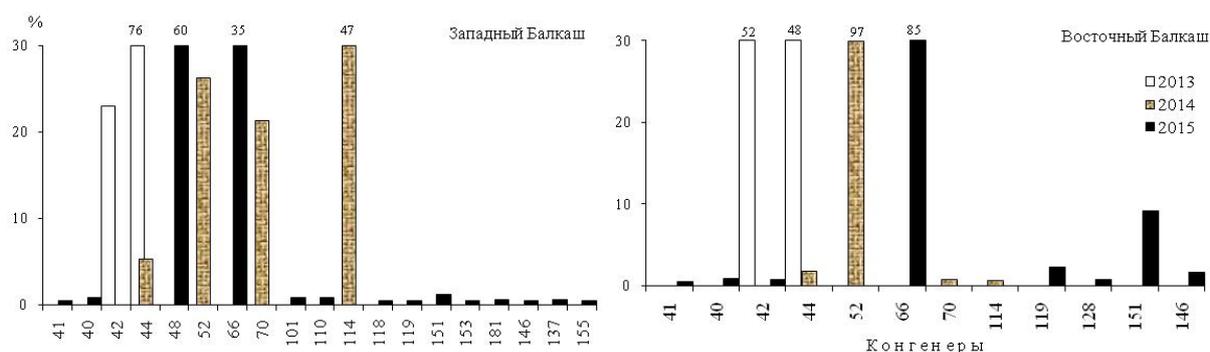


Рисунок 4 – Относительное содержание конгенов ПХБ в воде оз. Балкаш

Все малые реки, впадающие в Капшагайское водохранилище, берут начало в горах Заилийский Алатау и, протекая через города Алматы, Есик и Талгар, загрязняются многими токсичными соединениями, в том числе ПХБ. Полученные данные свидетельствуют о существенном росте уровня загрязненности ПХБ речных вод в 2015 г. по сравнению с предыдущим. Имеет место не только заметное повышение их содержания в воде ряда рек, но и подверженность загрязнению этими поллютантами водных ресурсов всех водотоков. Более повышенные концентрации ПХБ (до 0,143 мкг/дм³) отмечены в 2014 г. в воде р. Иле, т.е. в трансграничном стоке, а в 2015 г. в водах рек Есик, Талгар и Киши Алматы (до 0,168 мкг/дм³).

Конгенерный состав ПХБ в речных водах достаточно широк, обнаружено 9 индивидуальных конгенеров, относящихся к гомологическим группам от тетрахлорбифенилов (ПХБ 44, 66) до гептахлорбифенилов (ПХБ 171). В числе зарегистрированных изомеров находятся «маркерные» конгенеры ПХБ 153, 52 и 138, а также высокотоксичный диоксиноподобный ПХБ 118 в воде р. Киши Алматы.

Сравнительно широким разнообразием конгенеров характеризуется вода рек Талгар и Киши Алматы. Это является признаком того, что в загрязнении водотока этими токсичными соединениями участвуют источники различного происхождения. Это могут быть загрязнения промышленными смесями ПХБ, атмосферными переносами или пирогенного происхождения, обусловленного процессами сжигания промышленных и бытовых отходов.

Материалы о загрязненности ПХБ водных ресурсов Капшагайского водохранилища также получены впервые (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание ПХБ и их конгенеры в воде Капшагайского водохранилища в 2013–2015 гг.

Показатели	Станции									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2013 г.										
Конгенеры	40; 52; 87; 118	42	44	Не обн.	118	44	87	40	Не обн.	52
Сумма ПХБ, мкг/дм ³	4,86	4,40	1,02	Не обн.	2,01	0,077	0,903	3,02	Не обн.	0,153
2014 г.										
Конгенеры	66	66	66	66	66	Не обн.	44	Не обн.	Не обн.	52; 129; 138
Сумма ПХБ, мкг/дм ³	7,80	3,76	1,24	0,96	2,10	Не обн.	0,110	Не обн.	Не обн.	0,143
2015 г.										
Конгенеры	41; 52; 66; 74; 85; 101; 110; 119; 155	66; 86; 129	44; 66; 151	66; 151; 171	41; 52; 66; 105; 128; 151; 153; 171	40; 44; 52; 66; 101; 118; 138	66; 82; 151; 171	66; 171	40; 44; 87; 129; 146; 171	44
Сумма ПХБ, мкг/дм ³	0,155	0,130	0,066	0,174	2,22	0,084	0,563	0,353	0,136	0,017

В 2013 и 2014 гг. уровень концентрации в воде и пространственное распределение ПХБ по акватории водохранилища имели в целом аналогичный характер, отмечался заметный рост содержания токсиканта. В 2015 г. наличие ПХБ зарегистрировано в воде всех 10 станций наблюдения. Концентрация их по всей акватории изменялась от 0,017 мкг/дм³ в зоне впадения р. Иле до 2,221 мкг/дм³. Более повышенные концентрации ПХБ отмечались в воде станций № 5, 7, 8, которые расположены в зоне распространения стоков ряда малых рек – Есик, Талгар и др., впадающих в водохранилище.

Представляет интерес анализ конгенерного состава ПХБ. В 2013 г. в воде водохранилища выявлены 6 индивидуальных конгенеров, в 2014 г. – 5, а в 2015 г. – 23. Более разнообразный состав конгенеров ПХБ зарегистрирован в зонах водохранилища, подверженных влиянию стока ряда малых притоков, т.е. на станциях № 1, 5, 6 и 9. Из 7 принятых Международным обществом приоритетных «маркерных» и строго контролируемых конгенеров в воде водохранилища зарегистрированы 6 (ПХБ 52, 101, 105, 118, 138 и 153). Среди них конгенеры ПХБ 105 и 118 относятся к числу наиболее опасных диоксиноподобных конгенеров [13]. Они обнаружены именно в воде локальных участков водохранилища, подверженных влиянию впадающих рек Есик, Каскелен, Талгар и Шенгельды.

Характер распределения относительного содержания конгенеров ПХБ, на примере данных по трем станциям, в воде которых зарегистрирован более разнообразный изомерный состав, показан на рисунке 5. Наибольший удельный вес падает на долю конгенеров ПХБ 66 – до 32 и 38 %.

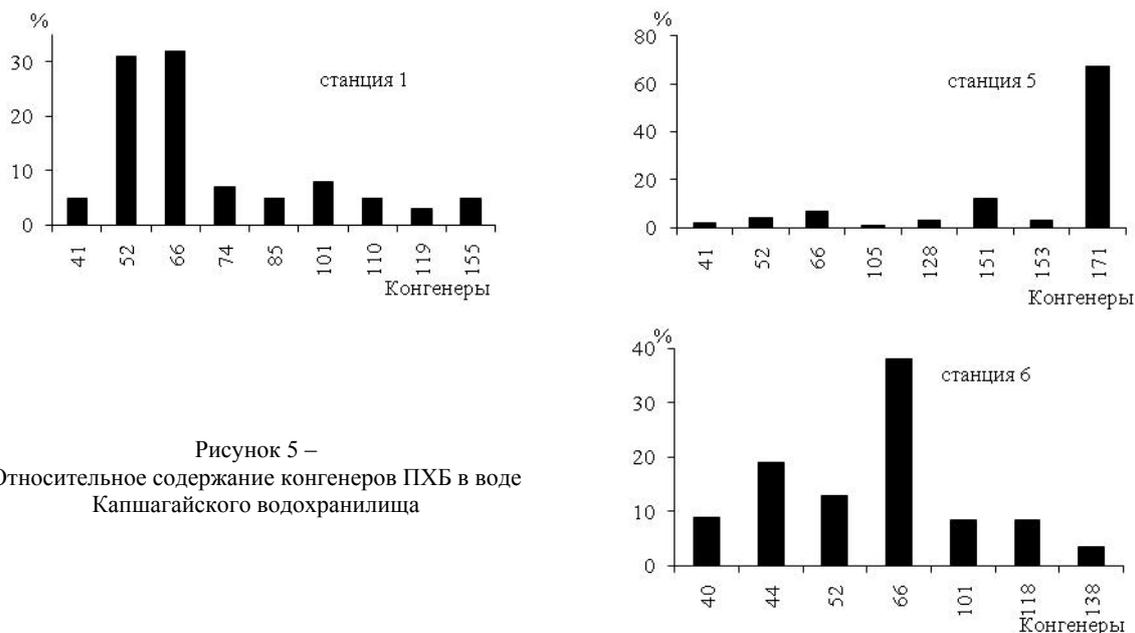


Рисунок 5 –
Относительное содержание конгенов ПХБ в воде
Капшагайского водохранилища

Из «маркерных» конгенов большее относительное содержание свойственно ПХБ 52–31 % (станц. 1) и 13 % (станц. 6), ПХБ 101– по 8 % на этих же станциях диоксиноподобный конгенер ПХБ 118 составил 8 % в воде станции 6. Следовательно, для воды водохранилища характерен повышенный уровень токсичности при наличии разнообразных источников загрязнения.

На основании собранной информации, в том числе из официальных источников, а также собственных наблюдений установлены основные источники загрязнения ПХБ водоемов и водотоков Иле-Балкашского бассейна. Источниками загрязнения ПХБ Капшагайского водохранилища являются трансграничный сток р. Иле, сток впадающих в него ряда малых рек, которые, в свою очередь, подвергаются загрязнению, протекая через города и крупные населенные пункты.

Наиболее мощными источниками являются «горячие очаги», загрязненные ПХБ, находящиеся в районе западного и северного побережья оз. Балкаш, многочисленные действующие и бывшие военные объекты РФ, такие как «Дарьял-У», «Приозерск», полигон «Сарышаган» и другие, полигоны по уничтожению военной техники (рисунок 6). Усиление пагубного влияния



Рисунок 6 – Центральная часть территории «Дарьял-У» [14].
Красный – сильно загрязненная территория, желтый – слабо загрязненная территория

подобных источников на природную среду региона можно также ожидать в связи с передачей «Балкашского узла» России и расширения деятельности военных баз РФ на этой обширной территории. Существенным источником загрязнения ПХБ природы региона, в том числе оз. Балкаш, являются выбросы и сточные воды металлургических предприятий г. Балкаша.

Источниками загрязнения ПХБ рек Каратал, Аягоз и других, впадающих в Восточный Балкаш, могут быть воздушные выбросы и сточные воды таких крупных промышленных городов, как Талдыкорган, Текели, и ряда крупных населенных пунктов.

Высокая загрязненность ПХБ природных объектов (почв, донных осадков озера и продуктов домашних животных) района г. Балкаша установлена в 2013 г. исследованиями группы экспертов из Чехии (НПО «Арника», г. Прага). Ими также указано на наличие в регионе нескольких источников загрязнения различной природы, включая металлургическую промышленность, открытое сжигание отходов и иные источники.

Заключение. Проведенные нами в девяностые годы прошлого столетия эпизодические исследования показали загрязненность стойкими органическими соединениями, в том числе ПХБ водных экосистем ряда водоемов Казахстана.

Результаты исследования последних лет показали загрязненность этими токсикантами водных ресурсов р. Жайык, причем уровень ее возрастала по течению реки под влиянием промышленных предприятий г. Атырау. Вынос ПХБ речным стоком определяет наличие этих ксенобиотиков в воде предустьевой зоне Каспийского моря. Главные источники загрязнения ПХБ р. Жайык находятся на территории РФ.

Озерные системы низовья р. Сырдария загрязняются трансграничным стоком реки, содержание ПХБ в воде проточных озер достигало высоких 4,7 и 12,0 мкг/дм³. В значительном по площади водоеме, образовавшегося ниже Кокаральской плотины, концентрация ПХБ достигла 23,1 мкг/дм³, что объясняется воздействием «исторических» источников – военных объектов, функционирующих на острове Возрождения.

В природных объектах и экосистеме водоемов Казахстана ПХБ изучаются крайне недостаточно. Наблюдение за этими ксенобиотиками не ведется сетью Казгидромет и другими органами охраны природы.

Зарегистрирован существенный рост уровня загрязненности ПХБ водных ресурсов рек, впадающих в Капшагайское водохранилище и оз. Балкаш, в 2015 г. по сравнению с предыдущими годами. Причем возросла подверженность загрязнению этими ксенобиотиками воды всех изученных водотоков. В речных водах зарегистрированы «маркерные» конгенеры ПХБ 52, 101, 138, а в водах рек Киши Алматы, Иле, Каратал и Аягоз присутствовали также высоко токсичные диоксиноподобные конгенеры ПХБ 114 и 118.

Вода всей акватории Капшагайского водохранилища загрязнена ПХБ. Более повышенный уровень их накопления в 2013–2015 гг. до 2,22 и 7,85 мкг/дм³, а также наличие в воде «маркерных» (ПХБ 52, 101, 138, 153) и диоксиноподобных конгенов (ПХБ 105 и 118) регистрируются в зоне распространения стока рек Каскелен, Киши Алматы, Есик, Шенгелды и Талгар.

В воде оз. Балкаш, как и впадающих в него рек, происходит накопление ПХБ, уровень которых в 2013–2015 гг. имел явную тенденцию к росту, и они зарегистрированы в воде всей акватории водоема. В 2015 г. рост концентрации ПХБ в воде по отношению к данным 2013 и 2014 гг. составил для Западного Балкаша 7,7 раза, Восточного Балкаша – 2,1 раза. Более повышенный уровень загрязнения ПХБ характерен для воды северо-западной акватории озера ввиду расположения в Прибалкашье ряда мощных источников загрязнения данным ксенобиотиком.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Клюев Н.А. Определение полихлорированных бифенилов в окружающей среде и биоте. Полихлорированные бифенилы. Супертоксиканты XXI века / Н.А. Клюев, Е.С. Бродский. – М.: Инф. выпуск ВИНТИ, 2000. – № 5. – С. 31-63.
- [2] [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cip-pops.ru/>
- [3] Руководство по управлению ПХД. Проект ПРООН/ГЭФ «Разработка и выполнение комплексного плана по управлению ПХД в Казахстане». – 1913. – 170 с.
- [4] Ishankulov M.Sh. PCB-Contaminated Areas in Kazakhstan and Analysis of PCB Impact Human Health Experience / M.Sh. Ishankulov // In NATO science series volume: The Fate of Persistent Organic Pollutants in the Environment. – Springer: AK/NATO Publishing Unit. Editors: E. Mehmetli and B.Koumanova, 2008. – P. 387-403.

- [5] [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.greenwomen.kz/stokg3.htm>
- [6] Kabdrahmanova S. Inventory of pebequipments in Kazakhstan / S. Kabdrahmanova, K. Kabdysalym, E. Shaymardan, S. Kudaibergenov // The international workshop «Sustainable management of toxic pollutantats in Central Asia: towards a regional ecosystem model for environmental security», Proceedings NatoSfP -983931 Project. – Almaty, 2014. – P. 128-136.
- [7] Tatykhanova G.S. PCB-contaminated area of Ust-Kamenogorsk city (East Kazakhstan): Analysis of water, soil, bottom sediments and biota / G.S. Tatykhanova, S.K. Kabdrakhmanova, S.E. Kudaibergenov // The international workshop «Sustainable management of toxic pollutants in Central Asia: towards a regional ecosystem model for environmental security». Proceedings NATO SfP-983931 Project. – Almaty, 2014. – P. 95-101.
- [8] Амиргалиев Н.А. Гидрохимические показатели и уровень пестицидного загрязнения водной среды Бухтарминского водохранилища / Н.А. Амиргалиев // Экосистема и рыбные ресурсы водоемов Казахстана. – Алматы, 1997. – С. 176-182.
- [9] Амиргалиев Н.А. Гидрохимические показатели и уровень пестицидного загрязнения экосистемы Шардаринского водохранилища / Н.А. Амиргалиев, Ж.Б. Исмаилова, Ф.Е. Тагаева, С.Т. Накупбеков // Рыбн. ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – 1995. – С. 60-69.
- [10] Амиргалиев Н.А. Об уровне пестицидного загрязнения экосистемы Капчагайского водохранилища / Н.А. Амиргалиев, Х.Т. Сушиева // Рыбн. ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – Алматы, 1993. – С. 83-87.
- [11] Амиргалиев Н.А. Арало-Сырдарьинский бассейн: гидрохимия и проблемы водной токсикологии / Н.А. Амиргалиев. – Алматы: Бастау, 2007. – 224 с.
- [12] Жаковская З.А. Полихлорированные бифенилы и углеводороды в донных отложениях рек бассейна р. Печоры / З.А. Жаковская, В.Н. Петрова, Л.О. Хорошко // Водные ресурсы. – 2010. – Т. 37, № 1. – С. 75-83.

Г. В. ГЕЛЬДЫЕВА¹, Ш. М. НАДЫРОВ², М. Р. ЗАППАРОВ³

¹ТОО Институт географии, Алматы, Казахстан,

²КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

³КазИНТУ им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В УСЛОВИЯХ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Қазақстандағы су қорларының аумақтық қайта бөліну салдарына қатысты ландшафттарды талдау мен бағалаудың әдістемелік негіздері қарастырылды. Су қорларының аумақтық қайта бөліну жағдайында Қазақстан Республикасында ландшафттардың трансформациясын бағалау әдісі ретінде геосаяси тәсілді пайдаланудың негіздемесі ұсынылған.

Рассмотрены методологические основы анализа и оценки ландшафтов, затрагиваемых территориальным перераспределением водных ресурсов в Казахстане. Обосновано применение геополитического подхода как одного из методов оценки трансформации ландшафтов Республики Казахстан в условиях территориального перераспределения водных ресурсов.

In the article methodological basis of analysis and landscape assessment affected by territorial redistribution of water resources in Kazakhstan are considered. Rationale for the use of geopolitical approach as one of Republic of Kazakhstan landscape transformation assessment method in the conditions of water resources territorial redistribution is represented.

Введение. Для Республики Казахстан (РК) особое значение имеют ландшафтные исследования по широкому кругу решаемых задач, связанные с переходом к устойчивому развитию и направленные преимущественно на оценку современного состояния ландшафтных систем и определения уровня их антропогенной трансформации. Последнее включает такие приоритетные направления, как изучение пространственно-временных изменений ландшафтов под влиянием антропогенных факторов воздействия, установление закономерностей трансформации ландшафтных систем, определение основных критериев оценки устойчивости природно-хозяйственных систем регионального уровня при различных видах и формах воздействия на ПТК. Следует отметить, что развитие указанных направлений ландшафтоведения обусловлено практическими потребностями современного общества и научный потенциал учения о ландшафте характеризуется практической направленностью. Говоря о прикладных практических задачах, которые диктуются развитием экономических и социальных запросов казахстанского общества, определенный функциональный информационный набор ландшафтоведения сводится к обеспечению целевых и прикладных задач. В последние годы более широко развиваются исследования, связанные с изучением и оценкой ландшафтного разнообразия, формированием антропогенных модификаций ландшафтов и ландшафтного обеспечения проектов по экологической безопасности жизнедеятельности населения. Одновременно к главным приоритетным направлениям исследований ландшафтно-экологического состояния природных и природно-антропогенных систем РК следует отнести поиск закономерностей и оценку влияния изменения вод суши на ландшафты.

Вместе с тем все большую роль в трансформации ландшафтов Республики Казахстан в условиях территориального перераспределения водных ресурсов (ТПВР) начинают играть геополитические и геоэкономические факторы, которые возникают на стыке интересов и противоречий между государствами различной весовой категории. При этом нужно исходить из того, что интересы основных геополитических игроков всегда превалируют над интересами региональных, средних и малых стран с учетом их роли в мировой экономике и мирохозяйственных связях. Немало примеров, когда влияние геополитических факторов может привести к полной деградации экономического и экологического состояния окружающей среды, как это имеет место в Судане, Афганистане, Ираке, Сирии и других странах.

Проблемы трансформации ландшафтов Республики Казахстан в условиях территориального перераспределения водных ресурсов. Рассмотрению наиболее проблемных вопросов воздействия изменения вод суши на наземные экосистемы: климатических флуктуаций, регулирования режима речного стока и гидромелиоративного преобразования территорий и др. посвящена монография Института водных проблем РАН, изданная в 2005 г. [1]. Круг проблемных задач, поставленных и рассмотренных в ней, представляет большой интерес для казахстанских географов, в частности ландшафтоведов, в свете обсуждаемой концепции перераспределения водных ресурсов на территории Казахстана [2, 3].

Согласно предложенному А. Р. Медеу, И. М. Мальковским, Л. С. Толеубаевой варианту ТПВР [2, 3] потенциальным бассейном-донором для районов РК, недостаточно обеспеченных водными ресурсами, является бассейн реки Ертис. Место водозабора в канал – Шульбинское водохранилище на р. Ертис, а конечная точка трассы канала – р. Сырдария в 47 км от г. Казалинска, выше по течению возле поселка Басыкара. Указанные авторы предполагают при межбассейновой переброске стока в РК три направления: III – канал «Казахстан»; IV – канал Буктырма–Балкаш; V – канал Каратал–Иле (рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Трассы трансграничных и межбассейновых перебросок речного стока [2] (специальное содержание разработано И. М. Мальковским, Л. С. Толеубаевой)

Трансказахстанский канал по замыслу авторов может стать основой формирования единой системы водообеспечения РК, объединяющей существующие и перспективные межбассейновые водохозяйственные связи, обеспечивая повышение эффективности использования ресурсов речного стока для достижения социальных, экологических и экономических целей развития страны [2].

В этой связи идея, предложенная А. Р. Медеу, И. М. Мальковским, Л. С. Толеубаевой, может рассматриваться в качестве идеального варианта решения данной проблемы в интересах Казахстана. Безусловно, Трансказахстанский канал может претендовать на роль единой системы водообеспечения РК, если будут учтены геополитические интересы Китая и России. При этом складывается ситуация, во многом сходная с российско-монгольскими отношениями по вопросу строительства ГЭС в верховье реки Селенги на территории Монголии, поскольку Монголия испытывает острый дефицит в энергии для нужд своей быстро развивающейся экономики. Однако строительство такой ГЭС создает угрозу экологической катастрофы на озере Байкал. В этой связи правительство России находит различные варианты альтернативных решений по энергообеспеченности Монголии. Строительство ГЭС на реке Селенга должны

были осуществлять китайские компании, но Китай отказался от финансирования в 1 трлн долларов. В данный момент Монголия, также отказавшись от строительства ГЭС на Селенге, рассматривает другие варианты использования ресурсов своих внутренних рек. Например, имеется проект по возведению ГЭС на реке Эйгин-гол, использования излишков воды, скапливающихся во время половодья на юге страны. Однако и это пока остается проектами [4].

На наш взгляд, геополитическому союзу России и Китая удалось не допустить вмешательства третьего геополитического игрока, что в корне изменило бы ситуацию, создав еще один очаг геополитического напряжения.

Строительство Трансказахстанского канала потребует, помимо разработки ТЭО, поиска инвесторов, оценки степени зависимости от КНР, в части определения объема стока из реки Ертис и степени ущерба экосистеме реки Ертис на территории России. Следовательно, такого рода геополитические проблемы должны решаться на уровне Евразийского экономического союза (ЕАЭС), возможно и Шанхайской организации сотрудничества (ШОС), с учетом интересов стран, занимающих трансграничные территории. При этом приоритетным путем решения должно выступать сохранение ландшафтов и экосистем, особенно это касается трансграничных регионов, ключевых участков ТПВР.

Так, Республика Казахстан относится к наименее водообеспеченным государствам Центральной Азии. Особенностью поверхностных вод республики является то, что около половины речного стока поступает на ее территорию из сопредельных государств. В 1970–1980-е годы в разных странах мира было разработано много проектов ТПВР, но большинство из них не были реализованы по ряду причин. Любой проект переброски должен учитывать воздействие создаваемой водохозяйственной системы на ландшафты, а также необходима разработка прогнозируемых тенденций развития природно-территориальных комплексов при взаимодействии с гидротехническими сооружениями.

При этом в условиях трансграничных регионов ключевым индикатором геополитического воздействия нередко выступают изменения гидрологического режима трансграничных рек как инструмента геополитического влияния и ландшафтно-экологического состояния.

Оценка методологической основы исследования. Складывающуюся ситуацию развития трансформации ландшафтов Республики Казахстан в условиях территориального перераспределения водных ресурсов на общем фоне ухудшения экологической обстановки и проявления процессов опустынивания нельзя признать удовлетворительной. Все это диктует необходимость разработки научно обоснованной концепции определения состояний ландшафтов Казахстана и тенденций их трансформаций при изменении режима вод суши. Необходимо решение основной проблемы – установление допустимых для аридных геосистем пороговых пределов антропогенного воздействия. Решение многочисленных научных и прикладных задач связано с оценкой влияния изменения режима вод суши на ландшафты при межбассейновом перераспределении водных ресурсов РК, с выявлением места и роли геополитических факторов. При этом возникнут трудности, обусловленные недостаточной изученностью сложных процессов структурообразования, динамики и развития аридных геосистем. ТПВР неизбежно затрагивает ландшафтную систему и сопровождается рядом ландшафтно-экологических трансформаций, включая негативные.

По нашему мнению, целесообразно применение единой методологической базы. Во взаимной связи должны решаться проблемы развития градостроительства, расселения населения и воспроизводственного потенциала природно-хозяйственных систем в условиях территориального перераспределения водных ресурсов трансграничных регионов как одной из причин трансформации ландшафтов Республики Казахстан. На данном этапе геоэкономические и геоэкологические аспекты трансформации ландшафтов на территории РК становятся ключевыми в решении социально-экономических, экологических, демографических и других проблем в контексте пространственного развития Казахстана. Вместе с тем учет экономических последствий геополитического характера позволит Казахстану избежать возможных негативных трансформаций, в том числе трансформации ландшафтов. В настоящее время отсутствуют единые критерии оценки уровня регионального устойчивого развития, степени нарушенности природно-хозяйственных систем (ПХС). Так, анализ ландшафтно-экологической ситуации и

оценка развития эколого-демографических процессов в Республике Казахстан показали, что произошло формирование депрессивных очагов с низким уровнем качества жизни населения. Решение проблем районов депрессивного напряжения требует разработки на принципиально новой основе критериев оценки, отражающих уровень качества жизни городского и сельского населения в зоне трансграничных регионов, подверженных влиянию геополитических и гео-экономических факторов.

В 1989 году профессор В. С. Залетаев [5] опубликовал монографию «Экологически дестабилизированная среда: экосистемы аридных зон в изменяющемся гидрологическом режиме», где им была сформулирована концепция экологически дестабилизированной среды, свойственной эпохе научно-технического прогресса с присущими ей процессами экотонизации био-геоценологического покрова биосферы под влиянием антропогенно преобразованного режима вод суши и проявлением микроочаговых процессов как индикаторов будущего развития гидрогенных трансформаций.

На наш взгляд, данные концептуальные положения, опубликованные В. С. Залетаевым, могут стать основой для анализа аридных геосистем в условиях перераспределения водных ресурсов РК. Базовой научной основой ландшафтных исследований в данном случае должны стать три основных позиции: структура, динамика и развитие ПТК различного таксономического уровня. Концепция перераспределения водных ресурсов на территории РК может иметь определенное значение для государства, но только при условии, если планирующие и проектирующие организации в основу своей деятельности в этом направлении закладывают учет экологических, экономических, социальных и геополитических аспектов всего пространства перераспределения водных ресурсов. Только всесторонние комплексные исследования могут обеспечить прогнозы долгосрочного влияния территориального перераспределения водных ресурсов (ТПВР) на экологические и социально-экономические процессы.

Аридные ландшафты в районах, затрагиваемых перераспределением водных ресурсов, будут испытывать нарастающее антропогенное воздействие по мере экономического развития Костанайской, Акмолинской, Актюбинской и других областей РК. Эта ситуация характеризуется возникновением противоречий между поставленными задачами экономического развития регионов и проблемой сохранения ландшафтного разнообразия в зоне перераспределения водных ресурсов.

Профессор Чарльз Хоу от кафедры экономики Колорадского университета (г. Боулдер) осуществил обзор развития проблемы территориального перераспределения водных ресурсов в США. В своем обзоре он отметил высокую стоимость проектов, недостаточный объем знаний о влиянии ТПВР на окружающую среду и отметил повышение интереса к этой проблеме после 1973 года в связи с предполагаемым в перспективе расширением энергоемкой индустрии. Высказанные им положения вполне соответствуют существующим проблемам ТПВР в РК. Следует также подчеркнуть, что в Казахстане сельское хозяйство относится к отраслям экономики – основным потребителям водных ресурсов, планируемых к территориальному перераспределению. В этой связи определенного внимания заслуживают вопросы изучения возможностей повышения эффективности водопотребления из местных водных источников. Особое внимание следует уделить районам изъятия стока и дать экономическую оценку деградационным процессам в ландшафтах, истощению уже используемых водных ресурсов, изменениям минерализации воды, засолению сельскохозяйственных земель и др.

При осуществлении ТПВР происходят существенные изменения в ландшафтной системе, затрагиваемой переброской стока, в частности, возникают трансформации в ПТК, носящие необратимый характер. На территории РК, согласно проекту перераспределения водных ресурсов, наблюдается несоответствие между водными ресурсами и ландшафтами с высоким сельскохозяйственным потенциалом.

Вместе с тем существенные коррективы в трансформацию ландшафтов Республики Казахстан в условиях территориального перераспределения водных ресурсов может внести реализация проекта по созданию нового экономического пояса Шелкового пути (НЭШП). В настоящее время количественные и качественные параметры экономики КНР достигли таких масштабов, что дальнейшее ее развитие невозможно уже только в пределах государственных границ Китая (рисунок 2).

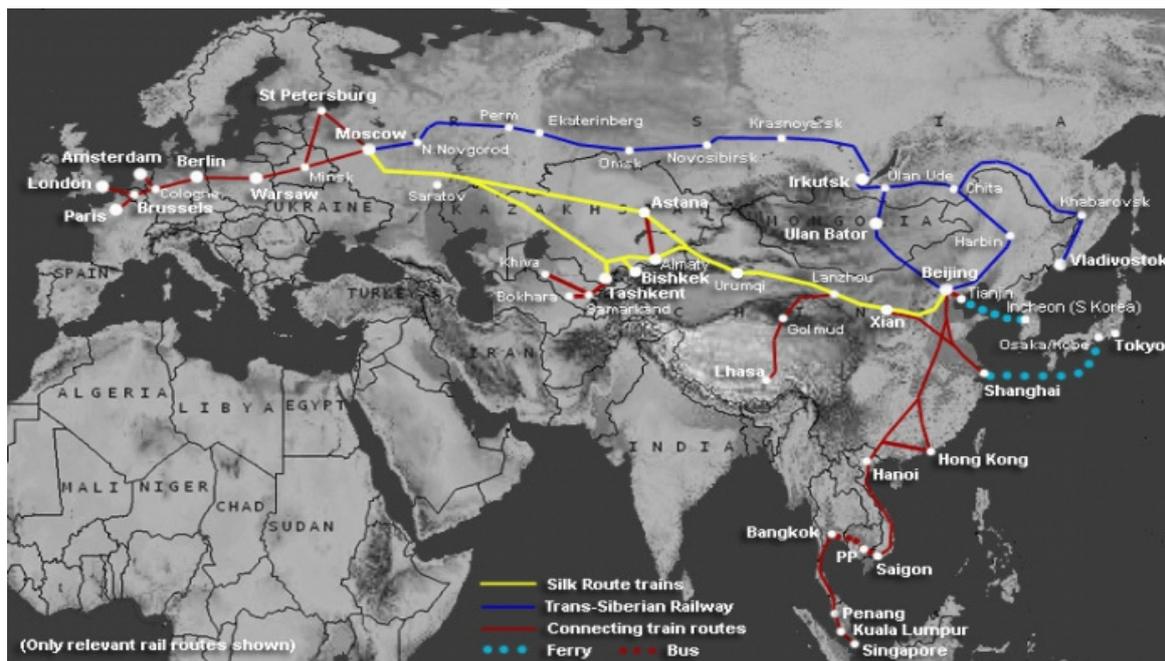


Рисунок 2 – Направления маршрутов нового экономического пояса Шелкового пути

Новый экономический пояс Шелкового пути, играя, безусловно, позитивную роль для всего мирового сообщества, в значительной степени будет соответствовать интересам Китая не только в обозримом будущем, но и в далекой перспективе.

При этом территория Казахстана является ключевой страной нового пояса Шелкового пути и ее аридные регионы будут испытывать соответствующие нагрузки на природно-хозяйственную систему (ПХС), что приведет к необходимости разработки механизма защиты от негативного влияния антропогенных факторов. С большой вероятностью ПХС Иле-Балкашского региона Алматинской области, ПХС Жамбылской области, бассейна рек Сырдарии и Урала, территорий Южно-Казахстанской, Кызылординской, Западно-Казахстанской областей, а также территорий Северо-Казахстанской, Акмолинской и Карагандинской областей могут оказаться зонами значительной ландшафтно-экологической трансформации и повлиять на устойчивость ПХС, в частности их социально-экономических и ландшафтно-экологических подсистем.

Источники данных представляют собой показатели межбассейнового перераспределения речного стока, широкий диапазон климатических изменений на территории страны, чрезвычайно неравномерное распределение ресурсов поверхностных и подземных вод, существование крупных внутриконтинентальных водоемов (Аральский, Каспийский, Балкашский), синхронные или асинхронные колебания речного стока и размеров водопотребления в различных регионах и др., глубоко исследованные в ряде монографий и серии научных статей [6–8].

Вместе с тем в работе использованы результаты научного отчета по программе фундаментальных исследований кафедры географии, землеустройства и кадастра, ДГП «Научно-исследовательский институт проблем биологии и биотехнологии» РГП «КазНУ им. аль-Фараби» КН МОН РК по теме «Казахстан в системе новейших геополитических и региональных трансформаций в Центральной Азии» за 2012–2014 годы.

Результаты исследований. Установлено, что географическое положение РК в сочетании с геополитическими факторами обуславливают высокую зависимость реализации природоохранных проектов от сопредельных государств.

Дана оценка геополитической ситуации в странах Центральной Азии, выступающей препятствием в развитии региональной интеграции и формирования экономического механизма межгосударственного вододелия, что негативно отражается на трансформации ландшафтов Республики Казахстан в условиях территориального перераспределения водных ресурсов.

Выявлено, что при взаимодействии аридных геосистем и гидротехнических сооружений в зоне непосредственного изменения водного режима происходит нарушение целостности структурной организации ПТК, механизма устойчивости, возможно возникновение экстремальных состояний геосистем, усложнение ландшафтной дифференцированности [6–8], что во многом обусловлено влиянием геополитических факторов.

Раскрыта роль нового экономического пояса Шелкового пути в трансформации ландшафтов Республики Казахстан в условиях территориального перераспределения водных ресурсов.

Обсуждение результатов. В данной ситуации на первый план выступают проблема организации рационального природопользования и разработка концепции устойчивого развития ПХС зоны территориального перераспределения водных ресурсов. Современная концепция устойчивого развития, принятая мировым сообществом в качестве стратегии развития в XXI столетии, должна стать конструктивной основой исследования путей перехода к устойчивому развитию региональных ПХС и создания адекватных институциональных механизмов такого перехода, изменения систем природопользования в новых условиях водохозяйственной деятельности при ТПВР с учетом геополитических факторов.

Практический опыт свидетельствует о преобладании на современном этапе покомпонентного подхода к решению проблем устойчивого природопользования, что нередко приводит к развитию неблагоприятных экологических и социально-экономических последствий, как результат изменения геополитической ситуации или даже межгосударственных отношений. Создание условий устойчивого развития ПХС в зоне предполагаемого перераспределения водных ресурсов и система природопользования должны быть увязаны со структурной ландшафтной организацией территорий на зональном уровне с учетом возможных геополитических вызовов.

Заключение. В планируемом межбассейновом перераспределении водных ресурсов в РК устойчивое развитие региональных ПХС и соответственно повышение уровня жизни населения в определяющей степени зависят от улучшения системы землепользования. При ТПВР продуманное рациональное землепользование часто может приостановить начавшуюся деградацию ландшафтов и увеличить возможности повышения уровня жизни населения.

Для ландшафтно-экологического и социально-экономического анализа районов, затрагиваемых ТПВР, необходимо осуществление комплексных многоплановых географических исследований по четырем составляющим: изучение естественных природных условий, антропогенного воздействия на ландшафтную систему и антропогенных трансформаций ПТК, социально-экономический и геополитический анализ. Как в любом географическом исследовании, социо-эколого-экономический и геополитический анализ будет сопровождаться картографическими работами на территориях, затрагиваемых ТПВР. При этом они должны базироваться на фундаментальных закономерностях строения, функционирования, динамики развития геосистем всех уровней с учетом геополитической составляющей.

Для принятия решения в области социо-эколого-экономической политики, рационального природопользования при ТПВР необходимо не только оценить устойчивость ландшафтов к воздействиям, степень и скорость трансформаций, экологический потенциал, определить критические значения «порога устойчивости» к антропогенным нагрузкам, но и определить возможные объемы изъятия стока трансграничных рек странами, расположенными выше по течению, вследствие изменения геополитической ситуации. Перечисленные значения, могут стать основой для научного обоснования экологических нормативов, т.е. предельно допустимых нагрузок на ландшафты сельскохозяйственными, промышленными и другими объектами в районах ТПВР.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы. – М.: Наука, 2005. – 365 с.
- [2] Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. 18–20. Ч. 1. Территориальное перераспределение водных ресурсов Казахстана: возможность и целесообразность / Под ред. И. М. Мальковского. – Алматы, 2012. – 414 с.

[3] Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Территориальное перераспределение водных ресурсов: перспективы трансграничных и межбассейновых перебросок речного стока для водообеспечения Казахстана // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2008. – № 2(21). – С. 5-11.

[4] infpol.ru/news/business/65978-mongo

[5] Залетаев В.С. Экологически дестабилизированная среда: экосистемы аридных зон в изменяющемся гидрологическом режиме. – М.: Наука, 1989. – 148 с.

[6] Гельдыева Г.В., Назарчук М.К. Физико-географические основы рационального природопользования в условиях орошаемого земледелия аридной зоны // Использование природных ресурсов: (методологические подходы). – М., 1979. – С. 121-128.

[7] Гельдыева Г.В., Назарчук М.К. Формирование антропогенных ландшафтов аридных территорий под влиянием орошения (на примере канала Иртыш-Караганда) // Человек и ландшафты: (информационные материалы). – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979. – Ч. 1. – С.56-58.

[8] Гельдыева Г.В., Назарчук М.К. Изменения в природно-территориальных комплексах зоны канала Иртыш-Караганда под влиянием хозяйственной деятельности // Сб.: Изменение природных условий в районах транспортирования и распределения части стока сибирских рек. – Алма-Ата, 1980. – С. 181-189.

С. С. ЖИЛЬЦОВ

Дипломатическая академия МИД РФ, Москва, Россия

ПОЛИТИКА СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК

Анализируется ситуация в сфере водных ресурсов трансграничных рек, сложившаяся в Центральной Азии после распада СССР, когда был разрушен механизм взаимного учета интересов всех среднеазиатских республик. Особое внимание уделено исследованию факторов, оказывающих влияние на формирование и реализацию политики стран Центральной Азии в области использования водных ресурсов. Сопоставлена международно-правовая база, регулирующая конфликтные ситуации в сфере водных ресурсов трансграничных рек с правовыми документами центрально-азиатских государств. Проанализированы причины неудач создания многостороннего механизма по разрешению спорных ситуаций, возникающих между центрально-азиатскими странами при использовании водных ресурсов трансграничных рек.

The situation in the area of transboundary water resources, emerged in Central Asia after the disintegration of USSR when the system of mutual accounting of all Central Asian Republics interests was destroyed, is analyzed. Particular attention is paid to the research of factors which have influence to the formation and realization of the water resources policy in the Central Asia countries. International legal basis, which adjusts the conflict situations in a transboundary water resources area, and legal documents of the Central Asia countries were compared. The reasons of failures of creating a multilateral approach for the resolving of debatable situations between Central Asia countries in case of using of transboundary water resources were analyzed.

Введение. Центральная Азия, к которой относятся Казахстан, Киргизия, Туркменистан, Таджикистан и Узбекистан, на протяжении многих веков испытывает недостаток водных ресурсов. Основой жизни в регионе всегда были земледелие и скотоводство, а вода – главным лимитирующим фактором. После обретения независимости бывшие республики Центральной Азии направили свои усилия на подъем экономики и формирование новых институтов государства. При этом без разрешения осталась одна из наиболее важных проблем – распределение водных ресурсов трансграничных рек между странами региона. Формирование поверхностного водостока крупными трансграничными реками имеет комплексный характер, объединяя в себе экономические, водно-энергетические, экологические и политические проблемы.

Большая часть используемой в регионе воды берется из двух главных рек – Сырдарья и Амударья, которые формируются в горах Памира и Тянь-Шаня. Сырдарья течет из Киргизии через Таджикистан в Узбекистан (в том числе через густонаселенную Ферганскую долину) и Казахстан, Амударья – из Таджикистана в Узбекистан и Туркменистан. Водные ресурсы Сырдарья, среднемноголетней сток которой равен 37 км³, распределяются следующим образом: 74 % приходится на Киргизию, 14 % – на Узбекистан, 9 % – на Казахстан и 3 % – на Таджикистан. Более 80 % стока Амударья, среднемноголетний сток которой равен 78 км³, формируется на территории Таджикистана, 6 % – на территории Узбекистана, 2,4 % – в Киргизии, 3,5 % – в Туркменистане (с Ираном) и 7,9 % – в Афганистане.

Основной причиной обострения отношений между странами верхнего течения (Таджикистан, Киргизия) и нижнего течения (Казахстан, Туркменистан, Узбекистан) трансграничных рек выступает режим водостока. Казахстан и Узбекистан являются наиболее промышленно развитыми странами, располагают крупными запасами нефти, газа и другими ресурсами. Эти страны имеют наибольшую численность населения среди государств региона. Располагаясь в нижнем течении, они находятся в сильной зависимости от «верхних» стран: Киргизии и Таджикистана, которые наиболее обеспечены водными ресурсами и фактически контролируют основные водотоки Амударья и Сырдарья, главных водных артерий Центральной Азии.

Образование новых независимых государств в Центральной Азии вызвало к жизни вопрос о собственности на воду, так как она наряду с другими ресурсами оказалась по разные «стороны» государственных границ. Дефицит воды и стремление каждого из государств использовать ее с максимальной интенсивностью и исключительно в собственных интересах обостряет ситуацию в регионе. Принимая во внимание высокий уровень рождаемости и безработицы в Центральной Азии, водная проблема превратилась в серьезный фактор дестабилизации региона.

На политику стран Центральной Азии большое влияние оказывает изменение климата. Маловодные годы все чаще посещают Центральную Азию и в обозримом будущем могут стать нормой. За последние 50 лет площадь ледников – источников питания Амударьи и Сырдарьи уменьшилась почти на 40 %, что значительно сократило объем их стока. По прогнозам население республик Центральной Азии к 2025 году увеличится, что потребует дополнительных объемов водных ресурсов.

Постановка проблемы. Водные ресурсы превратились в источник потенциальных социально-политических, этнонациональных и межгосударственных конфликтов. Это связано с расхождением политики стран, расположенных в верхней и нижней части течения трансграничных рек. Таджикистан и Киргизия (по разным оценкам контролируют 80 % всех запасов поверхностных вод в регионе), обладая значительными водными ресурсами, для выработки электроэнергии спускают воду не только в летний, но и в зимний период. В результате, имея столь мощный «рычаг», Киргизия и Таджикистан получают возможность влиять на сопредельные страны – Казахстан, Узбекистан и Туркменистан. В этой связи одной из ключевых задач для стран Центральной Азии является поиск механизмов учета национальных интересов каждого из государств, что создаст предпосылки для обеспечения региональной безопасности, условия для стабильного экономического развития и межрегионального взаимодействия на многосторонней основе.

Методика исследования. При проведении исследования применяются методы системного анализа и сопоставлений, что позволяет выделить закономерности развития и определить ключевые факторы, которые оказывают влияние на исследуемую проблему.

Источники данных. Были использованы официальные документы стран Центральной Азии по изучаемой проблематике, а также исследования, проведенные учеными центрально-азиатских государств.

Период бесконфликтного использования трансграничных водных ресурсов. В Советском Союзе вопрос о формировании и реализации самостоятельной политики республиками Средней Азии практически не стоял. Проблема распределения и использования водных ресурсов централизованно решалась Министерством водного хозяйства СССР исходя из единого плана развития региональной экономики и сельского хозяйства. Советская система межреспубликанских водных отношений основывалась на лимитах вододеления между ними и балансе договорных обязательств между республиками и союзным центром. Регулирование речного стока трансграничных рек было направлено на сбалансированное экономическое развитие всех пяти среднеазиатских республик, сочетающих выработку электроэнергии и развитие аграрного сектора экономики [1]. Критерием работы водохранилищ была максимальная общая выгода [2].

Решение данной задачи облегчали построенные в верховьях рек водохранилища. Это позволяло регулировать сток, поступающий в республики, расположенные в низовьях, и не допускать межреспубликанских конфликтов.

Приоритет в развитии Средней Азии отдавался ирригации, прежде всего, орошаемому земледелию в Казахстане и Узбекистане. Например, регулирование стока реки Сырдарьи водохранилищами Нарын-Сырдарьинского каскада осуществлялось по ирригационному графику. Ежегодный попуск воды из Токтогульского водохранилища в летний период должен был составлять 75 %. В свою очередь, Киргизия получала сырьевые ресурсы из Казахстана и Узбекистана. Аналогичный подход применялся в отношении Амударьи, сток которой регулировался Нурукским водохранилищем.

Водные проблемы Центральной Азии после распада СССР. Распад СССР стал распадом системы «общего котла». В этой системе для новых независимых стран Центральной Азии

наиболее сложным оказалась проблема водodelения [3]. Рухнувшая в одночасье советская система дала в сухом остатке массу взаимных неурегулированных претензий. Они касались, прежде всего, определения объемов водозаборов в условиях рыночной экономики, ослабления инвестиционных потоков в сектор водопотребления, изменения режима работы крупных водохранилищ (перевод из ирригационных в энергетический) и других вопросов. Так, стремление увеличить производство гидроэнергии странами верхнего течения вошло в противоречие с интересами стран нижнего течения, чья ирригационная политика требует иного подхода к использованию водных ресурсов. Подобные нестыковки и расхождения интересов в использовании водно-энергетических ресурсов обострили ситуацию в регионе и между отдельными странами и негативно сказались на межгосударственных отношениях в регионе.

Особенностью Центральной Азии является крайняя неравномерность в распределении водных ресурсов. Регион расположен в зоне, подверженной периодическим засухам, последствия которых сказываются в первую очередь на производстве сельскохозяйственных культур, выращивание которых основано на орошении.

Провозгласив независимость и взяв курс на построение рыночных государств, страны Центральной Азии приступили к проведению самостоятельной политики в области контроля и распределения водных ресурсов. На первое место вышли собственные планы использования водно-энергетических ресурсов. Каждое из государств Центральной Азии при осуществлении политики в сфере управления водными ресурсами стало преследовать национальные интересы, мало заботясь о том, как они соотносятся с интересами соседей и влияют на ситуацию в регионе в целом.

На политику стран Центральной Азии огромное влияние оказывают факторы, связанные с их экономическим развитием и социальными процессами. Ключевой проблемой для Центральной Азии остается демографическая ситуация. Рост численности населения при дефиците воды провоцирует страны на разногласия, усиливая соперничество между государствами региона.

Водные ресурсы в странах Центральной Азии являются одним из основных факторов, определяющих состояние большинства отраслей экономики и, в первую очередь, сельского хозяйства. Дефицит воды и снижение качества речного стока осложняют решение социально-экономических и экологических проблем. По этой причине вопрос стабильного доступа к водным ресурсам стал одним из приоритетных для стран региона.

В этом районе мира практически исчерпаны все резервы водообеспечения. По разным оценкам ежегодный объем речных водных ресурсов в регионе составляет порядка 120 км³, что обеспечивается двумя крупнейшими реками региона – Амударьей и Сырдарьей, формирующихся из ледников и снега в горах Киргизии и Таджикистана. Между тем сток Амударьи зарегулирован на 96 %, а Сырдарьи – более чем на 85 %. При этом подавляющий объем водных ресурсов тратится на нужды ирригации.

Страны Центральной Азии формируют водную политику. После обретения независимости страны Центральной Азии стали самостоятельно распоряжаться водными ресурсами трансграничных рек. При этом в отношениях между собой страны региона первоначально пытались воспользоваться опытом, который был накоплен в период Советского Союза. Важнейшим политическим шагом явилась инициатива первых лиц национальных водохозяйственных ведомств государств Центральной Азии по принятию в октябре 1991 года Ташкентского заявления, которое стало отправной точкой переговорного процесса между центрально-азиатскими государствами в сфере использования водных ресурсов трансграничных рек. В заявлении речь шла о совместном использовании водных ресурсов на общих принципах, с учетом интересов всех сторон [4]. В развитие встречи в Ташкенте 18 февраля 1992 года в Алма-Ате (Казахстан) было подписано межправительственное соглашение «О сотрудничестве в сфере совместного управления использованием и охраной водных ресурсов межгосударственных источников» и соглашение о создании Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии (МКВК). Страны региона подтвердили свои позиции сохранить действовавший режим управления водными ресурсами бассейнов Амударьи и Сырдарьи и придерживаться сложившихся подходов к разделу трансграничных водных ресурсов. Речь шла о протоколе №413 Научно-технического совета Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР по Сырдарье,

подписанном в феврале 1984 года и протоколе №566 Научно-технического совета Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР по Амударье, подписанном в сентябре 1987 года. Данные документы предусматривали годовое распределение воды между странами бассейна Аральского моря, хотя сезонное распределение в них учтено не было [5].

Очень скоро выяснилось, что договора и соглашения, заключенные в советский период, не соответствуют политике, реализуемой странами верховья трансграничных рек. Наиболее остро межгосударственные противоречия проявляются в отношении режимов водопользования в бассейне реки Сырдарья, в водохранилищах Нарын-Сырдарьинского каскада, прежде всего, Токтогульского [6]. В советское время сток Сырдарьи регулировался водохранилищами Нарын-Сырдарьинского каскада, в первую очередь Токтогульским, в режиме, который был направлен на орошение в Казахстане и Узбекистане.

Впервые симптомы конфликтности проявились в 1993 году, когда Узбекистан за долги оставил Киргизию без газа. В ответ Бишкек осуществил сброс из Токтогульского водохранилища [7]. Изменение графика работы Токтогульского водохранилища Киргизия объяснила необходимостью производства электроэнергии в зимний период и накопления ее в летний период. К изменению политики Киргизии в сфере использования водных ресурсов подталкивали объективные факторы: разрыв экономических связей в рамках региона, увеличение стоимости углеводородных ресурсов. В результате Киргизия, как и Таджикистан, столкнулись с энергетическим кризисом, который усиливал их заинтересованность в одностороннем порядке изменить режим работы водохранилищ и использовать водные ресурсы исключительно в собственных интересах.

После 1993 года режим работы Токтогульского каскада был изменен. Вода летом стала накапливаться, а зимой спускаться. Данное изменение было продиктовано заинтересованностью Киргизии осуществлять производство электроэнергии в зимний период. Несмотря на расхождение интересов, в 1993 году страны Центральной Азии вновь попытались устранить разногласия по вопросу водodelения и совместного использования водных ресурсов. Было принято «Соглашение о сотрудничестве в сфере совместного управления, использования и охраны водных ресурсов межгосударственных источников». Однако этот документ также оказался не работающим.

В 1995 году страны Центральной Азии сделали очередную попытку решить спорные вопросы в сфере водных ресурсов, приняв Нукусскую декларацию. В ней была отмечена важность ранее подписанных соглашений, регулирующих отношения в сфере водных ресурсов. Страны региона подтвердили приверженность принципу использования водных ресурсов в интересах всех государств. Затем было принято еще несколько документов, но и они не решили конфликты между странами Центральной Азии.

В 1998 году было заключено соглашение между Казахстаном, Киргизией и Узбекистаном «Об использовании водно-энергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья». Таджикистан присоединился к документу в 1999 году. Данный документ имел рамочный характер, хотя в нем были зафиксированы принципы компенсаций. При этом в нем не был описан экономический механизм взаимоотношений между гидроэнергетикой и ирригацией [8]. В итоге страны нижнего течения летом, в период наибольшей потребности в воде, стали испытывать ее дефицит, а зимой – сталкиваться с подтоплениями и затоплениями водохозяйственных объектов.

Принимаемые документы не способствовали решению проблемы распределения водных ресурсов трансграничных рек, поскольку не были подкреплены практическими механизмами компенсаций. Страны нижнего течения не готовы были компенсировать потери от изменения режима работы водохранилищ странам верхнего течения. Более того, каждое из государств региона рассчитывало самостоятельно решить возникающие проблемы в сфере водных ресурсов и через давление на соседей добиться положительного для себя результата. Фактически речь шла о конфликте национальных программ развития всех центрально-азиатских государств [9]. В результате между Туркменистаном и Узбекистаном, Киргизией и Таджикистаном, Казахстаном и Киргизией периодически обострялись межгосударственные отношения по вопросу использования водных ресурсов трансграничных рек.

Трансграничные водотоки Центральной Азии и международное право. Причины конфликтных ситуаций между странами региона в сфере водных трансграничных ресурсов следует искать в том числе в положениях, которые отражены в национальном законодательстве. основополагающие документы центрально-азиатских стран четко позиционируют воду в качестве ресурса, принадлежащего государству. Так, в Водном кодексе Казахстана (статья 8), принятом в июле 2003 года, говорится об исключительной собственности государства на водные ресурсы. Аналогичное положение содержится в законе Киргизии «О воде» (статья 5), принятом в январе 1994 года. В Водном кодексе Таджикистана (статья 4), принятом в декабре 1993 года, водные ресурсы рассматриваются в качестве исключительной собственности государства. В Законе Узбекистана «О воде и водопользовании» (статья 3), принятом в мае 1993 года, говорится о принадлежности государству водных ресурсов. Схожая позиция отражена в Водном кодексе Туркменистана, принятом в июне 1993 года. Данные документы в последствии дополнялись и уточнялись, однако главный тезис в них оставался неизменным – водные ресурсы являются исключительной собственностью государства, которые по своему усмотрению регулируют их использование.

Особенно четко данный подход проявился у стран верхнего течения, которые стали отстаивать позицию о единоличном владении водными ресурсами. В 2001 году в Киргизии был принят закон «О межгосударственном использовании водных объектов, водных ресурсов и водохозяйственных сооружений Кыргызской Республики». В указанном документе подчеркивались права страны на водные ресурсы и водохозяйственные объекты в пределах границ государства, а кроме того, отмечалось, что вода имеет стоимость. Схожую позицию занимал Таджикистан.

Страны региона придерживались собственных представлений относительно использования водных ресурсов трансграничных рек. Более того, во многих внутргосударственных законах стран Центральной Азии, двусторонних и многосторонних соглашениях отсутствует определение «трансграничные реки». В основном используются термины «водный ресурс», «водно-энергетический ресурс» и т.п. Подобный подход противоречит положениям международного права, в котором рассматриваются вопросы трансграничных водных ресурсов, и порождает значительные трудности в использовании международного законодательства [10].

ООН был принят ряд документов, регулирующих использование и охрану международных водотоков. Среди них следует выделить Конвенцию по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (март 1992 года) и Конвенцию о праве судоходных видов использования международных водотоков, принятую в мае 1997 года. Согласно этим документам освоение трансграничных водных ресурсов должно проводиться совместно, с учетом взаимных интересов тех государств, через которые эти реки текут. И хотя конвенции не давали четких ответов о путях решения возникающих споров, тем не менее они могли стать основой для последующей разработки законодательной базы применительно к трансграничным рекам Центральной Азии.

Центрально-азиатские государства, за исключением Казахстана, не ратифицировали международные документы и в реализации своей политики в отношении водных ресурсов трансграничных рек продолжают ориентироваться на достижение двусторонних договоренностей. Недостаточно четкое понимание и весьма слабое применение государствами Центральной Азии принципов и норм международного права в области использования и охраны трансграничных ресурсов являлись одним из сдерживающих факторов в решении существующих в регионе проблем [11].

Политика стран Центральной Азии: между ирригацией и гидроэнергетикой. Разделение стран на тех, кто заинтересован в энергетическом режиме работы водохранилищ, и тех, которые выступают за ирригационный режим, сказывается на их подходах к формированию и реализации политики в сфере водных ресурсов трансграничных рек.

Схожие позиции относительно использования трансграничных водных ресурсов региона занимают Таджикистан и Киргизия. Эти государства наиболее активно выступают за освоение водных ресурсов, строительство гидроэнергетических объектов, видя в этом возможность укрепления своей энергетической безопасности и дополнительный источник получения дохода.

Киргизия придерживается позиции, что подписанные между странами соглашения по трансграничным водным ресурсам ущемляют интересы страны. Киргизскую сторону не устраивают соглашения, подписанные после 1992 года, поскольку они зафиксировали приверженность советской системе использования водных ресурсов трансграничных рек, в основе которой лежал учет интересов всех сторон и ориентация работы водохранилищ на ирригационный режим. Не случайным следует считать принятие в июне 2011 года Киргизией Закона «О межгосударственном использовании водных объектов, водных ресурсов и водохозяйственных сооружений».

В Киргизии предлагают пересмотреть механизмы взаиморасчетов с соседними странами за использование своих гидроузлов в ирригационном режиме. В этих целях выдвигаются предложения по введению платы за воду как за отдельный ресурс с экономическим значением, или выплате компенсаций за содержание водной инфраструктуры [12]. Киргизские власти подсчитали, что если Казахстан и Узбекистан начнут платить за воду хотя бы по минимуму, это будет приносить стране порядка 350 млн долл. ежегодно.

Соседние государства, которые находятся с Киргизией в едином водно-энергетическом кольце, не хотят покрывать все ее издержки на содержание гидротехнических сооружений. Между тем затраты на поддержание ГЭС в рабочем состоянии и понесенный ущерб от неиспользуемых затопленных территорий ежегодно составляет порядка 120 млн долл., что равно почти пятой части бюджета Киргизии.

Схожие взгляды отстаивает Таджикистан, который настойчиво продвигает идею строительства новых крупных гидроэнергетических объектов на трансграничных реках. Так, Таджикистан продолжает курс на строительство Рогунской ГЭС, против чего категорически возражает Узбекистан. В случае ее строительства Таджикистан рассчитывает не только решить проблему с полноценным обеспечением электрической энергией всей страны, но и экспортировать ее в Афганистан и Пакистан. Пока реализации таджикских планов препятствуют отсутствие инвестора и недостаток собственных средств. Эти факторы, а также экологические и техногенные риски не уменьшают решимости Таджикистана достроить данный объект.

Страны нижнего течения вынуждены реагировать на политику своих соседей, контролирующих сток трансграничных рек. Туркменистан реализует масштабные проекты по созданию искусственных водохранилищ в Каракумах, которые должны будут соединиться с Амударьей каналом. Национальная программа «Стратегия экономического, политического и культурного развития Туркменистана на период до 2020 года» предусматривает, что суммарная емкость всех водохранилищ страны должна достигнуть 11 млрд м³. Реализация столь масштабного проекта может обострить проблему обеспечения водными ресурсами соседних государств Центральной Азии, расположенных в бассейне реки Амударьи, ухудшить экологическую ситуацию на прилегающих к Аральскому морю территориях.

Казахстан принял ряд решений, которые должны улучшить ситуацию с водными ресурсами. Среди них решение о восстановлении Малого Арала, изменение структуры сельскохозяйственных культур, выращиваемых в стране, и внедрение водосберегающих технологий, призванных снизить расходование воды. Кроме того, Казахстан построил Коксарайский контррегулятор, который сглаживает сезонные изменения водных ресурсов. Однако чем больше вода разбирается, тем больше у стран региона возникает проблем с ее нехваткой. В результате споры переходят в политическую плоскость и вызывают межгосударственное противостояние [13].

На долю Узбекистана приходится почти половина воды, которая потребляется в регионе. В этой связи любое изменение в использовании трансграничных рек или строительство новых гидросооружений затрагивает интересы Узбекистана. Наличие у него аграрного сектора является существенным фактором в определении позиции страны относительно распределения трансграничных водных ресурсов. В этом вопросе Узбекистан вынужден сотрудничать с Таджикистаном и Киргизией. Водные ресурсы, прежде всего, их объем, поступающий в Узбекистан, оказывают прямое влияние на количество выращиваемого хлопка. Нехватка воды вынудила Узбекистан в 2008 году принять решение о сокращении площадей хлопчатника. Также существует проблема, связанная с деградацией почв в силу изношенности ирригационной сети.

В результате отсутствие водосберегающих технологий и нехватка средств на улучшение систем мелиорации ведут к дефициту воды для полива.

Страны верховья в отличие от стран низовья имеют перспективы для развития. Согласно различным оценкам гидроэнергетический потенциал используется Киргизией и Таджикистаном не более чем на 10 %, в то время как сельское хозяйство, которое активно развивают страны нижнего течения, при уменьшающихся объемах водных ресурсов и увеличивающейся численности населения сталкивается с серьезными трудностями. Более того, в последние годы водные ресурсы трансграничных рек полностью разобраны. Еще в конце 1980-х годов ученые констатировали факт полного разбора рек Амударьи и Сырдарьи. Это стало причиной катастрофы, которая постигла Аральское море [14]. В целом в Центральной Азии происходит сокращение водных ресурсов, что связано с уменьшением площади ледников и изменением климата. Это делает труднодостижимыми задачи по увеличению сельскохозяйственных площадей и развитию промышленности странами нижнего течения.

Конфликтный потенциал. За более чем двадцатилетний период, который прошел после распада СССР, страны региона не сумели преодолеть противоречия в сфере вододелия и выработать механизм взаимного учета диаметрально противоположных интересов, предпочитая ориентироваться исключительно на национальные интересы, которые преобладают над межгосударственными отношениями. Кроме того, межгосударственные противоречия усиливаются исторически накопленными противоречиями [15]. Пока странам не удается достичь договоренности о прямой оплате за водные ресурсы и расчет осуществляется по бартеру: газ за воду (Узбекистан – Киргизия и Таджикистан) или вода за электроэнергию (Таджикистан – Казахстан) и т.д.

Все известные направления рационального использования водных ресурсов в Центральной Азии имеют технические и экономически оправданные пределы. В Центральной Азии уже не первый год идут споры о том, как использовать и делить водные ресурсы региона. Примерно 40 % всех запасов питьевой воды находятся в Киргизии. Для обеспечения своих потребностей республике с пятиmillionным населением и 6 % земель, пригодных для сельского хозяйства, хватает десятой части всего годового стока трансграничных рек. Все остальное идет в Казахстан, Узбекистан и частично в Туркменистан.

В последнее десятилетие проблемы, существующие в водно-энергетической сфере между странами Центральной Азии, усугубились. Для стран, расположенных в верховьях рек, хронической стала нехватка энергоресурсов в зимний период, а страны, находящиеся ниже по течению, испытывают острый дефицит воды, необходимой для сельскохозяйственных нужд. По различным оценкам, водные ресурсы смогут обеспечить регион Центральной Азии лишь до 2020–2025 годов. За указанный период суммарный объем водопотребления приоритетными отраслями может достичь такого уровня, за которым их потребность в воде может удовлетворяться за счет сокращения водоподдачи на сельскохозяйственные нужды, что в перспективе приведет к необходимости уменьшения орошаемых площадей в регионе. И все это – на фоне ускоренного демографического роста.

Ситуация с водными ресурсами в Центральной Азии стала одним из основных источников возможных межгосударственных конфликтов. Доступ к водным ресурсам и, прежде всего, трансграничным рекам усилил конкуренцию между странами региона. Например, воды Сырдарьи в последние годы едва доходят до середины территории Узбекистана, западные области которого уже практически полностью обезвожены. По прогнозам через 15–20 лет водные ресурсы региона сократятся минимум на треть. По данным ООН, к 2040 году объем годового стока Киргизии составит 19 км³, в то время как в 2006 году этот показатель был равен 55 км³. Между тем только в ближайшие десять-пятнадцать лет потребность в воде в регионе может увеличиться на 40 %, что не может не отразиться на конфликтном потенциале региона. Недостаток водных ресурсов во многом ограничивает экономическое развитие государств Центральной Азии [16].

Решение проблем совместного использования водно-энергетических ресурсов в Центральной Азии имеет не только решающее экономическое, но и огромное экологическое, политическое и международное значение. По сути это один из основных факторов

формирования в регионе зоны стабильности, экономического развития и экологической безопасности.

Наличие большого количества подписанных документов не приблизило страны Центральной Азии к рациональному и взаимовыгодному использованию водных ресурсов, хотя в большинстве из них отмечается необходимость придерживаться принципов общности интересов и не допускать действия, которые могут нанести ущерб другой стороне.

Несмотря на договоренности, которые страны региона периодически достигают, по-прежнему нет механизма совместного управления водными ресурсами. Основными барьерами, препятствующими принятию действенных мер, направленных на интегрированное управление водно-энергетическим комплексом, являются противоречия в подходах к решению водных проблем. Отсутствие четкого законодательства, регулирующего использование гидроресурсов трансграничных рек, также затрудняет поиск взаимовыгодных решений. Страны Центральной Азии испытывают значительные трудности в сопоставлении топливно-энергетических ресурсов и водных ресурсов, которые каждая из стран региона пока еще предлагает обменивать [17].

Отсутствие эффективного механизма распределения воды, управления водопользованием и разрешения конфликтов, низкий уровень обмена информацией по вопросам качества воды и ее использования являются препятствиями для регионального сотрудничества в области использования водных ресурсов. Более того, прибрежные страны пытаются разделить выгоды от доступа к воде, а не саму воду, что ведет к осложнению совместного использования трансграничных рек.

Заключение. Межправительственные соглашения, призванные регулировать использование водных ресурсов трансграничных рек Центральной Азии, не сняли с повестки дня данную проблему. В этой связи выработка механизма, учитывающего интересы всех стран Центральной Азии в использовании водно-энергетического потенциала, остается в числе приоритетов центрально-азиатских государств.

Странам Центральной Азии следует отказаться от прямого сопоставления ценовых параметров на поставляемые водные и энергетические ресурсы, поскольку это затрудняет выработку согласованного механизма их использования. Кроме того, страны региона должны учитывать косвенные потери, связанные с нарушением доступа к водно-энергетическим ресурсам. Речь может идти о создании надгосударственного органа, состоящего из представителей стран региона, наделенных правом выработки согласованной политики в использовании водно-энергетического потенциала и учитывающего совокупность выгод и потерь каждой из стран. Подобная работа предполагает разработку совместного баланса по управлению водно-энергетическими ресурсами региона. В его основе должен быть расчет потребностей каждой из стран региона в водных и энергетических ресурсах и пути достижения компромисса в их использовании. Без взаимного учета интересов друг друга страны региона не смогут достичь компромисса. Возврат к советской системе лимитированной подачи воды и системе компенсаций позволит улучшить межгосударственные отношения и будет отвечать интересам всех сторон.

Строительство водно-энергетических объектов странами верховья приведет к дальнейшему ущемлению интересов стран низовья, которые при нынешнем режиме использования действующих водохранилищ не имеют перспектив улучшить ситуацию с доступом к водным ресурсам.

На протяжении более чем двадцати лет в странах верховья и низовья трансграничных рек проходят диаметрально противоположные процессы. В то время как страны нижнего течения разрабатывают программы по снижению дефицита водных ресурсов (последний пример – утверждение в апреле 2014 года президентом Казахстана Программы управления водными ресурсами), страны верховья прорабатывают масштабные планы по строительству новых крупных ГЭС, за счет которых предполагается решить экономические проблемы. Данный курс последовательно проводят Таджикистан и Киргизия, которые намерены в больших объемах использовать водные ресурсы, тем более для этого есть определенные условия. Из 49 км³ водных ресурсов, формирующихся в Киргизии, страна использует около 25 %, что позволяет строить планы по увеличению этого показателя [18].

Переговоры стран, расположенных в верхнем и нижнем течении, должны выходить за рамки величин сбрасываемых объемов воды и показателей выработки электроэнергии. Речь должна идти о разработке совместных действий, охватывающих работы по укреплению берегов, решению экологических проблем, формированию общего рынка электроэнергии и учету потребностей стран нижнего течения в водных ресурсах в летний период. Только в этом случае страны Центральной Азии смогут снять острые противоречия и установить добрососедские отношения. В противном случае энергетический шантаж по-прежнему будет использоваться странами региона в отношениях друг с другом. Таким образом, только через механизм совместного управления водно-энергетическими ресурсами страны региона могут создать условия для устойчивого развития и уменьшить конфликтный потенциал. Соответственно для пяти центрально-азиатских государств ключевой задачей остается разработка совместных действий по использованию и охране водных ресурсов Амударьи и Сырдарьи [19].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сарсембеков Т. Два в одном: можно ли разделить воду и гидроэнергию / Т. Сарсембеков, А. Мироненков // *Мировая энергетика*. – 2007. – № 8. – С. 50-51.
- [2] Гриняев С.Н. Актуальные вопросы применения механизма биржевой торговли для решения водно-энергетических проблем стран Центральной Азии / С.Н. Гриняев, А.Н.Фомин // *Аналитический доклад*. – М.: Центр стратегических оценок и прогнозов, 2009. – С. 3.
- [3] Жильцов С.С. Борьба за воду / С.С. Жильцов, И.С. Зонн // *Индекс безопасности*. – 2008. – № 3. – С. 49-62.
- [4] Пикулина М.Л. Проблема трансграничных водных ресурсов в Центральной Азии / М.Л. Пикулина // *Казахстан спектр*. – 2013. – № 1. – С. 31-42.
- [5] Искандархонова Б.А. Правовое регулирование использования трансграничных рек в Центральной Азии / Б.А. Искандархонова // *Московский журнал международного права*. – 2007. – № 3. – С. 140-153.
- [6] Кузьмина Е.М. Геополитика Центральной Азии / Е.М. Кузьмина. – М.: Наука, 2007. – 68 с.
- [7] Гусейнов В. Водные ресурсы ЦАР / В. Гусейнов, А. Гончаренко // *Центральная Азия. Геополитика и экономика региона*. – М.: Красная звезда, 2010. – С. 68-88.
- [8] Петров Г. Конфликт интересов между гидроэнергетикой и ирригацией в Центральной Азии. Его причины и пути преодоления / Г.Петров // *Центральная Азия и Кавказ*. – 2010. – № 3. – С. 59-72.
- [9] Боришполец К.П. Вода как *regretum Mobile* центрально-азиатской политики / К.П. Боришполец // *Вестник Московского университета. Сер. 12. Политические науки*. – 2010. – № 5. – 29 с.
- [10] Искандархонова Б.А. Правовое регулирование использования трансграничных рек в Центральной Азии / Б.А. Искандархонова // *Московский журнал международного права*. – 2007. – № 3. – С. 140-153.
- [11] Аманжолов Ж.М. Многосторонние международные договоры в обеспечении водной безопасности в Центральной Азии / Ж.М. Аманжолов // *Московский журнал международного права*. – 2007. – № 4. – С. 226-244.
- [12] Ауелбаев Б. Политика стран Центральной Азии и водно-энергетические проблемы региона / Б. Ауелбаев, Т. Ержанов // *Analytic (Казахстан)*. – 2009. – № 3. – С. 13-18.
- [13] Борисова Е. Таджикистан – Узбекистан: борьба за водные ресурсы / Е. Борисова // *История и современность*. – М., 2011. – С. 93-106.
- [14] Зонн И.С. Аральская энциклопедия / И.С. Зонн, М.Г. Глянц // М.О. – 2008. – 352 с.
- [15] Сырлыбаева Б.Р. Управление водными ресурсами как фактор обеспечения безопасности Центрально-Азиатского региона / Б.Р. Сырлыбаева // *Актуальные проблемы безопасности и сотрудничества в Каспийско-Центрально-Азиатском регионе: Материалы XI ежегодной Алматинской конференции (20 июня 2013 г.)*. – Алматы: КИСИ, 2013. – С. 119-148.
- [16] Пикулина М.Л. Проблема трансграничных водных ресурсов в Центральной Азии / М.Л. Пикулина // *Казахстан спектр*. – 2013. – № 1. – С. 31-42.
- [17] Ауелбаев Б. Политика стран Центральной Азии и водно-энергетические проблемы региона / Б. Ауелбаев, Т. Ержанов // *Analytic (Казахстан)*. – 2009. – № 3. – С. 13-18.
- [18] Януш Павлетта. Правовые механизмы сотрудничества в области управления трансграничными водотоками в Центральной Азии / Януш Павлетта // *Центрально-азиатская научно-практическая конференция «Водному сотрудничеству стран Центральной Азии – 20 лет: опыт прошлого и задачи будущего» (20-21 сентября 2012)*. – Алматы, 2012. – С. 14-15.
- [19] Кипшакбаев Н.К. Водному сотрудничеству стран Центральной Азии – 20 лет: опыт прошлого и проблемы будущего / Н.К. Кипшакбаев // *Водное хозяйство Казахстана*. – 2013. – № 2(52). – С. 15-20.

М. Ю. КАЛИНИН

Ассоциация хранителей рек «ЭКО-КРОНЕС», Минск, Белоруссия

ВКЛАД БЕЛАРУСИ В МЕЖДУНАРОДНОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ «ВОДА ДЛЯ ЖИЗНИ»

Дается краткая характеристика водных ресурсов Республики Беларусь, приводятся их экологическое состояние и степень использования. Описаны мероприятия, которые осуществила страна с 2005 по 2015 г.

A brief description of the Republic of Belarus of water resources and their environmental condition and the extent of use. The measures that the country has implemented over the period from 2005 to 2015.

В мире насчитывается 263 международных речных бассейна, в которых проживает около 40 % населения планеты Земля.

Территория Беларуси составляет 207,6 тыс. км². Сельскохозяйственные угодья занимают 44 % территории страны, леса – 38 %, под водными объектами – 2 %, прочие земли – 16 %. В ландшафте преобладают обширные равнины – максимальная высота над уровнем моря составляет лишь 370 м. Цепь холмов, проходящих в широтном направлении, разделяет страну на северную часть, реки которой впадают в Балтийское море, и южную – принадлежащую к бассейну Черного моря. Примерно 55 % речного стока приходится на реки бассейна Черного моря и 45 % – Балтийского [1].

Практически все бассейны рек Беларуси являются трансграничными [2]. В бассейне Балтийского моря расположены реки Западная Двина (Россия – Беларусь – Латвия), Неман (Беларусь – Литва – Россия), Западный Буг (Украина – Беларусь – Польша). В бассейне Черного моря расположены реки Днепр (Россия – Беларусь – Украина) и Припять (Беларусь – Украина). Общий объем среднесуточного речного стока составляет около 58 км³ (таблица 1).

Таблица 1 – Ресурсы речного стока в разрезе бассейнов основных рек Беларуси

Бассейн реки	Водные ресурсы в средний по водности год, км ³ /год	
	формирующиеся в стране	суммарные
Западная Двина (включая р. Ловать)	6,8	13,9
Неман (исключая р. Виляя)	6,6	6,7
Виляя	2,3	2,3
Западный Буг (включая р. Нарев)	1,4	3,1
Днепр	11,3	18,9
Припять	5,6	13,0
Всего	34,0	57,9

Климат страны умеренно континентальный (среднемесячные температуры варьируют от – 7 до + 18 °С) и умеренно влажный, что объясняет распространённость заболоченных территорий, занимающих более 20 % территории страны. Большая часть речного стока (34 км³, или 59 %) формируется в страны. Приток воды с территории соседних государств (России и Украины) равен 23,9 км³ в год (41 %).

На территории республики находится около 11 тыс. озер, 88 % из которых имеют площадь зеркала до 10 га. Озер площадью более 100 га всего 2,2 %. В озерах республики сосредоточено около 9 км³ воды. В настоящее время в Беларуси создано 140 водохранилищ, осуществляющих сезонное регулирование и имеющих объем свыше 1 млн м³ каждое. Полезный объем водохранилищ – 1,2 км³, что составляет несколько больше 3 % стока, формирующегося на территории республики. Полный объем водохранилищ – 2,95 км³, их суммарная площадь составляет

797 км², или 0,5 % площади республики. По месту расположения преобладают водохранилища руслового типа (50 % от общего числа водохранилищ). На севере широко представлены водохранилища, созданные плотинами в озерах. Всего насчитывается 16 озерных водохранилищ, или 14 % от общего числа. К их числу относятся Лукомльское, Езерищенское, Селявское, Освейское (бас. Зап. Двины), Погост и Гоша (бас. Припяти) и другие.

Пресные подземные воды являются одним из наиболее ценных возобновляемых природных ресурсов. Они распространены на территории Беларуси повсеместно. Их естественные ресурсы составляют 15,9 км³ в год (0,043 км³/сут), прогнозные – 18,1 км³ в год (0,049 км³/сут), причем более половины из них гидравлически связаны с речными (таблица 2). Величина естественных и прогнозных ресурсов зависит от условий формирования подземных вод. Модули ресурсов подземных вод составляют здесь 250–350 м³/сут с 1 км², превышая на отдельных участках 400 м³/сут с 1 км². В северной, юго-западной и юго-восточной частях республики прогнозные ресурсы характеризуются сравнительно низкими значениями модуля (100–200 м³/сут с 1 км²).

Таблица 2 – Ресурсы и запасы подземных вод в границах бассейнов рек Республики Беларусь

Бассейн реки	Ресурсы подземных вод, км ³ /год		Общие разведанные эксплуатационные запасы, км ³ /год	Отбор подземных вод для использования, км ³ /год
	естественные	прогнозные		
1. Зап. Двина	2,69	2,97	0,29	0,094
2. Днепр (без Припяти)	5,20	5,52	1,09	0,465
2.1. Березина (без Свислочи)	1,80	2,40	0,28	0,269
2.1.1. Свислочь	0,49	0,26	0,25	0,174
2.2. Сож	2,22	1,21	0,27	0,077
3. Припять	2,56	3,75	0,39	0,153
4. Неман (без Вилии)	3,61	3,51	0,42	0,157
5. Вилия	1,33	1,67	0,11	0,033
6. Зап. Буг	0,51	0,66	0,13	0,058
Всего	15,90	18,10	2,43	0,960

По обеспеченности водными ресурсами Беларусь находится в сравнительно благоприятных условиях. Имеющиеся ресурсы природных вод вполне достаточны для удовлетворения как современных, так и перспективных потребностей страны в воде. На 1 жителя Беларуси приходится 3,4 тыс. м³ в год. Централизованное водоснабжение городов, городских и сельских поселков и промышленных предприятий республики базируется на использовании пресных подземных вод [3, 4].

На территории республики имеются 224 скважины с минеральной водой, расположенные в районах размещения санаторно-курортных и лечебных учреждений и заводов по розливу воды. В эксплуатации находятся 130 скважин. Остальные работают периодически или временно законсервированы. В настоящее время насчитывается 83 санаторно-курортных и лечебных учреждения различного профиля, имеющих скважины с минеральной водой.

Основная ответственность за управление водными ресурсами в стране возложена на Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды (Минприроды). К числу других учреждений, выполняющих важные функции в системе управления водными ресурсами, относятся:

- Министерство здравоохранения Республики Беларусь – установление стандартов качества питьевой воды и осуществление соответствующего мониторинга;
- Министерство жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь – планирование, строительство и эксплуатация систем водоснабжения и канализации, а также установок по очистке сточных вод;
- Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь – строительство систем водоснабжения.

Указом Президента Республики Беларусь от 21 апреля 2003 г. № 161 Беларусь присоединилась к Хельсинской конвенции ЕЭК ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, 27 августа 2003 г. эта конвенция вступила в силу.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 июля 2003 г., № 890 Минприроды определено ответственным органом за исполнение Хельсинской конвенции.

Республика Беларусь заключила двусторонние межправительственные соглашения с Российской Федерацией (Минск, 2002 г.) о сотрудничестве в области охраны и рационального использования трансграничных водных объектов. Подписание Соглашения значительно активизировало деятельность на уровне этих стран. Созданы соответствующие комиссии, назначены уполномоченные от государств, определены составы рабочих групп. Для каждой группы разработан регламент, план работы, перечень организационных мероприятий. Совместная российско-белорусская комиссия проводит свои заседания по мере необходимости, созданы рабочие группы по бассейнам рек Западная Двина и Днепр. На заседаниях рассматриваются вопросы инвентаризации основных источников загрязнения, проведения мониторинга и оценки современного состояния трансграничных вод, процедуры обмена оперативной информацией.

Завершились национальные процедуры подготовки к подписанию трехстороннего соглашения Беларуси, России и Литвы по охране и рациональному использованию вод бассейна р. Неман, принято постановление Правительства Беларуси от 22 февраля 2008 г., № 244, в котором выражается согласие на подписание соглашения. На стадии переговоров находится проект соглашения по р. Западная Двина.

По структуре водопользования в Беларуси 44 % забираемой из водных объектов воды используется на хозяйственно-питьевые нужды, 29 % – на производственные и 27 % – на сельскохозяйственные, включая рыбное прудовое хозяйство и орошение. В структуре водоотведения (сброса сточных вод) в поверхностные водные объекты 55 % поступает от населения, 25 % – от производственных объектов, 7 % – от объектов теплоэнергетики и 13 % – от объектов прудового рыбного хозяйства [5].

С 1990 г. прослеживается тенденция уменьшения забора воды, прежде всего, из поверхностных водных объектов, за счет которых в основном обеспечиваются нужды промышленности и теплоэнергетики. К настоящему времени забор поверхностных вод по сравнению с 1990 г. сократился более чем в два раза. Забор воды из подземных источников также ежегодно уменьшается, что связано с экономией воды в результате установки индивидуальных приборов учета воды населением и предприятиями республики и регулированием тарифов.

Сохраняется тенденция уменьшения использования на производстве воды питьевого качества. Объем питьевой воды, использованной на производственные нужды, по сравнению с уровнем 1990 г. сократился на 35 %. Удельное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды составило 162 дм³ в сутки на человека.

Объем водоотведения по сравнению 1990 г. сократился на 52 %, при этом отведение вод в поверхностные водные объекты снизилось на 48 %, на поля фильтрации – на 26 %, на земельные поля орошения – на 25 %.

В целом забор воды из природных водных объектов за последние 3 года уменьшился на 5 %. Удельное водопотребление с 2000 г. сократилось на 14 %, а удельное водоотведение – на 22 %.

Водное хозяйство является одной из базовых отраслей, успешное функционирование которой обеспечивает основу стабильного развития всего хозяйственного комплекса республики.

Организация в республике системы управления водными ресурсами на основе рационального сочетания административного и бассейнового принципов управления водопользованием имеет важнейшее значение для перехода на модель устойчивого развития.

Основополагающим документом для осуществления бассейнового принципа управления водохозяйственной и водоохранной деятельностью должна быть Схема комплексного использования водных ресурсов бассейна реки [6]. В связи с утверждением Советом Министров Республики Беларусь от 09 октября 2007 г., № 1286 Положения о порядке разработки, утверждения и реализации схем комплексного использования и охраны вод разработана Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Неман.

Для контроля качества речных вод проводится регулярный мониторинг в рамках ведения Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (НСМОС), включая трансграничный мониторинг. В настоящее время мониторинг состояния поверхностных вод на трансграничных участках рек проводится в соответствии с приказом Минприроды от 17 марта 2004 г., № 66 «Об организации и проведении мониторинга поверхностных вод на трансграничных участках рек Республики Беларусь».

Сформирована сеть пунктов наблюдения за состоянием поверхностных вод на трансграничных участках рек Беларуси, в том числе в бассейне реки Западная Двина – 4 пункта; в бассейне реки Неман – 5, в бассейне Днепра и Припяти – 15.

Определен перечень параметров и установлена периодичность проведения наблюдений за состоянием поверхностных вод. Всего наблюдение на трансграничных участках рек осуществляется по 49 показателям: гидрологические наблюдения – ежедневно; 40 гидрохимических показателей – от 7 до 12 раз в год; 6 гидробиологических показателей – 1–3 раза в год.

На основе адаптации международных стандартов ISO разработано 15 государственных стандартов, регламентирующих проведение отбора проб и измерения более 80 показателей состояния поверхностных вод. Осуществляется внедрение современных методов определения стойких органических загрязнителей в пробах воды и донных отложений. Значительное внимание уделяется повышению квалификации кадрового состава и освоению современных подходов лабораторной практики на базе ведущих европейских аналитических центров.

Состояние водных экосистем на трансграничных водотоках бассейна Балтийского моря в течение последних лет является достаточно стабильным.

Бассейн реки Западная Двина. На водосборной водосборной площади бассейна р. Западная Двина на территории Республики Беларусь регулярные наблюдения за качеством речных вод проводятся на 38 водных объектах (10 реках и 28 озерах), в том числе на 3 трансграничных участках рек с Российской Федерацией (реки Западная Двина, Каспля и Усвяча) и 1 – с Латвийской Республикой (р. Западная Двина). Сеть мониторинга поверхностных вод бассейна реки насчитывает 66 пунктов наблюдений.

Для характеристики качества поверхностных вод и оценки состояния водных объектов в течение года анализируется свыше 500 проб воды с выполнением более 19 тыс. гидрохимических определений.

Гидробиологические наблюдения проводятся на р. Западная Двина от г.п. Сураж (граница с Российской Федерацией) до н.п. Друя (граница с Латвийской Республикой) и ее притоках – реках Улла, Оболь, Полота, Ушача и Дисна, а также на трансграничных створах: р. Усвяча (н.п. Новоселки), р. Каспля (г.п. Сураж) и включенных в сеть мониторинга створах на реках Друйка (н.п. Луни) и Нища (н.п. Юховичи), озерах Гомель, Отолово, Черствятское и Долгое, водохранилище Селява.

Анализ среднегодового содержания биогенных веществ свидетельствует о сохранении проблемы загрязнения воды Западной Двины на участке Полоцк–Верхнедвинск азотом аммонийным. В годовом ходе наблюдений содержание азота нитритного по течению водотока колебалось весьма значительно, тем не менее среднегодовое содержание азота нитритного и азота нитратного существенно ниже предельно допустимого уровня.

Пространственный диапазон концентраций соединений фосфора в течение года достаточно широк: фосфора фосфатов – от 0,1 до 1,1 предельно допустимой концентрации (ПДК), фосфора общего – от 0,1 до 0,8 ПДК, что свидетельствует о благополучии экосистем реки в отношении этого ингредиента.

Состояние водной экосистемы реки Западная Двина и большинства ее притоков по совокупности гидробиологических показателей остается стабильным и классифицируется как чистые – умеренно загрязненные воды. Среди факторов, влияющих на гидрохимические характеристики водоемов бассейна, основными являются рекреация, урбанизация, промышленное производство и сельское хозяйство.

К группе водоемов, характеризующихся хорошим качеством воды, можно отнести озера Волосо Северный, Волосо Южный, Мядель, Лукомское, Савонар, Добеёвское, Россоно, Ричи, Дрисвяты, Снуды, Струсто, Обстерно, Сенно и Дривяты, о чем свидетельствует внутри- и

межгодовое распределение концентраций биогенных веществ, соединений углеродородного ряда и большинства тяжелых металлов.

Крупнейшие промышленные центры и города расположены у основного русла реки – Витебск, Полоцк и Новополоцк. Это предопределяет и основную нагрузку от сбросов сточных вод. Основными загрязнителями в бассейне являются УП «Витебск-водоканал», ОАО «Полимир» (г. Новополоцк), ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк).

В бассейне Западной Двины водно-экологическая обстановка имеет следующие особенности:

загрязненность реки на входе в республику вследствие антропогенного воздействия на водосборе в Российской Федерации;

необходимость учета интересов Латвийской Республики согласно международным и двусторонним соглашениям;

значительная загрязненность речных вод ливневыми стоками;

существенный вклад других рассредоточенных источников в загрязнение вод реки и ее притоков (от 30 до 80 % по различным ингредиентам);

концентрация источников загрязнения в районе г. Новополоцка;

необходимость обезжелезивания подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Бассейн реки Неман. Режимные наблюдения за состоянием водных экосистем бассейна р. Неман по гидрохимическим показателям проводятся в 62 пунктах мониторинга поверхностных вод, включенных в государственный реестр пунктов наблюдений НСМОС, 5 из которых расположены на трансграничных участках рек Неман, Виляя, Крынка, Свислочь и Черная Ганьча. Всего стационарными наблюдениями было охвачено 22 водотока и 12 водоемов.

В год в бассейне р. Неман отбирается около 500 проб поверхностных вод и выполняется более 18 тыс. гидрохимических определений.

Гидробиологические наблюдения на р. Неман и ее притоках проводятся практически в тех же створах, что и гидрохимические наблюдения.

В последние годы показатели качества воды Немана у н.п. Привалка (воды, выходящие на территорию Литвы) удовлетворяли требованиям, предъявляемым к водным объектам рыбохозяйственного назначения.

По совокупности гидрохимических и гидробиологических показателей состояние водной экосистемы р. Неман и ее притоков классифицируется как чистые – умеренно загрязненные воды. Исключение составляет состояние речной экосистемы в районе г. Гродно (умеренно загрязненные воды), что обусловлено влиянием промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод города.

Продолжаются регулярные наблюдения за состоянием озерных экосистем: Большие Швакшты, Баторино, Вишневское, Мясстро, Нарочь, Свирь, Свитязь и вдхр. Вилейское. В рамках реализации мероприятий Госпрограммы развития НСМОС в Республике Беларусь в программу режимных наблюдений включены также оз. Белое, вдхр. Волпянское, вдхр. Зельвенское и вдхр. Миничи.

Большинство водоемов бассейна р. Неман располагается на водосборной площади р. Виляя. На протяжении ряда лет стабильно хорошим сохраняется состояние водных экосистем Нарочанской группы – Нарочь, Мясстро и Баторино, объединенных между собой короткими протоками. В многолетнем периоде наблюдений содержание большинства приоритетных веществ в воде этих озер фиксировалось значительно ниже предельно допустимого уровня.

Основными загрязнителями воды в бассейне являются ГУКПП «Гродноводоканал», ОАО «Гродноазот», «Водоканал» (г. Барановичи).

Водно-экологические особенности бассейна р. Неман:

неудовлетворительное качество речной воды, используемой для хозяйственных целей;

отсутствие очистных сооружений в некоторых городах и большинстве поселков городского типа;

засорение и заиливание рыбохозяйственных прудов;

отсутствие приборов учета в рыбхозах;

преобладающее влияние рассредоточенных источников загрязнения (от 40 до 90 %) на качество вод реки и ее притоков;

переброска значительного количества вилейской воды в бассейн Днепра по Вилейско-Минской водной системе;

неупорядоченность навозоудаления, отведения и очистки стоков животноводческих комплексов;

необходимость охраны уникальных водных объектов (Нарочанской озерной группы);

трансграничный перенос загрязнений по руслу реки в Литву.

Бассейн реки Западный Буг. Режимные наблюдения за качеством поверхностных вод бассейна р. Западный Буг проводятся на 18 пунктах мониторинга, включенных в государственный реестр пунктов наблюдений НСМОС, 11 из которых расположены на трансграничных участках рек Западный Буг, Мухавец, Нарев, Лесная, Лесная Правая и Копаювка. Всего стационарными наблюдениями охвачено 7 водотоков.

За год организациями и территориальными органами Минприроды отбирается свыше 200 проб речной воды и выполняется около 7 тыс. гидрохимических определений.

Гидробиологические наблюдения проводятся на трансграничных створах реки Западный Буг и ее притоках – реках Мухавец, Лесная, Лесная Правая, Копаювка и Рыга.

В Республике Беларусь регулярными наблюдениями охвачен участок р. Западный Буг от н.п. Томашевки до н.п. Новоселки (трансграничные пункты наблюдений на границе с Республикой Польша) и его наиболее крупные притоки – реки Копаювка, Мухавец, Лесная, Лесная Правая и Нарев.

По сравнению с другими крупными реками республики воды Западного Буга в значительной степени минерализованы. Согласно данным стационарных наблюдений наибольшим содержанием растворенных солей, как и ранее, характеризовались воды, поступающие с территории Республики Польша. Еще одной особенностью водотока является широкий диапазон концентраций взвешенных веществ: их минимальное содержание в последние годы фиксировалось по всему течению реки в марте (3,6–10,2 мг/дм³), максимальное (31,9 мг/дм³) достигало в сентябре (в черте г. Бреста).

В годовом разрезе по всему течению Западного Буга фиксируется значительное количество органического вещества; бихроматная окисляемость на уровне 45–49 мгО₂/дм³ характеризует половину проб, отбираемых у н.п. Речица (после впадения р. Мухавец). Данный участок водотока определен «наиболее проблемным» в отношении содержания биогенных элементов. Здесь концентрации азота аммонийного составляют 1,4 ПДК, азота нитритного – 1,7 ПДК и фосфатов – 3,2 ПДК.

Анализ многолетней динамики концентраций азота аммонийного свидетельствует о том, что загрязнение воды Западного Буга данным биогенным веществом происходит непосредственно на территории Республики Беларусь. В течение года повышенные концентрации N-NH₄ (1,1–2,0 ПДК) фиксируются в 67 % проб воды, отобранных на участке н.п. Речица – н.п. Новоселки.

С 2008 г. в бассейне р. Западный Буг в систему мониторинга включены водохранилища Луковское и Беловежская Пуца, а также водотоки Рудавка (в черте н.п. Рудня) и Спановка (выше н.п. Медно).

Состояние водных экосистем притоков реки Западный Буг остается стабильным, воды классифицируются как чистые – умеренно загрязненные, что свидетельствует об относительно благополучной экологической ситуации водотоков.

Наибольшее воздействие рассредоточенных источников загрязнения на качество речных вод сказывается в р. Мухавец и р. Западный Буг, куда сбрасываются сточные воды г. Брест.

В бассейне Западного Буга водно-экологическая обстановка имеет следующие особенности:

трансграничный перенос по руслу реки загрязняющих веществ, поступающих на пограничный створ между Украиной (выше по течению), Беларусью (правый берег) и Польшей (левый берег); далее перенос усиливается за счет поступления загрязняющих веществ на пограничном участке реки между Беларусью и Польшей с промежуточных водосборов этих стран;

преобладающее влияние рассредоточенных источников загрязнения (от 60 до 90 % по различным ингредиентам) на качество вод реки и ее притоков;

загрязнение рек Западный Буг и Мухавец вследствие перевозки грузов речным транспортом (Днепровско-Бугский канал является частью крупной трансграничной водно-транспортной системы по направлению Украина–Беларусь–Польша).

Бассейн реки Днепр. Режимные наблюдения за качеством поверхностных вод бассейна Днепра проводятся на 24 водных объектах (19 реках, 4 водохранилищах и 1 озере), в том числе на 6 трансграничных участках рек Днепра, Сожа, Вихры, Ипути и Беседи – воды, поступающие с территории Российской Федерации. Сеть мониторинга насчитывает 71 пункт (створ) наблюдений.

Для оценки состояния водных объектов бассейна Днепра, определения уровня загрязнения водоемов и водотоков проводятся испытания 728 проб поверхностных вод с выполнением более 28 тыс. гидрохимических определений. Анализ полученных результатов свидетельствует об общем улучшении состояния водных объектов бассейна: общее количество зафиксированных превышений ПДК (14,5 % от общего числа гидрохимических определений) снижается.

Основной вклад в общее количество превышений предельно допустимых концентраций вносят железо общее – 16,3 %, соединения меди – 15,4 %, марганца – 13,6 % и цинка – 10,9 %, менее весомый – азот аммонийный – 9,6 %, минеральный фосфор – 8,3 %, азот нитритный – 5,6 %, легкоокисляемые органические вещества – 4,2 %.

Стационарные пункты наблюдений на Днепре расположены на участке реки от н.п. Сарвиры (трансграничный створ на границе с Россией) до пгт. Лоев (трансграничный створ на границе с Украиной). По течению реки находятся населенные пункты с развитой промышленностью – Орша, Шклов, Могилев, Быхов, Речица и Лоев. Их производственные сточные воды и поверхностный сток с территории, наряду с расположенными на водосборе реки сельскохозяйственными объектами, являются основными источниками поступления в реку и ее притоки загрязняющих веществ.

Гидробиологические наблюдения на реке Днепр проводятся на участке Днепра от н.п. Сарвиры до н.п. Лоева и ее притоках (реках Березина, Плиса, Свислочь, Сож, Беседь, Вихра, Поросица, Жадунька, Ипуть, Терюха, Гайна, Добысна, Сушанка).

Состояние водных экосистем реки Днепр в районе н.п. Сарвиры, городов Орша и Могилева по совокупности гидробиологических показателей оценивается II – III классом (чистые – умеренно загрязненные). Экологическое состояние реки на створах городов Шклов, Быхов и Лоев оценивается III классом (умеренно загрязненные).

Бассейн реки Припять. Режимные наблюдения за качеством поверхностных вод Припяти проводятся на 26 водных объектах, в том числе на 19 водотоках и 7 водоёмах. Сеть регулярных наблюдений насчитывает 38 пунктов (створов) наблюдений, 9 из которых расположены на трансграничных участках водотоков. В бассейне р. Припять контролируется качество поверхностных вод, поступающих как с территории Украины (рек Припяти – северо-восточнее н.п. Б. Диковичи, Стыри, Простыри, Горыни, Львы, Ствиги, Уборти и Словечны), так и на её территорию (р. Припяти восточнее н.п. Довляды).

Для оценки качества поверхностных вод бассейна Припяти отбирается более 300 проб поверхностных вод с определением более 11 тыс. гидрохимических показателей. Общее количество зафиксированных превышений ПДК – 13,3 % от общего числа гидрохимических определений.

Основной вклад в общее количество превышений предельно допустимых концентраций вносят железо общее – 21,2 %, соединения марганца – 15,7 %, меди – 13,3 % и азот аммонийный – 12,7 %, менее весомый – соединения цинка – 7,2 %, минерального фосфора – 7,0 %, фосфора общего – 5,8 %, легкоокисляемые органические вещества – 4,5 % и азот нитритный – 3,7 %.

Основными источниками поступления в реку и ее притоки загрязняющих веществ являются населенные пункты Пинск, Мозырь и Наровля, расположенные по течению реки, а также сельскохозяйственные объекты на водосборе [7].

Уникальность проблемы трансграничных водных ресурсов реки Припять заключается в том, что она дважды пересекает государственную границу двух соседних государств – Украины

и Республики Беларусь – в верховье и нижнем течении. Это обстоятельство, с одной стороны, ставит практически в равные условия две страны с точки зрения использования и загрязнения их водных ресурсов, а с другой – усложняет разработку системы совместного бассейнового управления.

Проблема наводнений – одна из самых актуальных и сложных в бассейне. Прежде всего это касается постоянных затрат на предупреждение и ликвидацию их последствий. Среди причин, усугубляющих последствия наводнений, можно выделить активное зарастание речных русел и пойм, что приводит к уменьшению их пропускной способности, а русла рек из меандрирующих превращаются в разветвленные на рукава. При этом уменьшаются скорости течения и повышаются уровни прохождения половодий и высоких паводков, а время затопления пойм может достигать 2–3 месяцев и более. В годы с высокими наводнениями эта проблема имеет статус национальной для обеих стран.

Проблема оптимизации использования осушенных земель. Общая площадь осушенных земель в бассейне составляет 22 % от всей его территории, а общая площадь осушенных болот еще выше – 64 % от общей площади болот до начала проведения осушительных мелиораций в начале 50-х годов прошлого столетия. Это привело, с одной стороны, к увеличению пригодных к сельскохозяйственному использованию земель, а с другой – к разрушению водно-болотных угодий. В результате в меженный период (особенно летом и осенью) сток особенно малых рек может резко снижаться, что способствует активному зарастанию их русел. Вместе с тем существуют значительные проблемы в эксплуатации гидромелиоративных систем (их изношенность и часто неисправное состояние), что приводит к уменьшению пропускной способности каналов и подтоплению сельскохозяйственных угодий. На ремонтные работы зачастую отсутствует финансирование.

Проблема использования водопитательной системы Днепроовско-Бугского канала. Это один из самых сложных вопросов управления водными ресурсами в бассейне р. Припять. Здесь можно выделить 3 основных аспекта:

1. Юридический, который касается статуса водозабора и большей части водопитательной системы, условий получения достоверной информации о количестве забираемой воды и разработке новых правил эксплуатации водозабора Днепроовско-Бугского канала и Белозерской водопитательной системы.

2. Экологический, который касается ухудшения общей экологической обстановки и деградации русла р. Припять ниже водозабора и экологического состояния озер Святое, Волянское и Белое.

3. Хозяйственный, который касается сложившейся инфраструктуры водопитательной системы Днепроовско-Бугского канала в целом. Через систему проходит часть паводочного стока, что уменьшает площади и высоту затопления и подтопления прилегающих территорий. Вместе с тем канал – это функционирующая водно-транспортная система, играющая заметную роль в экономике данной территории.

Имеющиеся водные ресурсы Беларуси достаточны для удовлетворения современных и перспективных потребностей в воде в регионе. Ограничений водопользования вследствие дефицитов воды не зарегистрировано.

Степень использования речного стока не превышает 10 % от речного стока, формирующегося в республике в год 95 % вероятности превышения.

Использование воды на хозяйственно-питьевые нужды по-прежнему остается основной составляющей в использовании свежей воды идет постоянное уменьшение показателя использования воды на хозяйственно-питьевые нужды. Снижение по-прежнему связано с ростом приборного учета использования воды в жилом секторе городов и усилением позитивных тенденций водосбережения в отрасли жилищно-коммунального хозяйства.

Все крупные города региона оснащены очистными сооружениями. Объем сбрасываемых сточных вод в поверхностные водные объекты стабильно снижается начиная с 1995 г. Однако существует значительная потребность в реконструкции очистных сооружений и углублении степени очистки, в первую очередь, от биогенных элементов сбрасываемых сточных вод. Это позволит значительно улучшить качество трансграничных речных вод Беларуси и снизить объем загрязнений.

В рамках Международного десятилетия «Вода для жизни» Беларусь организовала четыре международных водных форума, которые проходили в столице государства – г. Минске; приняла участие в ряде международных проектов: «План управления речным бассейном р. Припять», «Система информационного управления и инфраструктура для трансграничных бассейнов рек Даугава/Западная Двина и Немунас/Неман», «Сеть Международных речных бассейнов районов восточной части Балтийского моря» (TRABANT), «Снижение загрязнения в бассейне реки Буг», «Разработка руководства по водным ресурсам и адаптации к изменению климата» (ЕЭК ООН) и ряд других. Для информирования специалистов и жителей республики вышли крупные справочники «Озера Беларуси», «Водохранилища Беларуси» и «Голубое сокровище Беларуси: реки, водохранилища, туристический потенциал водных объектов», «Мухавец – энциклопедия малой реки». Начата серия энциклопедических публикаций (фотоальбомов), посвященная описанию наиболее крупных водных объектов (рек, озер, водохранилищ, каналов) административных областей Беларуси (настоящему времени из печати вышли книги по Витебской, Гомельской, Минской и Могилевской областям), а также серия книг, посвященная описанию природных ресурсов (в том числе и водных) административных районов Беларуси (из печати вышли книги по Жлобинскому, Кобринскому, Мозырьскому, Оршанскому и Речицкому районам). Ежегодно издается «Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод».

В 2007 г. в Центральном научно-исследовательском институте комплексного использования водных ресурсов был открыт музей «Водные ресурсы Республики Беларусь». Музей работает бесплатно. С момента открытия его посетили около 3000 человек.

В 2008 г. вышла публикация «Оценка состояния водных ресурсов бассейнов рек Западная Двина и Неман в Республике Беларусь».

В 2009 г. по решению Минприроды была начата масштабная работа по инвентаризации водных объектов по всей Беларуси в рамках ГНТП «Экологическая безопасность». Ранее такая инвентаризация проводилась 47 лет назад. В том же году впервые в республике проведен конкурс «Река моего детства». На конкурс поступило более 650 творческих работ по пяти номинациям (стихи, рассказы и легенды, авторские песни, рисунок, фотографии). В конкурсе приняли участие журналисты, учителя, библиотечные работники, школьники, пенсионеры, военнослужащие, члены экологических кружков, детских центров народного творчества, все те, кто любит, ценит и бережет природные воды – великое достояние республики, ее национальную гордость.

Были оформлено и организовано более 30 передвижных фотовыставок М. Ю. Калинина, где основное внимание уделено водным объектам. Выставки, организованные РУП «ЦНИИКИВР» совместно с Минским, Гомельским, Витебским областными комитетами природных ресурсов и охраны окружающей среды и их территориальными подразделениями, посетили более 24 тыс. человек. В связи с проведением в Стамбуле Всемирного водного форума им была подготовлена экспозиция из 50 фото водных объектов Беларуси, которая передана в Посольство Республики Беларусь в Республике Турция. Кроме того, им были изготовлены CD-диски с фотографиями «Природа Беларуси» переданные в Министерство иностранных дел Республики Беларусь для распространения среди дипломатических представительств за рубежом. В этом же году им была начата новая серия научных изданий «Прикладные вопросы озераведения Беларуси». Вышли две монографии: «Гидрохимические аспекты трансформации озер Белорусского поозерья в результате сброса сточных вод» и «Рекреационные нагрузки на озера Минской области». Подготовлена к изданию третья монография этой серии «Оценка влияния радиоактивного загрязнения водных объектов на их рекреационный потенциал (на примере Гомельской области)». В 2010 и 2011 гг. вышли две монографии: сначала в Беларуси: «Чрезвычайные ситуации и их последствия: мониторинг, оценка, прогноз и предупреждение», в которой основная роль отведена наводнениям, а затем совместный труд белорусских и казахских ученых по этой же теме.

В республике разработана и действует «Национальная стратегия в области использования водных ресурсов», в которой запланировано до 2020 г. увеличить использование гидроэнергетического потенциала рек, снизить водопотребление в отдельных отраслях промышленности

и жилищно-коммунального сектора, снизить количество вод питьевого качества на производственные нужды, ввести в строй новые очистные сооружения в городах Гродно и Бресте, более широко внедрять технологии оборотного и повторно-последовательного использования в промышленности и теплоэнергетике.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Калинин М.Ю. Водные ресурсы как фактор устойчивого развития государств / М.Ю. Калинин // Природопользование. – Минск, 1999. – Вып. 5. – С. 3-8.
- [2] Калинин М.Ю. Трансграничные речные бассейны Днепра и Западной Двины: вопросы сотрудничества Беларуси и России / М.Ю. Калинин, А.П. Станкевич, Е.Е. Петлицкий, В.С. Жедь, С.П. Уточкина, М.Г. Герменчук // Водные ресурсы. – 2009. – № 24. – С. 43-51.
- [3] Калинин М.Ю. Оценка состояния качества пресных подземных вод Беларуси / М.Ю. Калинин // Сергеевские чтения: Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инж. геол. и гидрогеол. 22–23 марта 2001 г. – М.: ГЕОС, 2001. – С. 167-172.
- [4] Kalinin M. Groundwater Monitoring System in Belarus Groundwater Management in the East of the European Union / M. Kalinin, K. Kurilo, I. Filchankava. – Springer, 2009. – P. 41-49.
- [5] Калинин М.Ю. Исследование изменений поверхностных и подземных вод в результате естественных и антропогенных факторов / М.Ю. Калинин, В.Ф. Логинов, В.Ф. Иконников, Л.Н. Синякевич, А.В. Тимофеев // Природопользование. Сб. науч. трудов ИПИПРЭ НАНБ / Под ред. И. И. Лиштвана, В. Ф. Логинова. – Минск: ИГН НАНБ, 2002. – Вып. 8. – С. 88-98.
- [6] Калинин М.Ю. Схемы комплексного использования и охраны вод: основные задачи, методы и перспективы их решения / М.Ю. Калинин, А.П. Станкевич, А.М. Пеньковская, И.А. Булак // Природные ресурсы. – Минск, 2010. – № 1. – С. 30-36.
- [7] Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять / Под общей ред. М. Ю. Калинина, А. Г. Ободовского. – Минск.: Белээнс, 2003. – 269 с.

Н. КИПШАКБАЕВ

Казахский филиал НИЦ МКВК, Алматы, Казахстан

УЛУЧШЕНИЕ И УКРЕПЛЕНИЕ ИНСТИТУТОВ СОВМЕСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В БАССЕЙНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Бүгінгі күнде орталықазиялық мемлекеттерді Арал теңізі бассейнінде экономика салаларын сумен қамтамасыз етудің ортақ мәселелері біріктіреді. Табиғи кешеннің үлесін ескере отырып бассейнің су ресурстарын басқару мен суды тиімді пайдалануда барлығын біріктіретін ортақ дұрыс жол табу өте қажет. Қазіргі Халықаралық Аралды қорғау қорының ұйымдастыру құрылымының негізгі кемшіліктерін жоюға қатысты Жақтар арасында келісілген тұжырым жасау мен оны жетілдірудің мүмкін болатын жолдарын табу үшін осы процесске мүдделі жақтардың – Халықаралық Аралды қорғау қорының, Мемлекетаралық сушаруашылық үйлестіру комиссиясы, Мемлекетаралық тұрақты даму комиссиясы өкілдерінің қатысуымен бұрынғы өткен тәжірибие мен кеңестерге талдау жүргізген дұрыс болады.

Центральноазиатские государства сегодня объединяют общие интересы и проблемы водообеспечения отраслей экономики в бассейне Аральского моря. Крайне важно найти правильный путь, сблизить общие интересы в управлении водными ресурсами бассейна и рациональном использовании воды с учетом интересов природного комплекса. Для выработки согласованного между сторонами мнения относительно устранения основных недостатков существующей организационной структуры МФСА и разработки возможных путей ее совершенствования целесообразно предварительно провести анализ прошлого опыта и консультации с вовлечением в этот процесс заинтересованных сторон – представителей МФСА, МКВК, МКУР и их национальных подразделений.

The Central Asian states unite common interests and problems of water supply of industries of economy in the basin of the Aral Sea today. It is extremely important to find the correct way, to pull together common interests in water resources management of the pool and rational use of water, taking into account interests of a natural complex. For development of the opinion of relative elimination of the main shortcomings of the existing organizational structure of IFAS and development of possible ways of its enhancement approved between the Parties it is reasonable to prepost the analysis of last experience and consultation with involvement in this process of concerned parties – representatives of MFSA, ICWA, ICSD and their national divisions.

1. Центральноазиатские государства сегодня объединяют общие интересы и проблемы водообеспечения отраслей экономики в бассейне Аральского моря. Негативные социально-экономические последствия экологической катастрофы в Приаралье обязывают с большей ответственностью относиться к решению вопросов совместного использования и охраны водных ресурсов, принять их единым целым для всех стран и регулировать исходя из интересов всех народов, проживающих в регионе. Время показывает, что выход из нынешней ситуации возможен только путем объединения усилий всех стран Центральной Азии. Крайне важно найти правильный путь, сблизить общие интересы в управлении водными ресурсами бассейна и рациональном использовании воды с учетом интересов природного комплекса.

2. Водные ресурсы и их использование. Оценка среднемноголетнего стока рек Центральной Азии по данным гидрометрических наблюдений характеризуется следующими величинами: для рек бассейна Сырдарии – 37 203 млн м³/год; для рек бассейна Амударии – 79 280 млн м³/год. Таким образом, суммарные среднемноголетние ресурсы поверхностных (речных) вод в бассейне Аральского моря составляют 116 483 млн м³/год (таблица 1).

Годовые величины водных ресурсов вследствие колебаний водности изменяются от маловодных лет (95%-й обеспеченности) до многоводных (5%-й обеспеченности) в следующих пределах: по Амударии – от 58,6 до 109,9 км³, по Сырдарии – от 23,6 до 51,1 км³.

По мере развития орошения в регионе и строительства дренажных систем наблюдался рост объема возвратных вод, который был особенно интенсивным в 1960–1990 гг. Около 13,5–15,5 км³ ежегодно формировалось в бассейне Сырдарии и около 16–19 км³ – в бассейне Амударии (таблица 2).

Таблица 1 – Суммарный естественный речной сток в бассейне Аральского моря (среднегодовой сток, км³ в год – оценка НИЦ МКВК)

Государство	Речной бассейн		Бассейн Аральского моря	
	Сырдария	Амудария	км ³	%
Казахстан	2,4	–	2,4	2,1
Кыргызская Республика	26,8	1,6	28,4	24,4
Таджикистан	1,0	49,5	50,5	43,4
Туркменистан	–	1,5	1,5	1,2
Узбекистан	6,1	5,0	11,2	9,6
Афганистан и Иран	–	21,5	21,5	18,6
Китай	0,7	–	0,7	0,7
Всего по бассейну Аральского моря	37,2	79,280	116,4	100

Таблица 2 – Формирование возвратных вод и водоотведение в бассейн Аральского моря (средние за 1990–1999 гг. – оценка НИЦ МКВК), км³

Государство	Коллекторно-дренажные воды от орошения*	Сточные воды от промкомбыта	Всего формируется возвратных вод	Водоотведение и утилизация		
				в реки	в природные понижения	повторное использование
Казахстан	1,6	0,2	1,7	0,8	0,7	0,2
Кыргызская Республика	1,7	0,2	1,9	1,8	0	0,07
Таджикистан (всего)	4,0	0,5	4,6	4,2	0	0,3
В том числе бассейн Сырдарии	1,0	0,1	1,2	0,9	0	0,2
Бассейн Амударии	3,0	0,4	3,4	3,3	0	0,08
Туркменистан	3,8	0,2	4,0	0,9	3,1	0,04
Узбекистан (всего)	18,4	1,6	20,0	8,9	7,0	4,1
В том числе бассейн Сырдарии	7,6	0,89	8,4	5,5	0,8	2,1
Бассейн Амударии	10,8	0,8	11,6	3,3	6,2	2
Всего по бассейну Аральского моря	29,5	2,9	32,4	16,7	10,8	4,8
В том числе бассейн Сырдарии	11,9	1,4	13,3	9,1	1,5	2,79
Бассейн Амударии	17,6	1,5	19,1	7,6	9,3	2,1

Интенсивно водные ресурсы стали использоваться в XX веке, особенно после 1960 года, что обусловлено быстрым ростом населения, интенсивным развитием промышленности и, главным образом, ирригации (таблица 3).

Таким образом, современное суммарное использование естественных водных ресурсов составляет 130–150% по бассейну Сырдарии и 100–110% по Амударии. Это говорит о том, что воды многократно повторно используются в рамках всего бассейна.

3. Учитывая необходимость объединения усилий, президенты государств Центральной Азии подписали 26 марта 1993 года «Соглашение о совместных действиях по решению проблем Аральского моря и Приаралья, экологическому оздоровлению и обеспечению социально-экономического развития Аральского региона».

Государства–учредители решили образовать Международный фонд спасения Арала – МФСА (см. схему).

В структуре управления водными ресурсами бассейна Аральского моря можно выделить два основных уровня:

- межгосударственный (региональный);
- национальный (республиканский).

Таблица 3 – Динамика использования водных ресурсов в бассейне Аральского моря, млрд м³

Государство	1960		1970		1980		1990		1995		1999	
	всего	орошение	всего	орошение	всего	орошение	всего	орошение	всего	орошение	всего	орошение
Казахстан	9,7	9,4	12,8	12,2	14,2	12,8	11,3	10,1	11,3	10,1	8,2	7,9
Кыргызская Республика	2,2	2,1	2,9	2,8	4,0	3,8	5,1	4,9	4,9	4,7	3,2	3,1
Таджикистан	9,8	8,6	10,4	11,1	10,7	11,8	9,2	10,2	12,0	10,4	12,5	10,1
Туркменистан	8,0	7,9	17,2	17,0	23,0	22,7	23,3	22,9	23,2	22,4	18,0	16,7
Узбекистан	30,7	27,9	48,0	43,4	64,9	55,5	63,6	58,1	54,2	49,0	62,8	56,6
Всего по бассейну Аральского моря	60,6	56,1	94,5	86,8	120,6	106,7	116,2	106,4	105,8	96,7	104,9	94,6
В том числе Амудария	30,9	28,5	53,2	49,2	66,9	60,3	69,2	65,1	64,3	60,7	66,0	59,5
Сырдария	29,6	27,6	41,3	37,5	53,7	46,4	47,0	41,2	41,4	36,0	38,8	35,0



Организационная структура МФСА по управлению трансграничными водными ресурсами бассейна Аральского моря

Как показала практика, управление межгосударственными водными ресурсами – процесс очень сложный, требующий постоянного совершенствования как в организационном, правовом, так и в техническом плане.

4. Оценивая сегодняшнее положение в управлении водными ресурсами бассейна Аральского моря, следует отметить, что создание указанных соответствующих структур МФСА позволило сохранить выработанные ранее основные принципы водораспределения и избежать несогласованных действий в водохозяйственном комплексе Центральной Азии.

Правительствами стран Центральной Азии и институтами совместного управления водными ресурсами за 25 лет проведена значительная работа по регулированию водных отношений между государствами в бассейне Аральского моря.

Главным результатом является сохранение этих институциональных органов и межгосударственного сотрудничества.

Одной из ключевых составляющих сотрудничества стран Центральной Азии остается совместное управление и рациональное использование водных ресурсов бассейна Аральского моря.

Водные ресурсы этого региона – предмет особого внимания глав государств Центральной Азии, поскольку распределение и рациональное использование воды в условиях этого бассейна всегда определяло динамику развития государств.

В то же время анализ работы межгосударственных институтов по управлению трансграничными водными ресурсами бассейна Аральского моря позволяет отметить следующие недостатки:

водохозяйственные органы в Республике Казахстан, Кыргызской Республике и Республике Узбекистан за последние годы потеряли самостоятельность;

водохозяйственные органы в пределах каждого государства не являются межведомственным координационным органом по регулированию использования и охраны водных ресурсов;

все еще живы тенденции и привычки командно-административного режима прошлых лет со стороны современных исполнительных органов, препятствующих региональным органам в реализации согласованных действий по управлению водными ресурсами;

исполком МФСА и его органы осуществляют свою деятельность недостаточно активно, их влияние на деятельность МКВК и МКУР незначительно;

исполком МФСА, МКВК и МКУР находится на одной ступени иерархии в организационной структуре МФСА (равны по статусу) и подчиняется правлению МФСА, но правление МФСА не является постоянно действующим органом и соответственно не имеет возможности и координировать работу межгосударственных институтов;

отсутствует четкое разделение полномочий между органами МФСА;

слабое взаимодействие и неудовлетворительный информационный обмен между Исполкомом МФСА, МКВК, МКУР и их органами;

недостаточная прозрачность деятельности исполкома МФСА, МКВК и МКУР;

низкий уровень информирования общественности;

неустойчивое финансирование деятельности структур МФСА со стороны государств-учредителей;

отсутствуют общая координация и экспертиза региональных проектов и управления ими;

слабое вовлечение национального научного потенциала в региональные проекты;

сильная зависимость проводимых исполкомом МФСА, МКВК и МКУР региональных совещаний, заседаний и мероприятий от финансирования доноров;

не отработаны механизмы ротации структур МФСА.

Заключение. Для выработки согласованного между сторонами мнения относительно устранения основных недостатков существующей организационной структуры МФСА и разработки возможных путей ее совершенствования целесообразно предварительно провести анализ прошлого опыта и консультации с вовлечением в этот процесс заинтересованных сторон – представителей исполкома МФСА, МКВК, МКУР и их национальных подразделений.

Относительно возможных путей совершенствования деятельности институтов совместного управления водными ресурсами следует выделить следующее:

Исполком МФСА должен иметь постоянное местонахождение, чтобы облегчить задачу по укреплению материально-технической базы и кадрового потенциала, повысить эффективность деятельности органов МФСА.

Входящие в организационную структуру МФСА исполком, МКУР, МКВК и др. должны сотрудничать, а не конкурировать друг с другом, поэтому исполкому МФСА следует придать координирующую роль, и закрепить эту дополнительную функцию в законе.

Бюджет МФСА должен покрывать административные и операционные расходы исполкома, МКУР, МКВК и их подразделений в государствах-учредителях, при этом должна быть обеспечена финансовая дисциплина в образовании бюджета.

Пересмотреть функции исполкома МФСА, МКУР и МКВК, четко определить задачи, функции и ответственность этих институтов, исключить вмешательство местных исполнительных органов в работу международных институтов.

Существует необходимость создания общественного совета при МФСА, в который войдут представители МКУР, МКВК, системы энергетики, РЭЦ, НПО, опытные специалисты, ученые.

Целесообразно рассмотреть создание единого НИЦ, объединяющего базу данных при исполкоме МФСА.

Устойчивое развитие наших стран невозможно без согласованного управления водными ресурсами трансграничных рек региона. Крайне необходимо создание прочной нормативно-правовой базы совместных действий в этой области. Представляет интерес идея о разработке «Водной доктрины Центральной Азии».

За 1993–2015 гг. в соответствующих решениях, декларациях, заявлениях глав государств Центральной Азии отражены направления работы в регионе по решению социально-экономических и экологических проблем, и очень важно обобщить положения этих важнейших политико-правовых документов, разработать и подготовить под эгидой МФСА стратегию совместных действий на перспективу.

А. Н. КРУТОВ

ФГБУ «Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова», Москва, Россия

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ ВОДНОГО СЕКТОРА: МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРАКТИКА

Изложены результаты исследования международного опыта и практики реформирования институциональных структур, ответственных за управление водными ресурсами и ирригацией и мелиорацией с учетом возможности применения принципов интегрированного управления.

Результаты исследования позволили сформулировать закономерности и тенденции в совершенствовании институциональных структур и применении принципов интегрированного управления водными ресурсами государств Средней Азии, Восточной Европы и Кавказа, а также государств членов Европейского Союза и не европейских стран, находящихся в различных экономических и природно-климатических условиях и имеющих различные уровни водообеспеченности.

The results of the study of international experience and practice of the reform of the institutional structures responsible for water management and irrigation and land reclamation, taking into account the possibility of using integrated management principles are presented.

The results of study allowed to formulate the patterns and trends in improvement of institutional structure and application of the principles of integrated water resources management in Central Asia, Eastern Europe and the Caucasus, as well as the countries of the European Union Member States and non-European countries in various economic and climatic conditions and which have different levels of water availability.

Введение. В ряде стран мира давно приступили к реализации бассейнового принципа в управлении водными ресурсами и достигли при этом существенных результатов. За последнее десятилетие во многих странах началась реорганизация систем управления водными ресурсами с целью внедрения бассейнового принципа управления водными ресурсами. При конкретной реализации этого принципа его адаптируют к законодательной и политической системе данной страны.

Сравнение водохозяйственных институциональных систем разных стран может быть интересным в контексте реформирования водного сектора.

Проблемы. Признание и применение принципов интегрированного управления водными ресурсами во многих странах показало, что нет единой идеальной или универсальной модели, которая могла бы быть применена в любой стране. Модель зависит от конкретных географических, гидрологических, экономических и социальных условий. Оптимальный выбор модели перехода от одного метода управления к другому может быть сделан на основании изучения опыта других стран и его разумного применения.

Методика. Чтобы избежать чисто теоретического анализа, когда требуются конкретные результаты, методика построена на следующих принципах:

Подход, ориентированный на техническую эффективность: это понимание того, что анализ должен служить технической эффективности в водном секторе. Действительно, технические проблемы могут иметь институциональные корни, например, при недостатке или отсутствии координации между организациями.

Непредвзятость: критический анализ текущих условий в перспективе экспертной оценки международного опыта.

Использование накопленного опыта: изучение и анализ институциональных структур, добившихся наилучших результатов в управлении и охране водных ресурсов.

Широкое участие: проведение консультаций и обмена мнениями с ответственными лицами организаций водного сектора.

Результаты институционального анализа. Анализ систем и институтов управления водными ресурсами на основе собранной информации по 138 странам ФАО [1] выявил следующие закономерности:

а) принципы интегрированного управления водными ресурсами имеют все большее влияние на совершенствование институциональных систем развивающихся стран, расположенных в засушливых зонах;

б) конституционный строй и консервативные традиции могут ограничить или даже препятствовать применению принципов ИУВР.

В некоторых странах более десятка министерств и ведомств могут принимать участие в управлении водными ресурсами [2]. Однако в этой области проявляются довольно четкие тенденции:

1. **Отделение функций политики и управления от производственных и хозяйственных задач в водном секторе.** Политика и управление водными ресурсами находятся в компетенции специально уполномоченных органов (министерств, ведомств, комитетов и т.д.) или департаментов водных ресурсов в составе министерств природных ресурсов или охраны окружающей среды

2. **Управление гидроэнергетической инфраструктурой** обычно находится под контролем профильных министерств, таких, как министерства энергетики, промышленности и т.д. Многие страны передали управление гидроэнергетической инфраструктурой частным компаниям или компаниям с долей национального капитала.

3. **Водоснабжение и очистка сточных вод.** В этом секторе наблюдается наибольшее разнообразие схем. Наряду с укреплением контроля со стороны государства управление городскими системами водоснабжения и водоотведения во многих странах передано на местный уровень и осуществляется либо коммунальными предприятиями (прямое управление), либо частными предприятиями (делегированное управление). В сельской местности централизованные системы водоснабжения и канализации зачастую управляются национальными компаниями.

4. **Передача функций управления ирригацией и тенденция приватизации ирригационной и дренажной инфраструктур.** Неправительственные объединения (федерации, ассоциации, кооперативы) водопользователей созданы во многих странах. Идет активный процесс их развития. В то же время существуют значительные различия в их деятельности. Во многих странах (например, Турции) стратегически важные ирригационные инфраструктуры принадлежат и управляются государством (или национальными компаниями), а распределительная оросительная сеть полностью приватизирована и передана АВП или кооперативам для обслуживания и управления [1]. В других странах, вся оросительная сеть принадлежит государству, и главная роль АВП и кооперативов водопользователей – распределение воды между участками, взимание платы за услуги водоснабжения, обслуживание и содержание внутрихозяйственных оросительных систем, урегулирование водных споров и т.д.

В некоторых странах – там, где развита мелкомасштабная ирригация с использованием местных источников или грунтовых вод, ирригационная и дренажная инфраструктура полностью приватизирована, передана в управление частному сектору (сельскохозяйственные предприятия, кооперативы, АВП или независимые фермеры).

5. **Переход к бассейновому управлению водными ресурсами.** В то время как десятки стран выразили свою приверженность принципам ИУВР, лишь немногие из них (например, государства-члены ЕС, Австралия), создали устойчивые структуры речных бассейнов для управления водными ресурсами [1]. Чаще всего структуры управления водными ресурсами речных бассейнов остаются организованными на административном уровне, с филиалами центральных министерств / ведомств на региональном (провинции, штаты, области) и на местном уровне (в муниципалитетах, префектурах, районах).

Существуют также примеры сочетания бассейнового и административно-территориального принципов управления водными ресурсами, например, в Бразилии, Чаде, Египте и Эфиопии [1]. В таких случаях бассейновое водное управление как организация создается в целях комплексного управления ресурсами наиболее важных водных объектов страны, в то время как управление местными водными ресурсами осуществляется по территориальному признаку.

6. **Расширение участия общественности в управлении водными ресурсами.** Водные советы, которые иногда называют водными парламентами, созданы во многих странах. Как правило, это платформы для широкого обсуждения и/или принятия согласованного решения с привлечением представителей водопользователей, научно-исследовательского сектора и НПО.

В последние годы процесс создания АВП внес существенные коррективы в практику управления водными ресурсами, включая расширение участия водопользователей и общественности в обсуждении и разработке планов управления водными ресурсами. Это, как правило, является положительным фактором в обеспечении прозрачности управленческих решений в водном секторе, а также предотвращения коррупции и конфликтов на всех уровнях управления водными ресурсами.

7. Водная рамочная директива ЕС – главный документ, который обязывает государства – члены ЕС внедрить интегрированное управление речными бассейнами.

Государства – члены ЕС определили гидрографические районы, состоящие из одного или нескольких речных бассейнов, а также создали организации для управления речными бассейнами [3]. Основной задачей этих организаций является разработка и внедрение планов управления речными бассейнами в соответствии с заданными руководящими принципами.

Основные принципы, изложенные в Водной рамочной директиве ЕС:

бассейны рек - это масштаб управления водными ресурсами (как поверхностными, так и подземными);

создание или назначение компетентного органа, ответственного за управление;

разработка генерального плана для бассейна;

полное возмещение расходов за услуги водоснабжения;

активное участие пользователей в процессе планирования и широкое информирование пользователей.

Средняя Азия. Переход водного сектора к системе управления, основанной на принципах ИУВР, идет во всех странах Средней Азии. Некоторые страны уже на пути к практической реализации комплексных подходов к управлению и использованию водных ресурсов (Казахстан, Кыргызская Республика, Таджикистан), другие находятся в самом начале этого пути [4].

Несмотря на сходство экономических и институциональных проблем, каждая страна Средней Азии постепенно выбрала собственный курс развития внешней и внутренней политики, экономики и гражданского общества. С точки зрения управления водными ресурсами страны можно классифицировать на две группы: Казахстан, Кыргызстан и Таджикистан, где заметен прогресс в области ИУВР и которые в определенной мере открыты для реформ; и Узбекистан, Туркменистан, где процесс реформирования происходит медленнее или находится в начальной стадии.

Несмотря на различия между странами в прогрессе внедрения принципов ИУВР, они имеют схожие проблемы в сфере управления водными ресурсами, в частности в области национального законодательства, институтов управления водными ресурсами и норм водопользования [3, 5].

Казахстан, здесь управление водными ресурсами построено на сочетании бассейнового и административно-территориального принципов. Комитет по водным ресурсам (КВР) при Министерстве сельского хозяйства отвечает за планирование и использование водных ресурсов.

Казахстан уже достиг значительного прогресса в реализации интегрированного управления водными ресурсами. В свое время переход к управлению бассейнами был обременен Водным кодексом. С момента принятия Водного кодекса в Казахстане были начаты работы по внедрению бассейнового управления. Территория была разделена на восемь речных бассейнов – Арало-Сырдаринский, Балхаш-Алакольский, Ертис-Есильский, Жайык-Каспийский, Нура-Сарысуский, Тобыл-Торгайский и Шу-Таласский. Были созданы бассейновые водохозяйственные органы (БВО) отвечающие за управление водными ресурсами на уровне бассейна. БВО имеют статус общественных институтов и финансируются государством из республиканского бюджета.

Главные задачи БВО:

1. Планирование бассейна;

2. Управление водными ресурсами на уровне бассейна, в том числе:

распределение воды: определение лимитов водопользования и разработка годовых водных планов (потребление воды – доставка воды);

определение режимов работы водохранилищ (режимы);

мониторинг водных объектов в режиме реального времени.

3. Административное регулирование: Лицензирование (разрешение на специальное использование воды).

Бассейновые советы находятся в процессе создания.

Экономические инструменты для управления водными ресурсами, такие, как "загрязнитель платит" и "пользователь платит», были разработаны и частично введены в практику. При этом укрепление финансовых и экономических инструментов рассматривается как важная часть этого процесса.

Эксплуатация и обслуживание осуществляются государственными предприятиями по управлению водными ресурсами (ГПУВР). ГПУВР подчиняется региональным отделениям КВР. Водопользователи платят ГПУВР за свои услуги. Все водные объекты ГПУВР являются собственностью государства. Государство частично финансирует содержание межрегиональных объектов.

Казахстан начал переход от норм и стандартов советского времени к модели ЕС. Например, Казахстан рассматривает систему «Максимальная допустимость вредного воздействия» (МДВВ) с целью установления предельно допустимых концентраций для загрязнения воды.

Кыргызстан. Система управления водными ресурсами и планирования, созданная в Кыргызстане, во многом похожа на систему, принятую в Казахстане. Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности координирует проведение водных реформ в Кыргызстане [6–8]. Характерные черты управления водным сектором Кыргызстана:

1. Новый Водный кодекс был принят в 2006 году. Это комплексный и современный законодательный акт, который отражает передовую практику и международный опыт. Он включает в себя основные признанные принципы, такие, как интегрированное управление водными ресурсами, сосредоточение функций управления в рамках единого специально уполномоченного органа на уровне Правительства, который опирается на национальный совет, определяющий направление водной политики.

2. Управление водными ресурсами через ассоциации водопользователей, которые в настоящее время охватывают более двух третей орошаемых земель республики, вместе с ассоциациями по управлению ирригационными структурами.

3. Продолжение реформ, начатых в 1994 году с целью повышения эффективности посредством внедрения рыночных механизмов, в том числе институционализации платы за воду.

Департамент водного хозяйства (ДВХ) при Министерстве сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности отвечает за планирование водопользования и управления водными ресурсами. Основные задачи ДВХ:

управление ирригационной и дренажной инфраструктурой;

планирование водных ресурсов бассейнов

регулирование водных ресурсов бассейнов.

В то же время управление и использование подземных вод относится к ведению Государственного комитета по геологии и минеральным ресурсам. На местном уровне местные администрации и АВП несут ответственность за распределение водных ресурсов на подведомственных территориях. Необходимо отметить, что не всегда имеет место четкое распределение полномочий между органами власти на национальном и местном (административно-территориальном) уровне.

Процесс реорганизации управления водными ресурсами в соответствии с бассейновыми принципами еще не полностью реализован. Несмотря на то, что уже созданы структуры управления водными ресурсами бассейна, они носят административный характер. Бассейновые и районные подразделения управления водными ресурсами (БПУВР и РПУВР) подчинены ДВХ. Около 90 % средств, необходимых для эксплуатации и обслуживания ирригационной инфраструктуры выделяется из государственного бюджета.

Туркменистан. Управление водными ресурсами в Туркменистане имеет характеристики бассейнового и административно-территориального принципов [9]. В соответствии с Водным кодексом Кабинет Министров несет ответственность за управление водными ресурсами и водосбережением. Специально уполномоченными органами являются Министерство сельского хозяйства и Министерство охраны окружающей среды с местными отделениями на региональ-

ном и районном уровнях. Министерство охраны окружающей среды имеет функцию регулирования и выдает разрешения на специальное использование и потребление воды.

Государство сохраняет централизованное управление водными ресурсами во всех областях, включая ирригацию, водоснабжение и гидроэнергетику. Вода для полива подается бесплатно. Есть некоторые особенности, связанные с управлением водными ресурсами по сравнению с другими государствами Центральной Азии. В ирригационном сельском хозяйстве допускается концессия на собственность с исполнением определенных обязательств перед государством. Например, концессия собственности может быть предоставлена при условии гарантии продажи урожая некоторых культур в соответствии с установленным государственным планом. Продукты сверх плана могут быть проданы на рынке.

Узбекистан. Здесь Министерство сельского хозяйства играет важную роль в планировании водных ресурсов и управления водными ресурсами. Основными функциями министерства являются:

1. Планирование:
 - разработка долгосрочных планов ИУВР;
 - распределение водных ресурсов на основе водного баланса: установление лимитов водозаборов для ирригационных систем, отраслей экономики и территорий.
2. Управление водными ресурсами поверхностных источников и ирригационной инфраструктурой:
 - эксплуатация и обслуживание ирригационных каналов, водохранилищ, насосных станций, гидротехнических сооружений, и т.д.;
 - координация работ по реабилитации и обслуживанию ирригационной и дренажной инфраструктуры АВП.
3. Мониторинг:
 - мониторинг и учет использования воды;
 - ведение водного кадастра;
 - мониторинг орошаемых земель, ирригации и качества дренажных вод.
4. Регулирование: выдача разрешений на специальное водопользование.

Узбекистан проводит реформы в направлении рыночной экономики в водном секторе (а также в других отраслях экономики), с постепенным внедрением платы за воду, но при этом вкладывает значительные бюджетные средства в ирригационный сектор. Тем не менее выделяемые из бюджета средства недостаточны для гарантированного поддержания ирригационных систем в проектном состоянии.

В ряде регионов уже созданы АВП. Правительство планирует расширить создание АВП по всей стране, в том числе для эксплуатации и обслуживания ирригационных систем на уровне бывших колхозов и совхозов. Кроме того, предполагается объединить АВП и приватизированные райводхозы для совместного управления имуществом (активами).

Средняя Азия: основные выводы. Признавая важность водных и экологических проблем, страны Средней Азии ответили на эти проблемы реформами в водном секторе, приступили к изменению водного законодательства и к проведению соответствующих институциональных реформ:

- слияние министерств и ведомств и сокращение числа сотрудников;
- укрепление экологических учреждений;
- создание ассоциаций и федераций водопользователей;
- внедрение платы за ирригационные услуги.

Что касается управления водными ресурсами, здесь обязанности и функции в странах Средней Азии распределяются по-разному. Например, независимо от политических заявлений о переходе к ИУВР, Туркменистан и Узбекистан в большей степени сохранил контрольно-административную систему управления, в то время как институциональные реформы Казахстана, Кыргызстана и Таджикистана, направленные на улучшение институциональных структур, идут с определенным успехом с начала 2000-х годов.

Мониторинг водных ресурсов, в том числе сбор, обработка и распространение информации, в этих странах является прерогативой государственных органов: национальных

гидрометеорологических центров. Субординация этих учреждений варьирует от страны к стране, но они выполняют по существу одну и ту же функцию, а именно сбор первичной информации о наличии водных ресурсов и состоянии водных объектов.

Аналогичная ситуация наблюдается с предотвращением и смягчением последствий стихийных бедствий, в частности наводнений. Одной из функций министерств или комитетов по чрезвычайным ситуациям является устранение последствий наводнений, оползней и других стихийных бедствий, связанных с негативным воздействием воды.

Усовершенствованное водное законодательство почти всех стран отражает основные принципы ИУВР. Тем не менее прогресс в реализации этих принципов является символическим. В этом отношении Казахстан – единственное государство, сумевшее создать управление водными ресурсами по гидрографическому принципу, способствуя созданию бассейновых советов и бассейновых организаций, усилению НПО, активно участвующих в управлении водными ресурсами. Ведущую позицию Казахстана можно объяснить, в первую очередь, относительно высоким экономическим потенциалом страны, острой нехваткой водных ресурсов, а также повышенным вниманием государственных органов к национальным проблемам воды.

Несмотря на существенный прогресс, многие проблемы в странах остаются нерешенными:

1. Новые водные кодексы (после 2000 г.) были приняты во всех странах, но их применение на практике должным образом не обеспечивается. В своем нынешнем виде управление водными ресурсами направлено в основном на удовлетворение интересов сельского хозяйства, а не всех секторов экономики.

2. В институциональной сфере в каждой стране было много перестановок в структурах министерств и перераспределения функций, но результат в целом не улучшил координацию мониторинга или управления водными ресурсами. Функции принятия решений распределяются между различными структурами, механизмы координации неэффективны.

3. Процедуры разработки, принятия и реализации планов бассейна, а также их правовой статус четко не определены.

4. Страны используют стандарты качества, унаследованные от Советского Союза, которые часто не могут быть достигнуты.

5. Информация, полученная в результате мониторинга и контроля или при выдаче разрешений, не всегда правильно отражает реальную картину текущей ситуации и ее последующего развития и редко используется для планирования и принятия решений.

Что касается сельскохозяйственного управления и использования водных ресурсов, здесь наблюдаются общие для всех стран Центральной Азии институциональные недостатки:

на всех этапах реализации проектов по подаче воды решения принимаются государственными органами без достаточного участия водопользователей, в результате, затраты на эксплуатацию и использование систем, переданных водопользователям, не могут быть покрыты за счет их доходов;

распределение юридических и финансовых обязанностей между водопользователями и государством не определено во всех странах.

преобладает мнение, что растущие финансовые нагрузки не должны покрываться за счет государства, но при этом игнорируется тот факт, что снижение эффективности орошения и водосбережения может привести к снижению продуктивности сельского хозяйства, а также социальным потерям.

определение оптимальных форм АВП и их деятельности является одной из наиболее важных мер по повышению эффективности использования воды на внутриводхозяйственном уровне.

В заключение необходимо отметить, что реформы, проводимые странами, находятся на ранней стадии и в основном состоят в установлении принципов действия, а не в определении конкретных практических шагов. Несмотря на то, что структуры и механизмы управления водными ресурсами существуют, они сталкиваются с проблемами недостаточной координации и несогласованных действий на международном, национальном и местном уровнях. Наблюдается определенный разрыв между политическими заявлениями и их практической реализацией в основном из-за отсутствия финансовых и людских ресурсов. Недостаток специалистов в

значительной степени влияет на развитие стран. Подготовка молодых специалистов является недостаточной для текущих потребностей. Для эффективной реализации реформ и внедрения ИУВР должны быть решены вопросы профессиональной подготовки и повышения квалификации.

Восточная Европа и Кавказ (страны СНГ). Несмотря на унаследованную от Советского Союза единообразную структуру управления водными ресурсами, в настоящее время успешность внедрения ИУВР различается в разных странах [5].

В 2014 году Грузия, Молдавия и Украина ратифицировали соглашения об ассоциации с Европейским союзом. Эти соглашения инициирует сближение со стандартами ЕС и, в частности, с Водной директивой (ВД) ЕС, подчеркивая, что сотрудничество должно быть направлено на сохранение, защиту, улучшение и восстановление качества окружающей среды, охрану здоровья человека, устойчивое использование природных ресурсов и содействие осуществлению мер для решения региональных или глобальных экологических проблем на международном уровне, в том числе в области качества воды и управления ресурсами.

Армения. За последние годы в Армении был достигнут значительный прогресс по адаптации к требованиям ВД ЕС.

Национальный водный совет является высшим консультативным органом в области управления водными ресурсами. Он имеет право законодательной инициативы относительно национальной водной политики и национальной программы водоснабжения. Конкретные случаи разрешения конфликтов в сфере управления водными ресурсами рассматриваются Комиссией по урегулированию споров, которая является частью Совета.

Комиссия трансграничных водных ресурсов разрабатывает и передает на рассмотрение правительству проекты межгосударственных соглашений, а также предложения о создании постоянных комитетов по использованию трансграничных ресурсов. В настоящее время сотрудничество в области трансграничных вод продолжается с Турцией, Ираном и Грузией.

Управление государственными ирригационными системами и гидротехническими сооружениями (питьевое водоснабжение, канализация, очистка воды) находится в компетенции Министерства сельского хозяйства. Через один из его департаментов – Государственный комитет водного хозяйства (ГКВХ) – министерству также дана власть выдавать контракты и соглашения третьим лицам для эксплуатации и технического обслуживания систем и сооружений водоснабжения. ГКВХ взаимодействует с ассоциациями водопользователей и федерациями ассоциаций водопользователей.

Управление и охрана природных ресурсов осуществляется Министерством охраны природы и его подразделениями:

1. Агентство по управлению водными ресурсами (АУВР) является уполномоченным органом, ответственным за оценку состояния и планирование водных ресурсов, выдачу разрешений. АУВР включает отдел выдачи разрешений, отдел ведения водного кадастра, отдел водной политики и анализа и отдел планирования бассейнового управления. АУВР также координирует работу органов бассейнового управления.

2. Пять органов бассейнового управления созданы в качестве подразделений АУВР на основе гидрографического принципа. Они участвуют в разработке планов управления бассейнами рек и режимов водозабора/планов распределения воды. Они играют определенную роль в защите водных ресурсов на уровне бассейнов с целью обеспечения соблюдения условий получения разрешений.

3. Государственная служба гидрометеорологии и мониторинга (в структуре Министерства охраны природы) контролирует количество поверхностных вод в стране. Существует семь региональных гидрологических центров. Мониторинг качества поверхностных вод окружающей среды возложен на Центр мониторинга воздействия на окружающую среду (Армэкомониторинг).

4. Государственная экологическая инспекция МОП осуществляет контроль соблюдения природоохранного законодательства через свои одиннадцать местных инспекций. В последние годы, хотя и не в полной мере, был внедрен мониторинг химического загрязнения в соответствии с требованиями ВД ЕС. Внедрение новых стандартов качества поверхностных вод в Армении началось в 2008-2009 годах, но ещё не завершено.

Беларусь. В Беларуси ответственность за управление водными ресурсами возложена на Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды (МПРООС), которое действует на национальном и областном уровнях, через областные комитеты. МПРООС несет ответственность за разработку и обеспечение соблюдения законодательства, разработку политики, организацию сбора данных, хранения и распространения информации для пользователей. В настоящее время МПРООС выполняет функции компетентного органа в отношении развития планирования и управления бассейнами рек. Водный кодекс был пересмотрен и приведен в соответствие с принципами ИУВР.

Ряд министерств, таких, как Министерство здравоохранения (установление санитарных правил в отношении водных ресурсов, проведение социально-гигиенического мониторинга), Министерство по чрезвычайным ситуациям (принятие мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций, связанных с водными объектами, и ликвидации их последствий), Инспекция ядерной промышленности (в основном в отношении безопасности минеральных вод), Министерство сельского хозяйства и продовольствия (оросительная и дренажная политика и управление объектами) и Министерство жилищно-коммунального хозяйства (политика питьевой воды, сточных вод и управления объектами), имеют определенные обязанности в отношении водных ресурсов.

Часть задач выполняется на региональном уровне областными комитетами, которые иерархически находятся в подчинении соответствующих министерств, но получают установки и технические указания от местной администрации (губернатор).

Помимо министерств, есть и другие заинтересованные стороны, участвующие в управлении водными ресурсами, это местные органы власти (муниципалитеты), водопользователи (водоканалы, промышленность и колхозы) и общественные экологические организации. Обязанности этих заинтересованных сторон зачастую являются непонятными и не очень хорошо регулируются.

Закон о гидрометеорологической службе был принят в 2007 году, и за последние несколько лет были пересмотрены многие нормативно-правовые и руководящие документы, касающиеся гидрометеорологической службы и ведения мониторинга.

За последние годы Беларусь разработала важный набор инструментов политики для охраны окружающей среды и использования природных ресурсов, которые включают в себя обширный набор норм и стандартов. Эти стандарты слишком многочисленны и значительно строже, чем аналогичные стандарты в европейских странах. В последние годы был усилен мониторинг выбросов загрязняющих веществ. Было установлено новое лабораторное и наблюдательное оборудование и значительно улучшена координация между организациями. Тем не менее многое еще предстоит сделать, например в улучшении обработки собранной информации и использовании ее для выработки политики и поддержки процесса принятия решений.

Российская Федерация. Подобно другим странам, в России национальная гидрометеорологическая служба при Министерстве природных ресурсов и окружающей среды (Минприроды России) ведет наблюдение за состоянием водных объектов, включая мониторинг поверхностных вод (качество и количество), сбор данных, обработку и распространение информации [10]. Местные органы власти на федеральном и региональном уровнях ответственны за меры по защите от наводнений и, совместно с Министерством по чрезвычайным ситуациям за спасательные операции, связанные с наводнениями. В конце 90-х годов в России были созданы бассейновые советы, которые отвечают за развитие бассейновых соглашений.

Минприроды России является ключевым исполнительным органом, ответственным за:
разработку и реализацию государственной политики в области использования и охраны водных объектов;

лицензирование водозаборов, в том числе из подземных вод;

поддержание водного кадастра;

установление лимитов на водопользование (водопотребления и сбросов сточных вод) для водных объектов федерального значения;

разработку водных балансов речных бассейнов.

Минприроды России определяет порядок взимания платы за использование воды, утверждает правила эксплуатации и использования водохранилищ, дает заключения и контролирует выполнение бассейновых соглашений.

После принятия нового Водного кодекса (2004) в России были созданы бассейновые водные управления (для всех бассейнов рек) и бассейновые советы, которые отвечают за развитие бассейновых соглашений.

Украина. В Украине проходит процесс реформирования государственного управления: Министерство охраны окружающей среды преобразовано в Министерство экологии и природных ресурсов с некоторыми внутренними структурными изменениями. Министерство остается центральным органом, которому поручено реализация положений Водного кодекса. Министерство отвечает за разработку и осуществление водной политики, а также за координацию мониторинга окружающей среды.

Экологические отделы и отделы контроля на областном уровне отвечают за выдачу разрешений на выбросы и сбросы, мониторинг загрязнения окружающей среды (химические показатели), инспекцию и контроль.

В результате проведения административной реформы в 2010 г. было создано Государственное агентство по водным ресурсам, преобразованное из ранее существовавшего Государственного комитета по управлению водными ресурсами. Агентство сохранило те же функции управления, что и его предшественник, за исключением разработки нормативных актов и законодательных инициатив. Функции Агентства включают управление водными ресурсами, распределение ресурсов (в том числе выдача разрешений на водозабор, а также некоторые аспекты качества) и ведение водного кадастра. При агентстве для большинства речных бассейнов страны, в том числе трансграничных созданы бассейновые органы – бассейновые управления водных ресурсов (БУВР). Однако их роль и функции не в полной мере соответствуют функциям компетентных органов в странах–членах ЕС, поскольку на них пока официально не возложена функция по разработке бассейновых планов.

Проходит реформирование Государственной гидрометеорологической службы, отвечающей за гидрологический, гидрохимический, гидробиологический мониторинг в стране. Налажены процедуры обмена информацией между заинтересованными сторонами, участвующими в мониторинге поверхностных вод.

Соглашение с Украиной о присоединении к ЕС требует дальнейшего сближения с ВД ЕС: принятие национального законодательства и назначение компетентных органов; законодательное закрепление гидрографического районирования территории; разработка национального законодательства, обеспечивающего выполнение бассейновыми организациями функций, указанных в ВД ЕС; создание административных механизмов для управления международными реками, озерами и прибрежными водами; создание программ мониторинга качества воды; подготовка планов управления речными бассейнами, консультации с общественностью.

Восточная Европа и Кавказ: Основные выводы. Процесс институциональной реформы в водном секторе стран Восточной Европы и Кавказа еще не завершен. Существует значительный успех в переходе к ИУВР в государствах Южного Кавказа (Армения).

Анализ этих четырех случаев показывает, что обеспечение выполнения законодательства и правоприменение является одной из основных задач правительственной системы, которая стремится к децентрализации политики в качестве инструмента для улучшения управления водными ресурсами. Обеспечение выполнения законов с помощью административных санкций не всегда приносит желаемый результат. Выдача разрешений остается ключевым инструментом регулирования и контроля, при этом разрешения зачастую не проходят согласования на местном уровне и выдаются без достаточного учета ситуации и возможного воздействия. В этих странах, системы межведомственных и межуровневых отношений не обладают достаточной ясностью относительно распределения полномочий между различными уровнями власти. Системы управления остаются централизованными, в особенности в отношении сбора и использования финансовых средств.

Кроме того, следует отметить, что, несмотря на значительные усилия по разработке первичного экологического и водного законодательства, его исполнение и контроль за его соблюдением остаются слабыми. Отсутствует целенаправленная политика, предоставляющая больше полномочий структурам, отвечающим за управление водными ресурсами (в частности на бассейновом и местном уровне). Существует несогласованность в распределении полномочий и ответственности за управление водными ресурсами и отсутствует понимание ключевых идей в том, что охрана ресурсов означает одновременно и обеспечение их доступности для экономического использования (энергетика, орошение). Понятия водных экосистем или экологического качества еще не разработаны и не отражены в действующем законодательстве.

Государства–члены ЕС и не европейские страны. Франция. Принципы ВД ЕС, принятые в 2000 году, на самом деле, унаследованы от французской системы управления водными ресурсами. Французская модель является результатом адаптации структур управления водными ресурсами к политике децентрализации, которая началась в начале 60-х годов. Сегодня государство возложило основные функции управления водными ресурсами на Управление водных ресурсов и биоразнообразия при Министерстве охраны окружающей среды, энергетики и моря [11,12].

Для французской политики управления водными ресурсами в целом характерны:

1. Управление водными ресурсами осуществляется децентрализованно, на основе гидрографических единиц (речные бассейны). Шесть бассейновых агентств на уровне гидрографических районов разрабатывают планы управления бассейнами (ПУБР), а организации на уровне подбассейнов отвечают за разработку планов обустройства и управления водными ресурсами и программ мероприятий.

2. Привлечение всех участников водохозяйственного комплекса на разных уровнях – Национальный водный комитет, Бассейновый комитет, местный водный комитет (подбассейн). Эти комитеты являются органами принятия решений.

3. Финансовая политика по принципу «водопотребитель платит за воду»:

плата за водоснабжение и водоотведение должна полностью покрывать расходы всех служб, включая капиталовложения. Учитывая, что водохозяйственные системы в сельской местности по своей сути обходятся дороже, часть средств поступает в специальный государственный фонд, который используется для субсидирования сельских водохозяйственных систем.

расходы покрываются водопользователями посредством платежей, взимаемых бассейновыми агентствами, размер которых должен устанавливаться на основании принципа «загрязнитель платит».

4. Расширение вовлечения территориальных образований (местных коммун):

одинаковый подход ко всем видам загрязняющих стоков в рамках географической зоны деятельности коммун, включая автономную очистку сточных вод и отвод ливневых вод;

общее экологическое управление реками, включая русло и береговую полосу, посредством создания организаций на уровне подбассейна, например, местных водных комитетов.

Бассейновые комитеты были созданы в 1967, а Бассейновые агентства (государственные учреждения, находящиеся на самофинансировании) начали функционировать в 1968 году, а бассейновые агентства находятся под административным надзором Министерства охраны окружающей среды, энергетики и моря и под контролем Министерства финансов. Другие министерства, участвующие в управлении водными ресурсами, имеют своих представителей в Бассейновом комитете. Регулирующие функции и правоприменение (контроль, лицензирование, стандарты, штрафные санкции) остаются в компетенции центрального правительства (министерства) и его региональных или местных органов.

Местные бассейновые организации являются своего рода местной властью в суб-бассейновом масштабе, которой придана функция бассейнового управления через делегирование полномочий от муниципалитетов и местных органов власти (бассейновое планирование и разработка планов действий, распределение водных ресурсов, координация и управление при наводнениях, восстановление берегов рек, охрана ресурсов и защита экосистем и т.д.). При этом местные бассейновые организации никогда не выполняют хозяйственные функции, например предоставление услуг по водоснабжению и канализации, по ирригации или гидроэнер-

гетике. Местные комитеты включают представителей заинтересованных сторон: 1) муниципалитеты и местные органы власти, 2) технические службы государственных администраций и 3) водопользователей, жителей, природоохранных НПО и т.д.).

Испания. Бассейновый принцип впервые был реализован на уровне государства в Испании, где уже в 1926 году в 10 основных бассейнах были образованы Гидрографические конфедерации (*Confederaciones Hidrográficas*) [1,12].

Испания является унитарным государством с развитой системой 17 региональных автономий. Общие принципы управления водными ресурсами были утверждены законом в 1985 году. Питьевое водоснабжение, как правило, входит в компетенцию муниципалитетов. Но основные системы могут быть в ведении автономий, или государства.

Закон о воде от 1985 года заложил фундаментальную основу для определения структуры и интеграции единой системы управления водными ресурсами и планирования. Было введено национальное комплексное управление водными ресурсами на основе: а) гидрологического планирования; б) принципа «загрязнитель – платит»; в) принятия водного бассейна в качестве единицы для анализа. Кроме того, была предпринята попытка разграничить обязанности и области вмешательства автономий и государства.

В Испании имеется 14 бассейновых агентств "*Confederaciones Hidrográficas*" (9 из них охватывают территории нескольких автономий), которые управляют речными бассейнами. Управление включает использование водных ресурсов, распределение средств между секторами, установление цены на воду, выдачу разрешений на забор и сброс, мониторинг количества и качества водных ресурсов, а также контроль за соблюдением норм (количества и качества) в пределах своей компетенции.

Центральное правительство играет доминирующую роль в водном секторе. Испания является членом Евросоюза, поэтому политика ЕС в области сельского хозяйства и окружающей среды имеет большое влияние на водное хозяйство страны. Внешнее воздействие, с одной стороны, и уникальная традиция водного управления на основе организаций речного бассейна (БОР) – с другой, выделяют Испанию из ряда всех описываемых нами стран.

Ниже БОР находятся муниципалитеты и общества ирригации, которые распределяют водные ресурсы, собирают плату и разрешают конфликты на местном уровне. Федеральное правительство, кроме того, что поддерживает бюджеты межобщинных БОР, также вводит новые законы, определяет единый курс действий и обеспечивает общее регулирование.

Водный закон от 1985 г., который заменил закон от 1879 г., объявил водные ресурсы государственной собственностью. Согласно этому закону пользователи могут получить специальные разрешения на забор и сброс воды от БОР.

Закон о воде 1985 года является фундаментальным вкладом в формирование и интеграцию всей структуры планирования и управления водными ресурсами. Национальная водная структура основана на: а) гидрологическом планировании; б) принципе «загрязнитель платит»; в) рассмотрении водного бассейна в качестве единицы анализа.

Вопросы количественного управления водными ресурсами переданы Гидрографическим конфедерациям в 1926 году, но только в 1985 году вышел закон о качестве воды, устанавливающий принцип комплексного водного управления и принцип участия водопользователей. Разрабатывая общегосударственный генеральный план, центральное правительство сохраняет главенствующую роль по вопросам общей водной политики.

Конфедерациями руководит президент и Комитет директоров, в который входят три члена центрального правительства (Министерство окружающей среды, Министерство сельского хозяйства и рыболовства, Министерство промышленности и энергетики), водопользователи и представители автономий. Структура управления конфедераций довольно сложна и бюрократична и обычно состоит из ряда ассамблей и комиссий, которые и выполняют различные задачи (эксплуатация, управление плотинами, правительственный контроль, планирование и т.д.).

Марокко. Марокко является конституционной монархией с избираемым парламентом. Водный сектор в Марокко характеризуется наличием множества заинтересованных сторон, что усложняет процесс принятия решений и частично объясняет законодательные и институцио-

нальные трудности. В целом сектор характеризуется сложной и фрагментированной институциональной структурой [1,12].

На вершине иерархии администрирования и управления водными ресурсами стоит Высший совет по проблемам воды и климата. Цель этого совета заключается в определении общих направлений национальной водной политики и координации различных операторов и пользователей воды в принятии общих стратегических решений. Он был создан в целях укрепления и консолидации национального диалога в области водных ресурсов. Совет состоит из представителей администрации, водопользователей, профессиональных организаций и выборных представителей.

Девять агентств речных бассейнов несут ответственность за управление водными ресурсами в Марокко. Они выдают разрешения на отвод воды и сброс сточных вод для всех пользователей на основе подготовленного ими генерального плана бассейна и собирают платежи. Они также оказывают финансовую и техническую помощь поставщикам услуг для предотвращения загрязнения воды и эффективного использования водных ресурсов, контролируют качество и количество поверхностных и грунтовых вод и отвечают за управление чрезвычайными ситуациями, связанными с водой. И наконец, они ответственны за повышение осведомленности общественности о водных ресурсах.

Министерство энергетики, горнодобывающей промышленности, воды и окружающей среды отвечает за управление водными ресурсами и водоснабжение населения, а Министерство внутренних дел отвечает за контроль за водоснабжением и водоотведением, которые осуществляются коммунальными службами. Министерство здравоохранения является основным регулятором качества воды в секторе, отвечает за установление и обеспечение соблюдения стандартов качества питьевой воды. Директорат государственных корпораций и приватизации Министерства финансов осуществляет надзор за налоговыми аспектами коммунальной деятельности, а также за заключением договоров концессии. Кроме того, Межведомственная комиссия по ценам утверждает предложения об установлении тарифов.

Национальное управление питьевой воды отвечает за производство и поставку питьевой воды, Национальное энергетическое агентство – за энергетическую политику страны. Девять региональных отделений сельскохозяйственного благоустройства отвечают за разработку, управление и расширение орошаемых территорий, а также контролируют деятельность сельскохозяйственных ассоциаций водопользователей.

Заключение. Успешное управление водными ресурсами представляет собой сочетание нескольких принципов:

1. Децентрализованное управление в масштабе речных бассейнов проще осуществлять в централизованных государствах:

-Анализ вариантов управления водными ресурсами различных стран показывает, что интегрированное управление водными ресурсами наиболее успешно реализуется в тех странах, где основные функции в области управления принадлежат центральному правительству. Правительство делегирует большую часть этих функций бассейновым водным органам, границы деятельности которых совпадают с гидрографическими и не совпадают с административными. Это также имеет место в федеративных государствах, где особая роль отводится власти центрального правительства.

В случае, когда основная власть сконцентрирована в руках региональных органов в федеративных странах, интегрированное управление водными ресурсами успешно реализуется только в тех бассейнах, где размер и характер проблем заставляет регионы создавать бассейновые комиссии. Вначале комиссия занимается только координированием политики на региональном уровне для решения основных проблем. Затем при условии поддержки со стороны правительства регионы делегируют свои полномочия бассейновой комиссии для реализации комплексного управления водными ресурсами в бассейне. В целом эта эволюция требует несколько лет.

2. Комплексный подход (когда во внимание принимаются все виды водопользования, потребности водных экосистем, вопросы предотвращения и контроля природных и антропогенных рисков загрязнения) осуществляется через долгосрочное программно-целевое планирование.

3. Координация заинтересованных сторон на всех уровнях, либо через специально уполномоченный орган, отвечающий за реализацию ИУВР, либо через соответствующие координационные механизмы. Желательно, чтобы организация, отвечающая за реализацию ИУВР, не представляла в то же время интересы отдельно взятого сектора водопользования. В противном случае могут возникать конфликты интересов.

4. Проще продвигать интегрированное управление водными ресурсами, когда водная политика является главной политической задачей.

5. Организация участия заинтересованных сторон имеющих реальные полномочия и ответственность.

6. Цена на воду устанавливается на основе объемов потребления и использования.

7. Мобилизация финансовых ресурсов для целевого использования на уровне бассейна в целях управления бассейнами.

8. Четкое распределение и реализация функций распределения и регулирования. Если разрешительная функция, как правило, хорошо развита, то контроль за соблюдением и правоприменением часто требует усиления.

9. Четкое разделение обязанностей между участниками, в частности между государственными органами и водопользователями в управлении ирригацией и государственными органами и частными операторами для управления водоснабжением и водоотведением.

Даже в том случае, когда сельское хозяйство получает государственную бюджетную поддержку, большинство стран делает все возможное для возмещения затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание водопользователями.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] База данных Аквастат ФАО (www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/countries)
- [2] Вода для устойчивого мира. Доклад о мировом развитии водных ресурсов Организации Объединенных Наций, 2015. ЮНЕСКО, 2015.
- [3] Виноградов С. Правовые основы сотрудничества в сфере использования трансграничных водных объектов и сохранение. – Киев, 2004.
- [4] АБР. Исследование ценообразования и механизма компенсации ирригационных расходов. 2006
- [5] Государственное управление водными ресурсами: опыт России и других стран (<http://www.defree.ru/publications/20080908uvh/uvh01.htm>)
- [6] Устав Департамента водного хозяйства Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Кыргызской Республики (http://cawater-info.net/water_world/pdf/dvh-agro-kg.pdf)
- [7] Устав Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Кыргызской Республики (<http://water.kg/>)
- [8] Национальный институт стратегических исследований Кыргызской Республики (2014). Водные ресурсы Кыргызской Республики.
- [9] ПРООН (2010). Отчет. Аналитический обзор водного сектора Туркменистана (<http://cawater-info.net/>)
- [10] Постановление Правительства Российской Федерации №726 от 25 сентября 2000.
- [11] Всемирный банк (2016). Доклад о мировом развитии. (<http://www.worldbank.org/eca/russian/data/>)
- [12] Мировой атлас данных. Франция. Орошение и управления водными ресурсами (<http://knoema.ru/atlas>)

Н. Б. КУРБОНОВ, Ш. Б. КУРБОНОВ

Таджикский национальный университет,
Таджикский государственный педагогический университет им. С. Айни, Душанбе, Таджикистан

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ СТРАНАМИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ ПО СОВМЕСТНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

После распада СССР использование гидрологических и энергетических ресурсов трансграничных рек между странами Центральной Азии стало проблемой номер один. Обсуждаются многосторонние отношения между странами бассейна Аральского моря при использовании водно-энергетических ресурсов.

After disintegration of the USSR of the use of the hydrological, glaciology and power transboundary rivers between the countries of Central Asia became a problem one number. Multilateral relations were discussed between the countries of basin of the Aral Sea using hydro energetic resources were discussed.

К началу двадцатого века в центрально – азиатском регионе уже орошалось около 3,5 млн га. Особенно интенсивное развитие ирригации здесь началось в период существования СССР (в основном с 60-х до 90-х годов). Происходящее в этот период можно назвать уникальным в мировой практике экспериментом по вмешательству в природу. В результате к девяностым годам общая площадь орошаемых земель в регионе возросла до 8,8 млн га.

Такой же резкий рост в советский период наблюдался и в области энергетики. Общая установленная мощность всех электростанций в регионе достигла к середине 90-х годов 37,8 млн кВт.

К сожалению, все эти впечатляющие результаты привели к таким же большим негативным последствиям – к нарушению экологического равновесия в регионе, особенно сильно проявившемуся в зоне Аральского моря и Приаралья, возрастанию засоления земель и их опустыниванию, ухудшению качества воды практически во всех источниках. При этом уже к 70-м годам прошлого века водные ресурсы бассейна реки Сырдарья оказались практически полностью исчерпаны, что привело Аральское море к экологической катастрофе.

В период существования СССР схемы использования водных бассейнов разрабатывались и уточнялись многократно, с привлечением десятков проектных и научно-исследовательских институтов. После приобретения всеми республиками СССР независимости и государственного суверенитета ситуация с использованием гидроэнергетических ресурсов в регионе ещё более осложнилась. К существовавшим в период СССР проблемам добавились новые. Это принципиально изменило саму логику хозяйствования, критерии принятия экономических решений в регионе, так как изменилось пространство, на котором они принимались.

Во время существования единой страны – СССР основным критерием при принятии решений была максимализация общих выгод на всем пространстве. При этом вполне логичным было размещение гидроэнергостанций в горных районах региона (Таджикистане и Кыргызстане), где больше запасы и выше эффективность использования гидроресурсов, меньше площади затопления при строительстве ГЭС, а тепловых электростанций в низовьях рек (в Казахстане, Узбекистане и Туркменистане) ближе к промышленным месторождениям минерального топлива и центрам промышленности. Также было понятно приоритетное развитие сельскохозяйственного производства, в том числе на равнинах в низовьях рек (Казахстан, Узбекистан, Туркменистан), где более плодородные земли.

Возникающая при этом несбалансированность интересов отдельных регионов не имела в то время какого-либо значения, так как компенсировалась взаимными поставками энергоносителей, сельскохозяйственной и промышленной продукции и др.

При обретении республиками региона независимости их национальные интересы вышли на первый план, что сразу же привело к проявлению отмеченных противоречий. Насколько

Таблица 1 – Водные ресурсы Аральского бассейна

№	Страна	Амударья		Сырдарья		Всего	
		км ³	%	км ³	%	км ³	%
1	Таджикистан	62,90	80,17	1,10	2,96	64,00	55,36
2	Кыргызстан	1,90	2,42	27,40	73,77	29,30	25,35
3	Узбекистан	4,70	5,99	4,14	11,15	8,84	7,65
4	Казахстан	–	–	4,50	12,12	4,50	3,89
5	Афганистан	6,18	7,88	–	–	6,18	3,35
6	Туркменистан (с Ираном)	2,78	3,54	–	–	2,78	2,40
7	Всего	78,46	100,0	37,14	100,0	155,6	100,0

такие противоречия могут быть остры, показывает недавняя внутренняя история Таджикистана. Нужно отдать должное мудрости руководителей всех пяти центрально-азиатских государств, которые приняли на Алматинской и Нукусской встречах согласованные решения о сохранении на переходный период существовавших ранее условий хозяйствования. Это позволило, как показало время, не допустить ни одного конфликта межреспубликанского уровня по проблеме использования гидроэнергетических ресурсов в регионе.

Но к настоящему времени этот подход уже, по-видимому, себя исчерпал. Его нельзя долго сохранять, так как он усугубляет противоречия, накапливает их. Суть в том, что, как отмечалось, старая схема хозяйствования предусматривала определенные режимы использования гидроэнергетических ресурсов бассейна при нивелировании потерь и выгод отдельных республик путем компенсаций. Фактически это выглядело так, что республики Таджикистан и Кыргызстан, находившиеся в зоне формирования стока, работали в невыгодном для себя ирригационном режиме стока на всех водохранилищах каскада бассейна Нарын – Сырдарья, но взамен получали как энергоносители (прямыми поставками и сезонными перетоками), так и продукцию других отраслей экономики. Но если режимы и объемы стока по всем параметрам определялись и определяются однозначно и хорошо контролируются, то компенсации, о которых шла речь выше, в период СССР носили неявный, завуалированный характер. Они осуществлялись централизованно, через планирующие органы СССР, зачастую с включением в сферу их действия не только других республик Союза, но и стран ближнего и дальнего зарубежья. Поэтому очень сложно отладить теперь всю их цепочку и почти невозможно привязать их к использованию гидроэнергетических ресурсов какого-либо конкретного бассейна.

В результате сегодня у разных республик Центральной Азии складывается различное понимание сохранения старых, действующих в период СССР взаимоотношений в области использования гидроэнергетических ресурсов. Казахстан и Узбекистан, а по бассейну реки Амударья и Туркменистан включают в это понятие только режимы работы водохозяйственных и энергетических объектов бассейна реки, а Кыргызстан и Таджикистан – все существующие виды компенсаций. При этом если первые имеют четкие и хорошо действующие схемы, методики и контролирующие структуры, то последние всего этого лишены.

Таблица 2 – Состояние использования водных ресурсов государствами Аральского бассейна, %

№ п/п	Страна	Использованный объем воды в течение 1 год на территории страны	Вклад используемой воды	Общие водные ресурсы, возникающие на территории Аральского бассейна
1	Узбекистан	58,6	53	50,69
2	Туркменистан	23,9	21,6	20,7
3	Таджикистан	12,0	10,6	10,38
4	Казахстан	10,9	9,8	9,42
5	Кыргызстан	5,1	4,6	4,42
6	Всего	115,5	100	95,58

Все это показывает, что сегодняшняя проблема использования гидроэнергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья (и аналогично р. Амударья) в своей общей постановке является чрезвычайно сложной, не имеющей аналогов ни в нашей, ни в мировой истории. Она нуждается в пересмотре существующих подходов, не только в чисто хозяйственной области, но и в политической, социальной, экологической, и других сферах. Все это требует соответствующих методических, методологических, модельных разработок, их опытной проверки и оценки. К тому же необходимо учесть, что все страны региона в настоящее время находятся в состоянии динамичных непрерывных преобразований во всех сферах.

Представляется, что в этих условиях проблема использования гидроэнергетических ресурсов бассейна р. Сырдарья в общей всеобъемлющей постановке практически неразрешима. Можно с уверенностью сказать, что сегодня даже самая лучшая, научно разработанная и обоснованная концепция и схема взаимоотношений между государствами и хозяйствующими субъектами государств региона окажется неработоспособной и не будет принята безоговорочно всеми республиками. Это ясно хотя бы по тому, что все наши страны недостаточно готовы к необходимым для этого взаимным уступкам и компромиссам, как по экономическому состоянию, так и по государственной идеологии.

В тоже время мировой опыт показывает, что все имеющиеся между нашими республиками различия могут быть не только источниками противоречий, но и служить хорошей основой кооперации, взаимодействия между нами. Но нужно быть реалистами – процессы сближения, хотя и имеют под собой многовековые корни, потребуют времени. При этом решаться они должны не разработкой глобальных теоретических (идеологических) программ и стратегий, как было в период СССР (построение коммунизма за 20 лет; химизация и механизация экономики; соревнование с США и др.), а шаг за шагом, последовательным и постепенным решением одного вопроса за другим, в их взаимосвязи и связи с практикой.

В свете всего этого достигнутые результаты по разработке и соблюдению соглашений по использованию гидроэнергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья необходимо оценить как положительные. Разрабатываемые шаг за шагом соглашения уже начали работать, используются на практике, и приносят результаты. Критиков можно спросить: есть ли во взаимоотношениях между нашими республиками отрасли или области, где были бы достигнуты более лучшие результаты? Таких примеров, практически нет.

Конечно, достигнутые скромные успехи по совместному использованию гидроэнергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья – это только начало. Предстоит дальнейший долгий и тяжелый путь.

Факторы, сдерживающие выполнение региональных соглашений по использованию гидроэнергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья, разделить на какие-то четкие группы затруднительно. Однако можно перечислить следующие основные:

1. Отсутствие современного анализа проблем водопользования в бассейне (в регионе), как целостной системы.

2. Недостаточная разработанность нормативно-правовой базы в области совместного использования гидроэнергетических ресурсов транспортных вод.

В результате отсутствия такого общего, согласованного нормативно-правового поля, во всех республиках у специалистов, общественных деятелей, в средствах массовой информации и, наконец, у электората начинает формироваться своя собственная идеология. Особенно опасно, что при этом все эти идеологии формально основываются на отдельных законах и нормативно-правовых актах национального и международного характера без общего анализа их. Возникающая при этом полярированность выводов очень затрудняет поиск согласованных решений.

3. Отсутствие объективного, корректного и убедительного анализа мирового опыта совместного использования гидроэнергетических ресурсов трансграничных рек.

При этом за последние несколько лет, главным образом благодаря содействию Агентства США по международному развитию (ЮСАИД), практически все участвующие в разработке соглашения эксперты имеют достаточно большой и разнообразный материал, причем часто полученный из первых рук. Но без обобщения и анализа он используется выборочно, фрагмен-

тарно, в зависимости от вкусов и задач авторов. Необходима его систематизация, причем совместная, с выделением общего и частного, случайного и закономерного.

4. Отсутствие объективного анализа исторического и недавнего прошлого и его оценки.

Ситуация здесь такая же, как и в предыдущем пункте. Все имеют исчерпывающий материал по всем вопросам, но берут из него то, что нравится. Необходим индивидуальный для каждой республики анализ материала, но совместное его обсуждение и создание единого результирующего документа с общими выводами. Конечно, при этом необходимо максимально уменьшить сектор охвата вопроса.

5. Неоптимальность, сложность, отсутствие четкой структуры, реальных прав и обязанностей современного аппарата управления водно-энергетическими ресурсами. Плохая связь между национальными и межгосударственными органами управления.

Но сегодня наиболее реальный путь в этом направлении – это не создание новых, надгосударственных структур типа Межгосударственного консорциума по гидроэнергетическим ресурсам и не повышение межгосударственного статуса существующих – МКВК с его секретариатом, Комиссией, НИЦ, филиалами БВО и прочее, и прочее, а, наоборот, сведение их статуса к простым органам управления. Одновременно должна быть повышена ответственность государств за выполнение подписанных ими соглашений. Для этого целесообразно создание специальных совместных комиссий по международному образцу, с участием в них на постоянной основе равного количества специалистов от всех стран.

6. Отсутствие общей методики расчета объема услуг и компенсаций во взаимоотношениях между государствами в вопросе совместного использования и режимов водных ресурсов бассейна.

Эта причина сегодня представляется основной. Решение её сразу упростит решение всех остальных вопросов, сделав их ясными и понятными, создаст им необходимую базу. Для разработки общей методики расчета услуг и компенсаций необходима правительственная разработка математических моделей как оптимизационного, так и имитационного типа, как для выработки общих согласованных решений, так и для управления ими.

7. Отсутствие единого экономического пространства. Отсутствие единой валюты, неконвертируемость национальных валют, отсутствие общего (как национального, так и регионального) рынка всех основных товаров и услуг, таможенные барьеры, недостаток финансовых средств и, как следствие широкое, развитие бартера даже на национальном уровне – все это общеизвестные факторы, тормозящие выполнение любых договоров и контрактов, в том числе и соглашений.

Безусловно, конечной целью во взаимоотношениях между странами региона в области водопользования является разработка единой согласованной концепции и стратегии совместного использования гидроэнергетических ресурсов бассейна Аральского моря и как одной из составляющих её частей – бассейна реки Сырдарья. Но как выше уже отмечалось, задача это большой сложности, она требует много времени, особенно с учетом переживаемого сегодня всеми нашими республиками переходного периода. При этом в любом, даже самом благоприятном случае она может быть решена только шаг за шагом, последовательным выделением и решением отдельных вопросов.

В качестве первоочередных, предлагаются следующие:

1. Активизировать и закончить разработку математической модели оптимизации и управления при использовании гидроэнергетических ресурсов бассейна реки Сырдарья (как в сезонном, так и в многолетнем плане).

2. Провести инвентаризацию и анализ действующих до настоящего времени договоров, деклараций, соглашений в гидроэнергетической области. Разработать предложения по приведению их в соответствие с существующими условиями.

3. Провести анализ норм международного права, регулирующих взаимоотношения между государствами в области совместного использования гидроэнергетических ресурсов. Разработать рекомендации по отдельным, наиболее важным для соглашения вопросам:

взаимоотношения между народами в рамках международного и национального права;

права государств по установлению режимов работы находящихся в их юрисдикции водохранилищ и других гидросооружений;

основных принципов водodelения с учетом долговременной перспективы;

прав и обязанностей по выполнению соглашений, в том числе в случае нарушения обязательств другой стороной.

4. Провести системный анализ общей проблемы водопользования с выделением отдельных задач. Разработать общую структуру проблемы и программу ее последовательного решения.

5. Выполнить анализ современной схемы управления использованием гидроэнергетических ресурсов на республиканском и региональном уровнях. Разработать предложения по их усовершенствованию с учетом создания в перспективе общерегионального рынка основных товаров и услуг.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абдуллаева Ф.С. Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР / Ф.С. Абдуллаева, Г.В. Баканин и др. – Л.: Недра, 1965. – 658 с.
- [2] Петров Г. Комплекс прикладных методов и моделей для совершенствования использования водно-энергетических ресурсов трансграничных рек Центральной Азии / Г.Н. Петров: Автореф. дис. ... докт. тех. наук. – М., 2012. – 30 с.
- [3] Наврузов С. Управление водными ресурсами трансграничных рек (на примере Центральной Азии) / С.Т. Наврузов: Автореф. дис. ... докт. тех. наук. – М., 2008. – 36 с.
- [4] Норматов И.Ш. Экономические вопросы развития гидроэнергетики Таджикистана / И.Ш. Норматов, Г.Н. Петров. – Душанбе, 2007. – 60 с.
- [5] Петров Г. Общая оценка ситуации в энергетике в мире и Таджикистане / Г.Н. Петров, Х.М. Ахмедов, К. Кабутов, Х.С. Каримов // Известия АН РТ. Отд. физ.-мат., хим., геол. и технических наук. – 2009. – № 2 (135).
- [6] Петров Г.Н. Конфликт интересов водопользователей в регионе Центральной Азии и возможности его разрешения / Г.Н. Петров, И.Ш. Норматов. // Водные ресурсы. – М., 2010. – Т. 37, № 1. – С. 113-122.
- [7] Одинаев Х.А. Гидроэнергетика: экономика, экология и инвестиция / Х.А. Одинаев. // Народная газета. – 2010. – 3 февраля.
- [8] Соглашение между Правительством Республики Казахстан, Правительством Республики Киргизстан, Правительством Республики Таджикистан и Правительством Республики Узбекистан о параллельной работе энергетических систем государств Центральной Азии. 1998.

О. В. ПОДОЛЬНЫЙ¹, И. Б. СКОРИНЦЕВА², В. С. САЛЫБЕКОВА³, А. АУРЕЛИ⁴

¹ТОО "КазГИДЭК",
²ТОО Институт географии,
³КазНИТУ им. К.И. Сатпаева,
⁴ЮНЕСКО-МГП

ПРИТАШКЕНТСКИЙ ТРАНСГРАНИЧНЫЙ ВОДОНОСНЫЙ ГОРИЗОНТ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ (исследования по проекту ГГРЕТА)

ГГРЕТА жобасы шеңберінде Ташкентаралық трансшекаралық сулы деңгейжиек негізінде жүргізілген Фаза 1 зерттеулердің нәтижесі көрсетілген және өзіне қосады: сулы деңгейжиектің қазіргі жағдайын бағалау және оның ресурстарын басқару мәселелеріне диагностикалық талдау жасау, сулы деңгейжиекті жетілдіріп басқару бойынша ұсыныстар. Жобаның Фаза 2 зерттеулері бойынша алдағы бағыттары көрсетілген.

Представлены результаты исследования Фазы 1 в рамках проекта ГГРЕТА по Приташкентскому трансграничному водоносному горизонту, включающие оценку современного состояния водоносного горизонта и диагностический анализ проблем управления его ресурсами, рекомендации по совершенствованию управления водоносным горизонтом. Даны направления дальнейших исследований Фазы 2 проекта.

Results of the study of Phase 1 of the GGRETA project on Pretashkent transboundary aquifer, including an assessment of the current state of the aquifer and the diagnostic analysis of the problems of its resources' management, recommendations for improving the management of the aquifer are presented. Further goals and objectives of activities of Phase 2 of the project were developed.

Проект «Управление ресурсами подземных вод трансграничных водоносных горизонтов» (GGRETA/ГГРЕТА проект) финансируется Швейцарским агентством по развитию и сотрудничеству (SDC) и выполняется МГП ЮНЕСКО (UNESCO-IHP) вместе с Международным центром ЮНЕСКО по оценке ресурсов подземных вод (IGRAC) при поддержке Международного союза охраны природы (IUCN). В соответствии с региональными приоритетами SDC в качестве пилотных проектов были выбраны три трансграничных водоносных горизонта (рисунок 1):

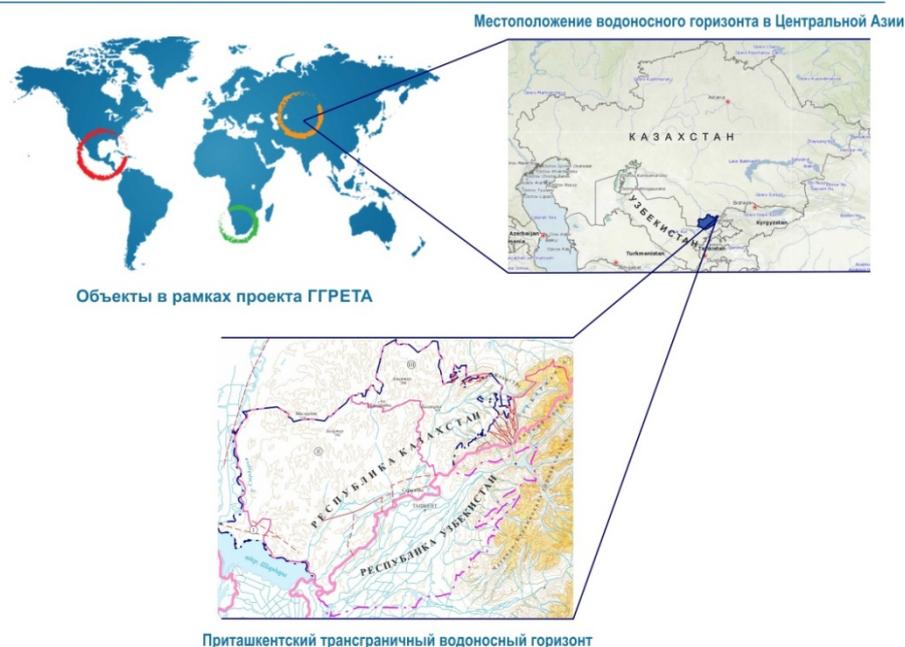


Рисунок 1 – Приташкентский ТГВГ в рамках проекта ГГРЕТА

водоносный горизонт Эскуипулас–Окотекуе–Китала (Трифинио): Сальвадор, Гватемала, Гондурас;

водоносный горизонт Калахари–Кару (Стамприет): Ботсвана, Намибия, Южная Африка;

Приташкентский водоносный горизонт (Казахстан и Узбекистан).

В 1982–1983 годах была выполнена переоценка эксплуатационных запасов подземных вод Приташкентского трансграничного водоносного горизонта (ТГВГ) – Сарыагашского месторождения подземных вод (МПВ). Эксплуатационные запасы МПВ были утверждены Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР и разделены между республиками СССР в следующих количествах: 1464 м³/сут – для Казахстана и 2044 м³/сут – для Узбекистана. До 1991 года водохозяйственные организации Казахстана и Узбекистана контролировали соответствие водоотбора подземных вод по утвержденным запасам. С 1991 года, после распада Советского Союза, когда были установлены новые государственные границы между странами, такой контроль перестал проводиться. Управление ресурсами подземных вод Приташкентского ТГВГ в настоящее время невозможно без совместных согласованных действий Казахстана и Узбекистана. Приташкентский ТГВГ был включен в проект ГПРЕТА.

Приташкентский трансграничный водоносный горизонт (ТГВГ) расположен в пределах двух государств – Республики Казахстан и Республики Узбекистан. Площадь территории водоносного горизонта составляет 15 920 км², в том числе в Казахстане – 10 840 км². В административно-территориальном отношении территория Приташкентского ТГВГ включает три административных района – Сарыагашский, Казыгуртский и небольшую часть Шардаринского, в составе которых насчитывается 41 сельский округ с 234 населенными пунктами.

В Казахстане территория Приташкентского ТГВГ является одной из густонаселенных. Численность населения на начало 2014 года составляла 463,4 тыс. человек, из них 24,6 % приходилось на городское население и 75,4 % – на сельское. В структуре городского населения численностью 114,1 тыс. человек преобладают женщины (52,1 %). В сельской местности проживает 349,3 тыс. человек, среди населения преобладают мужчины – 50,2 %. Анализ динамики численности населения показал, что в регионе наблюдается значительный рост населения. С 1990 по 2014 год население выросло на 159,9 тыс. человек. Средняя плотность населения по региону – 38,9 чел/км². Наиболее плотно заселен Сарыагашский район (40,7 чел/км²). В разрезе сельских округов плотность населения колеблется от 8 до 49 чел/км². Наибольшая плотность населения сконцентрирована в сельских округах, расположенных вдоль речных систем и массивов орошения.

Анализ демографических показателей показал, что в перспективе на территории трансграничного водоносного горизонта будет наблюдаться годовой прирост населения в среднем около 9874 чел/год. Увеличение численности населения приведет к росту объемов забора воды хозяйственно-питьевого водоснабжения как из поверхностных, так и из подземных вод.

На территории Приташкентского ТГВГ насчитывается 1102,7 тыс. га сельскохозяйственных угодий (92,5 % от площади земельного фонда территории ТГВГ). Структура сельскохозяйственных угодий представлена пастбищами (76,9 % от площади угодий), сенокосами (3,1 %), орошаемой и богарной пашней (19,0 %), многолетними насаждениями (0,6 %) и залежью (0,4 %). Основными сельскохозяйственными угодьями в регионе являются пашня и пастбища. Массивы распаханной земель сконцентрированы в восточной и юго-восточной части, занимают площадь 209,8 тыс. га, из которой 59,4 тыс. га (28,3 %) составляет орошаемая пашня. В структуре сельскохозяйственных угодий с 1985 года наблюдается тенденция сокращения площадей пашни, в том числе и орошаемой.

На территории Приташкентского ТГВГ водообеспечение населения и отраслей экономики основано на использовании трансграничных и местных ресурсов поверхностных и подземных вод. В общем объеме забора воды в 2013 году на поверхностные воды приходилось 94,9 % и на подземные – 5,1 %. При этом хозяйственно-питьевое водоснабжение на 94 % осуществляется за счет подземных вод, в том числе из Приташкентского ТГВГ. Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение пастбищ на 41 % происходит за счет подземных вод.

Неравномерность распределения водных ресурсов по территории Приташкентского ТГВГ как поверхностных, так и подземных создает значительные трудности в обеспечении населения водой на хозяйственно-питьевые нужды. Основным источником питьевого водоснабжения 234 населенных пунктов являются подземные воды, в том числе подземные воды Приташкентского ТГВГ. В 94 населенных пунктах водоснабжение на хозяйственно-питьевые нужды осуществляется за счет водозабора из скважин; в 56 населенных пунктах – из колодцев, в 51 населенном пункте – из водопроводов и в 13 населенных пунктах для питьевого водоснабжения используют привозную воду. Регион имеет сельскохозяйственную направленность, следовательно, орошаемое земледелие с использованием минеральных удобрений, животноводческие комплексы, предприятия переработки сельскохозяйственной продукции являются потенциальными источниками загрязнения поверхностных и подземных вод.

Приташкентский ТГВГ – водоносный верхнемеловой сеноманский комплекс (K_2s) залегает на глубине от нуля при выходе водоносного горизонта в предгорьях до 1900 м в синклинальных впадинах. Концептуальная гидрогеологическая модель Приташкентского ТГВГ представлена на рисунке 2.

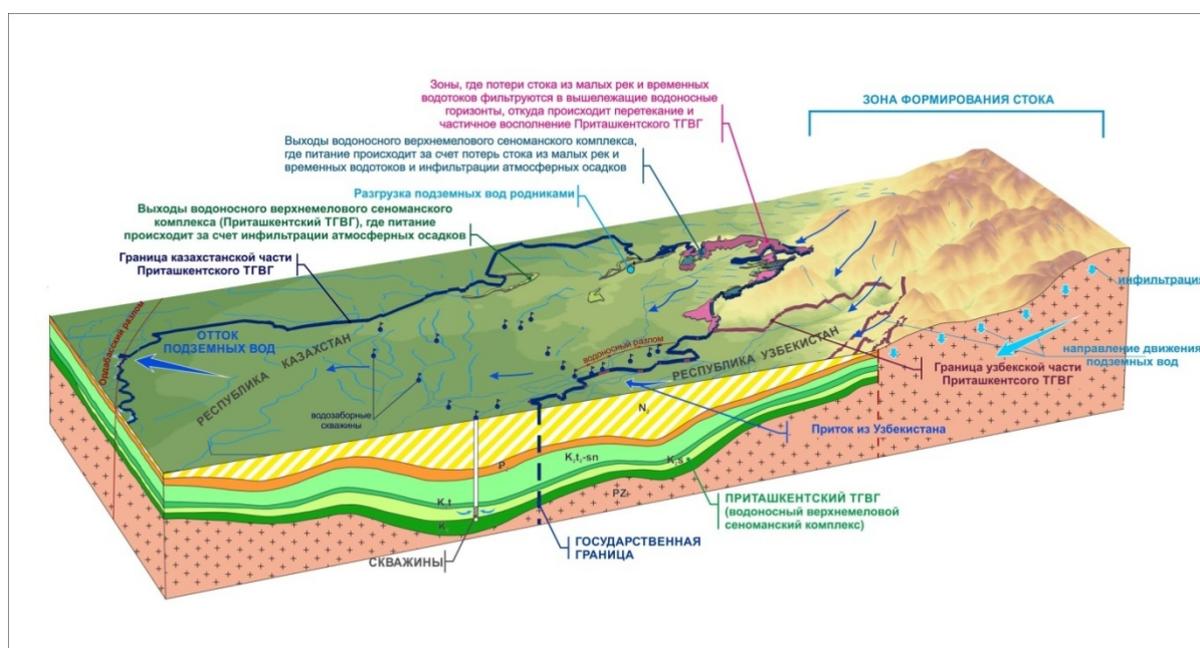


Рисунок 2 – Концептуальная гидрогеологическая модель Приташкентского ТГВГ

Водоносный верхнемеловой сеноманский комплекс сложен песчаниками, песками, конгломератами, сланцами, аргиллитами и реже известняками. Общая мощность комплекса изменяется от 41 до 254 м, средняя его мощность составляет 179 м. Его эффективная мощность равна 30–70 % от общей, средняя эффективная мощность – 90 м. Всю пачку слоев комплекса можно рассматривать как единую водоносную систему, так как в силу континентального генезиса слои водоупорных глин, разделяющие водоносные песчаные горизонты, не имеют непрерывного распространения в водоносном комплексе. Выходы водоносного комплекса на поверхность имеются только в предгорьях. Общая площадь обнажений 185,7 км². В остальной части области распространения Приташкентского ТГВГ он перекрыт нижнетуронским водоупором (K_2t_1) мощностью до 140 м.

Залегающие на нижнетуронском водоупоре гидрогеологические подразделения представляют собой переслаивание мезозой-кайнозойских водоносных горизонтов и комплексов и слабопроницаемых водоупоров (см. таблицу). Эти водоносные горизонты почти на всей территории содержат подземные воды с минерализацией более 1 г/л и не пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Имеются только два месторождения питьевых подземных вод в водоносном верхнечетвертичном современном аллювиальном горизонте и в водоносном среднеэоценовом горизонте (Абайское и Верхне-Келесское месторождения).

Основные гидрогеологические подразделения Приташкентского ТГВГ

Гидрогеологическое подразделение	Индекс	Литология и мощность	Примечание
Водоносный верхне-четвертичный-современный аллювиальный горизонт	aQ _{III-IV}	Валуны, гравийно-галечники, пески, переслаивающиеся с суглинками, мощность от 1,5-20 до 40-60 м	Распространен на части площади. Безнапорный. Пресные и слабосолоноватые подземные воды используются для питьевого и сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения пастбищ. Абайское (51 800 м ³ /сут) и Верхне-Келесское (22 890 м ³ /сут) МПВ.
Водоносный среднечетвертичный аллювиально-пролювиальный горизонт	apQ _{II}	Гравийно-галечники, пески, суглинки, мощность 5-42 м	Безнапорный. Минерализация подземных вод 0,6–13,7 г/л. Пресные и слабосолоноватые воды используются для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ
Локально-водоносный миоценовый горизонт	N ₁	Пески, песчаники, гравелиты и конгломераты в глинистой толще, мощность 10-45 м	Слабонапорный. Минерализация подземных вод 0,6–59,7 г/л. Пресные и слабосолоноватые воды используются для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ. На большей части территории является местным водоупором
Водоносный среднеэоценовый горизонт	P ₂ ²	Мелко- и среднезернистые пески и слабоцементированные песчаники, мощность 13,5-75 м	Слабонапорный. Минерализация подземных вод 0,6–2,8 г/л. Используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения группы сельских населенных пунктов, а также для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ. Верхне-Келесское МПВ (9070 м ³ /сут)
Локально-водоносный палеоэоценовый горизонт	P ₁	Трещиноватые известняки, залегающие в виде прослоев, среди глин	Распространен локально. Минерализация подземных вод 2,3–11,0 г/л. Солоноватые воды используются для обводнения пастбищ
Водоносный верхнемеловой верхнетурон-сенонский комплекс	K _{2t+s} n	Пески и песчаники с переслаиванием глинистых и иловых отложений, мощность 135-561 м	Напорный. Минерализация подземных вод 5,2–7,5 г/л. Водообильность низкая. Слабосолёные подземные воды используются для обводнения пастбищ
Водоупорный верхнемеловой нижнетуронский горизонт	K _{2t1}	Глины, мощность до 140 м	Региональный водоупор
Водоносный верхнемеловой сенонский комплекс	K _{2s}	Песчаники, пески, гравелиты, конгломераты, глины, аргиллиты, реже известняки	Приташкентский ТГВГ Высоконапорный. Залегает на глубинах до 1900 м. Минерализация подземных вод от 0,4–1,5 г/л. Сарыагашское МПВ: 1464 м ³ /сут (Казахстан) и 2044 м ³ /сут (Узбекистан). Используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения, в бальнеологии и для бутилирования
Водоносный нижнемеловой альбский комплекс	K _{1al}	Плохо отсортированные пески, слабоцементированные песчаники и гравелиты	Высоконапорный. Залегает на глубинах 548–2000 м. Минерализация подземных вод 0,5–2,2 г/л
Водоносный нижнемеловой неоком-аптский комплекс	K _{1ne+} a	Песчаники, пески, реже конгломераты и гравелиты в толще глин и алевролитов	Высоконапорный. Распространен на части территории на глубинах 627–1516 м. Минерализация подземных вод 5,0–14,6 г/л
Водоносная зона палеозойских пород фундамента	PZ	Трещиноватые осадочные и магматические породы	Изучен отдельными скважинами в Узбекистане

Все эти горизонты являются нетрансграничными. Большая глубина залегания и изолированность водоносного горизонта делают его безопасным от проникновения загрязняющих веществ с земли и воздуха. Внутренние источники загрязнения отсутствуют. Поверхностные воды гидравлически не связаны с подземными водами комплекса.

Водоносный верхнемеловой сеноманский комплекс характеризуется низкой горизонтальной и вертикальной проводимостью. Водопроницаемость – $5\text{--}35 \text{ м}^2/\text{сут}$; упругая водоотдача – $4,36 \cdot 10^{-4}$. Коэффициент фильтрации – $0,4 \text{ м}/\text{сут}$. Пористость может быть принята не более $0,1$.

Под верхнемеловым сеноманским водоносным комплексом на глубинах $548\text{--}2000 \text{ м}$ залегает водоносный нижнемеловой альбский комплекс (K_{1al}). Он сложен плохо сцементированными песчаниками и песками. Предположительно водоносный нижнемеловой альбский комплекс взаимосвязан с верхнемеловым сеноманским водоносным комплексом и входит в Приташкентский ТГВГ. Несколько скважин оборудованы на этот комплекс.

Естественный градиент фильтрационного потока низкий, не более $0,001$. Соответственно скорость потока оценивается в $0,001 \cdot 0,4/0,1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}/\text{сут} = 1,5 \text{ м}/\text{год}$. По результатам изотопных исследований подземных вод водоносного комплекса (1983) возраст подземных вод в скважинах в районе курорта Сарыагаш равен 6000 лет. Этот возраст хорошо соответствует времени продвижения подземных вод от зоны питания до площади эксплуатационного отбора при скорости потока $1,5 \text{ м}/\text{год}$.

Натурные исследования по определению величины питания подземных вод Приташкентского ТГВГ не проводилось. Тем не менее анализ информации, полученной в ходе исследований в $1981\text{--}1982$ годах, позволил выделить четыре типа зон естественного питания водоносного верхнемелового сеноманского комплекса:

1. Выходы водоносного верхнемелового сеноманского комплекса (Приташкентский ТГВГ), где питание происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков.

2. Выходы водоносного верхнемелового сеноманского комплекса, где питание происходит за счет потерь стока из малых рек и временных водотоков и инфильтрации атмосферных осадков.

3. Зоны, где потери стока из малых рек и временных водотоков фильтруются в вышележащие водоносные горизонты, откуда происходит перетекание и частичное восполнение водоносного верхнемелового сеноманского комплекса.

4. Зоны питания подземных вод водоносного горизонта вдоль тектонических разломов.

Часть питания водоносного комплекса осуществляется вдоль контакта водоносного сеноманского комплекса с зоной выхода палеозойских пород, которая является основной областью формирования стока. Величина питания за счет первых трех типов зон по оценкам равна $41,65 \text{ л}/\text{с}$; питания по разломам – $8,8 \text{ л}/\text{с}$. Общая сумма питания по казахстанской части, таким образом, оценивается в $50,45 \text{ л}/\text{с}$. Необходимо установить приток подземных вод из Узбекистана, чтобы определить окончательную величину питания подземных вод для казахстанской части водоносного верхнемелового сеноманского комплекса. Поскольку интенсивность пополнения водоносного горизонта очень мала по сравнению с объемом подземных вод по отношению к площади, то Приташкентский ТГВГ можно рассматривать как водоносный горизонт с невозобновляемыми ресурсами. На основе имеющейся информации общая величина запасов (объем) подземных вод равна $97,6 \text{ км}^3$, а объем упругих запасов – $5,15 \text{ км}^3$. Последнее является важным параметром оценки глубоких водоносных горизонтов, так как эти ресурсы формируют их эксплуатационные запасы. При водоотборе происходит взаимовлияние скважин водоносного горизонта.

Анализ режимных наблюдений и полевых исследований эксплуатационных скважин показал, что:

ресурсы подземных вод Приташкентского ТГВГ ограничены;

пьезометрические уровни подземных вод в некоторых скважинах снизились и находятся на уровне поверхности земли или ниже; таким образом, часть скважин необходимо будет перевести на насосную эксплуатацию;

наблюдается значительное сокращение запасов подземных вод, что может привести к истощению уникального водоносного горизонта.

При дальнейшей интенсивной эксплуатации существует опасность ухудшения качества подземных вод Приташкентского ТГВГ при снижении пьезоуровней ниже земной поверхности, снятии при этом пластового давления и изменении направления гидравлических градиентов. В результате из вышележащих водоносных горизонтов и слабопроницаемых водоупоров будут происходить отжим и перетекание минерализованных подземных вод в верхнемеловой сеноманский водоносный комплекс. На это обращали внимание гидрогеологи еще на ранних стадиях исследования подземных вод Приташкентского ТГВГ.

Существует мнение ряда гидрогеологов, что гидрогеологическую систему Приташкентского ТГВГ можно схематизировать как состоящую из нескольких гидрогеологических структур, соответствующих отдельным синклиналим впадинам. Эксплуатация подземных вод такой структуры не повлияет на другие. Это может значительно упростить управление трансграничными ресурсами подземных вод Приташкентского ТГВГ. Анализ истории совместной (Казахстаном и Узбекистаном) эксплуатации Приташкентского ТГВГ с 1983 года и построение математической модели всего Приташкентского ТГВГ даст возможность рассмотреть такую схематизацию, проверить данную гипотезу и определить потенциал дальнейшей эксплуатации его ресурсов.

Приташкентский ТГВГ представляет собой уникальный источник глубоко залегающих пресных подземных вод в Центральной Азии. Водоносный горизонт расположен на территории Казахстана и Узбекистана. Население казахстанского сегмента водоносного горизонта в значительной степени зависит от подземных вод Приташкентского ТГВГ, который на большей части площади своего распространения является единственным источником питьевого водоснабжения.

Ресурсы подземных вод Приташкентского ТГВГ – составная часть водных ресурсов региона и учитываются в планах интегрированного управления водными ресурсами наряду с ресурсами поверхностных и подземных вод вышележающих нетрансграничных водоносных горизонтов.

Трансграничный характер ресурсов подземных вод Приташкентского ТГВГ требует разработки и реализации срочных комплексных мер, особенно межгосударственных, в области планирования интегрированного управления ресурсами подземных вод, которые будут способствовать удовлетворению нужд социально-экономического развития региона и решению экологических проблем на краткосрочную и долгосрочную перспективу.

В соответствии с методологией ГПРЕТА оценки индикаторов современного состояния ресурсов подземных вод, основанной на методологии ДДСВР, которая является концептуальной системой проведения оценки для дальнейшего интегрированного управления водными ресурсами водоносного горизонта и водными ресурсами региона в целом, выполнен диагностический анализ, направленный на выявление основных проблем и рисков по Приташкентскому ТГВГ. Оценка выполнена в несколько этапов:

- составление таблицы индикаторов ГПРЕТА современного состояния ресурсов подземных вод;
- определение трансграничных проблем и расстановка приоритетов;
- оценка последствий воздействия каждой из проблем на социально-экономические условия и окружающую среду;
- причинно-следственный анализ;
- разработка дальнейших механизмов по урегулированию проблем, построение альтернативных сценариев.

Анализ сформированной таблицы индикаторов ГПРЕТА современного состояния ресурсов подземных вод показывает, что основные проблемы управления ресурсами подземных вод Приташкентского ТГВГ в Казахстане определяются:

- 1) невозобновляемостью ресурсов подземных вод водоносного горизонта;
- 2) большой зависимостью хозяйственно-питьевого водоснабжения населения от подземных вод, в том числе Приташкентского ТГВГ;
- 3) примерно на половине площади водоносного горизонта (46 %) подземные воды не пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения;

4) поскольку Приташкентский ТГВГ в основном залегают на большой глубине, подземные воды горизонта не загрязнены, потенциальная возможность проникновения загрязнителей в водоносный горизонт возможна в зоне инфильтрационного питания;

5) климатические изменения не оказывают влияние на Приташкентский ТГВГ;

6) основным фактором давления на подземные водные ресурсы Приташкентского ТГВГ в Казахстане является интенсивная эксплуатация подземных вод водоносного горизонта, в 2,5 раза превышающая величину их питания, которая приводит к снижению пьезометрического уровня;

7) рост численности населения является основным фактором давления на подземные водные ресурсы Приташкентского ТГВГ в Казахстане на перспективу;

8) отсутствуют межгосударственные соглашения и инструменты управления водными ресурсами Приташкентского ТГВГ;

9) контроль величины водоотбора недостаточен, недостаточны меры по охране качества подземных вод на национальном уровне.

Первым шагом в процессе выявления трансграничных проблем стало определение степени их значимости для казахстанского сегмента в целом и трансграничного характера Приташкентского водоносного горизонта. Принципиальная схема взаимосвязи факторов давления на возможность управления ресурсами Приташкентского ТГВГ и основные проблемы показаны на рисунке 3.



Рисунок 3 – Принципиальная схема взаимосвязи факторов давления и основные проблемы Приташкентского ТГВГ

В результате оценки выделены две основные трансграничные проблемы собственно Приташкентского ТГВГ, связанные со снижением уровня подземных вод при водоотборе, которые требуют проведения более детального анализа:

истощение запасов подземных вод Приташкентского ТГВГ;

потенциальное ухудшение качества подземных вод Приташкентского ТГВГ (повышение минерализации).

По результатам оценки были установлены основные воздействия каждой приоритетной трансграничной проблемы на окружающую среду и социально-экономическое развитие региона Приташкентского ТГВГ.

Выделены также две взаимосвязанные национальные проблемы, связанные с ростом социально-экономического и экологического факторов давления на Приташкентский ТГВГ.

Группа 1. Социально-экономическое давление:

рост численности населения;
экономическое развитие.

Группа 2. Давление на окружающую среду (1) и потенциальные проблемы (2, 3):

климатические;
истощение ресурсов подземных вод верхних нетрансграничных водоносных горизонтов;
загрязнение поверхностных вод и подземных вод верхних нетрансграничных водоносных горизонтов.

Эксплуатация подземных вод водоносного горизонта с современной интенсивностью может привести, и уже приводит, к истощению запасов подземных вод горизонта. На некоторых участках водозаборных скважин произошло значительное снижение уровней подземных вод водоносного горизонта. Основная причина – нерациональное использование ресурсов подземных вод на национальном уровне, выражающееся в необоснованной величине водотбора каждым недропользователем, использованием добытой воды не по назначению, больших потерях в коммуникационных сетях и т.д. Отбор подземных вод не согласован государствами, разделяющими ресурсы Приташкентского ТГВГ. Тем более отсутствует процедура обмена данными мониторинга подземных вод горизонта между странами. Качество государственного мониторинга подземных вод Приташкентского ТГВГ в Казахстане не удовлетворяет современным требованиям по наблюдательной сети и инструментарию. В результате уже в настоящее время формируются признаки возможного конфликта по использованию ресурсов подземных вод Приташкентского ТГВГ между государствами, а также внутрисоюзного конфликта между отдельными пользователями подземных вод водоносного горизонта.

Потенциальной трансграничной проблемой Приташкентского ТГВГ является ухудшение качества подземных вод, прежде всего, за счет перетекания (отжима) вод с повышенной минерализацией из вышележащих, нетрансграничных, водоносных горизонтов и слабопроницаемых водоупоров при дальнейшем снижении пьезометрического уровня. Эта проблема рассматривалась еще на первых этапах эксплуатации ресурсов подземных вод этого водоносного горизонта. Несмотря на тот факт, что ухудшения качества подземных вод в настоящее время не отмечено, целесообразно ввести требования о наблюдениях за качеством подземных вод на всех водозаборных участках как превентивную меру борьбы с потенциальным риском.

Решение проблемы истощения запасов подземных вод Приташкентского ТГВГ тесно увязывается с общей для региона проблемой внедрения интегрированного управления водными ресурсами. При этом должны учитываться все факторы давления на ресурсы Приташкентского ТГВГ, разрабатываться и осуществляться меры по снижению такого давления. Увеличение численности населения в регионе приведет к росту объемов забора воды хозяйственно-питьевого водоснабжения как из поверхностных, так и из подземных вод. Развитие экономики и рост численности населения неизбежно приведут к увеличению отходов жизнедеятельности, промышленности и сельского хозяйства, что приведет к загрязнению поверхностных и подземных вод верхних нетрансграничных водоносных горизонтов. Нехватка общественной ответственности за сохранение водных ресурсов, низкий уровень штрафов за нарушения в отношении нерациональной эксплуатации водозаборных сооружений, отсутствие соответствующих механизмов стимулирования водосбережения и т.д. способствуют нерациональному использованию водных ресурсов.

Стресс роста населения на ресурсы Приташкентского ТГВГ может быть снижен благодаря использованию ресурсов соленых и солоноватых подземных вод верхних нетрансграничных водоносных горизонтов при их опреснении до стандартов питьевых вод, что должно быть учтено в планах интегрированного управления водными ресурсами районов Южно-Казахстанской

области РК. В этих же планах должны отразиться вопросы охраны ресурсов питьевых подземных вод верхних нетрансграничных водоносных горизонтов от загрязнения.

Для эффективного управления трансграничными ресурсами подземных вод Приташкентского ТГВГ необходимо:

1. Развивать потенциал международного сотрудничества по совместному управлению оптимальными ресурсами подземных вод водоносного горизонта, обмену данными гидрогеологического мониторинга водоносного горизонта.

2. Основой совместного (Казахстан – Узбекистан) управления ресурсами подземных вод Приташкентского ТГВГ должно быть создание и эксплуатация математической имитационной модели водоносного горизонта. Построение модели – это важный инструмент, способствующий определению доступных ресурсов подземных вод Приташкентского ТГВГ в регионе.

3. Разработать единую стратегию управления риском деградации Приташкентского ТГВГ (Казахстан – Узбекистан) с учетом факторов давления. Основой этого может быть постоянно пополняемая база данных ГГРЕТА, включающая в себя качественные и количественные показатели (метеорологические, гидрогеологические, социально-экономические и экологические), а также информацию о мерах для урегулирования возможных конфликтов между водопользователями.

4. Ограничить дебит скважин на воду в строгом соответствии со значениями эксплуатационных ресурсов, утвержденных для них.

5. Вести постоянный мониторинг подземных вод Приташкентского ТГВГ (пьезометрического уровня, дебита, качества подземных вод) во всех работающих скважинах, независимо от их принадлежности и назначения. Вести мониторинг технического и экологического состояния водозаборных скважин.

6. Обеспечить развитие на национальном и межгосударственном уровнях системы учета объема добычи и использования подземных вод горизонта, регионального водного кадастра для регистрации лицензированного забора подземных вод по всему горизонту. Собранная база данных станет основным рабочим материалом модели управления водными ресурсами Приташкентского ТГВГ.

7. Модернизировать систему наблюдений государственного мониторинга подземных вод, в том числе внедрить меры по контролю качества и качественному анализу данных в соответствии с международными стандартами. Разработать программы мониторинга качества подземных вод в масштабе всего водоносного горизонта.

8. Развивать международное сотрудничество по вопросам качества подземных вод Приташкентского ТГВГ между сопредельными государствами. Согласовать стандарты оценки качества воды и создать механизм обмена этими данными между Казахстаном и Узбекистаном.

Поскольку основной стресс на ресурсы Приташкентского ТГВГ на территории Казахстана, особенно в районах, где он является единственным источником питьевого водоснабжения, связан с интенсивным ростом населения, необходимо в планы интегрированного управления водными ресурсами по Южно-Казахстанской области внести следующие мероприятия:

1. Использовать для питьевого водоснабжения (особенно на участках, где Приташкентский ТГВГ является единственным его источником) солоноватые и соленые подземные воды верхних нетрансграничных водоносных горизонтов при их опреснении и доведении их качества до требований питьевого водоснабжения.

2. Внедрить мероприятия по контролю управления спросом, включая контроль утечек на водозаборах, сетях, и программы общественной информированности.

3. Разработать стимулы поощрения при внедрении водосберегающих технологий.

4. Модернизировать и реконструировать сети водоснабжения.

5. Разработать положения о предоставлении налоговых кредитов и грантов предприятиям, использующим водные ресурсы, с целью внедрения новых водосберегающих технологий.

Для снижения возрастающего давления отрицательных факторов окружающей среды на Приташкентский ТГВГ необходимо уделить больше внимания применению следующих неструктурных мер:

1. Усиление охраны верхних нетрансграничных водоносных горизонтов – источников питьевого водоснабжения от их истощения и загрязнения.
2. Введение практики оценки воздействия проектов, экономического развития региона на состояние подземных вод Приташкентского ТГВГ.
3. Повышение общественной информированности о последствиях ненормированной добычи подземных вод, в том числе ресурсов Приташкентского ТГВГ.
4. Ужесточение законодательных актов в области охраны трансграничных водных ресурсов.
5. Развитие кадрового потенциала ведомств по охране окружающей среды в области загрязнения водных ресурсов.

Апробированная в пилотном проекте Методология ГГРЕТА оценки трансграничных водоносных горизонтов для совершенствования управления водными ресурсами может быть использована при оценке других трансграничных водоносных горизонтов как в Казахстане, так и в мире.

Я. Э. ПУЛАТОВ, А. КУРБАНОВ, З. А. НАЗИРОВ, А. К. БОБОЕВ

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

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ И РАЗВИТИЕ ВОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Статья посвящена вопросам интегрированного управления водными ресурсами и развитию регионального водного сотрудничества. Излагаются результаты всестороннего анализа и оценки существующего метода управления водными ресурсами в Таджикистане. Описано национальное видение опыта применения принципов ИУВР и их результаты, излагаются региональные аспекты управления водными ресурсами и рекомендованы меры по улучшению водного сотрудничества в Центральной Азии.

The article is devoted to issues of integrated water resources management and development of regional water cooperation. The results of a comprehensive analysis and evaluation of the existing method of water resources management in Tajikistan are presented. The national vision of experience in the application of IWRM principles and the results are described, regional aspects of water management are stated, and actions to improve water cooperation in Central Asia are recommended.

Вода является ключевым фактором устойчивого развития и за последнее десятилетие в мире повысилось внимание к водным ресурсам, их рациональному использованию и охране. В совместном заявлении, подписанном главами государств Центральной Азии (Алматы, 2009) по преодолению последствий Аральского кризиса, улучшению экологической и социально-экономической обстановки региона и разработки Программы бассейна Аральского моря на 2011–2015 годы, особое внимание обращено на комплексное использование и охрану водных ресурсов, борьбу с опустыниванием и деградацией земель, внедрение в практику прогрессивных водосберегающих технологий орошения и систем земледелия.

Известно, что с 1960 по 2015 г. население Центральной Азии увеличилось более чем в три раза, и как следствие, этого растёт водопотребление. Согласно некоторым расчётам, к 2030 г. рост водопотребления в Центральной Азии составит 15–20% от нынешнего. А если учесть сокращение речного стока вследствие влияния изменения климата на этот же период, то ситуация становится весьма критической.

В настоящее время ресурсы естественного стока рек в бассейне Аральского моря исчерпаны полностью и водохозяйственный комплекс региона имеет дело с нарастающим дефицитом воды. Следовательно, особо ощутимыми будут последствия влияния изменения климата на сельское хозяйство и особенно на орошаемое земледелие, потребляющее более 90% водных ресурсов региона. Поэтому изучение и решение названных проблем, являющихся актуальными для бассейнов рек Таджикистана и Центральной Азии, требуют проведения целенаправленных комплексных научных исследований, на что и направлена настоящая работа.

В основу исследований положен системный подход. Теоретические исследования для обоснования необходимости совершенствования системы управления водными ресурсами и оценки существующего состояния управления водными ресурсами проводились на основе анализа имеющихся материалов и фактических данных водохозяйственных, сельскохозяйственных и экологических организаций.

Результаты экспериментов использованы в качестве источника теоретических построений, а также критериев достоверности теоретических обобщений. В процессе выполнения работы применялись методы инженерно-технических и экономических исследований.

Анализ показал, что Республика Таджикистан среди стран Центральной Азии имеет самый низкий показатель по водообеспеченности (1680 м³/год.чел.) и орошаемым земельным ресурсам (0,09га/чел). В связи с этим, в целях обеспечения продовольственной безопасности Республике Таджикистан необходимо увеличить площади орошения в ближайшей перспективе

и довести их до 1 млн га. При этом прирост орошаемой площади должен производиться в пределах согласованных лимитов воды [1].

Управление водными ресурсами, осуществляемое ныне в административных границах, не позволяет на должном уровне вести учет, планирование, управление и использование водных ресурсов, а в отдельных случаях является препятствием для стабильного обеспечения потребителей водой.

Недостаточное финансирование и несоответствующая институциональная структура привели к нерациональной эксплуатации и серьёзным недостаткам в проведении своевременного ремонта оросительных систем и, в первую очередь, насосных станций.

Существующая ирригационная инфраструктура, построенная еще в советский период, изношена до предела и для оказания на должном уровне услуг по водоподаче требуется её реконструкция с привлечением значительных финансовых ресурсов. Сегодня для орошения 750 тыс. га земель используется 29,8 тыс. км оросительных систем, 13,1 тыс. км коллекторно-дренажных сетей, 7427 гидротехнических сооружений, 486 насосных станций и 1794 вертикальные скважины [2].

Необходимо отметить, что содержание и эксплуатация внутрихозяйственных оросительных систем и коллекторно-дренажных сетей раньше осуществлялись бывшими колхозами и совхозами. К сожалению, в результате реформирования сельского хозяйства с 1996 года и по сей день внутрихозяйственные оросительные системы, включая насосные станции, остались бесхозными, и в результате неправильной эксплуатации, отсутствия своевременных ремонтных работ находятся в плачевном состоянии.

Организации, ответственные за оказание услуг водоподачи, содержание инфраструктуры, оросительных и коллекторно-дренажных систем, работают неэффективно.

В целом в Таджикистане существует сложная иерархическая структура с многообразными функциями в области использования и охраны водных ресурсов (регулирование, прогнозирование, использование и охрана, планирование, анализ, политика, стратегия) [3].

Всесторонний анализ показывает, что существующий метод управления водными ресурсами имеет следующие недостатки:

слабая межотраслевая и отраслевая координация по горизонтальной и вертикальной иерархии;

административные и гидрологические границы территорий не всегда соответствуют друг другу;

ущемление прав водопользователей, расположенных ниже по течению канала;

большие организационные непроизводительные потери воды, несогласованные действия водопоставщиков и водопользователей;

дисбаланс между руководством и управлением водой, существование пробелов между водной стратегией, законодательством и управлением;

командно-административные и бюрократические методы управления;

сложная и многочисленная структура, которая недостаточно обеспечена финансовыми ресурсами за счет госбюджета;

устаревшая система учета и оплаты на водные услуги;

низкая продуктивность водопользования, отсутствие стимулов для водосбережения;

субъективный и чиновнический подход к процессу принятия решений;

недостовверная отчетность перед водопотребителями, формальное отношение между водопоставщиками и водопользователями;

слабая юридическая и экономическая позиция водопользователей и отсутствие консолидированного подхода к данному вопросу;

несамостоятельность водопользователей по отношению к ведению сельхозпроизводства, существование государственного вмешательства;

плохой учёт, а иногда и игнорирование экологических требований;
формальное ведение водного кадастра (по части формирования и использования водных ресурсов), отсутствие единого учёта всех вод;

планирование и распределение водных ресурсов основано на том, как разделить имеющуюся в наличии воду; не определяется фактическая потребность воды для выращивания сельскохозяйственных культур;

существует множество материально-технических трудностей в планировании, эксплуатации и содержании систем водообеспечения;

из-за нехватки достаточного количества тарифованных водомеров в республике затруднено осуществление учета и контроля расхода воды;

освоение новых земель и развитие орошаемого земледелия затруднено из-за отсутствия всеобъемлющих инвестиционных планов и средств;

нехватка финансовых средств для эксплуатации и технического обслуживания гидромелиоративных систем привела к ухудшению их эксплуатационного состояния, излишнее использование воды привело – к заболачиванию и засолению почвы; значительная часть насосных станций не функционирует, в связи с чем большинство хозяйств не могут пользоваться оросительной водой;

питьевой трубопроводной водой пользуется около 57% населения и только 43% населения сельской местности; около 25% от общего числа населения используют оросительные каналы (арыки) как источник питьевой воды, имеются случаи заболеваний, передающихся через воду, системы питьевой воды нуждаются в капитальном ремонте;

существуют разрешения для водозабора и водоотвода, но отсутствует система лицензирования;

экономический климат, низкая сельскохозяйственная производительность, неясность финансовых процедур, плохое финансовое управление, привели к тому, что водопользователи не в состоянии платить за услуги по водоподаче;

все проблемы усугубляются слабым кадровым потенциалом отрасли, низкой информированностью водопользователей, отстранение водопользователей от участия в процессе принятия решений, низкой научно-технической базой и отсутствием механизма для внедрения результатов научных разработок в производство;

Все это говорит о том, что водное хозяйство дальше развиваться при нынешней структуре управления не может. В связи с этим Правительство Республики Таджикистан утвердило “Программу реформы водного сектора Республики Таджикистан на 2016–2025 годы” (Постановление Правительства Республики Таджикистан от 30 декабря 2015, года №791).

Оно направлено на совершенствование структуры управления водными ресурсами на всех уровнях водопользования и водопотребления. Переход к рыночным отношениям, развитие новых форм собственности определяют необходимость включения в управление водными ресурсами новых институциональных структур. В результате реструктуризации водохозяйственного комплекса республики образованы Министерство энергетики и водных ресурсов РТ и Агентство по мелиорации и ирригации при Правительстве РТ (Указ Президента Республики Таджикистан от 19 ноября 2013года №12). Однако по некоторым вопросам управления и руководства, между уполномоченными госорганами существуют межотраслевые противоречия.

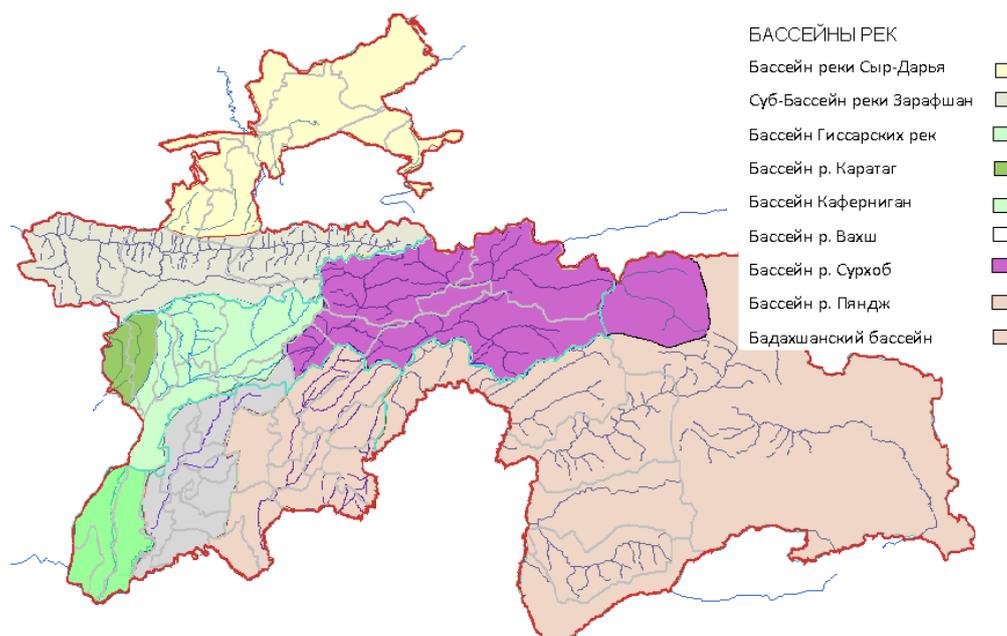
Следует отметить, что водные ресурсы имеют стратегическое значение для республики и являются основой не только для развития сельскохозяйственной отрасли, но и социально-экономического развития.

Организация рационального и эффективного управления водными ресурсами с учетом потребностей всех водопользователей, в том числе экологических систем, внедрения принципов интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР), является основой социально-экономического развития и повышения благосостояния населения. Эти принципы включают переход от административного управления на бассейновое (гидрографическое) управление водными ресурсами, создание Ассоциации водопользователей (АВП) и Федерации АВП,

разработку экономических механизмов водопользования, учета всех видов вод (поверхностных и подземных) и т.д.

В наших исследованиях даны научные предпосылки для разработки бассейновых схем управления водохозяйственным комплексом бассейнов рек Таджикистана, обеспечивающие значительное повышение эффективности управления и использования водно-земельных ресурсов при сохранении и улучшении мелиоративно-экологического состояния орошаемых земель.

С учетом гидрологических границ речные бассейны Таджикистана представлены на рисунке.



Речные бассейны Таджикистана

Национальное видение опыта ИУВР. Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) предполагает гармонизацию всех основных факторов, влияющих на эффективное управление и использование водных, земельных, энергетических и прочих связанных ресурсов, с учетом политических, правовых, экономических, финансовых, технических, организационных, социальных и других особенностей страны. Систему управления водными ресурсами республики удобно представлять состоящей из 4-х иерархических уровней. В контексте ИУВР предлагаемая структура будет выглядеть следующим образом. **Первый уровень национальный**, согласно законодательству включает Парламент, Правительство, министерства и ведомства, уполномоченные управлять и регулировать использование водных ресурсов. Здесь следует отметить особую роль Министерства энергетики и водных ресурсов РТ и Агентство по мелиорации и ирригации при Правительстве РТ. **Второй уровень бассейновый**, должен включать бассейновые водохозяйственные управления по основным водотокам республики – Сырдарья, Зарафшан, Каратаг-Ширкент, Кафирниган, Вахш и Пяндж. Межсекторальное участие представлено в форме водохозяйственного Совета бассейна. Здесь будут представлены государственные организации областного уровня, а также представители общественных объединений и коммерческих структур. **Третий уровень** будет включать управления ирригационных систем, управления крупных каналов. Межсекторальное участие будет представлено в форме водных комитетов каналов. **На четвертом** самом низком уровне управление водными ресурсами осуществляется непосредственно в рамках крупных сельхозпредприятий различных форм собственности, ассоциаций и федераций водопользователей.

Результаты исследований показали, что применение принципов ИУВР на практике способствует решению существующих водохозяйственных проблем. Основные преобразования при внедрении ИУВР приведены ниже [4].

Основные преобразования при использовании ИУВР
Создание водных советов, комитетов, федераций и ассоциаций обеспечивает межведомственную и отраслевую координацию
Переход на гидрографический метод управления обеспечит стабильное и равноправное водообеспечение не зависимо от местоположения водопользователя
Системная и последовательная координация действий на всех уровнях водопользования обеспечит минимизацию организационных потерь воды
Интегрированный подход для решения проблем. Поэтапная реализация институциональных реформ позволит обеспечить интеграцию между стратегией и управлением водой
Общественное управление, внедрение демократических принципов, экономических механизмов водопользования и законодательство, отвечающее принципам ИУВР
Переход на самофинансирование организаций на основе внедрения экономических механизмов водопользования при частичной поддержке государства
Установление реальных фактических тарифов, совершенствуется система планирования и финансирование водохозяйственных услуг
Внедрение принципа стимулирования водосбережения и повышения продуктивности использования водно-земельных ресурсов
Внедрение полного водоучета во всех системах водохозяйственного комплекса. Развитие гидрометеорологии и гидрометрии
Обеспечивается участие общественности и заинтересованных сторон в процессе принятия решений
Внедряются договорные отношения между водопоставщиками и водопользователями в процессе управления будут участвовать все заинтересованные стороны
Четко регламентируются взаимоотношения водопользователей и водопоставщиков на основе Закона РТ «Об АВП»
Принцип «спрос–предложение» обеспечивает самостоятельность фермеров-водопользователей
Учет экологических и природоохранных требований (санитарные и экологические попуски, а также водные ресурсы для охраны природного комплекса)
Осуществление единого учета и планирования использования поверхностных, подземных и возвратных вод

Региональные аспекты управления водными ресурсами. В настоящее время водные ресурсы в бассейне Аральского моря используются на основе принятых соглашений постсоветского периода, но на базе технико-экономических обоснований периода СССР в условиях бездействия компенсационного механизма, сглаживавшего неравномерное вододелиение и покрывавшего затраты на содержание водохозяйственных комплексов регионального значения.

Необходимо отметить, что при росте потребности в водных ресурсах и глобальных процессах климатических изменений может расти и напряжённость в отношениях между отдельными странами. Однако подлинная причина возникновения разногласий (конфликтов) –

в отсутствии или недостатке соглашений и международных структур для обеспечения совместного управления водными ресурсами, а также в определённой степени доброй воли к сотрудничеству.

На данный момент новой утверждённой региональной водной стратегии не существует, а принцип вододеления, разработка и утверждение лимитов водопотребления для каждого государства региона, соответствующих графиков режимов работы водохранилищ осуществляются ежегодно Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссией. Таков сегодня установленный порядок использования водных ресурсов на межгосударственных источниках [5].

С целью развития сотрудничества и совершенствования принципов и механизмов взаимоотношений стран Центральной Азии необходимо:

1. Совершенствовать организационную структуру МФСА (ИК МФСА, МКВК, МКУР) с учетом принципов ротации их исполнительных органов.

2. Разработать и заключить Рамочное соглашение между странами Центральной Азии, включая Афганистан, «О принципах использования и охраны водных ресурсов рек Амударьи и Сырдарьи» на основе принципов разумности и справедливости, ненанесения значительного или существенного ущерба прибрежным странам.

3. Уделить особое внимание разработке и реализации программ бассейна Аральского моря на перспективу на основе взаимовыгодного водного сотрудничества.

4. Разработать «Меры доверия по совместному использованию водных ресурсов», по примеру Договора по безопасности и сотрудничеству в Европе.

5. Продолжить работу по разработке и принятию «Водной доктрины Центральной Азии» иконцепции по рациональному использованию водно-энергетических ресурсов бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи.

6. Разработать согласованные критерии и методики по решению межгосударственных водных проблем, заключения двусторонних и многосторонних соглашений, связанных с новым межгосударственным вододелением, возмещением вреда, причиняемого нарушением условий межгосударственных договоров о водораспределении, с созданием современной информационной системы.

7. Основные положения международных водных конвенций, являются рекомендательными, очерчивающими рамки поведения, но конкретные действия ими рекомендуется осуществлять на основе соглашений между заинтересованными сторонами.

8. Необходимо развивать сотрудничество между НИИ и вузами Центральной Азии по решению водных проблем в регионе.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Пулатов Я.Э. Аналитический обзор «Состояние и перспективы ИУВР в Республике Таджикистан» / Я.Э. Пулатов и др. – Душанбе, 2011. – 97с.

[2] Пулатов Я.Э. Фундаментальные аспекты мелиорации орошаемых земель и интегрированное управление водными ресурсами // Наука и практика: вода для устойчивого развития / Я.Э. Пулатов, Ш.С. Пулатова // Сборник научных статей, посвящённый 75-летию юбилею Заслуженного работника Таджикистана, доктора технических наук Н. К. Носирова. – Душанбе, 2015. – С. 34-40.

[3] Концепция по рациональному использованию и охране водных ресурсов в Республике Таджикистан. – Душанбе, 2001. – 42с.

[4] Пулатов Я.Э. Интегрированное управление водными ресурсами: проблемы и перспектива / Я.Э. Пулатов, К. Расулзода // Вестник Таджикского госуниверситета права, бизнеса и политики. – Худжанд, 2012. – № 1(49). – С. 12-21.

[5] Пулатов Я.Э. Водные проблемы Центральной Азии и пути их решения / Я.Э. Пулатов, З.В. Кобулиев // Сборник статей, посвящённых Международному году водного сотрудничества. – Душанбе, 2013. – С. 125.

Д. М. РЫСКУЛОВ

ТНК «Глобальные технологии глобализации»

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ «КОНСЕРВИРУЕТ» НАСТОЯЩЕЕ И ОТДАЛЯЕТ БУДУЩЕЕ

Актуализируется потребность объединения преимуществ исторически дружественных государств для преодоления барьеров и преград на пути восстановления «мягкой силой» водного партнерства в Центральной Азии.

The necessity of cooperation of advantages of historically friendly countries for the overcoming of barriers on the way to renewal of water partnership in Central Asia becomes really actual.

С годами проблема водных ресурсов в отношениях между странами становится все острее и приобретает особую актуальность в силу естественных причин. Потепление климата вызывает таяние ледников, питающих многие реки мира. Согласно прогнозам лет через 15–20 испытывать дефицит воды будут 2/3 населения планеты. Учитывая сложность ситуации, ООН вплотную занимается проблемой водных ресурсов с 1977 г. В настоящее время под эгидой ООН проводится десятилетняя (2005–2015 гг.) акция «Вода для жизни».

В настоящее время Центральная Азия оказалась под серьезным воздействием геополитических факторов, способных воспрепятствовать реализации национальных интересов государств региона. В этом контексте неурегулированность вопросов водопользования и проблемы трансграничных рек вместе с другими геополитическими факторами угрожают региональной стабильности. Огромные запасы гидроресурсов в Центрально Азиатском регионе расположены в его юго-восточной (горной) части – в Таджикистане и Кыргызстане. Причем 70 % всех водных источников Центральной Азии в летний период берут свое начало в Таджикистане. Основными потребителями воды на постсоветском пространстве региона являются Узбекистан, Туркменистан и Казахстан. При этом маловодные и безводные пространства занимают в регионе большую часть территории. Это говорит о том, что для государств региона водная проблема имеет не только хозяйственное, но и военно-стратегическое значение. В Центральной Азии утрата управления некогда единым водохозяйственным комплексом региона возникла с распадом Советского Союза [3].

Природная вода уникальна многофункциональностью и неисчерпаемостью. Её невозможно удержать в политических границах государства, а также ею невозможно полностью управлять. Вместе с тем вода – «гибкий» ресурс. Ею торгуют. Её накапливают, ограничивают к ней доступ, перераспределяют между отраслями экономики и по территории.

Осмысление факта основополагающей роли воды в жизнедеятельности общества и человека, в частности, при разумном использовании этого знания, позволяет эффективно выстраивать и международные отношения, и внутригосударственную стратегию в политике и экономике.

Привлекается внимание к тому, что многие глобальные проблемы к настоящему времени стали настолько обсуждаемыми, что они свелась к «бытовым» рядовым темам, множество из которых ежедневно на слуху. А потому они не кажутся еще актуальными. Одной из таких, на наш взгляд, является проблема природной пресной воды: превышение спроса над предложением и снижение качества источников пресной воды. Ну и, конечно, потепление климата. В условиях неопределенности текущего состояния в отношении жизненно важного ресурса накапливается угроза привыкания жить с дефицитом и нарастающей бедностью. Вместе с этим все отчетливее проявляются не только тревожные признаки водного кризиса, но и перерастания его в откровенное противостояние, временами с демонстрацией силы. Естественно, приходит потребность актуализации упредительных действий по снижению угроз масштабных ущербов.

Складывается твердое убеждение в том, что обсуждать водную проблему надо, но конструктивно, если мы хотим ее решить.

Опираясь на потенциал современных знаний о значимости водного фактора в экономике и политике и его влияния на качество жизни, можно однозначно сказать – устойчивое и гарантированное водообеспечение водопотребителей и водопользователей достижимо, так как, к примеру, сегодня сток трансграничных рек бассейна Аральского моря достаточен для развития производительных сил. Нет только одного – бывшего режима работы каскада водохранилищ из-за снижения доверия стран друг к другу.

Системный подход к решению текущей проблемы водного фактора в Центральной Азии с целью обеспечения устойчивости национальных экономик региона мотивирует осмысленное совместное движение республик Центральной Азии в XXI веке к процветанию. Определяющим критерием в данном случае может и должно служить улучшение *социально-экономического состояния населения региона в процессе ликвидации противостояния* между исторически дружественными странами.

«Водно-энергетический комплекс Центральной Азии обладает мощнейшим энергопотенциалом, но неравномерность распределения водных ресурсов (85 % приходится на Таджикистан и Кыргызстан) и неумение политических элит стран договариваться не позволяет ни реализовать его полностью, ни решить проблемы энергодефицита альтернативными путями», – считает главный редактор журнала «Эксперт Казахстан» Сергей Домнин, специально для SABAR.asia [13].

После распада СССР отношение к проблеме водной и энергетической безопасности формировалось таким образом, чтобы выйти на самообеспечение. Забегая вперед, отметим, что задачу максимум удалось выполнить лишь Туркменистану с его сравнительно небольшим водо- и энергопотреблением и малочисленным населением.

Следует отметить, что сохранение приоритета гидроэнергетического направления развития продолжает доминировать в двух странах ЦА – Таджикистане и Кыргызстане. Однако в этом секторе экономики слишком высока неопределенность в отношении реализации ключевых проектов.

Советские проектировщики Объединенной энергосистемы Центральной Азии опирались на преимущество совместной работы гидроэлектростанций с тепловыми электростанциями на газе и мазуте. Эффект взаимодействия базовых ТЭС и пиковых ГЭС обеспечивал устойчивость и безопасность промышленности, соцкультбыта и орошаемого земледелия. К сожалению, с обретением независимости постсоветские республики не смогли сохранить былые исторически дружественные отношения. Отсюда возникли противостояния и претензии, а с ними и проблемы. В частности, наиболее осязаемая из них – водная. Она стала настолько острой, что водная проблема Центральной Азии стала часто обсуждаемой даже далеко за ее пределами. Естественно возникает вопрос: почему многие конференции о проблеме воды Центральной Азии проходят в Европе? В частности, международная конференция: «Вода и добрососедские отношения в Центральной Азии» была организована в Берлине Министерством иностранных дел Германии и Германским обществом международного сотрудничества. В ней участвовали делегации центрально-азиатских государств, Евросоюза, ОБСЕ, Европейской экономической комиссии ООН и других международных организаций. По мнению экспертов вода в регионе слишком политизирована, что негативно влияет на геополитическую ситуацию. Свой ответ на поставленный вопрос высказал эксперт по внешней политике Института мировой экономики и политики в Алматы Жумабек Сарабеков: «Страны Европы, подобно другим влиятельным силам, не могут безразлично относиться к ситуации, которая может превратить Центральную Азию в очаг конфликта. У Европейского союза была стратегия по отношению к Центральной Азии до 2014 года. Эту конференцию следует рассматривать в рамках региональной политики Европейского союза по отношению к Центральной Азии. В нынешней ситуации Европейский союз участвует как третья сторона в проблеме стран Центральной Азии, то есть в качестве посредника. Потому что страны Центральной Азии не могут прийти к взаимному соглашению по проблемам с водой в регионе. После принятия независимости страны Центральной Азии вышли из водной системы, сформированной при советском правительстве. Как бы то ни было, но советская система регулировала спорные вопросы и подводила союзные республики к определенному консенсусу». Далее, по его мнению: «Проблема с водой может быть решена

тогда, когда к власти придет элита, поддерживающая сотрудничество. Как бы то ни было, принятые конкретные решения и соглашения будут выполняться в том случае, когда проблемы с водой в Центральной Азии начнут ощущаться по-особенному. Пока такой ситуации нет. Очевидно, что в будущем будет усиливаться дефицит воды. Потому что Афганистан тоже имеет отношение к водной системе в Центральной Азии. Пока Афганистан как потребитель использует лишь четыре-пять процентов своих возможностей. Если ситуация в Афганистане наладится, там воду станут брать больше» [14].

Многие политики сходятся во мнении, что приоритет интереса каждой из стран мешает сформировать единую водную политику. Чтобы *сохранить водные ресурсы региона* (выделено нами, из-за непонимания акцента «сохранить» в условиях вечного «круговорота воды в природе»), необходимо переосмыслить принципы распределения воды трансграничных рек...

К настоящему времени можно с уверенностью утверждать, что бурные дискуссии многочисленных разноформатных конференций, круглых столов и т.д. с участием глав государств и без них, доклады авторитетных ученых и специалистов не снизили накал нарастающей угрозы «самостоятельного» владения стоком рек Сырдарьи и Амударьи.

Казалось бы, сложившееся положение дел не может долго продолжаться, более того, оно только усугубляет проблемы в регионе, приводя к нарастанию напряжения на уровне как самих стран, так и межгосударственных отношений.

Беда в том, что за прошедшие два десятилетия дальше обсуждения всем известных причин «водного противостояния» дело не продвинулось. Просто вся многочисленная пишущая и говорящая аудитория оказалась не заинтересованной извлечь уроки бездарно потерянного времени, сконцентрировать усилия на ликвидации конфликтов, скорректировать приоритеты, конструктивно и адекватно проблеме двигаться по пути делового решения, содействующего примирению. В противном случае вместо Центральной Азии может возникнуть «долгоиграющий» Большой Афганистан. Последствия будут удручающими. Здесь стенаниями делу не поможешь, беду не отведешь. Нужны действия. Нужно как можно скорее договориться друг с другом, пока лидеры республик хорошо владеют ситуацией и сдерживают вооруженные столкновения. Завтра придут новые руководители с иным менталитетом. Кто знает, чем это обернется? Пример Украины, где идет самоуничтожение народа? Урок для остального мира. Вот тогда и Россия столкнется с новой угрозой.

В качестве первого шага проявления доверия друг к другу предлагается составить для Центральной Азии план «дорожной карты» преодоления нагромождающихся барьеров и преград на пути движения к консенсусу с опорой на проработанные проекты.

Сегодня все больше и больше государств кооперируются, чтобы вместе использовать то, что уже работало.

Целесообразность составления плана «дорожной карты» сопряжения интересов предопределена необходимостью договариваться и вместе двигаться к процветанию. Иные пути тупиковые.

В основу «дорожной карты» Центральной Азии закладывается идея реализации геопроекта радикального обновления Евразии, которая положительно скажется и на республиках Центральной Азии

Стимул геопроекта. сопряжение широтного экономического пояса Шелкового пути и меридионального геоэкономического пояса «Трансасийский коридор развития».

Предпосылки. Субширотная направленность транзитных товарно-сырьевых потоков из Азии на рынки Запада и Востока практически исчерпывает свое позитивное влияние на экономику России, стран Центральной и Южной Азии. Былые преимущества развития «вширь», связанные с количественным ростом и вовлечением в хозяйственный оборот новых ресурсов, сегодня оборачиваются потерями устойчивости и безопасности национальных экономик.

В Евразии нет меридиональных транспортных коридоров (не считая «касательного» коридора «Север–Юг»), которые бы связали между собой все конкурирующие друг с другом сегодня широтные магистрали и гармонизировали континентальные грузопассажирские перевозки.

Взаимодействие на полях «дорожной карты» преопределено такими факторами, как:
экономический рост в регионе;
участие в формировании торговых и инвестиционных потоков в Евразии;
география и масштабы экономик;
экономические ресурсы;
социальная направленность экономических политик;
стратегическое сотрудничество сторон;
потребность в реформировании системы глобального управления с учетом интересов стран развивающихся и формирующихся рынков разных стран.

В Евразии сосредоточены:

новые полюса экономического роста в лице быстрорастущих, многочисленных и крупномасштабных экономик Китая, Индии, а также России;

регионы, которые напрямую влияют на формирование и содержание мировой экономики и политики: Европа, Северо-Восточная, Южная и Центральная Азия, Ближний Восток;

центры мирового производства – новая структура производства и новые схемы размещения, мировые торговые и инвестиционные потоки;

человеческие ресурсы, качество которых будет определять новый формат международных отношений: доминирование региональных проблем, имеющих в силу масштабов экономик-лидеров глобальный характер, над национальными и усиление роли региональных союзов развивающихся стран в решении глобальных проблем.

При этом происходит трансформация Евразии с тенденцией эволюции ее экономического пространства в геоэкономическое. В этих условиях предпосылки перехода к коллективной форме глобального лидерства подготовлены в основном:

институтом G20;

международными союзами ЕАЭС, ШОС и БРИКС;

возрастанием роли ресурсно-сырьевого потенциала как объекта глобальной конкуренции;

повышением значимости регионов, располагающих ресурсами.

Предпочтительные мотивы разработки «дорожной карты»:

а) потребность в расширении многоформатного сотрудничества соседствующих стран в целях укрепления доверия и взаимопонимания посредством реализации совместных инвестиционных проектов как консолидированного адекватного ответа на внутренние и внешне угрозы;

б) необходимость скорейшего сокращения дефицита природных ресурсов, снижения вероятности перерастания конфликтов в военные угрозы, преодоление отставания инфраструктуры от запросов производительных сил национальных экономик инновационными средствами и технологиями;

в) всё более актуальным становится вопрос насколько интеграция способна изменить статус-кво в мире;

г) тесная интеграция в единый рынок Евразии будет способствовать тому, что и в крупных альянсах республики Центральной Азии выступят в качестве единого игрока.

Инициатива усилить взаимодействие объединением ресурсов Земли, Труда и Капитала Евразии заключается в создании первого меридионального континентального Трансасийского коридора развития, который объединит конкурирующие друг с другом широтные проекты с Трансасийским коридором развития мировой торговли (более подробно в [15]).

Мероприятия «дорожной карты» не противоречат действующим национальным правовым нормам безопасности, инфраструктурных и военных запросов сотрудничающих стран.

Излагаемые предложения исходят из необходимости адекватного реагирования практическими действиями, направленными на ликвидацию вызовов и угроз, в частности: широтного транзитного вывоза сырья на Запад, сдерживание восстановления международной морской деятельности в Арктике, устранение барьеров создания Каспийского морского хаба, нарастание конфликта в Центральной Азии из-за дефицита водных ресурсов, снижение затянувшегося напряжения в Персидском заливе. Удовлетворить такой геоэкономический запрос можно, если сойти с накатанной дороги неадекватного мышления и выйти на путь созидательного взаимодействия акторов мировой экономики.

Потребность в «дорожной карте» организации интегративного взаимодействия необходима для представления главам государств обоснованного плана совместных действий, расписанного по временным этапам, определяющего последовательные шаги организации взаимодействия и последующего соработания адекватно актуальным вопросам геополитики и геоэкономики.

Цели дорожной карты «восходящих держав»:

содействие реализации интересов сотрудничающих стран через эффективное международное взаимодействие акторов мировой экономики;

улучшение качества жизни населения России, Китая, республик Центральной Азии, государств Каспийского региона и Персидского залива;

Обеспечение устойчивости и безопасности национальных экономик на основе согласованных государственных политик в области создания общей инфраструктуры развития производительных сил (наземных дорог, логистических хабов, телекоммуникационной индустрии, международных портов, совместных предприятий, инновационных кластеров, свободных экономических зон на общей воднотранспортной технологической платформе);

консолидация базовых ресурсов стран–участниц проекта в интересах углубления безопасности и устойчивого развития;

повышение капитализации и инвестиционной привлекательности территории проекта;

привлечение инвестиций;

извлечение прибыли от совместной хозяйственной, в том числе новой для многих стран, морской деятельности;

ликвидация неулаженных конфликтов, противостояний и вероятности возникновения вооруженных столкновений;

инновационное сопряжение рек Сибири с: Северным морским путем, Карским, Каспийским и Аравийским морями, Персидским заливом, реками Центральной Азии, Транссибирской магистралью, Шелковым путем (наземным и морским) посредством судоходного канала «Азия». Это фактически заложит основы формирования Континентальной единой водно-транспортной системы.

«Дорожная карта» укажет конкретные этапы взаимодействия по повышению благосостояния и улучшению качества жизни многомиллиардного населения заинтересованных в сотрудничестве государств.

Определяющую роль в выборе границ на стартовом этапе создания Трансазийского коридора развития во многом сыграли следующие важные обстоятельства:

общность интересов исторически дружественных стран;

возможность создания транспортной инфраструктуры для меридионального товарообмена;

возможность выхода всем странам Средней Евразии к морям и океанам;

наличие и расположение уникальных месторождений минерально-сырьевых, топливно-энергетических ресурсов, свободных трудовых рук;

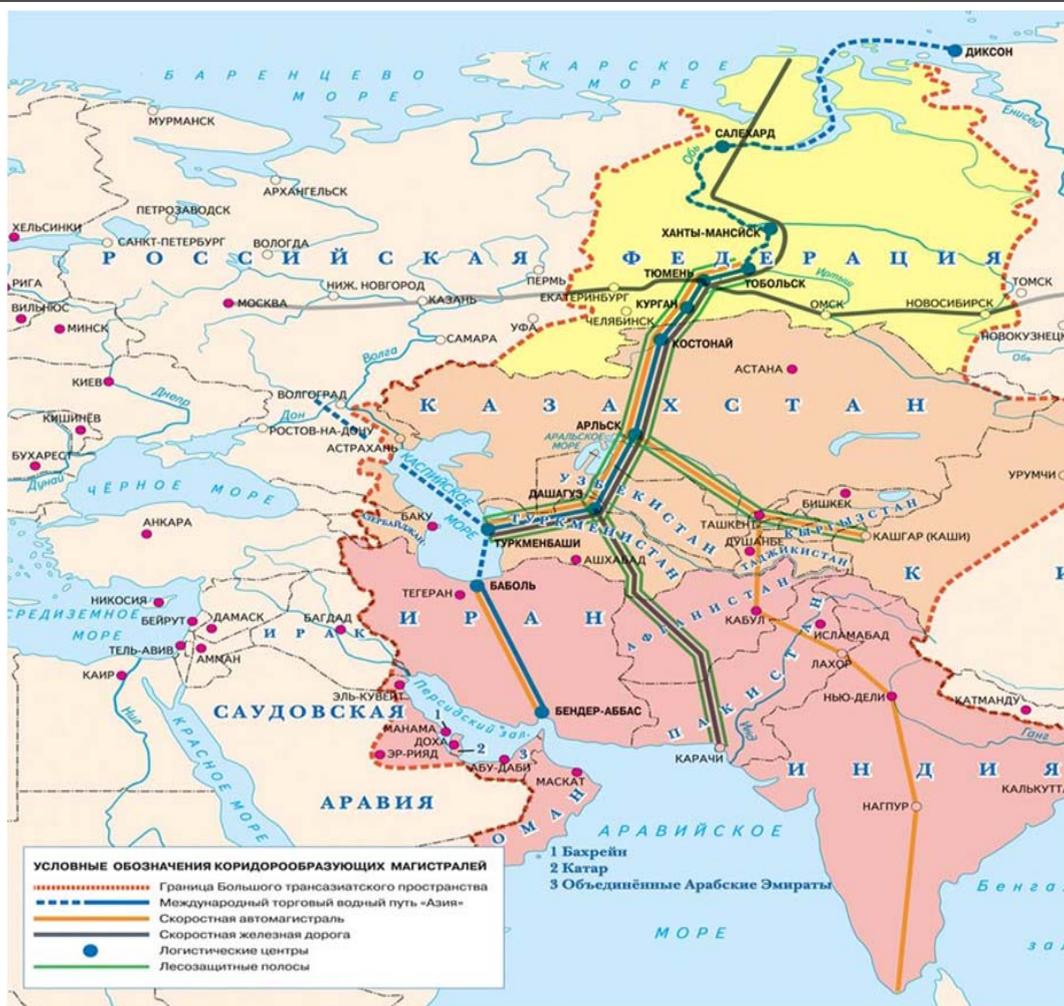
наличие фундаментальных совместных работ российских и центрально-азиатских проектно-изыскательских и научно-исследовательских институтов по изучению проблем вододефицитных регионов;

корпоративные интересы отечественных и зарубежных промышленно-финансовых структур совместного освоения базовых ресурсов;

возможности поддержания малого и среднего бизнеса в создании системы малых предприятий, к примеру стройиндустрии для производства малоэтажных деревянных сборных домов и вывоза продукции лесопромышленного комплекса на мировой рынок;

возможности усилить инвестиционную привлекательность Северного морского пути, Трансиба, БАМа, Турксиба, портов Каспия, Персидского залива и Индийского океана.

«Дорожную карту» взаимодействия целесообразно подготовить международным коллективом специалистов, которые владеют знаниями своей страны и опытом решения системных задач в интересах повышения благосостояния национальных экономик с улучшением качества жизни их народов.



Территория геопроекта

В основу плана «дорожной карты» закладываются намерения:

объединить геостратегические и геоэкономические преимущества широтных транспортных коридоров (Северный морской путь, Транссибирская магистраль и Шелковый путь), пока изолированные друг от друга;

реализовать геопроект меридионального экономического пояса «Трансазийский коридор развития», движущими силами которого являются меридиональные транспортные магистрали (наземные и водные ходы), связывающие между собой все широтные транспортные коридоры Евразии.

«Указательными знаками» совместного движения к расширению геоэкономического пространства и углублению сопряжения является меридиональный Трансазийский геопроект в связке с геопроект-партнерами, обеспечивающими расширение географии взаимодействия на новом геоэкономическом пространстве Евразии:

- широтный Северный морской коридор;
- широтная Транссибирская магистраль;
- широтный Новый Шелковый путь (морской и наземный).

Программное обеспечение составления «дорожной карты» будет способствовать созданию технологической платформы реализации согласованного совместного плана действий. Этот процесс поможет участникам понять, к чему следует стремиться, что для этого необходимо, чего они смогут достичь и какую роль при этом будут играть.

Программные средства для поддержки «дорожных карт» очень важны для выявления направлений и поля деятельности, поскольку помогают наметить возможные сценарии развития

событий, обновлять и визуализировать совместный деловой путь субъектов хозяйствования, услуг или организационных изменений.

Особенности территории «дорожной карты». Географическая уникальность территории прохождения морского пути от побережья Северного Ледовитого океана до Аравийского моря.

Населенность территории. Непосредственно в границах геопроекта проживает не менее 1,2 млрд человек, что позволяет считать этот рынок потенциально одним из самых крупных в мире.

Сосредоточение сырьевых ресурсов. На землях, непосредственно примыкающих к соединительным каналам, имеются гигантские запасы сырьевых ресурсов.

Производительные силы. Государства, вовлекаемые «дорожной картой» для взаимодействия на общем геоэкономическом пространстве, уже сегодня располагают развитыми производственными мощностями и квалифицированными кадрами не только в добывающих отраслях, но и в перерабатывающих, наукоемких и высокотехнологичных секторах своих национальных экономик, а также в сельскохозяйственном производстве.

В границах «дорожной карты» сложилась транспортная инфраструктура в основном широтной направленности. Государства коридора имеют четко выраженные положительные векторы в динамике развития своих национальных экономик.

Грани привлекательности:

- стимулирование развития экономики территориально сплоченных государств, строительство новых объектов промышленности, энергетики, агропромышленного комплекса, гражданского строительства, решение проблемы занятости населения, высококвалифицированных кадров в промышленности, на транспорте и в сфере услуг;
- снижение транспортных издержек;
- значительный рост совместных рынков и новые направления потоков товаров и услуг, открытие новых рынков сбыта, ранее недоступных из-за транспортных ограничений;
- широкий выбор конкретных проектов для инвестирования;
- загрузка Северного морского пути, Транссиба и Турксиба, действующих производств и сферы услуг;
- практическое исключение зависимости от портов Прибалтики, Финляндии;
- возникновение предпосылок к созданию ряда перспективных свободных экономических зон в границах коридора развития от Северного морского пути до Персидского залива.

Новое экономическое пространство сбалансированных интересов (в границах территориальной сплоченности Российской Федерации, стран Центральной и Южной Азии) является идеальным транспортным и коммуникационным коридором доступа и/или прохода к основным зонам геополитических интересов. Здесь будет формироваться один из центров мирового соперничества за природный потенциал, солидные человеческие ресурсы и выгодные торговые маршруты между рынками Европы и Азии, а также восточными анклавами АТР, включая Японию и США.

Принципы, задачи и основные направления сопряжения интересов вовлекаемых стран:

- открытость и доступность информации;
- коллегиальность в выработке совместных решений;
- соглашение о взаимодействии;
- уважение суверенитета государств и неукоснительного соблюдения их национального законодательства, норм и принципов международного права;
- укрепление доверия между компетентными органами государств–участников;
- равноправие сторон.

Исторически дружественные страны Евразии еще не реализовали в мировом процессе все свои возможности в немалой степени из-за отсутствия общего геопроекта торгово-экономического сотрудничества и взаимодействия власти с бизнесом.

Время требует консолидации совместных усилий ЕАЭС, ШОС и БРИКС как акторов мировой экономики. В деловом взаимодействии станет возможным обновление миропорядка реальными геопроектами-партнерами, ориентированными на мобилизацию общих ресурсов

(политических, экономических и интеллектуальных), скрепление территорий, расширение экономического пространства, обеспечение устойчивости и безопасности национальных экономик.

Сегодня к ключевым сферам сотрудничества относятся торговое и инвестиционное взаимодействие, финансы, создание эффективных институтов их регулирования, выработка решений по вопросам глобальной политики, промышленное развитие, финансирование инфраструктурных проектов, фондовые рынки, транспорт, продовольственная безопасность, наука, культура и туризм, а также энергетическая безопасность.

«Мягкий» переход к расширенному торгово-экономическому сотрудничеству хозяйствующих субъектов через сопряжение и организацию интегративного взаимодействия на многие годы обеспечит возможности созидания в комфортных условиях стабильности и процветания. Вот та интегративная «дорожная карта» совместного движения заинтересованных стран в текущем столетии. Она и должна стать ключевой повесткой дня XXI века.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Александров И. XXI век: гидроресурсы и вооруженные конфликты // Зарубежное военное обозрение. – 1998. – № 9.
- [2] Бюллетень МКВК ЦА. – 2010. – № 1.
- [3] Валаматзаде Т. Водные ресурсы Таджикистана в стратегии национальной и региональной политики // Центральная Азия и Кавказ. – 2001. – № 2(14). – С. 183-185.
- [4] Водный кодекс Российской Федерации (ФЗ от 03.06.2006 №73-ФЗ).
- [5] Водная стратегия Российской Федерации на период 2020 года. Утверждена распоряжением.
- [6] Заявление руководителей водохозяйственных органов республик Средней Азии и Казахстана (Ташкент, 12 октября 1991 г.).
- [7] Положение о Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии. – Ташкент, 5 декабря 1992 г. // http://www.icwc-aral.uz/statute12_ru.htm
- [8] Положение о Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии (2008 г.) // http://www.icwc-aral.uz/statute4_ru.htm
- [9] Протокол 55-го заседания МКВК Центральной Азии (03 апреля 2010 г., г. Ашгабат).
- [10] Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах. ФЦП. Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 19 апреля 2012 г. № 2350.
- [11] Соглашение между Республикой Казахстан, Республикой Кыргызстан, Республикой Узбекистан, Республикой Таджикистан и Туркменистаном «О совместных действиях по решению проблемы Аральского моря и Приаралья, экологическому оздоровлению и обеспечению социально-экономического развития Аральского региона» (г. Кзыл-Орда, 26 марта 1993 г.).
- [12] Соглашение «О статусе Международного фонда спасения Арала (МФСА) и его организаций» (г. Ашгабат, 9 апреля 1999 г.).
- [13] Электронный ресурс – Режим доступа: 12.04.2016 15:33 <http://stanradar.com/news/full/20425-gidroenergeticheskie-problemy-v-tsentralnoj-azii-vzgljad-iz-kazahstana.html>.
- [14] Электронный ресурс – Режим доступа: imemo.ru/files/File/ru/publ/2013/13002.pdf
- [15] Рыскулов Д.М. Трансазийский коридор развития: вчера, сегодня, завтра. – М.: Креативная экономика, 2012. – 248 с.
- [16] Рудашевский В.Д., Рыскулов Д.М. Трансазийский коридор развития // Независимая газета. – 2012. – 11.09.
- [17] Рыскулов Д.М. Трансазийский торговый путь // Журнал Института экономических стратегий Отделения общественных наук Российской академии наук (ИНЭС). – М., 2011. – № 6.
- [18] Рудашевский В.Д., Рыскулов Д.М. Меридиональный трансазийский коридор развития. Евразийская интеграция в XXI веке. – М.: ЛЕНАНД, 2012. – С. 200-219.
- [19] Рыскулов Д.М. Трансазийский коридор развития. Геополитика и экономика // Центр стратегической конъюнктуры. – 2013. – 2014.
- [20] Рыскулов Д.М. Трансазийская наковальня геополитики и геоэкономики // Центр стратегической конъюнктуры. – 2015. – 09.09.

Ж. Т. СИВОХИП

ФГБУН «Институт степи» УрО РАН, Оренбург, Россия

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ РЕКИ УРАЛ

Отмечается необходимость разработки концептуальной межгосударственной программы по регулированию проблем трансграничного водопользования в бассейне р. Урал. Комплексный анализ эколого-гидрологической и водохозяйственной специфики трансграничного региона позволил определить ключевые подходы к интегрированному управлению водными ресурсами в бассейне р. Урал с учетом эколого-географической специфики водосборной территории.

The article notes the need to develop a conceptual interstate program on regulation of transboundary water management issues within the basin river Ural. Conduct a comprehensive analysis of the ecological and hydrological and water specifics of cross-border region have allowed identifying the key approaches to integrated water resources management in the basin Ural with taking into account ecological and geographical specificity of the catchment area.

Введение. Речные бассейны как сложные природные комплексы характеризуются общностью вещественно-энергетических потоков, которые и определяют специфику пространственно-функциональной организации. В целом в современной науке накоплен значительный теоретический фундамент для изучения природных закономерностей функционирования речных бассейнов. Речной бассейн считается неделимым гидрологическим единством, которое требует всестороннего рассмотрения для получения наилучших результатов при использовании любой части ее вод [1].

В отличие от национальных речных бассейнов, расположенных в пределах одного государства, международные (трансграничные) реки протекают по территории двух или более государств [2]. Под международным речным бассейном понимают «географический район, охватывающий два или более государства и определяемый границами-водоразделами» [3]. Необходимость поиска стратегий международного сотрудничества в трансграничных речных бассейнах связана с тем, что они занимают около 45% территории суши, в пределах которой проживает около 40 % населения мира и сосредоточено более 60% мирового речного стока [4]. Кроме того, в связи с обострением водных проблем в мире вопросы устойчивого обеспечения водными ресурсами государств рассматриваются в контексте проблем национальной безопасности. Также следует учесть, что река, пересекая государственные границы, будет определять взаимосвязь водопользовательских интересов государств, что обуславливает их взаимные права и обязанности относительно водных ресурсов данного водотока [5]. Успешное решение задач устойчивого водопользования и институционального сотрудничества в трансграничных речных бассейнах осложняется межгосударственными разногласиями в сферах водного законодательства, государственного контроля за водными ресурсами, информационной политики и др. Несомненно, что острота проявления проблем для конкретного трансграничного бассейна будет определяться рядом факторов: особенностями географического положения бассейна, спецификой социально-экономического развития, эколого-гидрологическими условиями на водосборной территории, историей хозяйственного освоения территории и др. Кроме того, противоречия определяются односторонним взглядом на проблему трансграничного водораздела, исключительно с учетом водохозяйственных проблем, без обращения достаточного внимания на многоаспектность и многофакторность природно-хозяйственных систем, формирующихся в границах трансграничного речного бассейна.

Постановка проблемы. Целесообразность урегулирования проблем водопользования в пределах трансграничных речных бассейнов уже достаточно длительное время обозначена многими государствами и международными организациями. Итогом проявления такой заинтересованности стала разработка базовых международных документов: Хельсинские правила

использования вод международных рек (1966); Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 1992); Соглашение об основных принципах взаимодействия в области рационального использования и охраны трансграничных водных объектов государств – участников СНГ (1998) и др. Кроме того, за последние 50 лет зафиксировано 1228 совместных инициатив регионального характера по использованию трансграничных водотоков и международных озер, в том числе подписано 150 соглашений об использовании вод, которые делают международные отношения в области управления водными ресурсами более устойчивыми [6]. Наиболее успешным периодом институционального сотрудничества является вторая половина XX столетия, когда в среднем за год заключалось три-пять договоров по трансграничным водным объектам [7]. В частности, к продуктивным международным соглашениям по совместному использованию вод трансграничных рек относятся Конвенция о режиме судоходства по р. Дунай (1948), Соглашение о сотрудничестве для защиты и устойчивого развития вод испано-португальских гидрографических бассейнов (1998), Конвенция по защите р. Рейн (1999) и др.

В отличие от многих государств, где проблема вододеления в пределах трансграничных речных бассейнов обозначена уже многие десятилетия, государства постсоветского пространства находятся на начальном этапе идентификации данных проблем. Результатом геополитических трансформаций в 90-х годах стало не только появление независимых государств, но и формирование автономных водохозяйственных систем в новых государственных границах. В итоге проблемы трансграничного вододеления стали актуальными для целого ряда речных бассейнов – рек Днепр, Северский Донец, Урал, Ишим, Иртыш, Чу, Талас и др. Острота ситуации с водообеспечением отраслей экономики и населения постсоветских государств связана с относительной ограниченностью водных ресурсов в ряде регионов, неравномерностью их распределения по территории, значительной изменчивостью гидрологического режима и высокой степенью антропогенного загрязнения.

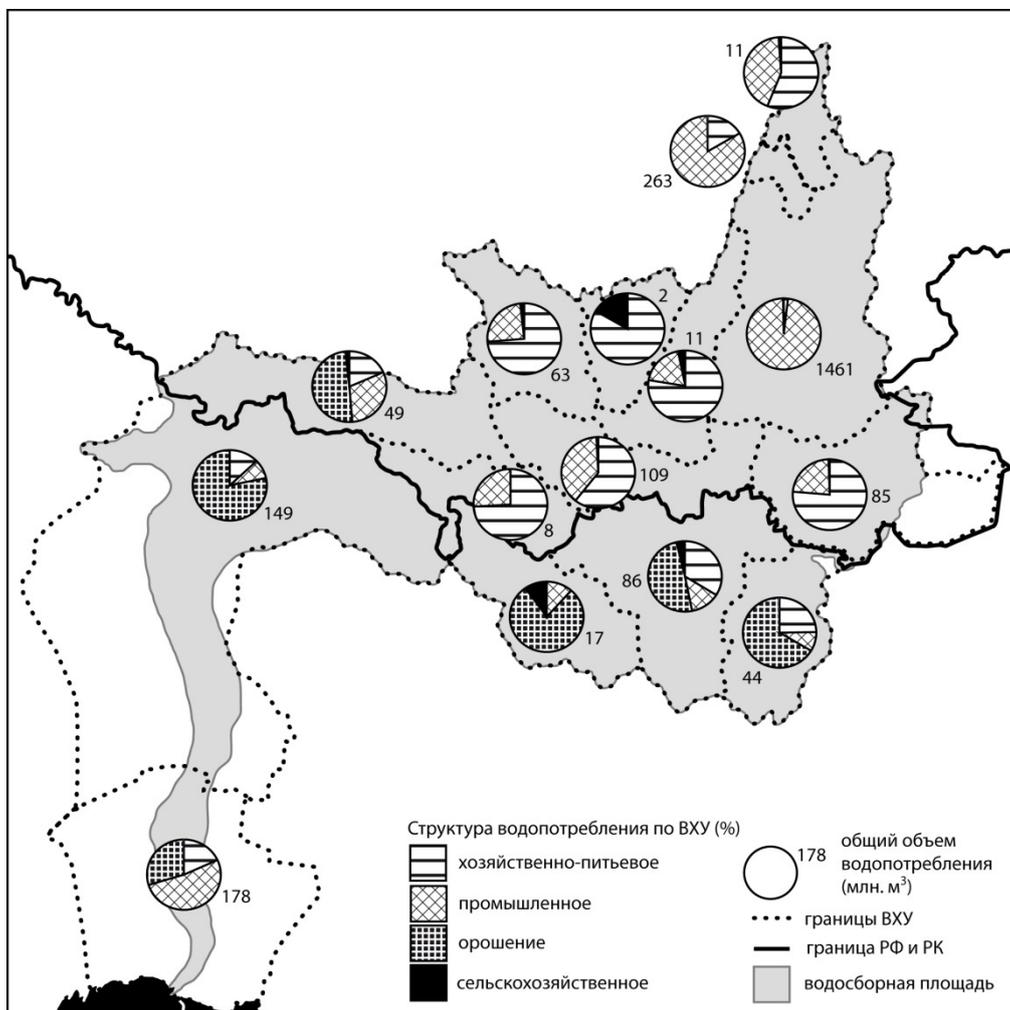
В связи с ростом напряженности в трансграничных регионах постсоветского пространства уже достаточно длительное время обсуждаются вопросы интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) с учётом эколого-гидрологической и социально-экономической специфики речного бассейна. Наиболее распространенное определение ИУВР звучит следующим образом: «ИУВР – это процесс, продвигающий скоординированное развитие и управление водными, земельными и связанными с ними ресурсами с целью максимизации экономического и социального благополучия в справедливом ключе с учетом обеспечения устойчивости жизненно важных экосистем». Оно было выдвинуто организацией Global Water Partnership (GWP) в 2000 году [8]. В случае трансграничного положения речного бассейна проблема интегрированного управления водными ресурсами выходит на межгосударственный уровень и ее решение будет определяться эффективной координацией национальных стратегий использования и охраны водных ресурсов.

Исходя из концептуального определения ИУВР очевидной становится целесообразность применения системного подхода при разработке принципов межгосударственного взаимодействия в трансграничных речных бассейнах. Одним из ключевых этапов реализации системного подхода является разработка эколого-географических основ ИУВР, которые позволят объединить отдельные структурные элементы трансграничного бассейна (природа, экономика, социум) в единую пространственно-динамическую систему. Несмотря на то, что концепция ИУВР имеет экономическую и политическую прерогативу, применение географического подхода также целесообразно, поскольку полностью соответствует современным представлениям о речном бассейне как об особой природной геосистеме с высокой степенью целостности [1].

Материалы и методы. Результаты были получены в ходе обработки значительного объема фактического материала и многочисленных экспедиционных исследований в 2010–2014 гг. В частности, пространственно-временная специфика речного стока в годовом и многолетнем разрезе была изучена в ходе сопоставления многолетних гидрологических рядов наблюдений, опубликованных в Гидрологических ежегодниках Российской Федерации. Для оценки региональных особенностей структуры водопотребления в трансграничном бассейне р. Урал были использованы данные водно-хозяйственных балансов отдельных участков

р. Урал, содержащихся в «Схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов в бассейне р. Урал» (Екатеринбург, 2012).

Обсуждение результатов. Урал – третья по длине река Европы (общая протяженность – 2428 км, из них 1084 км – на территории Казахстана) с площадью бассейна (включая бессточные районы) около 380 тыс. км² (см. рисунок).



Структура водопотребления на водохозяйственных участках (ВХУ) в трансграничном бассейне р. Урал

Исключительная важность водных ресурсов для гарантированного водоснабжения двух стран, предотвращение загрязнения, сохранение речной экосистемы определяют необходимость урегулирования трансграничных проблем в области водопользования на межгосударственном и межрегиональном уровне [9]. В то же время, несмотря на накопленный российско-казахстанский опыт международного сотрудничества по общим водотокам, механизм управления ими далек от совершенства, о чем свидетельствуют неудовлетворительное эколого-гидрологическое состояние трансграничных рек, протекающих по территории двух государств, и наличие ряда нерешенных водохозяйственных и водно-экологических проблем [10].

Общеизвестно, что речной бассейн представляет собой единую пространственно-динамическую систему, оптимальное функционирование которой определяется стабильным ходом природных процессов на фоне устойчивого природопользования. Интегрирующие свойства водного потока позволяют рассматривать бассейн как целостное системное образование [1], но в условиях трансграничных речных геосистем необходимо учитывать, что природная структурно-функциональная целостность нарушается спецификой национального и регионального

природопользования. В итоге формируется квазиинтегральная система, которая характеризуется значительной фрагментацией природных комплексов бассейна. К сожалению, в настоящее время природопользование в трансграничном регионе осуществляется без учета эколого-гидрологических факторов и с нарушением бассейнового принципа, что обуславливает развитие крайне нестабильной геоэкологической и водохозяйственной обстановки.

Согласно определению речного бассейна как особой пространственной единицы биосферы, в границах которой функционирует взаимосвязанная система природных компонентов, становится очевидной необходимость учета географических основ при разработке мероприятий по управлению водопользованием в условиях трансграничного положения бассейна. В частности, к природным характеристикам, которые определяют пространственную специфику гидрологического режима и соответственно вектор хозяйственного использования водных ресурсов, относятся морфометрические и гидролого-климатические особенности водосборных участков.

Морфометрические характеристики речного бассейна (площадь водосбора, густота речной сети, ширина и извилистость русла и др.) в условиях трансграничного положения приобретают одно из ключевых значений. Эти показатели относятся к числу природных характеристик, определяющих условия формирования и распределения поверхностного стока по водосборной территории. Согласно морфометрическим характеристикам бассейне р. Урал выделяются три основных участка, отличающихся строением поперечного и продольного профилей речной долины, густотой речной сети, извилистостью русла и др.:

1. Долина верхнего участка имеет трапецидальную форму со средней шириной 2,5–7,0 км. На горных участках долина сужается до 1,5 км. Русло реки преимущественно извилистое, на горных участках отмечаются выходы коренных пород.

2. Долина среднего участка в основном прямая, с максимальной шириной 7 км у г. Орска. Наиболее узкий участок долины расположен от г. Орска до р. Губерля. Пойма преимущественно двусторонняя, на участке от с. Хабарное до устья р. Терекла река протекает в теснине, пойма отсутствует.

3. Нижний участок характеризуется широкой долиной от 25 до 40 км. Пойма хорошо выражена на всем протяжении, ниже с. Тополи она расширяется. Русло извилистое, с четко выраженными меандрами. Дельтовый участок начинается в пос. Карманово.

Морфоструктурная дифференциация бассейна р. Урал в сочетании с другими природными факторами определяет крайне неравномерное распределение поверхностного стока, усугубляя напряженную водохозяйственную обстановку в регионах исследуемого бассейна.

Из общих эколого-гидрологических показателей рек, актуальных для разработки концептуальных основ ИУВР, следует отметить в первую очередь пространственно-временные особенности годового и сезонного режимов рек (см. таблицу).

В частности, зона наиболее активного водосбора р. Урал располагается в верхней лесостепной части бассейна, в Российской Федерации. На территории Республики Казахстан, ниже устья р. Барбастау, р. Урал не принимает ни одного притока и теряет на транзитном участке

Показатели водности рек трансграничного бассейна р. Урал

Водопункт	Площадь водосбора, км ²	Средний сток, м ³ /с	Модуль стока, л/(с·км ²)	C _v
Р. Урал – с. Кизильское (РФ)	17200	27,5	1,6	0,87
Р. Урал – г. Орск (РФ)	46100	27,9	1,29	–
Р. Урал – г. Оренбург (РФ)	82300	97,5	1,13	0,85
Р. Урал – с. Кушум (РК)	190000	320,0	–	0,66
Р. Сакмара - пос. Акьюлово (РФ)	5640	12,3	2,79	0,49
Р. Сакмара - с. Т. Каргала (РФ)	29600	110,0	3,71	0,50
Р. Илек - пос. Веселый (РФ)	17200	22,1	1,28	0,62
Р. Орь – пос. Бугетсай (РК)	7480	4,32	0,56	0,70

через прикаспийские полупустыни в различные по водности годы до 20% годового стока. Кроме этого, реки бассейна характеризуются значительной межгодовой амплитудой показателей стока – в многоводный год общий сток р. Урал может быть многократно выше, чем в маловодный, – например, в 1957 г. годовой расход реки составил 24 км^3 , а в 1967 г. – лишь $2,6 \text{ км}^3$ [11]. Средние величины потерь стока на испарение в нижнем течении р. Урал составляют $0,8 \text{ км}^3/\text{год}$ ниже пос. Тополи, но в многоводные годы ($P=5\%$) могут достигать $1,8\text{--}2,0 \text{ км}^3$ в год, а в маловодные ($P=95\%$) – снижаться до $0,2\text{--}0,3 \text{ км}^3/\text{год}$ за счет сокращения объемов непродуктивных потерь воды на испарение в период весеннего затопления поймы. В многолетнем разрезе распределение речного стока также неравномерно – расходы р. Урал в многоводный год могут многократно превышать расходы в маловодный. Отмеченная пространственно-временная специфика речного стока в сочетании с интенсивной хозяйственной деятельностью значительно осложняют водохозяйственную обстановку в трансграничном бассейне р. Урал, в связи с чем в регионах возникает проблема гарантированного водообеспечения населения и хозяйства, особенно в маловодные годы.

Как известно, одним из ведущих факторов, определяющих вектор социально-экономического развития трансграничных регионов, является показатель водообеспеченности. В бассейне р. Урал сформировался водохозяйственный комплекс, включающий хозяйственно питьевое водоснабжение, промышленность, орошение, прудовое рыбное хозяйство, сельскохозяйственное водоснабжение, добывающую промышленность (поддержание пластового давления). В маловодные годы наблюдается дефицит воды в районах интенсивной хозяйственной деятельности, вследствие чего обостряются вопросы трансграничного вододелиения в бассейне р. Урал. В связи с этим анализ пространственно-временной специфики (с учетом современного водопотребления) является необходимым этапом при разработке стратегий социально-экономического развития трансграничных регионов. Кроме того, необходимо учитывать региональные аспекты водопотребления и, в первую очередь, в верховых регионах, расположенных в зоне активного водосбора. В частности, Республика Башкортостан и Челябинская область имеют минимальную долю в общей площади исследуемого бассейна (12 и 6% соответственно), но их роль в формировании общей эколого-гидрологической ситуации в бассейне значительна. Так, в Республике Башкортостан формируются значительные объемы речного стока трансграничного бассейна – $4,4 \text{ км}^3/\text{год}$ (для сравнения – в Оренбургской области доля в общей площади бассейна составляет 32%, а объемы речного стока – $5,7 \text{ км}^3/\text{год}$).

В итоге для успешной реализации концепции интегрированного управления трансграничными водными ресурсами необходим детальный анализ особенностей регионального природопользования. Несмотря на длительную историю в рамках единого союзного государства, российско-казахстанская трансграничная территория в бассейне р. Урал характеризуется крайне нестабильной водохозяйственной обстановкой и обострением многих эколого-географических проблем. Также важно учитывать историко-географическую специфику бассейна р. Урал, территория которого, в отличие от многих других международных трансграничных бассейнов, длительное время осваивалась в рамках единого государства с общей схемой аграрно-индустриального освоения территории, которое осуществлялось поэтапно с учётом возрастающих экономических потребностей. В целом наиболее существенные антропогенные преобразования водосборной территории р. Урал характерны для первой половины XX века (разработка месторождений медно-колчеданных руд, строительство металлургических заводов, освоение целинных земель, регулирование стока и др.).

Не менее важным аспектом для разработки и реализации положений ИУВР является установление и укрепление национальных и международных организаций в трансграничном бассейне р. Урал, а также адаптация разработанных международных конвенций и соглашений [9]. В течение 90-х годов, была проведена большая работа по вовлечению Российской Федерации и Республики Казахстан в международные программы, регулирующие трансграничные водные отношения. В 1991 г. р. Урал присвоен статус межгосударственного трансграничного водного объекта, использование и охрана которого предполагают тесное взаимодействие прибрежных сторон – государств-водопользователей. Первым базовым международным документом стала Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и междуна-

родных озер (Хельсинки, 1992 г.) [12], ратифицированная Россией в 1996 г., а Республикой Казахстан – в 2001 г. В этот же период Россия и Казахстан обсуждают вопросы водопотребления в бассейнах трансграничных рек и в рамках Содружества Независимых Государств.

Достаточно плодотворным в сфере развития российско-казахстанского институционального сотрудничества стало первое десятилетие XXI века. 4 октября 2007 года в г. Новосибирске, в рамках IV Форума руководителей приграничных территорий администрациями Оренбургской и Западно-Казахстанской областей была обозначена проблема сохранения экосистемы трансграничной р. Урал и необходимость создания специальной межгосударственной структуры (Межгосударственного комитета по проблемам трансграничной р. Урал). Возобновление деятельности комитета стало бы продолжением успешно действующего в 70–80 годах Межреспубликанского комитета по охране, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов р.Урал.

Ключевым событием в развитии институционального сотрудничества можно считать подписание в г. Усть-Каменогорске (7 сентября 2010 г.) «Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов» [13]. В данном документе особая роль отводится вопросам «объединения и совместной координации действий» на основе Хельсинской конвенции 1992 г. В соответствии с настоящим соглашением и ранее действовавшим (от 27 августа 1992 г.) проводятся ежегодные заседания Российско-Казахстанской комиссии и рабочих групп по совместному использованию и охране трансграничных водных объектов. В течение последних лет активно обсуждается проект отдельного межправительственного соглашения по сохранению экосистемы бассейна трансграничной р. Урал, которое бы регламентировало российско-казахстанское сотрудничество по различным направлениям деятельности.

Для эффективного институционального взаимодействия важно определить организационно-правовую форму, в рамках которой осуществлялась бы деятельность межгосударственных трансграничных структур в бассейне р. Урал. Подобной организационной моделью может стать действующая с 2010 года Межправительственная комиссия по сохранению экосистемы бассейна р. Урал [14]. Альтернативной организационно-правовой моделью может стать Фонд по сохранению экосистемы трансграничной реки Урал, который создается по инициативе Правительства Оренбургской области Российской Федерации и Мажилиса Парламента Республики Казахстан. Проект Соглашения о создании Межгосударственного фонда по сохранению экосистемы реки Урал уже разработан и направлен на согласование в госорганы Республики Казахстан и Российской Федерации.

На межрегиональном уровне институциональный каркас трансграничного сотрудничества формируется договорами и соглашениями между административными органами Российской Федерации и Республики Казахстан. В настоящее время такими соглашениями охвачены практически все приграничные регионы России и Казахстана. В документах определяются статус и перечень субъектов сотрудничества, его сферы и основные приоритеты, механизмы реализации. В частности, летом 2012 года было подписано Соглашение между акиматом Актюбинской области Республики Казахстан и правительством Оренбургской области Российской Федерации о торгово-экономическом, научно-техническом, культурном и гуманитарном сотрудничестве. Основная цель данного соглашения способствовать расширению торгово-экономического, культурного и гуманитарного сотрудничества между приграничными регионами и одним из направлений его является «организация работы по сохранению экосистемы бассейна реки Урал» [15].

Заключение. Анализ географических основ ИУВР свидетельствует о необходимости разработки концептуальной программы с учетом региональной специфики трансграничного бассейна. В целом ИУВР в пределах трансграничного бассейна р. Урал должно базироваться на основе повышения продуктивности водных ресурсов во всех подсекторах водного хозяйства с учетом пространственно-временной специфики гидрологического режима и социально-экономических реалий всех регионов. В связи с этим разработка и реализации этапов межгосударственной стратегии должны осуществляться на основе бассейнового подхода, который

позволит снизить уровень фрагментации, в том числе управленческих технологий, особенно в условиях конкурирующего спроса на водные ресурсы.

Статья подготовлена в рамках выполнения проекта РФФИ № 16 - 45-560410 p_a «Пространственно-динамическая специфика региональных систем природопользования как фактор эколого-гидрологической безопасности в трансграничном бассейне р. Урал».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Корытный Л.М. Бассейновая концепция природопользования / Л.М. Корытный. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. – 163 с.
- [2] Алексеевский Н.И. Особенности гидрологического мониторинга на участках и в бассейнах международных рек / Н.И. Алексеевский, А.С. Завадский, М.В. Кривушин, С.Р. Чалов // Водные ресурсы. – 2015. – Т. 42, № 6. – С. 569-580.
- [3] Гончаренко А. Использование ресурсов трансграничных вод: состояние и перспективы / А. Гончаренко // Мировая экономика и международные отношения. – 2002. – № 5. – С. 83-91.
- [4] International Law Association. Report of Fifty Second conferences Held at Helsinki. – London, 1967. – P. 447-534.
- [5] Wolf A.T. Conflict and cooperation within international river basins: the importance of institutional capacity / A.T. Wolf, K. Stahl, M.F. Macomber // Water Resources Update. – 2003. – N 125. – P. 31-40.
- [6] Данилов-Данильян В.И. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования / В.И. Данилов-Данильян, И.Л. Хранович. – М.: Науч. мир, 2010. – 232 с.
- [7] Демин А.П., Шаталова К.Ю. Принципы и практика распределения водных ресурсов трансграничных рек России / А.П. Демин, К.Ю. Шаталова // География и природные ресурсы. – 2015. – № 1. – С. 22-29.
- [8] Руководство по интегрированному управлению водными ресурсами в бассейнах – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.inbo-news.org/IMG/pdf/handbook_iwrm_rus.pdf
- [9] Сивохиц Ж.Т., Чибилев А.А. Эколого-гидрологические проблемы трансграничного бассейна реки Урал и перспективы институционального сотрудничества // География и природные ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 36-44.
- [10] Порох А.Н. Россия и Казахстан в решении трансграничных водных проблем // Вестн. Волгоград. гос. ун-та. Сер. 4. Истор. – 2009. – № 2(16). – С. 25-33.
- [11] Чибилёв А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 312 с.
- [12] Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 1992 г.). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.un.org>. (дата обращения 1.06.2016).
- [13] Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.lawmix.ru>. (дата обращения 1.06.2016).
- [14] Межправительственная комиссия по сохранению экосистемы бассейна р. Урал. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.orinfo.ru>. (дата обращения 1.06.2016).
- [15] Соглашение между акиматом Актюбинской области РК и правительством Оренбургской области РФ о торгово-экономическом, научно-техническом, культурном и гуманитарном сотрудничестве. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.zakon.scli.ru>. (дата обращения 1.06.2016).

Секция 5

Экстремальные гидрологические явления

К. А. АНЗЕЛЬМ, М. Ю. ЭСАНБЕКОВ

РГУ «Южно-Казахстанская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция»
Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ГРУНТОВЫХ ВОД НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Мақтарал және Шардара ауданы суармалы жерлеріне талдау жүргізу нәтижелері келтірілген.

Приведены результаты мониторинга орошаемых земель Мактаральского и Шардаринских районов.

This article deals with the monitoring results of Maktaral and Shardarairrigated lands.

Для сельского хозяйства Республики Казахстан, находящегося в зоне рискованного земледелия, вопросы получения гарантированного урожая всегда были актуальными, что возможно только на мелиоративно благополучных орошаемых землях.

По мелиоративным показателям засоление и высокое стояние грунтовых вод в основном связаны с недостаточной дренированностью орошаемых земель из-за неэффективной работы открытой коллекторно-дренажной сети и скважин вертикального дренажа.

Данные наблюдений за УГВ на орошаемых землях Южно-Казахстанской области (ЮКО) за 2015 год показали, что на третьей части от общей площади (566,2 тыс. га) отмечается недопустимая глубина залегания (до 2 м) уровня грунтовых вод и динамики к улучшению по сравнению с предыдущим годом не наблюдается.

Результаты наблюдений за минерализацией и химизмом грунтовых вод показали, что на площади около 100 тыс. га грунтовые воды имеют высокую минерализацию (более 3 г/л).

Наиболее низкие положения ГВ наблюдаются в период после окончания вегетационных поливов и до начала проведения осенне-зимних промывок (там, где они проводятся), а там где они не проводятся – практически до весенне-полевых работ. Максимально высокие положения ГВ отмечаются на орошаемых землях, где выполняются летние вегетационные поливы сельскохозяйственных культур и осенне-зимние промывные поливы. Здесь выделены два пика – декабрь–март и июль–август, т.е. наблюдается ирригационный тип режима грунтовых вод.

Районирование и систематизация данных по минерализации и химизму ГВ показали, что в районах, расположенных в предгорной зоне с глубиной залегания 3–5 м, определяющим фактором формирования химического состава и минерализации является исходный химизм источников питания ГВ. Минерализация ГВ в этой зоне, как правило, не превышает 1–3 г/л, а по химизму они являются преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого типа.

ГВ орошаемых земель, расположенных на полого-покатых равнинах нижних террас рек, имеют минерализацию, варьирующую от 3 до 5, а в отдельных случаях и более 5 г/л. Определяющим значением в формировании минерализации и химизма имеют свойства водовмещающих пород и характер баланса грунтовых вод.

Значительные повышения УГВ были отмечены на орошаемых землях Мактааральского и Шардаринского районов, в основном по причине неудовлетворительной работы коллекторно-дренажной сети (таблица 1).

Как видно, в Мактааральском районе критическая отметка УГВ на 2015 год распространилась на 108,1 тыс. га, что больше по сравнению с 2000 годом в 2,9 раза, а в Шардаринском районе – соответственно 2,7 раза.

Таблица 1 – Распределение орошаемых земель Мактааральского и Шардаринского районов по глубине залегания УГВ, тыс. га

Районы	Годы	Общая площадь, тыс.га	Глубина залегания уровня грунтовых вод, м			
			до 2	%	более 2	%
Мактааральский	2000	125,3	37,2	29,7	88,1	70,3
	2005	136,8	73,1	53,4	63,7	46,6
	2010	138,8	98,1	70,7	40,7	29,3
	2015	150,9	108,1	71,7	42,8	28,3
Шардаринский	2000	66,5	12,1	18,1	54,4	81,9
	2005	66,5	16,7	25,1	49,8	74,9
	2010	68,9	29,2	42,4	39,7	57,6
	2015	68,0	33,3	49,0	34,7	51,0

В условиях высокого стояния УГВ, низкого качества эксплуатации оросительных систем и плохого функционирования дренажных систем отмечается тенденция к увеличению площадей с более высокой минерализацией ГВ (таблица 2). Такая ситуация негативно сказывается на солевом режиме почвогрунтов, так как интенсивность протекания соленакопления зависит от минерализации грунтовых вод и глубины их залегания.

Таблица 2 – Распределение орошаемых земель Мактааральского и Шардаринского районов по минерализации ГВ, тыс. га

Районы	Годы	Общая площадь, тыс.га	Минерализация, г/л			
			до 3	%	более 3	%
Мактааральский	2000	125,3	58,9	47	66,4	53
	2005	136,8	51,3	37,5	85,5	62,5
	2010	138,8	63,4	45,6	75,4	54,4
	2015	150,9	82,4	54,6	68,5	45,4
Шардаринский	2000	66,5	65	97,7	1,5	2,3
	2005	66,5	66,1	99,3	0,4	0,7
	2010	68,9	68,4	99,2	0,5	0,8
	2015	68,0	67,4	99,1	0,6	0,9

На основании этих данных произведена оценка мелиоративного состояния орошаемых земель (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий, 2015 г.

Районы	Хорошее		Удовлетворительное		Неудовлетворительное				
					Всего		В том числе		
	тыс. га	%	тыс. га	%			тыс. га	%	недопустимая глубина УГВ
Мактааральский	6,2	4,1	26,3	17,4	118,4	78,5	62,1	10,3	46,0
Шардаринский	8,12	12	11,8	17,4	48,0	70,6	25,8	14,7	7,5

В результате установлено, что из общей площади 150,9 тыс. га орошаемых земель Мактааральского района 6,2 тыс. га находятся в хорошем состоянии, а 26,3 тыс. га – в удовлетворительном. Неудовлетворительное состояния имеют 118,4 тыс. га, или 78,5% орошаемых земель района, а в Шардаринском районе этот показатель составляет 70,6%.

Для улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель необходимо:

уменьшить инфильтрационное питание грунтовых вод за счет проведения антифильтрационных мероприятий на оросительных системах, а также применения научно обоснованных способов, техники полива и улучшения водопользования;

улучшить дренированность территории путем восстановления системы скважин вертикального дренажа и проведения регулярных эксплуатационных мероприятий на открытых коллекторно-дренажных системах.

Своевременное и качественное проведение перечисленных мероприятий в конечном итоге позволит улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель, повысить их водообеспеченность и создать благоприятные условия для эффективного использования орошаемых земель юга Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Отчет о мелиоративном состоянии орошаемых земель Южно-Казахстанской области за 2015 г. – Шымкент: РГУ «ЮК ГГМЭ», 2015. – 150 с.

[2] Кадастр мелиоративного состояния орошаемых сельхозугодий Южно-Казахстанской области за 2000–2015 гг. – Шымкент: РГУ «ЮК ГГМЭ», 2015.

Г. Я. БАРЫШНИКОВ, С. Г. БАРЫШНИКОВ

Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ НА АЛТАЕ И МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ: РОССИЯ – КАЗАХСТАН

Приводятся данные о палеогеографических реконструкциях экстремальных гидрологических явлений на Алтае, связанных с прорывом приледниковых озер в неоплестцене, крупнейших наводнениях в настоящее время и разработке рекомендаций о возможности использования водных ресурсов в межгосударственных отношениях.

The article presents data on the paleogeographic reconstructions of extreme hydrological events in the Altai related to glacial lakes breakthrough in neopleistocene, major floods now and the development of recommendations on the possibility of using water resources in international relations.

Введение. В мае 2016 г. в одном из телевизионных сообщений министра сельского хозяйства Российской Федерации А. Ткачева было заявлено, что в настоящее время прорабатывается проект по использованию части стока рек с территории Алтайского края для передачи в Китайскую Народную Республику через Казахстан. В связи с этим возникает вопрос: реальна ли реализация такого проекта при условии, что Республика Казахстан сама испытывает острый дефицит воды из-за того, что Китай забирает большой ее объем из Черного Иртыша для орошения своих полей, тем самым снижает сток в самом Иртыше? Ответ на этот вопрос пока не найден.

Постановка проблемы. В связи с этим мы предлагаем рассмотреть гидрологический режим рек Горного Алтая в исторической последовательности, в целях возможного использования части стока р. Оби в Республике Казахстан с территории Алтайского края, который на определенных этапах своего развития характеризовался экстремальными событиями.

Методика исследований. Методической основой проведенных наблюдений явились многолетние экспедиционные исследования геоморфологических и геологических объектов на территории Алтайского региона. Изучались последствия от катастрофических в прошлом сбросов огромных масс воды из приледниковых озер по главным магистральным рекам Алтая – Катунь и Бий.

Для подтверждения полученных результатов во время экспедиционных работ нами отбирались пробы на определение физико-механических свойств грунтов и на радиоуглеродное датирование органических остатков для установления возраста отложений. Но поскольку метод радиоуглеродного датирования по C^{14} имеет определенный возрастной предел, то дополнительно к этому методу нами широко применялось оптико-люминесцентное датирование по песчаным отложениям, а также георадарное профилирование объектов водного, ледникового и озерного происхождения. По образцам горных пород с помощью спорово-пыльцевого и палеокарпологического анализов устанавливались содержания пыльцы, спор и семян, по которым проводилась реконструкция климата прошлых геологических эпох.

Было проведено дешифрирование аэрофото- и космических снимков с последующей привязкой результатов дешифрирования на местности. Для установления границ распространения конечно-моренных отложений по р. Бий нами впервые был применен минералогический анализ шлихов. Площадное шлиховое опробование ручьев и небольших речек притоков Бий подтвердило наши предположения о возможности использования этого метода.

Источники данных. Собранный в полевых условиях фактический материал обрабатывался в камеральных условиях и анализировался в Центральной лаборатории Западно-Сибирского геологического управления (г. Новокузнецк), в радиоуглеродной лаборатории Объединенного института геологии, геофизики и минералогии Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск), в минералогической и химической лабораториях Северо-Алтайской геолого-

съемочной экспедиции Западно-Сибирского геологического управления (г. Бийск), Алтайском тресте инженерно-строительных изысканий (г. Барнаул), лаборатории геоэкологического мониторинга Алтайского государственного университета (г. Барнаул), в Институте физики Селезского технологического университета (Польша). Кроме того, была проработана имеющаяся по данному вопросу опубликованная литература.

Террасы Верхней Оби изучались многими исследователями [1–6] начиная с начала XX в. С 70-х годов прошлого столетия к этим исследованиям добавились и наши результаты [7–10]. С изучением нижнего отрезка долины р. Катунь связаны исследования отечественных авторов [11–20] и др.

Результаты исследований. Как известно, в настоящее время Телецкое озеро, при общей протяженности 77,8 км, средней ширине 2,9 км и максимальной глубине 325 м содержит около 40 км³ чистой пресной воды. Оно занимает пятое место в России среди самых глубоких озер. В прошлом объем воды в озере был в два раза больше современного и достигал 80 км³, о чем свидетельствует история его формирования.

Признано, что верхний неоплейстоцен Горного Алтая – это период наступления ледников, связанный с планетарным похолоданием климата. Ледники, существовавшие в центральной части Горного Алтая, спускались по долинам рек в сторону предгорий. Массы льда, двигаясь по меридиональной части Телецкого озера, захватывали обломки горных пород, поступающих с его бортов. При достижении широтного отрезка озера ледник раздваивался. Одна лопасть переваливала через водораздел (район пос. Яйлю) в верховье рек Чайгол, Клык, Байгол, другая устремлялась в широтный отрезок озера, неся большое количество обломочного материала, поскольку сюда поступали обломки из боковых морен. Это был своеобразный каменный глетчер, нижний конец которого зафиксирован в верховье Бии. Контуров конечно-моренной гряды в настоящее время трудно различимы на местности. Тем не менее, как мы уже отмечали, использование шлихового метода позволило нам по некоторым минералам тяжелой фракции подтвердить ранее выделенные границы размытой конечной морены. Оказалось, что шеелит, входящий в состав двуслюдяных гранитов, принесенных ледником с южной оконечности Телецкого озера, весьма хрупкий минерал и легко разрушается в водотоках, но зато хорошо сохраняется в моренах. Контуров шлихового ореола точно совпали с распространением конечно-моренных отложений [9].

В доледниковое время озеро в широтной части было заполнено глинистыми озерными осадками мощностью свыше 50 м. Об этом свидетельствует разрез по скважине, пройденной в 2,7 км ниже пос. Артыбаш [21]. По мере заполнения широтного отрезка озера обломочным материалом были созданы подпружные условия для его притоков, в частности для р. Иогач, впадающей в озеро у истока Бии, где в устьевой части перед боковой мореной накапливался отсортированный песчано-галечниковый материал (рисунок 1). В одном метре от основания этого разреза нами была отобрана проба на оптико-люминесцентный анализ, возраст которой 82,6±7,0 тыс. лет (GdTL–1715), в верхней части обнажения возраст отложений показал 50,2±3,3 тыс. лет (GdTL–1716). Таким образом, около 100 тыс. лет назад ледник перекрыл сток р. Иогач и ледниковая запруда просуществовала примерно до 20 тыс. лет назад [22].

В связи с потеплением климата и отступанием ледника в верхнем неоплейстоцене поднимается и уровень Телецкого озера, поскольку единственная водная артерия – р. Бия, по которой происходил сток, была перегорожена конечной мореной. Масса воды увеличилась примерно вдвое. Зеркало воды бывшего водоема превышало современный уровень на 210 м, что подтверждается максимальными высотными отметками боковых морен и существованием зарастающего небольшого реликтового озера Куатанг, находящегося в настоящее время на водоразделе руч. Юрток – Телецкое озеро, к северу от турбазы «Золотое озеро». Для заполнения озера не потребовалось слишком много времени. Подсчитано, что даже при современном притоке воды из рек, впадающих в озеро, достаточно семи лет для поднятия его уровня.

Переполнение ванны Телецкого озера талыми ледниковыми водами и наличие мореной запруды, внутренние части которой были ослаблены присутствием блоков и линз погребенного льда, создали условия для катастрофического сброса вод и рыхлого обломочного материала в виде своеобразного селевого потока в долину р. Бии, скорость которого, подсчитанная по



Рисунок 1 – Озерно-подпрудные отложения по р. Иогач

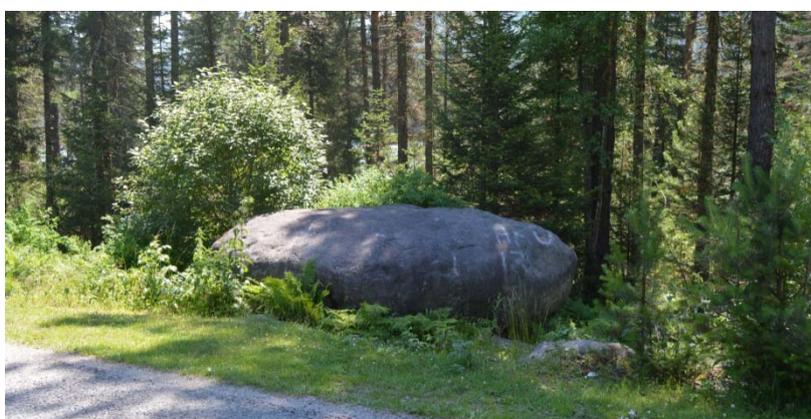


Рисунок 2 – Эрратический материал из размытой конечной морены у истоков р. Бии

формуле Тьери, составила 7–7,5 м/с. Такая скорость обеспечивала перенос обломков массой свыше 8 т и объемом более 3 м³ (рисунок 2). Примерно такие же показатели скоростей получились для горных рек при использовании в расчетах известного закона Эри [23]. Подобные условия переноса крупных валунов были описаны в Пеннинских горах [24] и в отрогах Скалистых гор Северной Америки [25]. Значительная скорость перемещения обломочного материала обеспечивалась, по-видимому, большим перепадом высот между зеркалом воды подпруженного озера и днищем долины реки стока – Бии [26].

Переполнение долины материалом от гигантского паводка создало условия для подпруживания рек притоков Бии, в которых, в свою очередь, формировались палеозера, по осадкам которых были установлены радиоуглеродные даты. Так, объем накопленной массы воды в Пыжинском водоеме (левый приток Бии) по нашим расчетам составил 1,5 км³. При этом глубина его была около 50 м, длина – 17,5 км при ширине 1,5 км. Абсолютный возраст древесины, обнаруженной в толще озерных отложений, составил 16 120±800 лет (СОАН-1864). По руч. Турачак (правый приток Бии) в аналогичных условиях была получена дата 14 980±700 лет (СОАН-1863), в долине р. Лебедь (правый приток Бии) древесина показала возраст 13 750±700 (СОАН-576). Аналогичные события происходили и по долине р. Катунь, но на несколько тысячелетий раньше.

На Алтае впервые для территории горной страны были найдены следы существования катастрофических сбросов огромных масс воды из ледниково-подпрудных озер [27]. К таким следам относятся «гигантские знаки ряби». Нами [8] они были обнаружены в долине р. Бии, в долинах Башкауса, Чулышмана, Чуи, Катунь и на днище Курайской котловины [19, 20], т.е. на

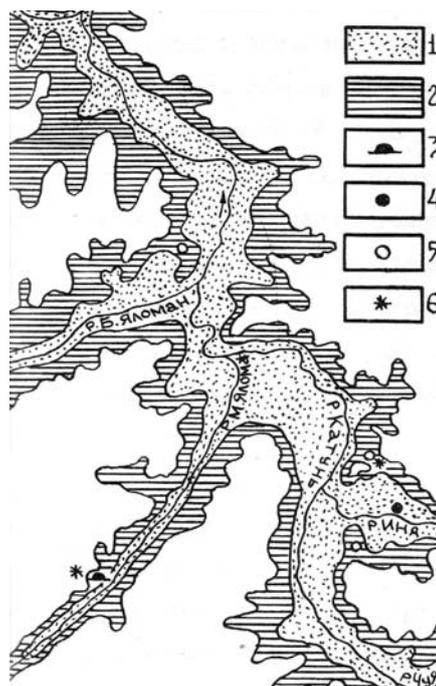
путях возможных сбросов воды из алтайских ледниковых озер. Именно присутствие этих форм послужило первым указанием на вероятность крупных катастроф в неоплейстоцене Алтая.

В дальнейшем здесь были найдены и другие доказательства озерных прорывов – водобойные ванны, спиллвеи на перевалах, перемещенные на значительные расстояния, порой до нескольких километров, огромные глыбы горных пород, «оторванные» от коренных склонов бортов долин. До недавнего времени наличие таких глыб в долинах рек принимались за свидетельство присутствия ледника. Но проведенные расчеты [20] показывают, что при скоростях движения водокаменной массы 14–20 м/с через створ долины может проходить от 560 тыс. до 1 млн м³/с вещества. Такая скорость обеспечивалась большим перепадом высот (1500 м) дна палеозера над уровнем долин рек при выходе из гор, а также шириной канала стока в том или ином месте долины. Именно это определяло различия в гидрологическом режиме потока и усложняло весь ход процесса.

Такие катастрофы протекали очень быстро, их продолжительность не превышала 10–15 дней [27], зато расходы в короткие интервалы кульминаций становились весьма внушительными. В период дегляциации ледников водные запасы приледниковых озер были огромны и составляли для Чуйской и Курайской систем не менее 1000 км³ [20]. Такого количества воды вполне было достаточно для того, чтобы образовались колоссальные потоки с большими скоростями движения и огромными запасами энергии, способными производить значительные изменения в морфологии долин, разрушать на своем пути преграды, откладывать гравийно-галечниковый и валунно-глыбовый материал, создавать условия для подпруживания в боковых притоках. Косвенным доказательством таких событий может служить полное отсутствие палеолитических памятников в долине Катунь.

Долина Катунь характеризуется частой сменой расширений шириной до 3–4 км на весьма узкие, локальные участки, профиль которых ограничивается иногда 300-метровыми ущельями. В расширениях долин, как правило, формируется комплекс террас различной высоты. Такая четковидная форма долины играла важную роль в момент спуска ледниково-подпрудного озера, поскольку именно узкие места долин являлись природными «гидрозаторами», способными резко снизить скорость продвижения потока после прохождения ударной, фронтальной волны. Находящийся во взвеси обломочный материал за счет снижения скоростей движения сразу же выпадал в осадок. О мощности паводковой волны в долине Катунь можно судить по галечниково-песчаному материалу, сохранившемуся на крутых склонах близ сел Иня, Яломан, Купчегень (рисунок 3).

Рисунок 3 –
Реконструкция долинно-подпрудного озера на Катунь
в Яломанском расширении Горного Алтая:
1 – современные долины рек; 2 – контуры
реконструируемого долинно-подпрудного водоема;
3 – Малояломанская пещера; 4 – место отбора проб
на радиоуглеродное датирование по С¹⁴;
5 – место обнаружения волноприбойных котловин
вымывания; 6 – места находок гажи



Верхняя граница нахождения галечниково-песчаных отложений фиксируется абсолютной высотой 1050 м над уровнем моря, что составляет превышение от современного уреза воды 300 м у устья Чуи, 350 м в районе с. Иня и 400 м у устья р. Б. Ильгумень. О существовании такого короткоживущего озера, образованного, с одной стороны, наличием природного «гидро-затвора», находящегося ниже устья р. Б. Ильгумень, где ширина долины аномально мала, привело к накоплению озерно-подпрудных отложений в Яломанском расширении долины Катуня (рисунок 4).



Рисунок 4 – Озерно-подпрудные отложения в Яломанском расширении долины Катуня

Изученный геологический разрез аллювиально-озерных отложений подпрудной террасы по р. Иня (правый приток Катуня, ниже устья Чуи) сложен галечниково-гравийной толщей, в которой выделяются три озерные пачки мощностью по 3,0–5,0 м, представляющие собой желтые горизонтально-слоистые алевриты с прослоями тонко-мелкозернистого песка. Каждая пачка опробована на оптико-люминесцентное датирование. Образец из верхней пачки в интервале 0,0–4,0 м и глубиной отбора 2,5 м из прослоя тонкозернистого песка имеет возраст $18\,900 \pm 1100$ лет назад (GdTL-1709). Средняя пачка – интервал 15–20 м, глубина отбора 18 м (2,0 м над подошвой пачки) имеет возраст $25\,700 \pm 1600$ лет назад (GdTL-1710). Нижняя озерная пачка, интервал 21–24 м, глубина отбора 23 м (1 м над подошвой) – по возрасту отнесена к $28\,600 \pm 2000$ лет назад (GdTL-1711).

Вскрытая часть разреза состоит из чередующихся последовательно толщ песчано-гравийно-галечниковых отложений аллювиального происхождения и глинисто-илистых осадков озерного генезиса. Из верхних двух пачек озерных глин В. А. Панычевым были отобраны и проанализированы пробы карбоната, которые позволили установить абсолютный возраст осадков по C^{14} – $22\,275 \pm 370$ лет (СОАН-2240) для верхней пачки глин и $23\,350 \pm 400$ лет (СОАН-2239) для средней [26]. Таким образом, применяемые нами два способа датирования осадков озерно-подпрудных отложений дополняют друг друга и позволяют опираться на них при интерпретации происхождения аналогичных изучаемых толщ.

Следовательно, формирование ледниково-подпрудных водоемов в Чуйской и Курайской котловинах, как и на Телецком озере, началось в одно и то же время – около 100 тысяч лет назад, а спуск накопленных масс воды по Катуня произошел примерно 30 тысяч лет назад, что на 10 тысяч лет раньше, чем из подпруды Телецкого озера.

Нет сомнений в том, что и в последующие времена паводковые волны неоднократно наблюдались на реках Алтая, но их следы не сохранились в геоморфологической и геологической летописи этого горного сооружения. Их существование можно подтвердить лишь теоретической экстраполяцией событий последних десятилетий XX и началом XXI вв. Так, в 1969 г. уровень паводка был зафиксирован на отметке более 6 м над меженью Катуня. До этих же отметок повышался и уровень воды по Бие. По притокам главных рек создавались кратковременные подпоры вод, что приводило к затоплению береговых террас и расположенных на них жилых строений.

В 2006 г. весенний паводок по р. Бии привел к затоплению пос. Б. Угренево в районе г. Бийска Алтайского края. Весенний паводок 2014 г. только в Алтайском крае затопил многие населенные пункты. Было затоплено свыше 1500 жилых строений, разрушены многие мостовые переходы, были жертвы (рисунок 5).



Рисунок 5 – Наводнение в Горном Алтае 31 мая 2014 г.
(фото Д. Чурилина, сайт журнала о бизнесе «Капиталист»)

В р.ц. Чемал уровень Катунь соответствовал паводку 1969 г. Верхний бьеф Чемальского водохранилища был забит принесенной сверху р. Чемалки древесиной и техногенным мусором (рисунок 6).



Рисунок 6 – Наводнение в Горном Алтае 31 мая 2014 г. Район Чемальской ГЭС
(фото Д. Чурилина, сайт журнала о бизнесе «Капиталист»)

Обсуждение результатов. В связи с изложенным возникает второй, пожалуй, самый главный вопрос: куда выплескивались эти огромные массы воды с Алтайских гор? На этот счет существует несколько точек зрения.

Вопрос о стоке сибирских рек во время ледниковых стадий четвертичного периода тесно связан с эволюцией долинной сети Сибири. Несмотря на то, что проблема стока обсуждается в литературе уже более 100 лет, она все еще не решена окончательно. По мнению ряда исследователей [28, 29], в бассейне Оби возникал озерный приледниковый подпрудный бассейн (Мансийское озеро), избыток вод из которого сбрасывался на юго-запад, в сторону Арало-Каспийских низменностей. Во время широкого развития оледенений на равнинах долинная сеть коренным образом перестраивалась и общее направление стока с северного временно изменялась на западное, о чем свидетельствует наличие сквозных древних долин на водоразделах.

Как отмечалось в [30], следы мощного наводнения выражены на Предалтайской равнине в долинах Оби и Иртыша в виде боровых песков ложбин, вложенных в лёссы, а также щебень, галька, валуны, глыбы, залегающие на лёссах и включенные в иловатые пески, перекрытые маломощными илами, лёссоведными супесями и современной почвой.

Наличие в днищах сквозных ложбин плато гравия, гальки, слоистых полимиктовых песков, уменьшающих зернистость в юго-западном направлении, и огромных конусов выноса на юго-западных окончаниях ложбин подчеркивалось в работе [31], подтверждая что эти осадки –

следствие эрозии мощных потоков. В долине Оби поток растекался, образуя в стрежневой части меандрирующий контур шириной 50–60 км, устремившийся главной своей массой не в долину Оби, а в Кулундинское понижение и далее в Иртыш, попутно давая стоковые струи по ложбинам Приобского плато: Алейской, Касмалинской, Барнаульской, Бурлинской [32].

Из всех перечисленных долин древнего стока наиболее проработанной является Барнаульская ложбина, но ее использование для переброски части стока Оби практически исключено, поскольку потребуется коренным образом изменить первичный ландшафт, что равносильно экологическому бедствию. Во-вторых, для переброски вод Оби необходим слишком большой объем стока, которого современная речная сеть даже в максимальный паводок обеспечить не сможет. В-третьих, высотные отметки рельефа русла Оби и верховий Барнаульской ложбины древнего стока не совпадают, для чего потребуется врезка канала в четвертичные отложения для обеспечения самотека воды на глубину более 100 м.

Рассматривается и другой вариант: реанимация Кулундинского канала, наращивание его протяженности и соединение с Гилёвским водохранилищем с последующей транспортировкой воды на территорию Казахстана. Гилёвское водохранилище образовано насыпной грунтовой плотиной в 70-е годы прошлого столетия в верховьях р. Алей и вступило в строй в 1979 г. Эксплуатация водохранилища рассчитана на 77 лет. К настоящему времени оно уже прослужило 36 лет, то есть почти половину срока эксплуатации. Причиной сравнительно небольшого срока эксплуатации является интенсивное его заиливание. Дело в том, что из всех рек в Алтайском крае р. Алей имеет самую мутную воду. Максимальная мутность приходится на половодье за счет эрозионных процессов в бассейне реки.

Выводы. Анализ экстремальных гидрологических явлений на Алтае в прошлом и современные условия весенних паводков, а также геоморфологические особенности строения рельефа не могут быть благоприятными для переброски части стока алтайских рек через Республику Казахстан в Китайскую Народную Республику. Преобразование первичных природных условий для этих целей – слишком дорогостоящее мероприятие, которое повлечет за собой экологическое бедствие глобального масштаба.

Решение вопроса об использовании водных ресурсов в Казахстане лежит в другой плоскости. В качестве альтернативы можно предложить создание малых водохранилищ в горных обрамлениях хребтов Коксуйский, Листвяга, Южный Алтай, Тарбагатай, Джунгарский и Зайликий Алатау, Киргизский хребет, как это сделано в Китае при орошении Великой Китайской Равнины.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ-РГО 13-05-41070.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Яковлев С.А. К вопросу о ледниковом периоде на Алтае / С.А. Яковлев // Труды Сибирского общества естествоиспытателей (протоколы заседаний). – СПб., 1909. – Т. 40, вып. 1. – С. 27-36.
- [2] Гране Г. О значении ледникового периода для морфологии Северо-Восточного Алтая / Г. Гране // Записки Западно-Сибирского отделения Русского географического общества. – 1916. – Т. 38. – С. 1-22.
- [3] Кузьмин А.М. Материалы по расчленению ледникового периода в Кузнецко-Алтайской области / А.М. Кузьмин // Известия Сибирского отделения геологической комиссии. – 1929. – Т. 8, вып. 2. – 62 с.
- [4] Живаго А.В. Опыт применения шлихового метода при морфологическом анализе долины р. Бии (Алтай) / А.В. Живаго // Труды Института географии АН СССР. – 1948. – Вып. 39. – С. 82-110.
- [5] Щукина Е.Н. Закономерности размещения четвертичных отложений и стратиграфия их на территории Алтая / Е.Н. Щукина // Труды Геологического института АН СССР. – 1960. – Вып. 26. – С. 127-164.
- [6] Остроумов В.М. Льдиная аккумуляция на реках Горного Алтая / В.М. Остроумов // Известия Алтайского отдела географического общества СССР. – 1963. – Вып. 2. – С. 100-101.
- [7] Барышников Г.Я. К стратиграфии террасовых отложений долины р. Бии / Г.Я. Барышников // Географический сборник. – Томск, 1973. – С. 3-9.
- [8] Барышников Г.Я. К вопросу о формировании крупновалунного аллювия р. Бии / Г.Я. Барышников // Геология и полезные ископаемые Алтайского края: тез. докл. научн.-практ. конф. – Барнаул, 1979. – С. 117-119.
- [9] Барышников Г.Я. Развитие рельефа переходных зон горных стран в кайнозой (на примере Горного Алтая) / Г.Я. Барышников. – Томск: Изд-во Томск.ун-та, 1992. – 182 с.
- [10] Барышников Г.Я. Особенности формирования террасовых комплексов Верхней Бии / Г.Я. Барышников, В.А. Паньчев // Вопросы географии Сибири. – Томск, 1987. – № 17. – С. 41-52.
- [11] Ивановский Л.Н. Продольное профилирование речных террас как метод морфотектонического анализа в Горном Алтае / Л.Н. Ивановский // Труды Томск. ун-та. – 1956. – Т. 133. – С. 163-170.

- [12] Ивановский Л.Н. К вопросу о развитии гидрографической сети на севере Алтая / Л.Н. Ивановский // Вопросы географии Сибири. – Томск, 1962. – Вып. 4. – С. 50-54.
- [13] Ивановский Л.Н. Речные террасы и конечные морены в горах Сибири / Л.Н. Ивановский // Гляциология Алтая. – Томск: Изд-во ТГУ, 1978. – Вып. 14. – С. 84-90.
- [14] Дубинкин С.Ф. Новые данные о Майминской морене Горного Алтая / С.Ф. Дубинкин // Советская геология. – 1961. – № 4. – С. 133-137.
- [15] Крюков А.С. Майминская морена / А.С. Крюков // Известия Алтайского отдела географического общества СССР. – 1963. – Вып. 2. – С. 74-77.
- [16] Окишев П.А. О генезисе террас в среднем течении р. Катунь / П.А. Окишев // Проблемы гляциологии Алтая. – Томск: Изд-во ТГУ, 1974. – Вып. 2. – С. 46-73.
- [17] Малолетко А.М. О происхождении Майминского вала / А.М. Малолетко // Вопросы географии Сибири. – Томск, 1980. – Вып. 2. – С. 92-98.
- [18] Барышников Г.Я. Катастрофизм в природе и сохранность археологических памятников в горах Алтая / Г.Я. Барышников // Хроностратиграфия палеолита Северной, Центральной, Восточной Азии и Америки: докл. межд. симпозиума. – Новосибирск, 1990. – С. 55-59.
- [19] Бутвиловский В.В. Палеогеография позднего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель / В.В. Бутвиловский. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 252 с.
- [20] Рудой А.Н. Гигантская рябь течения – доказательства катастрофических прорывов гляциальных озер Горного Алтая / А.Н. Рудой // Современные геоморфологические процессы на территории Алтайского края: тез. докл. науч.-практ. конф. – Бийск, 1984. – С. 60-64.
- [21] Бубличенко Н.Л. Происхождение Телецкого озера / Н.Л. Бубличенко // Вестник Западно-Сибирского геологического управления. – 1939. – № 3. – С. 42-58.
- [22] Baryshnikov G. Geochronology of the late Pleistocene catastrophic Biya debris flow and the Lake Teletskoye formation, Altai Region, Southern Siberia / G. Baryshnikov, A. Panin, G. Adamic // International Geology Review. <http://dx.doi.org/10.1080/00206814.2015.1062733>. – 2015. – P.1-15.
- [23] Ефимцев Н.А. Четвертичное оледенение Западной Тувы и восточной части Горного Алтая / Н.А. Ефимцев. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 164 с.
- [24] Carling P.A. Threshold of coarse sediment transport in broad and narrow natural streams / P.A. Carling // Earth surface processes and Landforms. – 1983. – Vol. 8. – P. 1-18.
- [25] Eisbacher G.H. Observations on the streaming mechanism of large rock slides, northern Cordillera / G.H. Eisbacher // Pap. Geol. Surv. Can., – 1978. – N 78. 1A. – P. 49-52.
- [26] Барышников Г.Я. Рельеф переходных зон горных стран / Г.Я. Барышников. – Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 2012. – 499 с.
- [27] Гросвальд М.Г. Последнее оледенение Саяно-Тувинского нагорья: морфология, интенсивность питания, подпрудные озера / М.Г. Гросвальд // Взаимодействие оледенения с атмосферой и океаном. – М., 1987. – С. 152-171.
- [28] Волков И.А. О позднеплейстоценовом озере-море на юге Западно-Сибирской низменности / И.А. Волков, В.С. Волкова // Тр. Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР. – 1964. – Вып. 44.
- [29] Архипов С.А. Четвертичный период в Западной Сибири / С.А. Архипов. – Новосибирск: Наука, 1971.
- [30] Православлев П.А. Приобье Кулундинской степи / П.А. Православлев // Мат-лы по геол. Западно-Сибирского края. – Новосибирск. 1933. – Вып. 33. – С. 24-49.
- [31] Воскресенский С.С. Геоморфология Сибири / С.С. Воскресенский. – М.: Изд-во МГУ, 1962. – 352 с.
- [32] Бутвиловский В.В. Последнее оледенение Горного Алтая и обусловленные им катастрофические рельефообразующие процессы / В.В. Бутвиловский // Региональная геохронология Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 154-160.

М. Ж. БУРЛИБАЕВ¹, А. А. ВОЛЧЕК², М. Ю. КАЛИНИН³

¹Казахстанское агентство прикладной экологии, Казахстан

²Брестский государственный технический университет,

³Ассоциация хранителей рек «ЭКО-КРОНЕС», Минск, Беларусь

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ (мировые тенденции, хроника Беларуси и Казахстана)

Рассмотрены экстремальные гидрологические явления, которые наносят значительный ущерб людям и окружающей среде. Даны примеры катастрофических явлений в Беларуси и Казахстане. Рассмотрены модели прогнозирования последствий этих явлений.

Considered extreme hydrological events that cause significant harm to people and the environment. The examples are given of the catastrophic events in Belarus and Kazakhstan. We consider the implications of forecasting models of these phenomena.

Благополучие и здоровье человека – главная ценность, на обеспечение которой нацелена концепция устойчивого развития (УР) любого государства.

Чрезвычайные ситуации, вызванные техногенными катастрофами и экстремальными природными явлениями, представляют угрозу УР любой страны, ее национальной безопасности, а также приводят к снижению качества жизни через ухудшение качества среды обитания.

Среда обитания современного человека сегодня очень сложна. Интенсивное использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды (ОС), широкое внедрение достижений технического прогресса во все сферы деятельности сопровождается появлением и широким распространением различных природных, техногенных, экологических и других опасностей. Но разумная человеческая деятельность – необходимое условие существования, эволюционного развития и процветания общества. В общем виде модель процесса любой деятельности можно представить двухэлементной системой – человек и окружающая среда, с прямыми и обратными, основными и косвенными связями.

В процессе деятельности человек неизбежно воздействует на окружающую среду (прямые связи), а в соответствии со всеобщим законом «причина – следствие» окружающая среда, в свою очередь, оказывает влияние на человека (обратные связи). Это часто приводит к нежелательным последствиям для человека и отрицательно влияет на другие составляющие ОС, т.е. в сфере взаимосвязи «человек – окружающая среда» всегда таятся неизбежные конфликты.

Отсюда модель процесса деятельности человека должна быть двухцелевой – достижение желаемого эффекта и исключение нежелательных последствий (ущерб здоровью и жизни человека, наводнения, катастрофы и т.п.). Непонимание этого и обуславливает потенциальную опасность всякой деятельности.

Условия, при которых реализуются потенциальные опасности, определяются причинами, характеризующими совокупность обстоятельств, из-за вызывающих те или иные нежелательные последствия или чрезвычайную ситуацию.

В последние годы повсеместно отмечается нарастание природных катаклизмов, которые проявляются в температурных отклонениях, усилении и учащении бурь, наводнений, возгораний лесных массивов и т.д.

Анализ как природных катаклизмов, так и опасностей позволяет отметить, что одним из определяющих факторов устойчивой тенденции роста числа и тяжести природных и техногенных катастроф является «человеческий фактор» – несоответствие уровня профессиональной подготовки специалистов и руководителей требованиям современной правовой, экономической, нормативной базы, основополагающим принципам республиканского и регионального управления по обеспечению безопасности населения, территорий и промышленных объектов от аварий и катастроф.

Чрезвычайные ситуации, вызванные техногенными катастрофами и экстремальными природными явлениями, представляют угрозу устойчивому экономическому развитию любой

страны, ее национальной безопасности, приводят к снижению качества жизни через ухудшение качества среды обитания.

Так, по данным научного Центра по эпидемиологическим катастрофам (Брюссель), природные катастрофы с 1965 г. нанесли ущерб мировому сообществу на сумму более 500 млрд долл. США. При этом по мере развития экономики, роста численности населения создаются предпосылки формирования более уязвимой ОС, в которой происходит постоянное увеличение техногенных аварий и природных стихийных бедствий (катастроф), сопровождающихся все большими по своим размерам экономическими ущербами. Число пострадавших в мире от них ежегодно увеличивается на 6 %. Постоянно растет количество крупнейших природных катастроф с величиной ущерба, превышающей 1 % ВВП пострадавшей территории. Экономический ущерб от стихийных бедствий (по достаточно грубым подсчетам) в эти годы составил 63,2 млрд долл. США. За последние 20 лет количество таких катастроф возросло более чем в 5 раз. Они уносят тысячи человеческих жизней, разрушают города, дороги и всё, что создано трудом многих поколений людей, при этом 62 % общего числа людей, пострадавших от стихийных природных бедствий в мире, приходится на наводнения, 36 % – на засухи, 2 % – на сели, лавины и другие чрезвычайные ситуации [1].

Наводнения являются одной из значимых проблем в бассейнах рек Республики Беларусь. Под наводнением понимается затопление водой прилегающей к реке или озеру местности в результате прохождения волн весенних половодий и летне-осенних паводков, которые причиняют материальный ущерб, наносят вред здоровью населения, приводят к гибели людей. Затраты на предупреждение и ликвидацию последствий наводнений постоянно растут.

В Беларуси катастрофические и выдающиеся наводнения наблюдались: в 1845 г. на р. Припять; в 1931 г. на реках Западная Двина, Днепр, Березина, Сож; в 1958 г. на реках Неман и Щара. Выдающиеся половодья и наводнения прошли на р. Западная Двина в 1878, 1929, 1941, 1951, 1956 гг.; р. Неман в 1886, 1931 гг.; р. Мухавец в 1974, 1979 гг.; реках Днепр, Березина в 1908, 1956, 1958 гг.; р. Сож в 1956, 1958, 1962, 1970 гг.; р. Припять в 1888, 1895, 1900, 1932, 1958, 1974, 1979, 1999 гг. В последнее время наводнения, приносящие огромный материальный ущерб, случаются 1 раз в 4 – 5 лет. На юге республики паводковая ситуация усугубляется за счёт отсутствия графика пропуска максимальных расходов и использования имеющихся водохранилищ с соседней Украиной [2,3].

Проблема наводнений наиболее актуальна для р. Припять. Это одна из самых больших по протяженности и водности рек Беларуси. Длина реки 761 км, площадь водосбора 121 000 км². В зоне периодических затоплений во время прохождения весенних половодий и летне-осенних дождевых паводков с вероятностью превышения от 1 до 10 % в бассейне Припяти находятся территории с площадью до 6,2 тыс. км², что составляет 11,8 % от площади ее водосбора на территории Беларуси. В настоящее время на участке бассейна реки Припять от границы с Украиной до г. Мозыре эксплуатируется более 60 объектов инженерной защиты от наводнений, в основном защитных дамб. В средней части и в верховьях Припяти и ее притоков построено 517 км защитных дамб из 1166 км запроектированных. Тем не менее затопления продолжают. Вследствие проведения защитных и строительных работ в междамбовом пространстве условия формирования паводков и наводнений в бассейне Припяти значительно изменились. В настоящее время проектируются и выполняются работы по защите населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий [3].

В современной научной литературе отмечается парадоксальный факт – вместе с ростом инвестиций в строительство противопаводковых сооружений отмечается и увеличение ущерба от наводнений. Для изменения этой тенденции рядом ученых предлагается пересмотреть подходы к проблеме наводнений и во главу угла ставить не защиту от наводнений, а поиск путей приспособления к ним. Отмечается, что центр тяжести в борьбе с наводнениями сместился с инженерных мероприятий на неинженерные: прогнозирование наводнений на основе усовершенствованных компьютерных методик, создание систем оповещения и предупреждения, проведение такой хозяйственной политики на затопляемых землях, при которой ущерб от наводнений минимален [4, 5]. Все данные факты позволяют сделать вывод о том, что на совре-

менном этапе для снижения ущерба от наводнений необходимо большое внимание уделить разработке прогнозирования наводнений.

Создание современных математических моделей водного режима для бассейнов рек – задача чрезвычайной сложности. Это вызвано как особенностями объектов математического моделирования, так и сложностью процесса движения воды в нем. При создании математической модели процесса движения воды, как показал анализ аэрофотоснимков, необходимо учитывать, что движение воды на пойме происходит не по всему ее сечению. На значительной части поймы, в лесах, над кустарниками, старицами движение воды практически отсутствует, ширина нетранзитных зон может достигать 2/3 общей ширины затопления поймы и меняется с глубиной воды. При больших наполнениях нетранзитные зоны могут исчезнуть вовсе. Ясно, что эти нетранзитные зоны играют роль больших аккумулирующих емкостей, что необходимо учитывать при моделировании водного режима. Кроме того, во время наводнений, в отдельные интервалы времени, сток отдельных притоков сравним и даже превосходит сток основной реки. Эта особенность движения воды требует решения задачи о моделировании водного режима в системе водотоков, т.е. на графе типа «дерево».

В Беларуси в РУП «ЦНИИКИВР» созданы математические модели и специальное программное обеспечение для моделирования наводнений и определения зон вероятного затопления в бассейнах рек [6]. Данные модели основаны на использовании уравнений Сен-Венана с учетом нетранзитных зон на пойме реки. Указанные прогнозные модели наводнений успешно реализованы для бассейна Припяти. Для определения зон вероятного затопления используются ГИС-технологии. В результате расчетов определяются значения уровней и расходов воды во всех внутренних расчетных узлах графа системы водотоков и зоны вероятного затопления (рисунок 1). Расчетный шаг по времени составляет 1 сут, по пространству – 0,5 км.

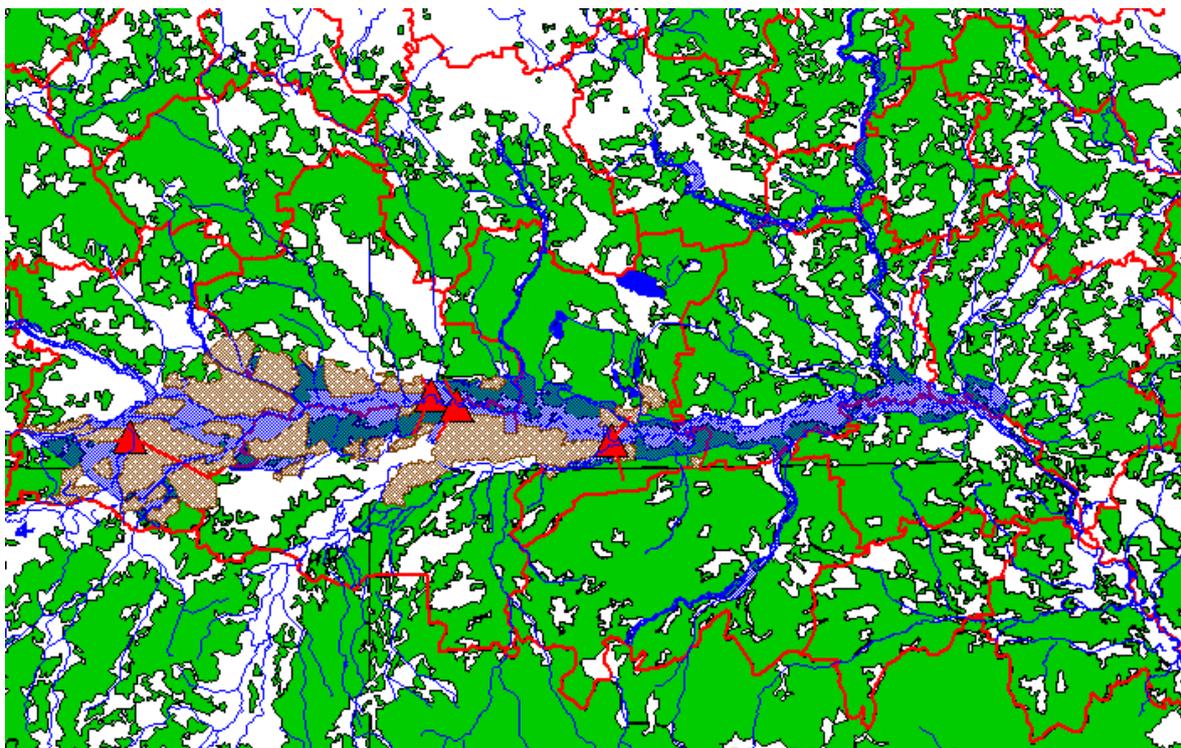


Рисунок 1 – Схема зон вероятного затопления в бассейне реки Припять.
Коричневым цветом (крапом) выделены территории, защищенные дамбами.

Статистическая оценка погрешностей моделирования водного режима в системе водотоков р. Припять, основанная на сравнении рассчитанных уровней воды с измеренными по всем пунктам наблюдений Департамента по гидрометеорологии Республики Беларусь с учетом доверительного интервала, не превышает 0,16 м.

Размещение на реках водохранилищ с устройством плотин является одним из наиболее значимых мероприятий по воздействию на окружающую среду. Оценка воздействия на окружающую среду таких водохранилищ и регламент землепользования (особенно в нижнем бьефе) в основном зависят не только от зоны затопления и подтопления в результате размещения самого водохранилища, но также определяются и зонами вероятного затопления в результате возникновения чрезвычайной ситуации, связанной с возможным прорывом плотины. В Республике Беларусь расположено много водохранилищ, ниже плотин которых находятся населенные пункты, промышленные и иные объекты. Аварийная ситуация может возникнуть в случае полного или частичного разрушения плотины водохранилища. Прогнозирование развития таких чрезвычайных ситуаций с целью оценки устойчивости русел рек, расположенных ниже гидротехнических сооружений и иных объектов, определения режима движения волны прорыва и зон вероятного затопления является актуальной и важной задачей. Решение данной задачи необходимо для подготовки и принятия упреждающих защитных мер как для существующих в опасной зоне объектов и населения, так и при проектировании и размещении новых.

В РУП «ЦНИИКИВР» созданы и апробированы математические модели и специальное программное обеспечение по прогнозированию движения волн прорыва для сложных водных объектов с учетом многообразия морфометрических и гидравлических особенностей русла и поймы, а также расположенных в нижнем бьефе гидротехнических и иных сооружений, существенно влияющих на движение волны прорыва [6]. В случае прорыва плотины огромная масса воды за считанные минуты из верхнего бьефа водохранилища попадет в нижний бьеф водохранилища. Далее волна пойдет со значительной скоростью вниз по руслу и пойме. При этом могут быть нанесены существенные ущербы. По расчетным значениям уровней воды определяются возможные зоны затоплений, а по скоростному режиму расчетным путем – возможные динамические нагрузки и выполняется оценка устойчивости русел рек и степень разрушения сооружений, попадающих в зону вероятного затопления.

Задача прогнозирования движения волны прорыва решается с помощью методов математического моделирования, которое осуществляется с помощью уравнений типа Сен-Венана как в форме, учитывающей особенности движения потока при прорыве плотины (разрывные течения), так и в форме для непрерывных течений. При этом также производятся расчеты гидравлических и морфометрических параметров поперечных сечений реки и гидротехнических сооружений, основные из которых это модуль расхода (пропускная способность K), гидравлический радиус R , площадь сечения ω , приведенный коэффициент шероховатости N и др.

Методология расчетов волны прорыва с построением зон и глубин вероятного затопления с использованием ГИС-технологий, а также с общей оценкой устойчивости русел рек и сооружений апробирована на различных объектах. В том числе ЦНИИКИВР выполнялись работы по моделированию волны прорыва плотины Вилейского водохранилища, которое является основным элементом Вилейско-Минской водной системы, значительной частью обеспечивающей водоснабжение г. Минска и экологическое функционирование р. Свислочь. Решение задачи прогнозирования движения волны прорыва и определения зон вероятного затопления особенно актуально для Заславского водохранилища. Заславское водохранилище, с одной стороны является крупнейшим регулятором стока р. Свислочь, с другой – в силу своих размеров потенциально опасным объектом для населения и городских сооружений, расположенных ниже по течению. Поэтому выполнено математическое моделирование по определению режимов движения и максимального динамического воздействия волны прорыва плотины Заславского водохранилища (рисунок 2) на реку Свислочь и сооружения г. Минска.

Для расчетов определялись морфометрические характеристики объекта. В том числе осуществлялись разбивка и нивелирование 143 поперечных сечений, включая Заславское водохранилище и участок реки Свислочь, расположенный в пределах г. Минска, с определением глубин по руслу и пойме, а также по 34 поперечным сечениям гидротехнических сооружений, включая 6 шлюзов-регуляторов и 28 мостов. Выполнены расчеты движения волны прорыва для двух вариантов: I – при прохождении волны прорыва в условиях расходов воды весеннего половодья 1 % обеспеченности и открытых затворах шлюзов; II – при прохождении волны прорыва в условиях среднемеженных расходов воды и закрытых затворах шлюзов.



Рисунок 2 – Плотина Заславского водохранилища



Рисунок 3 – Пример оценки зон вероятного затопления при возможном прорыве плотины (границы затопления показаны красным цветом)

Проведена проверка адекватности и правильности расчетов движения волны прорыва и определения зон затопления с помощью балансового метода.

В результате расчетов получены огибающие максимальных уровней воды в реке Свислочь, гидрографы уровней, расходов и скоростей течения воды в расчетных створах и сводные данные по временам добега волн прорыва, максимальным расходам, уровням, скоростям течения воды. Пример результатов расчетов прохождения волны прорыва по времени через одно из сооружений представлен на рисунке 4 (графики уровней воды $Z(t)$, расходов воды $Q(t)$, средних скоростей течения $V(t)$).

По расчетным максимальным уровням воды выполняется построение карт зон и глубин затопления с использованием специального программного обеспечения, разработанного в среде ArcView.

Опыт ЦНИИКИВР по разработке прогнозных моделей наводнений и прорыва плотин на реках Беларуси, а также имеющееся специальное программное обеспечение могут быть использованы для других бассейнов рек.

В Казахстане наибольший ущерб приносят наводнения на крупных трансграничных реках Урал (Жайыл), Тобыл, Ишим, Нура, Жем, Торгай, Сарысу, Буктырма и их многочисленных притоках [1]. За последние 15 лет в республике зарегистрировано более 300 наводнений различного происхождения, из которых 70 % приходятся на весенние половодья, 20 % были вызваны дождями и 10 % – другими причинами. На территории выявлены 850 потенциальных паводкоопасных участков, где расположено 732 населенных пункта и проживает более 900 тыс. человек. Из 653 гидросооружений 268 (в том числе 28 крупных) нуждаются в срочном ремонте.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чрезвычайные ситуации в природной среде: мониторинг, прогноз, предупреждение / М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, М.Ю. Калинин, В.А. Скольский, П.В. Шведовский. – Алматы: Изд. «Каганат», 2011. – 356 с.
- [2] Волчек А.А. Современное состояние и концептуальные предположения по изучению, использованию и охране водных ресурсов Белорусского Полесья / А.А. Волчек, М.Ю. Калинин // Брэсцкі геаграфічны веснік. – Брэст, 2001. – Т. 1, вып. 1 – С. 42-46.
- [3] Рутковский П.П. Проблема наводнений в Республике Беларусь и пути её решения / П.П. Рутковский // Природные ресурсы. – 2001. – № 2. – С. 59-63.
- [4] Таратунин А.А. Современная стратегия защиты и снижения ущербов от наводнений в Республике Беларусь / А.А. Таратунин // Природные ресурсы. – 2001. – № 2. – С. 64-69.
- [5] Kalinin M. Hazardous natural Disasters in Belarus. - Natural Disasters and Water Security: Risk Assessment, Emergency Response and Environmental Management / M. Kalinin, A. Volchak, P. Shvedovsky // Abstract Book. October 18-22, 2007. – Yerevan, 2007. – P. 115-116.
- [6] Kalinin M.Yu. Development of forecasting models of flood and break of dams on the rivers of Belarus / M.Yu. Kalinin, A.P. Stankevich, V.N. Korneev // World experience and advanced technologies of ration use of water resources. Theses of the International Conference. Ashgabat, April 2-4, 2010. – Ashgabat, 2010. – P.162-164.

Р. И. ГАЛЬПЕРИН

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

О ВОДНЫХ ОПАСНОСТЯХ В КАЗАХСТАНЕ

Су басудың жиі қайталануы мен олардың қауіптілігінің жоғарлауы шарттарында ең жоғары су өтімдері мен су деңгейлерінің есептеулері мен ұзақ мерзімді болжау мәселелері өзекті. Есептік кезеңді таңдау, бағалаудың нақтылығы, қатардың біртектілігі, қысқартылған үлестірімдерді пайдалану сияқты су тасудың зақымдаушы факторларын статистикалық бағалаудың әдістемелік мәселелері қарастырылған. Экстремумдарды ұзақ мерзімді болжау іс-жүзінде орындалмайды. Тренд бойынша сипаттамаларды экстраполяциялау, АМЦЖУ үлгілерін пайдалану күмәндалды. Атмосфераның макроциркуляциясының әртүрлі типтері басым болжанатын кезеңдер бойынша ең жоғары су өтімдерінің ықтимал орташа және ең үлкен шамаларын алдын-ала болжау талпыныстары орындалды.

В условиях учащения наводнений, повышения их катастрофичности актуален вопрос расчетов и сверхдолгосрочных прогнозов максимальных расходов и уровней воды. Затронуты методологические вопросы статистической оценки этих поражающих факторов наводнений: выбора расчетного периода, достоверности оценок, неоднородности рядов, использования усеченных распределений. Сверхдолгосрочное прогнозирование экстремумов фактически не практикуется. Подвергнуты сомнению возможности экстраполяции характеристик по тренду, использование моделей МОЦАО. Произведена попытка предвидения возможных средних и наибольших значений максимальных расходов воды по прогнозируемым периодам с преобладанием различных типов макроциркуляции атмосферы.

In the context of flooding frequency, improve their catastrophic, relevant the issue of calculations and super long-term forecasts of maximal water discharges and water levels. The methodological issues of the statistical evaluation of these affecting factors the flooding: the choice of the calculation period, the reliability of estimates, heterogeneous of the series, the using of truncated distributions were affected. The super long-term forecasts of extreme actually do not practice. The possibility of extrapolating the trend by characteristics, the use of AOGCMs models has been doubted. An attempt to anticipate the possible average and highest values of maximum water discharges by the forecasting periods with the prevalence of different types of atmosphere macro circulation were produced.

Введение. Главный и бесценный дар природы человечеству, да и всему живому на Земле, – вода. Да собственно похоже, что и сам человек, на 70–80 % состоящий из воды, – одна из форм ее проявления.

С водой связаны и серьезнейшие проблемы человечества. Его численность стремительно растет, а количество воды, пригодной к употреблению, практически неизменно. В какой-то момент критическая ситуация – «напряженка» – неизбежна. И вот уже сейчас дефицит водных ресурсов относят к одному из десяти глобальных вызовов человечеству [1]. Конкретно же в Казахстане проблема может стать особенно острой. В расчете на каждый квадратный километр территории Казахстан исключительно беден поверхностными водными ресурсами. По И. А. Шикломанову [2], интенсивность использования водных ресурсов в нашем регионе наибольшая в мире. И ситуация грозит ухудшиться в связи с постоянным увеличением водозабора из наших трансграничных рек за пределами РК. Исключительная неравномерность распределения речного стока во времени на большей части территории Казахстана также крайне неудобна для его использования. К примеру, общая продолжительность периодов без стока в отдельные годы на некоторых реках превосходит 350 дней, а на отдельных водотоках бассейна р. Торгай может достигать 2–2,5 лет.

Но есть и другой опасный аспект, связанный с водными объектами. Это – «гнев воды» – угроза со стороны водных объектов. По данным ЮНЕСКО, наводнения угрожают более 70 % территории суши. Это пока, а в принципе данный фактор может угрожать самому существованию человечества. Так, если весь лёд на Земле растает, уровень Мирового океана поднимется на 60 м. Достаточно взгляда на физическую карту мира, чтобы убедиться, что огромная часть суши окажется под водой. Трудно даже представить, к чему это приведет: потеря земель, гибель населенных пунктов, миллиардные миграции населения и т.д. Но такое грозит лишь в отдален-

ном будущем. Предоставим нашим потомкам искать выход из сверхкризиса. А что сейчас? В ближайшие 10-летия спокойной жизни не ожидается, хотя, конечно, ситуация не так мрачна.

Причины увеличения опасности наводнений. Одна из причин для беспокойства – потепление климата. Прежде всего, это дополнительный приток энергии к поверхности океана и суши, накопление влаги в атмосфере. И поскольку потепление более значительно в высоких широтах, неизбежно следует усиление меридиональных термических контрастов и интенсификация атмосферных процессов.

Как следствие – учащение наводнений. Вот данные, приводимые А. Б. Авакяном в Интернете: в США в начале XX века среднегодовой ущерб от наводнений составлял 100 млн долларов, во второй половине века – более 1 млрд долларов, а сейчас в отдельные годы – до 10 млрд долларов. Достаточно просмотреть самые последние новости. Ущерб от наводнений 2016 г. в Европе уже к июлю превзошел 1 млрд долларов. Уровень Сены поднялся более чем на 4 м – он оказался самым высоким за последние 30 лет. Немного меньше пострадала Германия. А вот о штате Западная Вирджиния в США: «Дороги разрушены, мосты повреждены, дома снесло с фундамента. Некоторые участки шоссе просто отсутствуют. Дорожные покрытия отслаиваются как кожура банана» (Интернет). А примеров из ближайшего прошлого не счесть. К примеру, наводнение 2013 года на Амуре. Уже в зимний и предпаводочный периоды уровни воды в Амуре были почти на 2 м выше нормы, затем больше месяца шли почти ежедневные дожди, в итоге наивысшие уровни воды более чем на 1000-километровом участке на 0,4–2,11 м превысили исторические максимумы [3].

Но увеличение опасности связано не только с потеплением климата, а также и с ростом и уплотнением населения и инфраструктуры. Причем это уплотнение в основном происходит именно вблизи водных объектов. Именно здесь располагаются мегаполисы. В итоге, к примеру, лишь за вторую половину прошлого века соответствующие ущербы возросли в 10 раз [4].

Третья причина возросшей опасности – износ многочисленных гидротехнических сооружений или неправильная их эксплуатация в экстремальных условиях. Один из примеров: техногенная катастрофа на Саяно-Шушенской ГЭС 17 августа 2009 г., когда произошло разрушение шпилек крепления крышки турбины гидроагрегата; погибло 75 человек, а производство электроэнергии на крупнейшей ГЭС было полностью остановлено [5]. Ближе нам пример на небольшой нашей реке Кзылагаш в 2010 г. (рисунок 1), когда погибло 45 человек. Впрочем, причина не только в износе или ошибках содержания и эксплуатации сооружений. В мире причиной 30 % аварий на плотинах было превышение прошедшего по реке максимального расхода воды в сравнении с расчетным [6].



Рисунок1 – Результат прорыва плотины в Кзылагаше в 2010 г.

Методологические вопросы оценки гидрологических экстремумов. Крупные гидротехнические сооружения рассчитываются на наибольший паводок за столетия. Но такое предсказание фактически невозможно. И причин здесь две: во-первых, возможная нестационарность гидрологического процесса, во-вторых, несовершенство наших методов расчета. Считается, что

распределение гидрологических показателей во времени подчиняется определенному статистическому «закону». Но какому? Пример: по расчетам В. И. Найденова и И. А. Кожевниковой [7], катастрофическое наводнение 1824 г. в Петербурге, если оценку вести по степенному закону распределения, имеет повторяемость раз в 667 лет, а если оценивать по гамма-распределению – один раз в 20 000 лет. О какой гарантированной достоверности здесь может идти речь?! Даже при стационарности процесса получение достоверных количественных характеристик невозможно. Относительно надежное приближение к эмпирическим данным, на наш взгляд, даже при сравнительно длительных натурных рядах возможно лишь для величин экстремумов обеспеченностью 1 %, в крайнем случае – 0,5 %. Таким образом, даже статистический прогноз экстремумов, без привязки к координате времени, возможен лишь на десятилетия.

При расчетах годового стока с учетом меняющегося климата (а отсюда и гидрологической обстановки) и в России [8] и в Казахстане [9, 10] теперь используют ограниченный последними 10-летиями период. Такое решение принято исходя из результатов анализа многолетнего хода речного стока, то есть на основе относительно надежного статистического обоснования.

К сожалению, в отношении экстремальных характеристик, в частности максимальных расходов воды Q_{\max} , столь определенных решений принять невозможно. В Казахстане на всех более или менее крупных реках максимумы весенних половодий намного превышают дождевые пики. Таким образом, упомянутые глобальные тенденции в массовом масштабе здесь не проявляются. В итоге, как показано в [9, 11], в РК даже в пределах одного и того же бассейна на разных реках можно усмотреть противоположные временные тенденции. Однонаправленных изменений, какие выявлялись в отношении годового стока, нет.

Несомненно, климатические изменения не могли не сказаться на характере прохождения волны половодья. На многих незарегулированных реках северной половины Казахстана дата наступления пика половодья заметно сместилась на более ранние сроки [12]. Так, на р. Кара Ертис за 70-летний период это смещение составляет в среднем 15 сут, на второй по водности реке Восточного Казахстана – Буктырме – на 8 сут, на р. Нуре у с. Романовское – на 5 сут и т.д. Потепление климата может означать сокращение периода снегонакопления, уменьшение промерзлости почвы. Но важную роль играют и величина максимальных снегозапасов, и осеннее увлажнение почвы, и конечно же, количество осадков в период снеготаяния. В итоге на разных реках многолетний ход Q_{\max} неодинаков, *общего* заметного направленного изменения самих величин Q_{\max} , как указано выше, не прослеживается. Следовательно, при статистических расчетах ограничение расчетного периода нецелесообразно, следует использовать ряды возможно большей продолжительности. Естественно, это касается рек без существенного регулирования стока. На реках с крупными водохранилищами расчетный период, конечно же, ограничивается сроками введения водохранилищ в строй. А к примеру, для р. Сырдария на основе анализа многолетнего хода максимальных расходов воды принято решение ограничить расчетный период 1989-м годом, начиная с которого несколько увеличились попуски воды к Шардаринскому водохранилищу.

Следующий аспект возможности предвидения возможных значений максимальных уровней и расходов воды – статистические нюансы. Обычно к полю эмпирического распределения искомой величины подбирается статистический «закон». По Д. Л. Соколовскому [13], он представляет собой всего лишь «математическое лекало» для эмпирических точек. По М. Дж. Кендаллу и А. Стюарту [14], теоретические кривые – «законы» используются лишь в целях «подгонки» к эмпирическим данным. Таким образом, «закон» – совсем не закон, а вариант подгонки к эмпирике.

В отношении гидрологических экстремумов возникает сомнение в возможности описать всё распределение единым статистическим законом. Для максимальных годовых уровней воды H_{\max} это связано, в частности, с влиянием морфологии речной долины. Действительно, если участок реки беспойменный, поток всегда уместается в русле, подборка такого «закона», видимо, возможна. Но если в маловодные годы поток всегда остается в русле, а в многоводные растекается по широкой пойме (рисунок 2), части ряда неизбежно характеризуются двумя (как минимум) законами распределения. Неслучайно Д. Л. Соколовский [13] для рядов H_{\max} предлагал пользоваться эмпирическими кривыми обеспеченности. Заметим, что и распределение

максимальных расходов воды тоже в значительной степени испытывает влияние особенностей морфологии долины реки.

Но и это не всё. Формирование гидрологических экстремумов – многофакторный процесс. И нередко в многоводные годы преобладающее влияние – за одной группой факторов, а в маловодные – другой. В частности, в равнинном Казахстане в разные по водности годы существенно различна действующая площадь водосбора: в маловодные сток формируется почти исключительно запасами снега в русловой сети, а в многоводные – снегозапасами на всем водосборе или значительной его части. Тогда неоднородность ряда просто неизбежна.

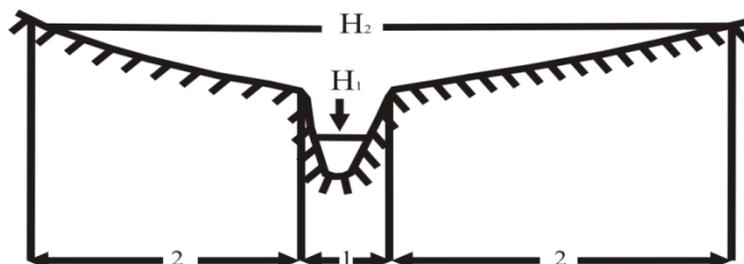


Рисунок 2 – Схема пойменного участка реки: 1 – русло реки; 2 – пойма; H_1 – низший из максимальных уровней воды; H_2 – высший из максимальных уровней

Заметим, что потребителя гидрологической информации в отношении экстремумов интересует лишь определенная часть распределения. Для максимумов это высокие уровни или расходы воды редкой повторяемости. Таким образом, достаточно математически выразить лишь верхнюю часть распределения. Для этого в случае неоднородности ряда целесообразно использовать так называемые усеченные распределения, введенные в практику Е. Г. Блохиновым [15]. Возможность применения метода для рядов максимального стока предусмотрена в российских гидрологических нормативах [16]. Усечение здесь рекомендуется производить по 50-процентной ординате, а в конечном итоге определяется «закон», описывающий *всё* полное распределение.

Остановимся на некоторых моментах метода. Во-первых, в силу сказанного выше, необходимость применения усечения – отнюдь не исключительный случай, а напротив, очень часто целесообразность его использования. Во-вторых, нет никакой практической необходимости отыскивать в конечном итоге единый «закон» для всего распределения. Более того, такой общий «закон» только ухудшит соответствие эмпирическим данным именно в интересующей нас верхней части распределения. В-третьих, совершенно не обосновано обязательное усечение именно по 50-процентной ординате. Точка усечения должна назначаться исходя из особенностей эмпирического распределения. Соответствующие примеры (включая графические) мы неоднократно приводили в публикациях. И вот на VII Всероссийском гидрологическом съезде прозвучало [5], что при применении данного метода «сложно установить границы между высокими и низкими паводками» и «в каждом конкретном случае граница может быть различной».

Следующий аспект применения усеченного распределения: если не ставить целью получение расчетных характеристик повторяемостью реже, чем раз в 100–200 лет (а это, как озвучено выше, всегда исключительно неточно), то для лучшего приближения к эмпирическим данным целесообразно пользоваться графоаналитическим методом, поскольку опорные точки здесь фиксированы и четко соответствуют эмпирическим данным. Предложен метод использования двух опорных точек усеченного распределения с последовательным подбором значения коэффициента асимметрии [17 и далее].

На этой основе рассчитаны значения максимальных расходов и уровней воды редкой повторяемости на основных реках РК [9, 11, 18]. Можно это интерпретировать как статистический прогноз – без привязки к координате времени.

Прогноз экстремумов. Теперь о возможностях сверхдолгосрочного гидрологического прогноза – с привязкой к координате времени. Наиболее распространены попытки такого прогноза по тренду исследуемой характеристики и с использованием прогноза определяющих метеорологических факторов. Такие попытки сделаны, в частности, в [9]. Но результат несколько сомнителен.

Прогноз по тренду годового стока в северной, западной, центральной и восточной частях Казахстана исходя из его тренда за последние 10-летия – с начала новой фазы потепления климата (с середины 70-х годов) с неизбежностью приводит к заключению о грядущем увеличении стока. Это следует уже из особенностей хода стока в исходный период: его начало характеризовалось в этих районах весьма низкой водностью рек с последующим некоторым неизбежным увеличением. Тренд положителен, его экстраполяция, конечно же, покажет рост стока.

Прогноз метеорологических характеристик обычно производят с помощью моделей МОЦАО. Изменение температуры воздуха связывается с концентрацией парниковых газов в атмосфере, а поскольку в прогнозные схемы закладывается увеличение этой концентрации, прогнозируемое потепление неизбежно. Правда разные модели дают существенно разное потепление, поэтому выбирают (естественно, субъективно) некий ансамбль моделей. Прогноз дается сценарным – по мягкому и жесткому сценариям.

Но если в отношении температуры воздуха разные модели дают один и тот же знак аномалии, то в отношении осадков они дают даже разный знак грядущей аномалии. Что же касается речного стока, то здесь использование данных моделей более чем сомнительно. Судя по литературным данным, модели не учитывают рельеф (и это для стока-то!). Считается также, что метод может быть эффективен лишь для площадей водосбора не менее 1 млн км² [19]. Наконец, модели не учитывают цикличность процесса. В итоге: «Выявление статистических закономерностей не позволяет дать обоснованный прогноз возможных изменений стока на ближайшие 10-летия даже при наличии достаточно надежного прогноза ожидаемых климатических изменений» [19].

Наиболее логичный путь в данном направлении – выявление статистических связей стока с осадками за базовый период, затем с использованием прогноза осадков по моделям МОЦАО – прогноз стока. Хорошо бы, конечно, использовать и связи стока с термическим фактором, но эти связи, как правило, очень нетесные. Модели же дают в Казахстане увеличение осадков, а отсюда – и чуть ли непрерывное увеличение стока. И это при прогнозируемом продолжении процесса опустынивания территории! Во всяком случае безоговорочно верить такому прогнозу трудно.

Конечно же, перечисленные принципы прогнозирования не единственные из возможных. В частности, сверхдолгосрочные прогнозы возможны на основе учета реакции гидрометеорологических характеристик на определенные глобальные процессы. Е. А. Леонов [20] выделяет пять космопланетарных «каналов» таких воздействий: гравитационно-геологический, атмосферно-океанический, солнечно-земной, комето-метеоритный, космическо-биосферный. Очевидно, модели МОЦАО относятся к классу атмосферно-океанических.

Но есть и другие возможности учета космопланетарного «канала». Гидрометеорологические отклики на глобальные атмосферные процессы можно учитывать с использованием выделенных типов циркуляции атмосферы. В частности, давно известны индексы атмосферной циркуляции Г. Я. Вангенгейма, в конечном итоге учитывающие положение в те или иные годы ПВФЗ (планетарной высотной фронтальной зоны), а отсюда – преобладающее направление передвижения барических образований. Типы циркуляции по Г.Я. Вангенгейму: **W** (или **Ш** по М. Х. Байдалу) – западный (когда положение ПВФЗ над территорией северного полушария близко к широтному и циклоны идут преимущественно с запада), **С** – меридиональный, **Е** – восточный. Соответствующая схема представлена на известном графике – рисунок 3.

Преобладанию типа Е (по Г. Я. Вангенгейму) в 30-е годы соответствовал пониженный сток рек на значительной части Евразийского материка, а эпоха преобладания формы С в 40–50-х годах принесла значительной части Казахстана повышенный сток.

Однако (повторимся) формирование стока – сложный многофакторный процесс, включающий факторы, проявляющиеся в самые различные сезоны года (осеннее увлажнение и промерзание почвы, осадки, в особенности зимние, зимние оттепели, дружность весны, жидкие осадки в период снеготаяния и половодья, уровень грунтовых вод и т.д., и т.д.). Даже в отношении годового стока в пределах разных бассейнов с локальными особенностями один и тот же тип процесса может привести к неодинаковым последствиям. Еще в большей степени это относится к максимальному стоку, в частности к максимальным расходам воды.

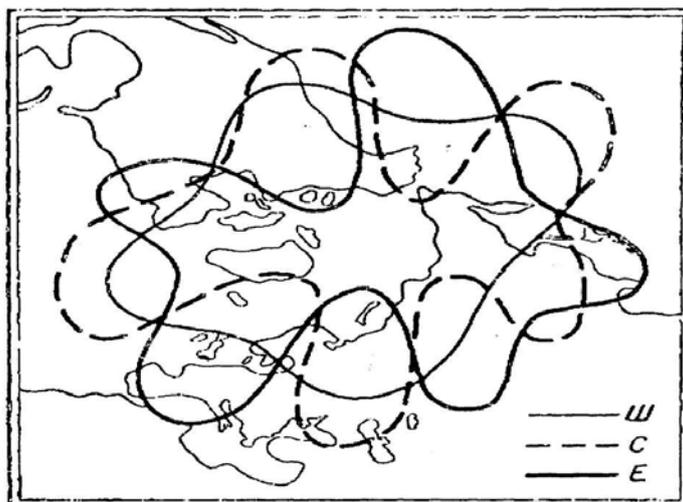


Рисунок 3 – Положение Планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ) при планетарных процессах трех форм циркуляции (Ш, С, Е)

В таблице 1 для ряда створов приведены рассчитанные значения коэффициента корреляции Q_{\max} с годовым числом дней с разными типами атмосферной циркуляции. Поскольку в таких связях неизбежна определенная инерционность, испытаны связи не непосредственно годовых величин, а скользящие средние значения. В данном случае это 10-летние скользящие средние. По возможности использованы натурные ряды, в особенности за ранние годы, поскольку при восстановлении по аналогу в условиях разной гидрологической реакции в разных бассейнах на данный синоптический показатель можно опасаться искажения действительности.

К сожалению, не удалось произвести таких оценок для некоторых относительно крупных рек, поскольку их ряды неоднородны вследствие создания на них значительных водохранилищ. Исключение представляют, например, данные по р. Кара Ертыс, здесь ряд Q_{\max} однороден по меньшей мере до начала XXI века.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции годовых индексов макроциркуляции атмосферы и максимальных расходов воды (скользящие 10-летние средние)

Река-створ	Период	Коэффициенты корреляции		
		W	C	E
Кара Ертыс – с. Буран	1930-08	0,30	-0,23	-0,19
Буктырма – с. Печи	1940-08	0,59	-0,19	-0,70
Куршум – с. Вознесенское	1935-08	0,37	-0,08	-0,47
Ульби – ст. Перевалочная	1931-08	-0,07	-0,28	0,32
Оба – ст. Шемонаиха	1940-08	-0,55	0,08	0,74
Нура – с. Романовское	1933-08	-0,15	0,36	-0,19
Торгай – Пески Тусум	1932-07	-0,29	0,40	0,04
Жабай – г. Атбасар	1937-08	0,03	0,28	-0,37
Тобыл – с. Гришенка	1938-07	0,54	-0,29	-0,50
Тогызак – с. Тогузак	1931-07	0,35	0	-0,30
Жайык – с. Кушум	1958-08	-0,15	0,31	-0,12
Темир – пос. Ленинский	1933-08	-0,31	0,15	0,28
Шаган – пос. Каменный	1932-08	-0,07	0,06	0,03

Результаты анализа. Максимальный сток Кара Ертыса и Буктырмы (а это основные составляющие собственно Ертыса – самой мощной реки Казахстана), а также Куршума положительно коррелирует с повторяемостью типа W (до $r = 0,6$ для Буктырмы) и отрицательно – с E (до минус 0,7 для той же Буктырмы). Значит так реагируют на повышенную повторяемость

формы циркуляции W южная и восточная части этого крупного бассейна. Иная реакция у рек более северной части – бассейнов рек Оба и Ульби. Здесь наибольшие значения положительной корреляции, напротив, связаны с типом E: до $r = 0,74$ для реки Оба, тогда как с типом W по этой реке связана существенная отрицательная корреляция.

Годовые максимумы стока рек Северного Казахстана – Тобыла и Тогызака положительно коррелируются с повторяемостью типа W и отрицательно – с типом E. Максимальный же сток рек Центрального Казахстана Нуры и Торгая, а также притока Есиль Жабая повышен при типе циркуляции C.

К сожалению, в Западном Казахстане практически нет длительных однородных рядов наблюдений по сравнительно крупным рекам. Собственно по Жайыку целесообразным было использование ряда наблюдений только с 1958 г. – после ввода в строй Ириклинского водохранилища. Q_{\max} этой реки положительно коррелирует с повторяемостью типа C (хотя само значение r не слишком высоко). Сток р.Темир положительно коррелирует с повторяемостью циркуляции по типу E и отрицательно – с типом W. Судя по статистическим данным, максимальный сток небольшой реки Шаган практически мало реагирует на повторяемость любой из трех форм макроциркуляции атмосферы. Заметим, что для различных водосборов реки Жайык существенно и различие в многолетнем ходе годового стока: на правом берегу бассейна, включая самый полноводный приток – реку Сакмару, в последние 10-летия сток повысился, а на левобережье снизился.

Ранее выявлено, что годовой сток «выше нормы» на р.Жайык имеет место при сочетании типов циркуляции W+C или при W, а «ниже нормы» – при преобладании типа E.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что по большинству створов наибольшее из значений коэффициента корреляции максимальных расходов воды с повторяемостью числа дней с тем или иным типом макроциркуляции статистически значимы, следовательно, есть основание считать, что прогноз форм макроциркуляции в определенной степени может быть положен в основу предвидения максимального стока, по меньшей мере так: повышенных или пониженных значений Q_{\max} можно ожидать в тот или иной период. А. И. Дмитриев и В. А. Белязо [21] связывают крупномасштабную динамику атмосферных процессов с космической ритмикой. Они считают, что в течение нынешнего века квазициклические колебания будут такими же, какими они были в последние 150 лет. И авторы не только выделяют эпохи преобладания тех или иных форм макроциркуляции атмосферы в прошлом, но и предвидят будущую ситуацию. При этом для каждого будущего периода выделяются периоды-аналоги в прошлом (таблица 2).

Таблица 2 – Циркуляционные эпохи и их прогноз по аналогам [21]

Эпоха	Период-аналог	Прогнозируемый период
E	1929–1938	2012–2021
C	1938–1948	2022–2031
E+C	1949–1959	2032–2042
E+C	1960–1968	2043–2051
E+W	1969–1978	2052–2060

Эти данные положены в основу предвидения *возможных* значений Q_{\max} . С определенной степенью вероятности средние и наибольшие из максимальных расходов воды ожидаются примерно такими же, как они были в течение прошедшего периода-аналога. Естественно, здесь большое приближение. Но вообще прогнозы максимального стока на десятилетия вперед – мало надежное дело. Нам пока неизвестны такие прогнозы. Приводимые цифры, собственно, не являются прогнозными в полном смысле этого слова. Это всего лишь – относительно вероятные величины, основанные на соответствующих показателях в периоды-аналоги в прошлом. Аналогом текущего периода является период 1929–1938 гг., известный своим маловодьем на огромных территориях при преобладании восточного типа циркуляции E. Действительно, после 2010 г. высокие максимумы стока редки. В это десятилетие по всем постам можно не опасаться выдающихся максимумов стока. В следующие два десятилетия, напротив, вероятны очень

высокие расходы половодья, а по некоторым створам на реках бассейна Нуры выдающихся максимумов мы вправе ожидать уже в конце первой половины текущего века.

Результаты массовых таких оценок были помещены в [22]. Выборочные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Средние и наибольшие из максимальных расходов воды по периодам-аналогам и будущим периодам, м³/с

Река-пункт	Характеристика Q_{\max}	Период-аналог				
		1929-1938	1939-1948	1949-1959	1960-1968	1969-1978
		Грядущий период				
		2012-2021	2022-2031	2032-2041	2042-2051	2052-2060
Нура – с. Романовское	Среднее	(207)	658	450	441	430
	Макс.	–	437	301	309	638
Шерубайнура – с. Карамурун	Среднее	(64,9)	198	160	171	128
	Макс.	–	426	566	667	312
Жаман-Сарысу – рзд. Айса	Среднее	(6,17)	30,3	40,6	17,7	18,8
	Макс.	–	122	125	48,5	78,0
Кара – Торгай – с. Урпек (с. Акутколь)	Среднее	(230)	425	460	274	371
	Макс.	–	809	1370	469	549
Торгай – пески Тусум	Среднее	65,5	214	235	94,6	259
	Макс.	–	738	1235	311	762
Жабай – г. Атбасар	Среднее		583	310	336	316
	Макс.		1200	752	940	684
Тобыл – с. Гришенка	Среднее		911	465	300	333
	Макс.		2250	1970	558	1070
Тогызак – ст. Тогузак	Среднее	115	437	186	65,0	331
	Макс.	396	832	721	86,0	331
Кара Ертис – с. Буран	Среднее	1420	1485	1610	1380	1430
	Макс.	2589	2160	2090	2330	2260
Буктырма – с. Печи	Среднее	–	712	627	626	708
	Макс.	–	937	877	1340	1200
Тургусун – с. Кутиха	Среднее	523	405	508	303	434
	Макс.	834	504	893	455	722
Ульби – ст. Перевалочная	Среднее	1050	852	1050	837	1030
	Макс.	1860	1085	2000	1860	2000
Оби – г. Шемонаиха	Среднее	1940	1610	1870	1630	2090
	Макс.	2810	1885	3050	2620	2790
Ойыл – аул Алты – Карасу	Среднее		491	352	225	369
	Макс.		1310	1030	625	1080
Жем – с. Жаркамыс	Среднее		469	385	421	507
	Макс.		1030	1180	1380	1070

Первый период-аналог слабо освещен фактическими данными, поэтому в таблице 3 соответствующие графы по некоторым постам оставлены незаполненными. К сожалению, по многим относительно крупным рекам, зарегулированным водохранилищами (Жайык, Есиль, Тобыл), в «чистом» виде метод неприменим. Но, видимо, возможно использование поправочных коэффициентов, характеризующих снижение максимумов в сравнении с условно-естественным периодом.

Заключение. Опасности, исходящие от водных объектов, связанные уплотнением и всё большим «прижиманием» к ним населения, потеплением климата, а также износом гидротех-

нических сооружений или просчетами при их проектировании, обязывают больше внимания уделять статистическим оценкам поражающих факторов наводнений, а по возможности – и их предсказанию с большой заблаговременностью.

Исследование и статистический анализ соответствующих гидрологических показателей в Казахстане привели к следующим выводам: 1) для оценки возможных экстремальных значений нецелесообразно ограничение расчетного периода, как это делается в условиях потепления климата в отношении годового стока; 2) в связи с естественной (природной) неоднородностью многих рядов этих экстремумов для лучшего статистического описания характеристик высоких половодий целесообразно широко применять метод усеченных распределений; при этом точку усечения принимать исходя из особенностей каждого конкретного эмпирического распределения, а отнюдь не обязательно по 50-процентной ординате.

Касательно возможности привязки таких оценок к координате времени, то есть их прогноза: сомнительна возможность использования для этой цели в отношении гидрологических экстремумов методов экстраполяции на основе выявленного по базовому периоду тренда, а также и известных моделей МОЦАО, не учитывающих, в частности, цикличность процесса. По ряду конкретных водных объектов Казахстана произведено прогнозирование средних и наибольших максимальных расходов воды по периодам – эпохам преобладания того или иного типа циркуляции атмосферы. В качестве аналога грядущих эпох использованы одноименные эпохи базового периода.

ЛИТРАТУРА

- [1] Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Нурсултана Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства». 14.12.2012. – Астана, 2012. – 56 с.
- [2] Шикломанов И.А. Мировые водные ресурсы // *Природа и ресурсы*. – 1991. – Т. 27, № 1-2. – С. 81-91.
- [3] Дудина О.А. и др. Выдающееся наводнение на р.Амур в 2013 г. и его особенности // VII Всероссийский гидрологический съезд: Тезисы пленарных докладов. – СПб.: Росгидромет, 2013. – С. 22-25.
- [4] <http://5ballov.gip.ru/referats/previev/77114/?referat-navodne>.
- [5] Болгов М.В., Борщ С.В., Хазнахметов Р.М. Опаные гидрологические явления: методы анализа, расчета и прогнозирования, смягчение негативных последствий // VII Всероссийский гидрологический съезд: Тезисы пленарных докладов. – СПб.: Росгидромет, 2013. – С. 6-21.
- [6] Разумов Г.А., Хасин М.Ф. Тонушие города. – М.: Стройиздат, 1991. – 260 с.
- [7] Найденов В.И., Кожевникова И.А. Почему так часто происходят наводнения? // *Природа*. – 2003. – № 9.
- [8] Водные ресурсы России. – СПб.: ГГИ, 2008. – 500 с.
- [9] Ресурсы речного стока Казахстана. – Кн. 1. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана. – Алматы: 2012. – 684 с.
- [10] Ресурсы речного стока Казахстана. Кн. 2: Достай Ж.Д. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод юга и юго-востока Казахстана. – Алматы, 2012. – 360 с.
- [11] Гальперин Р.И. Высокие половодья в северной половине Казахстана // *Вопросы географии и геоэкологии*. – 2013. – № 1. – С. 3-10.
- [12] Гальперин Р.И. Изменение сроков прохождения волны половодья как следствие потепления климата // *Вопросы географии и геоэкологии*. – 2012. – № 3. – С. 21-26.
- [13] Соколовский Д.Л. Речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 549 с.
- [14] Кендалл М. Дж., Стюарт А. Теория распределений. – М.: Наука, 1966. – 587 с.
- [15] Блохинов Е.Г. Распределение вероятности величин речного стока. – М.: Наука, 1974. – 169 с.
- [16] Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. – М.: Госстрой России, 2004. – 73 с.
- [17] Гальперин Р.И. Нюансы статистической интерпретации гидрологических рядов // *Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии»*. – Алматы: КазНИИМОСК, 2001. – С. 103-105.
- [18] Гальперин Р.И., Авезова А., Медеу Н.Н. Много воды – тоже плохо... // *Вопросы географии и геоэкологии*. – 2016. – № 1. – С. 30-40.
- [19] Бельчиков В.А., Полуниин А.Я., Симонов Ю.А., Христофоров А.В. Поливариантное оценивание возможных климатических изменений речного стока на примере Северной Двины // *Метеорология и гидрология*. – 2003. – № 3. – С. 74-84.
- [20] Леонов Е.А. Космос и сверхдолгосрочный гидрологический прогноз. – СПб.: Алетей, 2010. – 352 с.
- [21] Дмитриев А.И., Белязо В.А. Космос, планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов. – СПб.: Гидрометеиздат, 2006. – 360 с.
- [22] Отчет о НИР 0371/ГФ "Разработка географических основ водной безопасности северной половины Республики Казахстан в условиях климатических и антропогенных изменений речных вод". Инв. № 02.14 РК 00878. – Алматы: КазНУ, НИИ проблем экологии, 2014. – 198 с.

А. Т. ЗИНОВЬЕВ, К. Б. КОШЕЛЕВ, В. П. ГАЛАХОВ

Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН, Барнаул, Россия

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЛОВОДИЙ И ПАВОДКОВ НА ВЕРХНЕЙ ОБИ

Прохождение экстремального дождевого паводка в бассейне Верхней Оби в весенне-летний период 2014 г. вызвало крупное наводнение на реках Алтай. Были затоплены большие пойменные территории в Республике Алтай и Алтайском крае, затоплены и подтоплены населенные пункты, разрушены мосты и другие гидротехнические сооружения, имелись человеческие жертвы. Во время паводка 2014 г. специалистами ИВЭП СО РАН на основе данных по уровням воды на гидропостах были подготовлены краткосрочные прогнозы уровней воды на участке реки Обь от с. Фоминское до плотины Новосибирской ГЭС. Выполнены измерения расходов воды у г. Барнаула во время наводнения. Результаты расчетов и данные измерений уровней у г. Барнаула на пике половодья хорошо согласуются. В зимний период 2014–2015 гг. на равнинных и предгорных водосборах Верхней Оби наблюдались повышенные снегозапасы. С учетом предполагаемой большой водности р. Обь в период весеннего снеготаяния 2015 г. разработана методика и представлены результаты среднесрочного прогнозирования объема первой волны половодья у г. Барнаула и краткосрочного прогнозирования уровней весеннего половодья на Верхней Оби в 2015 г. Среднесрочный прогноз объема первой волны половодья 2015 г. был выпущен в начале апреля с заблаговременностью один месяц. Краткосрочные прогнозы уровней воды в р. Обь в периоды весенних наводнений 2014–2015 гг. даны с заблаговременностью 3–5 дней.

The extreme rain freshet in the upper Ob river basin during the spring-summer 2014 made a big flood on Altai Rivers. Large floodplain territory in the Altai Republic and Altai Krai were flooded, some populated areas were flooded, bridges and other hydrological facilities were destroyed, and there were human losses. During the flood of 2014 year the short time forecasts of water level on Ob river between the Fominskoe village and the Novosibirsk hydro power dam based on the data of water level on the hydrological stations were made by the specialists of Institute for Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the RAS. The discharge measurement during the flood period was performed near to Barnaul city. Calculated results and measurements of the high water at the Barnaul city are fitted to each other. The high snow storage on the plain and foothills of catchment area of upper Ob river was observed in winter 2014-2015 years. Taking into account the expected high water of Ob river during the spring snowmelt in 2015 the technique of the medium-term forecasting of the volume of the first wave of floods in Barnaul and short-term forecasting of levels of spring flooding on the Upper Ob in 2015 was developed and results are presented. The medium-term forecast of the volume of the first wave of floods in 2015 was released in early April, with a lead time of one month. Short-term forecasts of water levels in the Ob River during spring flood 2014-2015 are given with a lead time of 3-5 days.

Введение. Наводнения на реках, вызываемые весенними половодьями и паводками различного происхождения, относятся к числу наиболее опасных природных бедствий в нашей стране. Поэтому прогнозирование этих процессов имеет большое практическое значение и является одной из основных задач современной гидрологии. Проблема прогнозирования наводнений, обусловленных паводками и половодьями на реках, весьма важна, так как связана, с одной стороны, с защитой жизни, здоровья и благосостояния больших масс населения во многих регионах страны, а с другой – имеет большое практическое значение при эксплуатации гидроэнергетических систем в условиях пропуска больших объемов воды при половодьях с тем, чтобы обеспечить рациональное использование речного стока и защиту земель от наводнений. Для оперативных целей особое значение имеют методы краткосрочного прогнозирования, основанные на современных приемах численного моделирования волновых процессов в реках [1]. Для решения вопросов, связанных с эксплуатацией водохранилищ, важны также методы среднесрочного прогнозирования.

Крупные наводнения на реках нашей страны наблюдаются регулярно. Так, прохождение экстремального дождевого паводка в бассейне реки Агадум 6–7 июля 2012 года привело к катастрофическому наводнению в г. Крымске. Возникновение паводков такого типа («быстро развивающийся паводок») связано с формированием специфической метеорологической обстановки, обуславливающей локальное выпадение осадков очень большой интенсивности [2]. В июле–сентябре 2013 года в результате дождевого паводка, сформировавшегося на реках

бассейна р. Амур, произошло наводнение на огромных территориях Дальнего Востока России и северо-востока Китая, ставшее одним из наиболее масштабных стихийных бедствий XXI века [3]. Важным примером, хотя и меньшего масштаба, являются ситуации, сложившиеся в 2014–2016 гг. при пропуске половодий и дождевых паводков на Верхней Оби и ее притоках, осложнившие эксплуатацию Новосибирского гидроузла. Прохождение экстремального дождевого паводка в бассейне Верхней Оби в весенне-летний период 2014 г. вызвало крупное наводнение на реках Алтая. Были затоплены и подтоплены большие пойменные территории в Республике Алтай и Алтайском крае, в том числе и населенные пункты, разрушены мосты и другие гидротехнические сооружения, имелись человеческие жертвы. Наводнение также затронуло Хакасию и Туву. Всего в зону затопления и подтопления попало более 70 тысяч человек. По оценкам специалистов, обеспеченность максимального расхода данного паводка в районе г. Барнаула была около 3 % [4]. Общий материальный ущерб только на территории Алтайского края составил около 5 млрд рублей. В зимний период 2014–2015 гг. на равнинных и предгорных водосборах Верхней Оби наблюдались повышенные снегозапасы и предполагалась большая водность р. Обь в период весеннего снеготаяния 2015 г. С учетом большой водности р. Обь во время весеннего паводка 2014 г. прогнозам расходов и уровней воды весеннего половодья 2015 г. было уделено особое внимание. В докладе представлены результаты исследований, выполненных в ИВЭП СО РАН, по краткосрочному прогнозированию и натурному изучению экстремальной паводковой ситуации на Верхней Оби в 2014 г., результаты среднесрочного прогнозирования объема первой волны половодья у г. Барнаула и краткосрочного прогнозирования уровней весеннего половодья на Верхней Оби в 2015 г. Среднесрочный прогноз объема первой волны половодья 2015 г. у г. Барнаула был выпущен в начале апреля за месяц до данного гидрологического события. Краткосрочные прогнозы уровней воды в р. Обь в весенне-летние периоды 2014–2015 гг. делались с заблаговременностью до 3–5 дней.

Постановка проблемы краткосрочного прогнозирования. Современные информационно-моделирующие системы, используемые для краткосрочного прогнозирования половодий и паводков на реках, опираются на гидролого-гидродинамические модели неустановившегося движения воды в русловой сети, использующие уравнения гидравлики открытых русел (с учетом затопления поймы). Часто это одномерные или двумерные («плановые») динамические модели Сен-Венана. Примеры расчетов затопления пойменных территорий с использованием различных математических моделей на основе уравнений Сен-Венана можно найти во многих работах, для чего применяются как известные программные продукты типа MIKE 11, HEC-RAS [5,6], так и оригинальные разработки [7–9]. Для описания течений на участках рек, в том числе со сложной морфометрией русла и поймы, в ИВЭП СО РАН разработаны вычислительные комплексы на основе одномерных и двумерных уравнений Сен-Венана и построены компьютерные модели для расчета сценариев затопления отдельных участков пойменных территорий и прогноза прохождения весенних половодий и дождевых паводков на Верхней Оби [10, 11]. Для описания течений на участках рек, в том числе со сложной морфометрией русла и поймы, в ИВЭП СО РАН разработаны вычислительные комплексы на основе одномерных (1DH) и двумерных (2DH) уравнений Сен-Венана и построены компьютерные модели для расчета сценариев затопления отдельных участков пойменных территорий и прогноза прохождения весенних половодий и дождевых паводков на Верхней Оби.

Методика краткосрочного прогнозирования. Использование компьютерных 1DH-моделей позволило по данным о подъеме уровней воды на реке Обь (г/п «Фоминское» ниже г. Бийска) и ее крупных притоках (реки Чарыш, Алей, Чумыш) с заблаговременностью до 3–5 дней дать краткосрочные прогнозы уровней на Верхней Оби (в том числе у городов Барнаула и Камень-на-Оби) в период экстремального дождевого паводка на Алтае в 2014 г. и весеннего половодья 2015 г.

Источники данных для краткосрочного прогнозирования. Для построения компьютерной гидродинамической 1DH-модели течения в р. Обь на участке от г/п «Фоминское» до створа плотины Новосибирской ГЭС (НГЭС) использованы цифровые модели речной долины Оби и ложа Новосибирского водохранилища, гидрологические данные по связи расходов и уровней на гидропостах. Компьютерная 1DH-модель реализована в среде Delphi 2007, что также позволило обеспечить удобное хранение данных с применением СУБД Firebird.

Постановка проблемы среднесрочного прогнозирования. Формирование поверхностного стока р. Обь у г. Барнаула происходит за счет равнинных и горных водосборов. Как правило, гидрограф Оби характеризуется двумя максимумами, первый из которых формируется равнинными и низкогорными притоками, второй – среднегорьем и высокогорьем. Для определения объемов стока предгорных районов верховьев Оби был оценен средний многолетний годовой сток в створах Обь–Барнаул и Обь–Фоминское, разница которых характеризует сток рек Песчаная, Ануй, Алей, Чарыш. Кроме левобережных притоков Оби на выделенном участке рассмотрен сток низкогорных районов реки Бия по разнице Бия–Бийск и Бия–Турочак [12].

Методика среднесрочного прогнозирования. Для среднесрочного прогноза половодья у г. Барнаула разработана методика, основанная на выявленной связи объема талого стока предгорных районов со средним коэффициентом снежности текущего года на низкогорных ГМС (Змеиногорск, Краснощеково, Солонешное, Чарышское, Кызыл-Озёк, Турочак, Чемал и Шемалино). Анализ условий формирования поверхностного стока в рассматриваемом бассейне пока-зывает, что годовой сток тесно увязан с половодьем. За период половодья образуется от 80 (многоводный год) до 40 % (маловодный год) годового стока. Половодье в основном обусловлено зимними осадками (или запасами снега в бассейне) [13].

Источники данных для среднесрочного прогнозирования: данные о средних месячных температурах и суммах месячных осадков метеорологических станций горных районов верховой Оби с зимы 1967–1968 гг. по зиму 2000–2001 гг. (начало периода обосновано тем, что к 1967 г. на сети станций и постов закончилась замена дождемеров с защитой Нифера на осадкомеры с защитой Третьякова), а также данные о стоке по створам Катунь–Сростки, Бия–Бийск, Бия–Турочак и Обь–Барнаул с 1968 по 2001 гг.

Инструментальные наблюдения. Наряду с прогностическими расчетами расходов и уровней на Верхней Оби выполнены инструментальные гидрологические наблюдения в нескольких репрезентативных створах на р. Обь, в том числе у г. Барнаула. Режимные наблюдения за гидрологической ситуацией на разных участках Верхней Оби с применением аппаратно-программного комплекса (АПК) Sontek RiverSurveyor Live ведутся несколько лет, для чего используются специально организованные геодезические сети. В весенние периоды 2014–2015 гг. измерены расходы воды р. Обь в нескольких характерных створах у г. Барнаула при максимально высоких уровнях воды. Данные измерений расходов воды использовались для дальнейшего уточнения прогностических компьютерных моделей.

Результаты исследований. Для г. Барнаула опасным является уровень воды 500 см над нулем гидрологического поста (132,90 м БС). Критическим уровнем считается уровень 520 см, с превышением которого происходит существенное затопление пойменной территории. С использованием компьютерной 1ДН-модели течения на участке Верхней Оби от г. Бийска до плотины НГЭС по данным о подъеме уровней воды в р. Обь (г/п «Фоминское» ниже г. Бийска) и ее крупных притоках (реки Чарыш, Алей, Чумыш) с заблаговременностью до 3–5 дней возможно выполнить прогноз уровней у городов Барнаула и Камень-на-Оби при половодьях и паводках.

Были проведены прогностические расчеты по моделированию катастрофического паводка на р. Обь в июне 2014 г. Следует отметить, что в начале июня на г/п «Фоминское» были зарегистрированы уровни воды, не достигавшиеся за весь период наблюдений. Потому в расчетах принята оценочная величина максимального расхода, равная 12 500 м³/с. На рисунке 1 представлен гидрограф уровня воды у г/п Барнаул, рассчитанный с заблаговременностью 3–5 дней. По отметкам максимальных уровней воды в данном створе получено хорошее совпадение спрогнозированных и реально наблюдаемых максимальных уровней воды. Так, максимальный уровень воды, наблюдаемый у г. Барнаула 9 июня 2014 г., равнялся 702 см (обеспеченность 3 %); максимальный расчетный уровень воды – 700 см [11].

На рисунке 2 представлено рассчитанное распределение уровней водной поверхности на 29.06.2014 г. вдоль русла р. Обь на участке в/п «Барнаул» – ниже створа плотины НГЭС. По оси абсцисс значение «0» соответствует г/п «Камень-на-Оби»; 172 – створу плотины НГЭС. Отметим, что рассчитанные и наблюдаемые уровни воды в Новосибирском водохранилище совпадают с графической точностью (до 15–20 см).

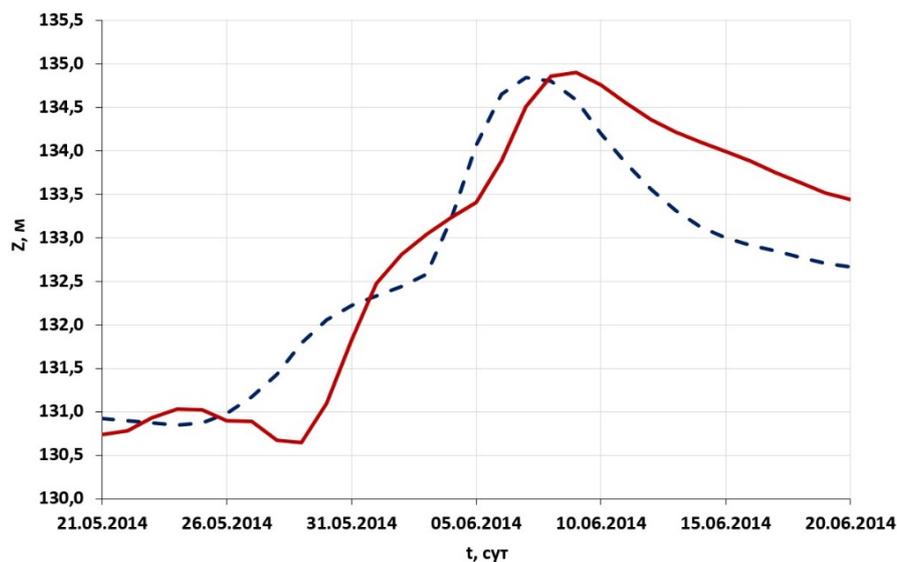


Рисунок 1 – Гидрограф уровня водной поверхности z у г/п «Барнаул» в 2014 г.; сплошная линия – натурные данные, пунктирная – расчет

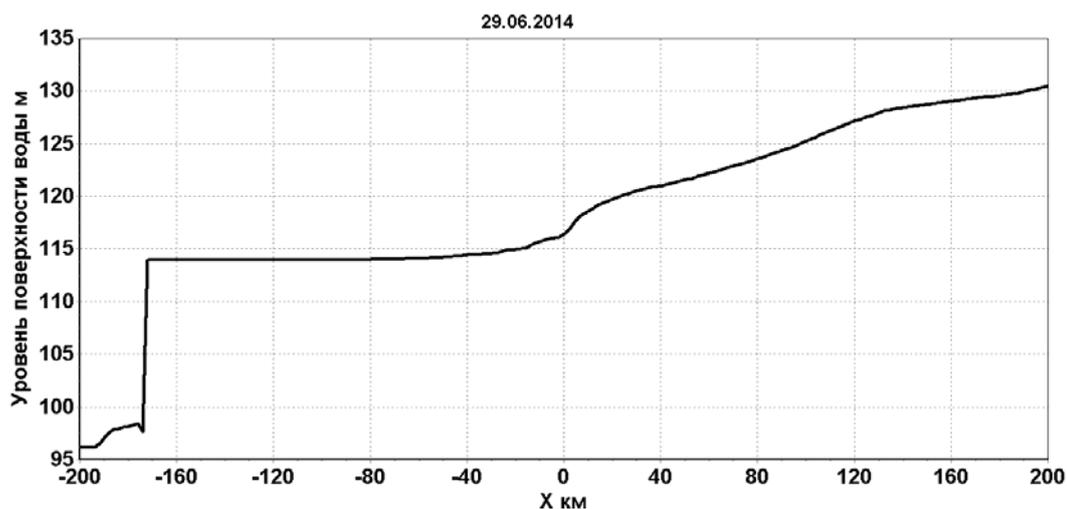


Рисунок 2 – Распределение уровня поверхности воды на 29.06.2014 г. вдоль русла р. Обь

Дальнейшее усовершенствование прогностической 1ДН-модели заключалось в дополнительной калибровке модели течения на участке Оби от г/п «Фоминское» до г/п «Камень-на-Оби» с использованием ограниченного набора натуральных данных для больших расходов воды в 2014 г. В результате калибровки удалось уменьшить расхождение расчетных и натуральных данных по уровню водной поверхности в пики половодий. Дополнительно учтено влияние процессов испарения и инфильтрации на расчетные значения уровней воды на Верхней Оби в период прохождения больших расходов.

На основе усовершенствованной 1ДН-модели течения на участке р. Обь от с. Фоминское до плотины НГЭС выполнены прогнозы уровней воды на Верхней Оби в период весеннего половодья 2015 г. [13]. С заблаговременностью 3–5 дней был спрогнозирован гидрограф уровня у г/п «Барнаул». Расхождение расчетных и натуральных данных по уровням воды во время первой волны половодья в районе г. Барнаула не превысило 30 см. Спрогнозированные и реально наблюдаемые максимальные уровни воды у г. Барнаула совпали с точностью до 20 см. На рисунке 3 представлены гидрографы уровня воды у г/п «Барнаул» (прогнозные и фактические)

в мае–июне 2015 г. Максимальный расчетный уровень воды у г. Барнаула, который был спрогнозирован, равен 584 см. Максимальный уровень воды, наблюдаемый у г. Барнаула 5 мая 2015 г., был 603 см (обеспеченность 20 %).

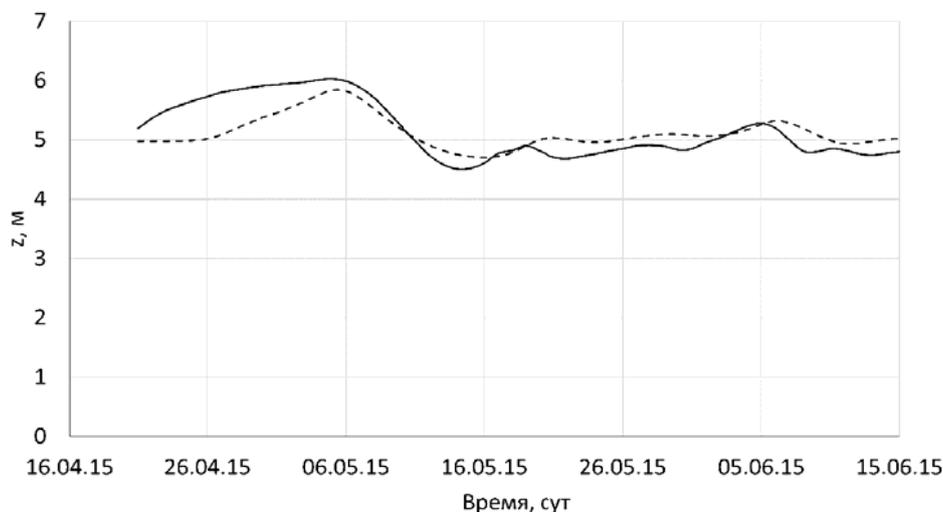


Рисунок 3 – Расчетные и фактические данные по уровням водной поверхности z на г/п «Барнаул» в апреле–июне 2015 г.; сплошная линия – натурные данные, пунктирная – расчет

Среднесрочный прогноз объема первой волны половодья 2015 г. с использованием данных текущего года был выпущен в начале апреля 2015 г. (заблаговременность – 1 месяц). Расчет по коэффициенту снежности показал (рисунок 4), что объем первой волны половодья будет примерно на 20 % выше среднего многолетнего, если в период снеготаяния (апрель–май) не будет выпадать значительных жидких осадков.

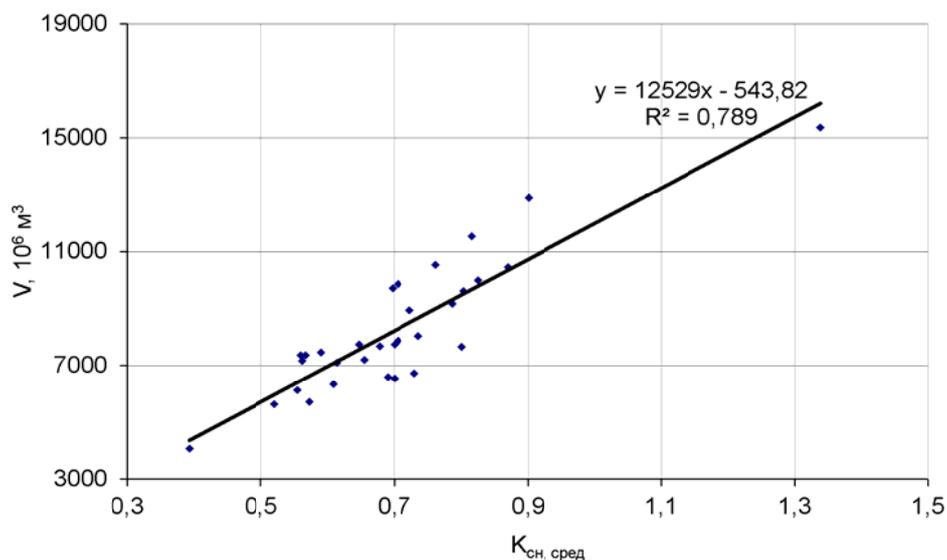


Рисунок 4 - Зависимость объема стока первой паводочной волны (талый сток низкогорий) V от среднего коэффициента снежности $K_{сн,сред}$ (рассматриваемый период 1968–2001 гг.)

В периоды экстремальных паводковых ситуаций в системе Верхней Оби в 2014–2015 гг. были измерены расходы р. Обь в нескольких характерных створах у г. Барнаула (профили на рисунке 5). Выявлено, что измеренные с применением АПК Sontek RiverSurveyor Live расходы воды при высоких уровнях воды на 15–20 % превышают соответствующие данные по расходам на г/п «Барнаул», полученные Алтайским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [11].

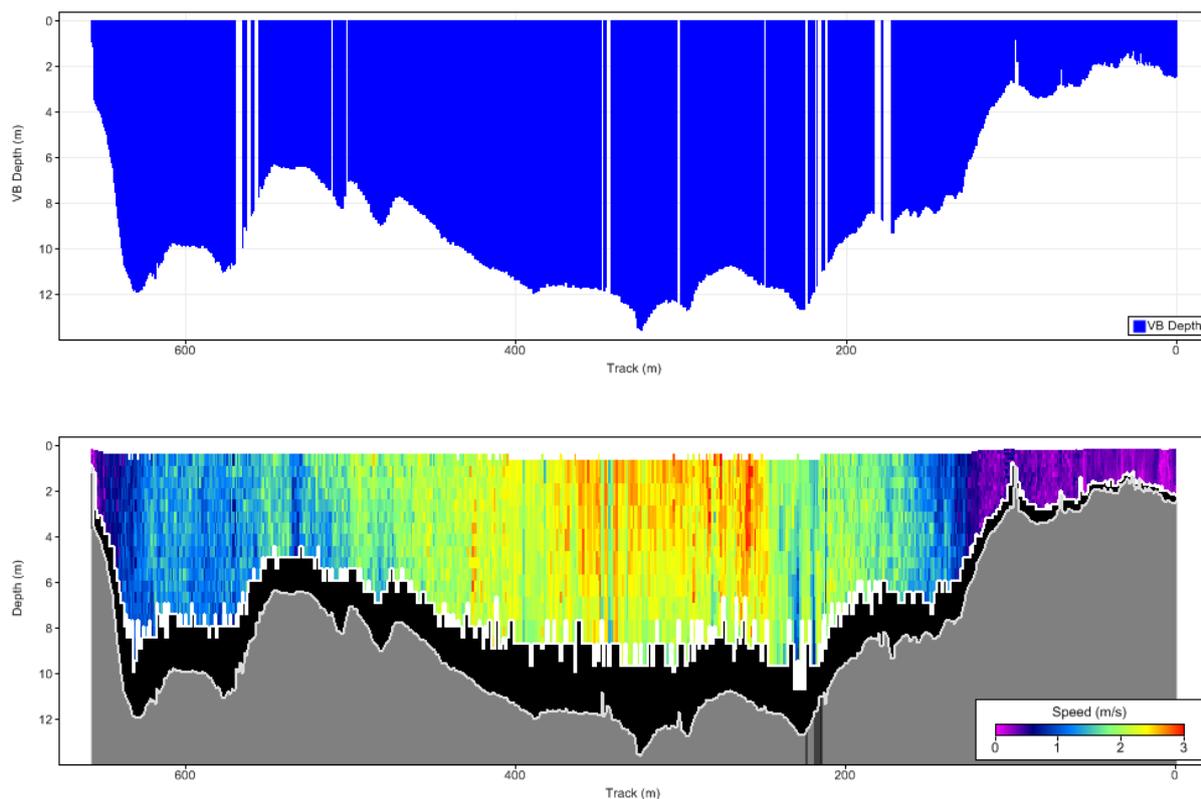


Рисунок 5 – Пример профилей измеряемых глубин и скоростей течений в районе г. Барнаул в створе г/п Алтайского ЦГМС от 8 июня 2014 г.

Установленная проблема определения больших расходов воды у г/п Барнаул требует дальнейшего серьезного изучения. Это принципиально важно, поскольку связано напрямую с прогнозами приточности в Новосибирское водохранилище, регулированием его уровня и установлением режима сбросов в нижний бьеф НГЭС.

Выводы. Получены результаты краткосрочных прогнозов уровней воды на участке реки Обь от с. Фоминское до створа плотины Новосибирской ГЭС для наводнений разного генезиса: при экстремальном дождевом паводке 2014 г. и весеннем половодье 2015 г. Результаты прогностических расчетов уровней воды в мае, июне 2014, 2015 гг. сравнивались с наблюдаемыми в последствии уровнями воды г/п «Барнаул» и «Камень-на-Оби». Близость результатов краткосрочных прогнозов с данными наблюдений показала, что разработанная усовершенствованная компьютерная 1ДН-модель течения в системе русел Верхней Оби может быть успешно использована для краткосрочной оценки уровней затоплений пойменных территорий рассмотренного участка р. Обь при весенних половодьях и дождевых паводках малой обеспеченности, а также и для установления режима сбросов из Новосибирского водохранилища.

Выпущен по оригинальной методике среднесрочный прогноз объема первой волны половодья 2015 г. с заблаговременностью 1 мес. От прогнозных объемов стока у г. Барнаул был сделан формальный переход к уровням воды той же обеспеченности и получен прогноз ожидаемых уровней примерно 600 см над нулем г/п Барнаул, что хорошо подтвердилось.

С использованием современного измерительного гидрологического оборудования получены данные о расходах воды у г. Барнаул в периоды пиков уровней воды при наводнениях разного генезиса 2014–2015 гг. Эти данные могут использоваться для уточнения зависимостей уровней воды от расходов малой обеспеченности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Васильев О.Ф. Создание современных систем оперативного прогнозирования половодий и паводков как один из путей модернизации средств управления работой гидроэлектростанций в многоводные периоды / О.Ф. Васильев, А.Н. Семчуков // Гидротехническое строительство. – 2012. – № 2. – С. 21-26

- [2] Алексеевский Н.И. Численное гидродинамическое моделирование наводнения в г. Крымске 6–7 июля 2012 г. / Н.И. Алексеевский, И.Н. Крыленко, В.В. Беликов, В.В. Кочетков, С.В. Норин // Гидротехническое строительство. – 2014. – № 3. – С. 29-35.
- [3] Данилов-Данильян В.И. Катастрофическое наводнение 2013 года в бассейне реки Амур: условия формирования, оценка повторяемости, результаты моделирования / В.И. Данилов-Данильян, А.Н. Гельфан, Ю.Г. Мотовилов, А.С. Калугин // Водные ресурсы. – 2014. – Т. 41, № 2. – С. 111-122.
- [4] Васильев О.Ф. Прогнозирование и натурные наблюдения экстремального дождевого паводка 2014 г. в бассейне Верхней Оби / О.Ф. Васильев, А.Т. Зиновьев, К.Б. Кошелев, А.В. Дьяченко, А.А. Коломейцев // Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей. Т. 1: тр. VIII Междунар. науч.-практ. конф. в 2. т. (24–27 ноября 2014 г., Москва). – М.: РУДН, 2014. – С. 37-45.
- [5] Лепихин А.П. Анализ и обоснование возможных схем защиты г. Кунгура от наводнений / А.П. Лепихин, Д.И. Перепелица, А.А. Тиунов // Водное хозяйство России. Проблемы, технологии, управление. – 2007. – № 2. – С. 80-93.
- [6] HEC-RAS [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras>.
- [7] Беликов В.В. Математическое моделирование сложных участков русел крупных рек / В.В. Беликов, А.А. Зайцев, А.Н. Милитеев // Водные ресурсы. – 2002. – Т. 29, № 6. – С. 698-705.
- [8] Храпов С.С. Численная схема для моделирования динамики поверхностных вод на основе комбинированного SPH-TVD подхода / С.С. Храпов, А.В. Хоперсков, Н.М. Кузьмин, А.В. Писарев, И.А. Кобелев // Вычислительные методы и программирование. – 2011. – Т. 12. – С. 282-297.
- [9] Зиновьев А.Т. Моделирование процесса затопления пойменных территорий для участков крупных рек со сложной морфометрией русла и поймы / А.Т. Зиновьев, К.Б. Кошелев // Водное хозяйство России. Проблемы, технологии, управление. – 2013. – № 6. – С. 17-31.
- [10] Зиновьев А.Т. Разработка ИМС для расчета течений в системе русел / А.Т. Зиновьев, А.В. Кудишин, А.А. Шибких // Геоинформационные технологии и математические модели для мониторинга и управления экологическими и социально-экономическими системами. – Барнаул: Изд-во «Пять плюс», 2011. – С. 63-68.
- [11] Зиновьев А.Т. Экстремальный дождевой паводок 2014 г. в бассейне Верхней Оби: причины, прогноз и натурные наблюдения / А.Т. Зиновьев, К.Б. Кошелев, А.В. Дьяченко, А.А. Коломейцев // Водное хозяйство России. Проблемы, технологии, управление. – 2015. – № 6. – С. 93-104.
- [12] Галахов В.П. Формирование поверхностного стока в условиях изменяющегося климата (по исследованиям в бассейне Верхней Оби) / В.П. Галахов, О.В. Белова. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2009. – 93 с.
- [13] Зиновьев А.Т. О результатах прогнозирования весеннего половодья на Верхней Оби в 2015 г. / А.Т. Зиновьев, В.П. Галахов, К.Б. Кошелев // Водное хозяйство России. Проблемы, технологии, управление. – 2016. – № 3. – С. 58-68.

Н. И. ИВКИНА, Ж. К. НАУРОЗБАЕВА, С. Б. САИРОВ

РГП «Казгидромет» Научно-исследовательский центр
Управление гидрометеорологических исследований Каспийского моря, Алматы, Казахстан

ЭКСТРЕМАЛЬНО ХОЛОДНЫЕ ЗИМНИЕ ПЕРИОДЫ НА КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

Солтүстік Каспий теңізінің аймағында 1980 жылдан бастап 2016 жылға дейін суық мерзімдер зерттелген, қыстардың түрлерін анықтау үшін П. И. Бухарицинның классификациясы пайдаланылған. Ауа температурасының уақытша өзгерістері және «Пешной» станса бойынша мұзды оқиғаларды зерттелген. Мысалы үшін 1993–1994, 2011–2012 және 2015–2016 жж. келтірілген.

Рассмотрены холодные периоды с 1980 по 2016 г. на территории Северного Каспийского моря, использована классификация П. И. Бухарицина для выявления типов зим. Изучен временной ход изменения температуры воздуха, проведен анализ наблюдаемых ледовых явлений на примере станции М «Пешной» за зимние периоды 1993–1994, 2011–2012 и 2015–2016 гг. как наиболее показательные.

The article describes cold periods from 1980 till 2016 at the Caspian Sea Northern part. Classification P. I. Bukharitsin for identify the types of winters used. Studied changes of air temperature in time, the winter period 1993–1994, 2011–2012 and 2015–2016 years as the most indicative analyzed an example of the «Peshnoy» Station.

Как известно, Каспийское море относится к частично замерзающим морям. В его северо-восточной части, как и на всем Северном Каспии, ежегодно устанавливается устойчивый ледяной покров, отличающийся большой динамичностью. Он препятствует нормальному судоходству, способствует разрушению береговых гидротехнических сооружений. Ледовые условия оказывают влияние не только на многие морские отрасли хозяйства, но и на экологическую ситуацию в регионе, например смещение сроков ледовых явлений приводит к изменению биологических циклов в экосистемах, что отражается, в свою очередь, на рыбопродуктивности.

Целью этой работы было исследование ледовой обстановки и выявление изменений в условиях меняющегося климата. В качестве региона изучения выбрана северо-восточная часть, примыкающая к берегам Казахстана, так как здесь формируется своеобразная для каждого года ледовая обстановка, которая зависит от особенностей атмосферных процессов, развивающихся над морем, степени аномалий термических условий в предзимье и зимой. Поскольку этот район расположен в зоне наибольшей континентальности климата, то холодный период здесь бывает более длительным и большая часть моря в это время покрыта неподвижным льдом [1, 2].

Прежде чем анализировать ледовые условия, необходимо было выяснить, наблюдается ли в этом регионе изменение климатических характеристик. Как показали исследования С. А. Долгих и Е. Е. Петровой в изучаемом регионе, так же, как в целом по Казахстану, наблюдается потепление климата [3]. Для оценки меры интенсивности изменений метеорологических параметров ими использовался коэффициент линейного тренда, характеризующий среднюю скорость изменений климатической переменной. Анализ графиков временного хода, а также параметров линейного тренда и коэффициентов детерминации позволил им сделать вывод, что становится очевидным факт изменения температуры воздуха в исследуемом регионе, выраженный в росте среднегодовых и среднесезонных значений в среднем на 0,34 °С в десятилетие. Кроме того, увеличиваются повторяемость экстремально высоких температур и продолжительность волн тепла. Такое изменение климата влияет на условия формирования и разрушения ледового покрова на море.

На следующем этапе исследования была проведена типизация зим. Как известно, для низовьев Волги и Северного Каспия разработано несколько вариантов классификации зим по степени их суровости. Для этого использовались различные характеристики: площадь ледяного покрова; толщина или объем льда; сумма градусо-дней мороза как по всей акватории, так и по

одному пункту, признанному характерным (показательным) для всей акватории. Наиболее объективной и доступной, в плане получения оперативной информации, является классификация П. И. Бухарицина, где в качестве суровости зим используется сумма градусо-дней мороза (таблица 1) [4–6].

Таблица 1 – Классификация П. И. Бухарицина [6]

Очень суровая зима (ОС)	Суровая зима (С)	Умеренная зима (У)	Мягкая зима (М)	Очень мягкая зима (ОМ)
> 900	900–700	700–400	400–100	< 100

Именно эти критерии были взяты за основу при определении степени суровости зимы в исследуемом регионе. В качестве базовой станции использовалась морская гидрометеорологическая станция (М) – «Пешной». Основной акцент был направлен на исследование данных по температуре воздуха в холодный период года. С 1980 по 2016 г. было рассмотрено 36 холодных периодов. Для того чтобы выявить тип зимы, были посчитаны суммы отрицательных температур воздуха за этот период и на основе полученных расчетов построен график (рисунок 1). Суммы отрицательных температур даны в абсолютных значениях.

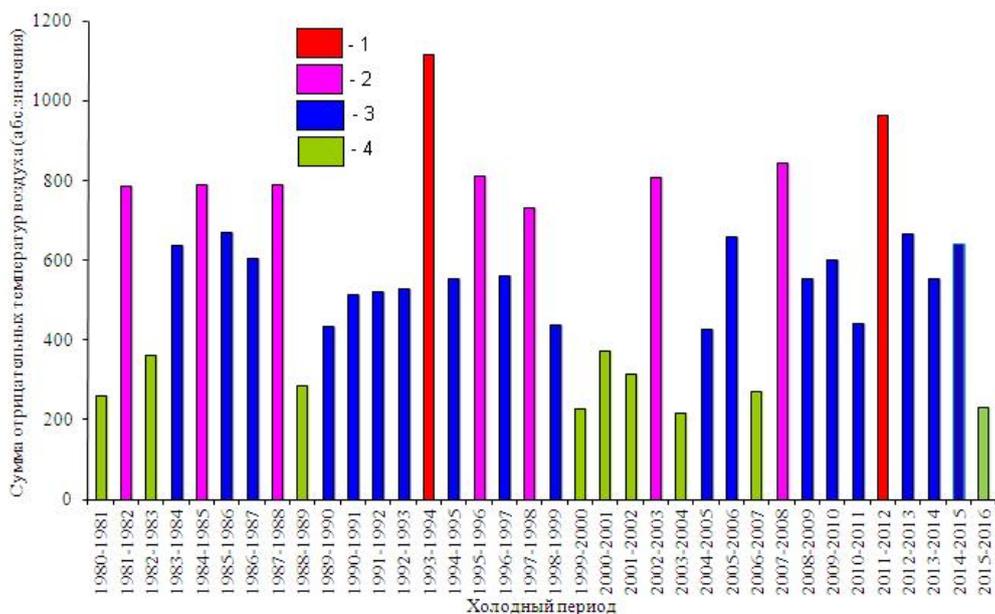


Рисунок 1 – Суммы отрицательных температур в холодный период 1980–2014 гг., М «Пешной». 1 – ОС; 2 – С; 3 – У; 4 – М

Исследуемый промежуток времени был разделен на два периода: зимы с 1980 по 1999 и зимы с 2000 по 2016 г. Как показывает рисунок 1, в первый период времени частота повторяемости суровых и умеренных зим была значительно выше, чем во втором периоде. Также можно заметить, что повторяемость мягких зим увеличилась. Кроме того, сумма отрицательных температур ближе к нижнему пределу градации. Необходимо отметить, что в последнее время в низовье Волги и на Каспийском море происходит существенная перестройка климатических процессов, которая сказалась на зимах.

Анализ каталога ледовых условий позволил сделать вывод, что даты установления устойчивого ледового покрова сместились [7]. Так, с 1981 по 2000 г. дата появления устойчивого льда отмечалась с середины ноября до начала декабря, а дата полного очищения моря ото льда – в марте, апреле. В то же время с 2000 по 2016 г. дата появления устойчивого льда фиксировалась в конце ноября – начале декабря, дата очищения – в марте. Устойчивый лед

устанавливается заметно позже, таяние и разрушение начинаются раньше, чем в прошлом веке. Наглядно также изменение во временном периоде климатических параметров.

Была подсчитана повторяемость различных типов зим по десятилетиям (рисунок 2). Как видно из рисунка 2, повторяемость суровых зим в первых двух десятилетиях заметно выше, а в последних двух десятилетиях участились мягкие и умеренные зимы.

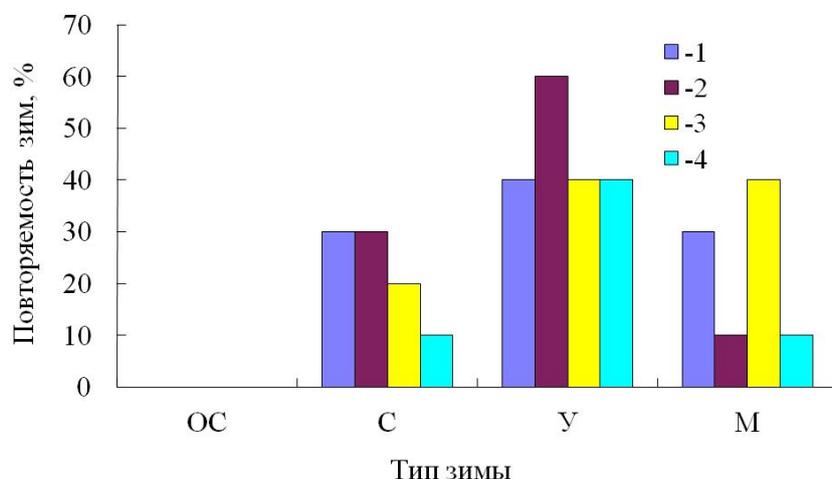


Рисунок 2 – Повторяемость зим различных типов по десятилетиям с 1980 по 2014 г. по данным М «Пешной». 1 – 1980–1989 гг.; 2 – 1990–1999 гг.; 3 – 2000–2009 гг.; 4 – 2009–2016 гг.

И в том, и в другом периоде в ходе анализа были выделены случаи, относящиеся к типу «очень суровая зима»: 1993–1994 гг., когда сумма отрицательных температур составила 1116 °С, и 2011–2012 гг. с суммой 962 °С. Поэтому особый интерес представлял сравнительный анализ двух очень суровых зим, приведенный ниже. В качестве исходных были использованы данные по температуре воздуха и воды (временной ход аномалий показан на рисунках 3 и 4), описание ледовой обстановки на основных казахстанских морских станциях и постах, а также сборно-кинематические карты и карты АТ500, космические снимки над акваторией моря. Помимо экстремально холодных зим, во внимание был принят и экстремально теплый период, который наблюдался в 2015–2016 гг.

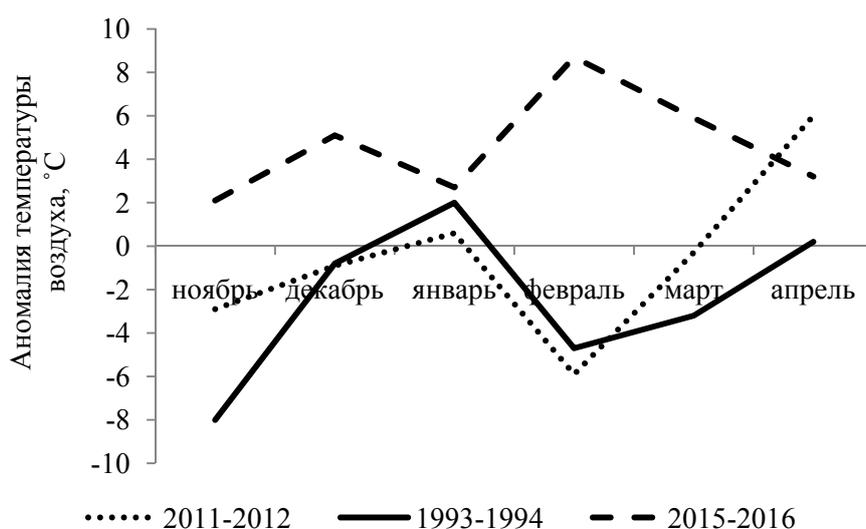


Рисунок 3 – Временной ход аномалии температуры воздуха

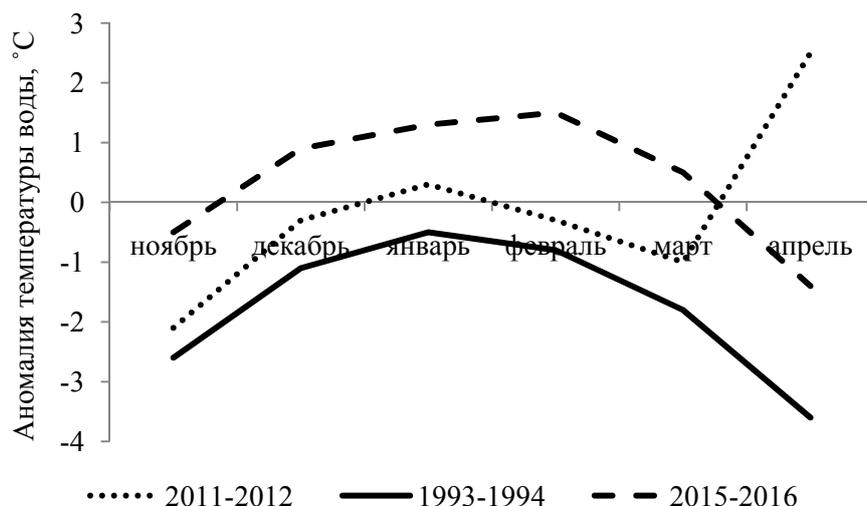


Рисунок 4 – Временной ход аномалии температуры воды

Сравнительный анализ временного хода температуры воздуха и воды, а также отклонения их от среднего многолетнего значения (см. рисунки 3, 4) показал, что в 1993–1994 гг. температура воздуха в ноябре достигала 28 °С мороза, аномалия – 8 °С. Февраль также был значительно холоднее, отмечены более низкие температуры по сравнению со средними многолетними значениями. В холодный период 2011 – 2012 гг. в феврале температура воздуха на М «Пешной» опускалась до 30 °С мороза. В апреле температура воздуха поднималась до 30 °С тепла. Мягкая зима 2015/16 г. отличилась значительными положительными аномалиями в течение всего периода, в феврале (в самом холодном месяце) аномалия температуры воздуха достигла 8,7 °С. Среднемесячная температура воздуха в феврале составила 0,6 °С, в то время как среднемесячное значение – минус 8,1 °С.

Временной ход аномалии температуры воды несколько отличен от хода температуры воздуха. Согласно графику температура воды в обоих случаях была схожа, исключение составляет лишь апрель. Аномалии температуры в 1993–1994 гг. были ниже. В 2012 г. апрель был очень теплым, температура достигала отметки 22 °С, среднемесячная температура воды составила 12 °С. В то время как в апреле 1994 г. максимальная температура была 18 °С, средняя – 6 °С. Средняя многолетняя температура воды по данным М «Пешной» в апреле составляет 9,3 °С. В зимний период 2015–2016 гг. температура воды в течение сезона превышала среднее многолетнее значение на 1–1,5 °С.

Как показали исследования, первые ледовые явления и в том, и в другом случае были зафиксированы в ноябре. Однако холодный период 1993–1994 гг. на территории Каспийского моря характеризовался ранним образованием ледового покрова в результате резкого похолодания. Устойчивый ледовый покров сохранялся в течение всей зимы. Для сравнения в таблице 2 приведены характеристики ледовых явлений этих трех зим.

Как видно из данных таблицы 2, первые ледовые явления в 1993 г. были зарегистрированы 9 ноября, устойчивый лед образовался 14 ноября, а полное очищение моря ото льда произошло 9 апреля 1994 г. В 2011 г. первые ледовые образования появились 6 ноября, и сразу тогда же они перешли в устойчивый лед, а очищение произошло 10 апреля 2012 г. Зима 2015/16 г. отмечена появлением ледовых явлений на месяц позже и ранним разрушением ледового покрова. Появление проталин и начало взлома произошло 26 февраля, к началу марта море уже очистилось ото льда.

Два суровых зимних периода по календарной продолжительности были почти одинаковы, но отличие заключалось в изменении ледовых условий внутри периода. Согласно каталогу ледовых явлений полное замерзание в 2011–2012 гг. зарегистрировано гораздо позже, чем в 1993 г.: в 2012 г. – 26 февраля, а в 1993 г. – 21 ноября [7]. Ширина припая была значительно больше в первом случае и составила более 12 км. В то время как во втором случае менее 1 км. К тому же

Таблица 2 – Сравнительные характеристики ледовых явлений для периодов 1993–1994, 2011–2012 и 2015–2016 гг.

Период	Ледообразование			
	Дата первого ледообразования	Дата устойчивого ледообразования	Дата первого образования заберега или припая	Дата начала образования устойчивого припая
2011–2012	06.11.2011	06.11.2011	26.11.2011	26.11.2011
1993–1994	09.11.1993	14.11.1993	09.11.1993	14.11.1993
2015–2016	28.11.2015	10.12.2015	28.11.2015	30.12.2015

Период	Полное замерзание				
	Наибольшая ширина припая, км	Первая дата полного замерзания	Окончательная дата	Наибольшая измеренная толщина льда, см	Дата наблюдений наибольшей толщины льда
2011–2012	0,1–0,5	26.02.2012	26.02.2012	50	06.03.2012
1993–1994	12,2	21.11.1993	21.11.1993	45	28.02.1994
2015–2016	0,1–0,5	30.12.2015	30.12.2015	17	02.02.2016

Период	Таяние и разрушение		
	Дата устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С весной	Дата появления проталин, полыньи	Дата начала взлома или первой подвижки припая
2011–2012	20.03.12	28.03.12	02.04.12
1993–1994	05.04.1994	Нет набл.	04.04.1994
2015–2016	21.02.2016	26.02.2016	26.02.2016

Период	Очищение от единичных льдин			Продолжительность ледового периода
	Дата окончательного разрушения припая	Первая дата очищения ото льда	Окончательная дата	
2011–2012	02.04.2012	10.04.2012	10.04.2012	156
1993–1994	08.04.1994	09.04.1994	09.04.1994	151
2015–2016	01.03.2016	27.02.2016	04.03.2016	98

следует отметить, что во втором зимнем периоде в течение зимы устойчивость ледового покрова нарушалась: появлялись проталины и полыньи.

Продолжительность мягкой зимы была на два месяца короче, и более чем в два раза меньше была толщина льда.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что изменение климата влияет на характер ледового режима казахстанской части Каспийского моря, в частности:

1. Усиливаются процессы торосообразования, что ведёт к увеличению количества и размеров гряд торосов, стамух, сидящих на грунте. Это в свою очередь сильно увеличивает общую мощность ледового покрова и сказывается на его объеме.

2. Изменяются характерные даты ледового режима, в частности даты появления первых ледовых явлений, установления устойчивого льда в последние десятилетия отмечаются позже, а очищения моря ото льда раньше.

3. Увеличение и уменьшение продолжительности волн холода способствует тому, что устойчивый ледостав наблюдается менее продолжительное время. Чаще в течение зим на льду

фиксируются трещины, разводья, полыньи. Необходимо отметить, что отсутствие сплошных льдов может нарушить экологические условия существования каспийского тюленя и привести к его массовой гибели.

4. Растет повторяемость умеренных и теплых зим и сокращается повторяемость зим, относящихся к типу «очень суровые».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гидрометеорология и гидрохимия морей. – Т. VI. Каспийское море. – Вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – 359 с.
- [2] Ивкина Н.И., Султанов Н.К. Особенности ледообразования в северо-восточной части Каспийского моря // Гидрометеорология и экология. – 2012. – № 4. – С. 42-51.
- [3] Оценка ледовых условий в казахстанской части Каспийского моря / Отчет о НИР; отв. исп. Н. И. Ивкина. – Алматы, 2012. – 375 с.
- [4] Бухарицин П.И. Расчет и прогноз толщины наслоенного льда в судоходных районах северо-западной части Каспийского моря // Метеорология и гидрология. – 1986. – № 4. – С. 87-93.
- [5] Бухарицин П.И. Особенности процессов торошения ледяного покрова северной части Каспийского моря // Водные ресурсы. – 1984. – № 6. – С. 115-123.
- [6] Новиков В.И., Бухарицин П.И. Особенности работы портов и портовых комплексов Астраханской области в условиях зимней навигации // Проблемы и перспективы современной науки / Под ред. проф., д.м.н. Н. Н. Ильинских. – 2009. – Вып. 1. – С. 13.
- [7] Каталог ледовых явлений по данным казахстанских наблюдательных пунктов / Под ред. Н. И. Ивкиной. – Алматы, 2011. – 59 с.

Ж. Ж. КАРАМОЛДОЕВ

КНУ им. Ж. Баласагына, Бишкек, Кыргызстан

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА РЕК КЫРГЫЗСТАНА

Проведен сравнительный анализ месячных минимальных значений за период от начала наблюдений до 1960г. и от 1960 по 2000 год. Длительность рядов наблюдений для отдельных рек несколько меньше в связи с закрытием гидрологических постов в конце 90-х годов XX века. В результате были получены данные, позволившие выявить природные районы с устойчивым уменьшением и увеличением минимального стока. Полученные данные являются важными для проведения долговременных водохозяйственных мероприятий, в связи с изменением климатических условий региона.

A comparative analysis of the value of the monthly minimum values for the period from the beginning of the observations until 1960, and from 1960 to 2000. Duration series of observations for individual rivers is somewhat smaller due to the closure of hydrological stations in the late 90-ies of XX century. As a result, data were obtain allowed to identify natural areas with a steady decrease and increase in the minimum flow. The findings are important for long-term water management, due to changes in climatic conditions in the region.

Особое место среди всех природных ресурсов занимают водные. Это объясняется тем, что с развитием хозяйства, увеличением численности населения вода неизменно вовлекается в сферу производства – в сельское хозяйство и промышленность, коммунально-бытовое хозяйство, мероприятия для отдыха и спорта, создание широкой сети лечебно-оздоровительных учреждений. В этой связи для горных рек особую актуальность приобретает оценка тенденций региональных изменений минимального стока – в нашем случае увеличение или уменьшение объемов воды за достаточно длительный отрезок времени. Изменение водности речных систем может быть результатом антропогенного или глобального природного воздействия. По данным межправительственной экспертной группы по изменению климата (IPCC) потепление составило $0,74^{\circ}\text{C}$, а за последние годы темпы глобального потепления преодолели температуру в $1,4^{\circ}\text{C}$ [1]. Для исследования колебаний приземной температуры воздуха и осадков на территории Кыргызстана использованы многолетние данные метеостанций (общий период 1885–2000 гг.), расположенных на различных высотах (от 760 до 3640 м). Исследования показали, что для территории Кыргызстана средняя годовая температура в XX в. в пересчете на 100 лет возросла на $1,6^{\circ}\text{C}$, – выше глобального потепления на $0,6^{\circ}\text{C}$. Причем наибольшее потепление наблюдалось зимой ($2,6^{\circ}\text{C}$) [2]. Составляются программы и планы действий по адаптации к изменению климата [3] в рамках проекта Европейского союза “Управление лесами и биоразнообразием, включая мониторинг состояния окружающей среды (FLERMONECA)”.

Прогноз суммарного стока основных рек Кыргызстана выполнен на основании моделирования баланса осадков и испарения с учетом типа рельефа территорий водосбора (леса, озера и т. д.). С 1973 по 2000 год он вырос на 6,3% по сравнению с предшествующим периодом (с 48,9 до 51,9 км³). В ближайшие 20 лет по разработанным моделям прогнозируется дальнейшее увеличение стока на 10% (55,5 км³) [4].

В зимний период на значительной части малых горных рек поверхностный сток становится весьма малым и лимитирующим фактором для любого вида водоснабжения. В условиях Кыргызстана потребителями воды выступают круглогодично водопотребляющие объекты и сеть планируемых к строительству малых ГЭС, работающих без регулирования стока. МГЭС будут неотъемлемой и эффективной частью электроэнергетики страны. Они обладают такими достоинствами, как возобновляемость энергетических ресурсов, высокая степень их использования, минимальное воздействие на окружающую природную среду.

Основным источником формирования речного стока в этот период являются различного типа подземные воды. Преобладающим фактором накопления и расходования подземных вод выступают климатические условия. Большое значение также имеют широко распространенные динамичные грунтовые воды, сосредоточенные в отложениях древних морен и русловых частях

речных долин. Колебания минимального стока при его незначительных расходах здесь полностью зависят от русловых потерь в аллювиальных отложениях, отличающихся высокой фильтрацией. Влияние крупных подземных резервуаров на минимальный сток рек Кыргызстана было показано в работе [5].

Согласно особенностям современного геолого-тектонического строения на территории Кыргызстана два типа гидрогеологических структур: гидрогеологический массив трещинных, трещинно-жильных вод горного обрамления и пластово-водонапорная система осадочных образований, слагающих собственно артезианские бассейны. Для нас наибольший интерес представляют гидрогеологические массивы, являющиеся областью формирования минимального стока рек горно-складчатых областей.

В рамках гидрогеологического районирования территория Кыргызстана подразделяется на две гидрогеологические области: Тянь-Шаньскую и Памиро-Алайскую. В первую область входят Чу-Таласский, Иссык-Кульский, Нарынский, Сарыджаз-Аксайский и Ферганский гидрогеологический регионы, во вторую – Алайский гидрогеологический регион. Основным критерием этого гидрогеологического районирования явился структурно-тектонический принцип, в котором в наиболее интегрированном виде отражены все факторы, определяющие особенности гидрогеологических систем. Гидрогеологическая система на рассматриваемой территории представлена двумя основными подсистемами – бассейнами трещинных подземных вод и осадочными бассейнами поровых подземных вод. Первые выполнены скальными породами магматического и метаморфического генезиса, образующих горные хребты и фундаменты межгорных впадин; вторые – полускальными и рыхлыми молодыми отложениями начиная с мезозойского возраста, которые вложены в отрицательную структуру бассейнов трещинных вод. Субстрат бассейнов трещинных подземных вод по времени формирования, структурно-тектоническим и литологическим особенностям подразделяется на каледониды и герциниды. Первые распространены в Северном, Центральном и северной части Внутреннего Тянь-Шаня. Вторые наблюдаются в центральной и южной части Внутреннего Тянь-Шаня.

Каледониды представлены допалеозойскими и нижнепалеозойскими, метаморфическими, осадочными и осадочно-вулканогенными породами: гранитоидами, гнейсами, сланцами, мраморами, кварцитами. Такой литологический состав обуславливает различие типов проницаемости: если в пределах каледонид преобладает трещинная проницаемость, то в области развития герцинид наряду с трещиноватой имеет место поровая, а в карбонатных породах и карстовая проницаемость.

Типом проницаемости пород гидрогеологических массивов определяется их регулирующая функция в формировании минимального стока горных рек. В области развития каледонид атмосферные осадки и локальный поверхностный сток в пределах горных склонов аккумулируются в зоне открытой трещиноватости в основном экзогенного генезиса и в меньшей мере в зонах тектонических разломов. Мощность региональной зоны открытой экзогенной трещиноватости до 50–100 м, зоны открытой трещиноватости тектонических разломов могут проникать в глубину до первых километров и служить проводниками подземных вод по простиранию разломов на десятки километров. Однако в региональном плане их буферная роль в формировании и регулировании как подземного, так и поверхностного стока незначительна из-за локального развития. Примером перехвата подземных вод может служить река Ковюксуу (праый приток р. Нарын), модули минимального стока которой выше в 1,2–1,5 раза, чем у соседних рек, расположенных в одинаковых природно-климатических условиях.

Более эффективна регулирующая роль экзогенной трещиноватости из-за ее регионального развития, но тем не менее емкость трещинного пространства незначительна. Наиболее значительное регулирующее воздействие возможно в районах развития карста, в Юго-Западном Кыргызстане и восточной части северного склона хребта Кунгей Ала-Тоо.

В гидрогеологических массивах, в горных долинах, регулирующую роль в перераспределении минимального стока наряду с экзогенной и тектонической трещиноватостью могут выполнять гляциальные, делювиальные, колювиальные и реже аллювиальные и пролювиальные, как правило, небольшие по площади и мощности отложения, имеющие поровую проницаемость.

Реки засушливых территорий, питающиеся за счет подземных вод глубоких горизонтов, также испытывают влияние динамичных грунтовых вод, сосредоточенных в мощных отложениях внутригорных котловин средних частей водосборов, наиболее активно участвующих в формировании минимального стока.

Заметное влияние на их величины оказывают геолого-геоморфологические условия. Водообильность аллювиальных отложений зависит преимущественно от условий питания, залегают грунтовые воды неглубоко (до 2–5 м, реже больше). Размеры и степень выраженности деталей долины и небольших внутригорных впадин различны, однако формирование и расходование подземных вод, степень водообильности аллювиальных отложений этих водосборов примерно одинаковые. Для рек, расположенных в районах, близких к достаточным по увлажнению, характерно питание за счет подземных вод трещинного типа. У рек, относящихся к этому типу, питание происходит преимущественно за счет трещинных вод при незначительном участии грунтовых вод. В реках, находящихся в засушливых районах с широким распространением покровных отложений, стоковые процессы замедляются.

У значительной части рек в формировании минимального стока на первый план выходит преимущественное питание за счет трещинных вод, распространенных в песчаниках, кристаллических сланцах с прослоями порфиринов. Здесь же на кристаллических породах спорадически развиты четвертичные отложения, представленные рыхлообломочными разностями различных генетических типов – аллювиальных, аллювиально-пролювиальных, пролювиально-делювиальных и коллювиальных. В питании подземных вод этих отложений значительную роль играют воды кристаллических пород. При расположении четвертичных отложений выше местных базисов эрозии они практически безводны. В целом реки отличаются высокой зарегулированностью стока за счет преимущественного питания водами трещинного типа, характеризуются низкой водопроницаемостью и водоотдачей.

Питание отдельных рек происходит в основном за счет подземных вод глубокой циркуляции. Приурочены они к региональным разломам, сопровождающимся серией тектонических разрывных нарушений. Процесс водообмена очень замедленный и определяется глубиной тектонической раздробленности. Интересным, на наш взгляд, является тот факт, что к пяти из семи водосборов с устойчивым подземным стоком приурочены выходы термальных вод, которые сосредоточиваются в зонах тектонических разломов, и, как считает Н. А. Маринов [6], они представляют собой линейные структуры небольшой ширины с повышенной трещиноватостью и раздробленностью.

Механизмом временного увеличения стока может быть все большее (по мере потепления климата) участие в формировании речного стока талых вод подземных льдов, включая талые воды погребенных льдов многолетнемерзлых пород. По результатам наблюдений толщина стаивания мерзлоты в буровых скважинах (Северный Тянь-Шань) увеличилась не менее чем на 1,1 м с 1973 по 1996 год. Таким образом, за указанный период талые воды мерзлоты слоя толщиной более 1 м могли принять участие в формировании стока [7]. По некоторым прогнозам нижняя граница оледенения к 2025 году должна подняться до отметки 4272 м [4]. В этой связи происходит наиболее интенсивное стаивание территорий спорадического распределения многолетней мерзлоты [8]. Пояс островного распространения вечной мерзлоты определяется появлением массивов мерзлых пород на крутых (более 30°) северных склонах на высоте 2000–2800 м, на южных – между 3000–3400 м и в торфяных днищах малоснежных долин. Нижняя граница сплошного распространения многолетней мерзлоты 3000 м и выше характеризуется повсеместным развитием мерзлых пород, включая и склоны южной экспозиции. Мощность многолетней мерзлоты на Тянь-Шане изменяется от 20–25 м на высоте 3000 м до 150–160 м на высоте 2500–3600 м.

По нашим расчетам [9], минимальный сток рек Кыргызстана от начала наблюдений до 1960 г. и с 1961 по 2000 год увеличился на 1,83 км³, или на 17,1%. Причина этого явления, по-видимому, связана с увеличением числа ёмкостей подземных вод разгружающихся в реки. Начало истощения подземных вод, приходится на время перехода температуры воздуха в сторону отрицательных значений, в результате чего прекращается поступление поверхностных вод. Первой происходит разгрузка самых динамичных грунтовых вод верхних горизонтов,

наиболее подверженных влиянию многолетней мерзлоты, и в зависимости от площади и емкости покровных отложений наблюдается различная интенсивность истощения подземных вод. Особую роль в этот период играет наличие многолетней мерзлоты именно для рек, где широко распространены покровные отложения. Минимальный сток наблюдается во время наибольшего истощения подземных вод. Глубокая расчлененность рельефа в горных и высокогорных районах обуславливает глубину залегания трещинных вод от 0 до 100 м и более. Поэтому воздействие многолетней мерзлоты на минимальный сток происходит при участии подземных вод, зоны открытой трещиноватости ниже 35–40 м от поверхности земли и глубоких вод в зонах тектонических разломов. С ростом высоты происходит промерзание грунтов и тем самым уменьшается число подземных водоносных горизонтов, участвующих в формировании минимального стока. Подтверждением может служить проведенный нами анализ величины минимального стока на примере водосборов рек Кыргызстана со значительным оледенением и его отсутствием. Несмотря на одинаковые условия увлажнения на реках, где слабо распространена многолетняя мерзлота, модули минимального стока повсеместно оказались выше на 2–4 лс/км², чем у рек с широким развитием многолетней мерзлоты.

Речные бассейны находятся на территории следующих физико-географических районов: Восточно-Кюнгейский, Тюп-Жергаланский, Восточно-Тескейский (бассейн оз.Иссык-Куль); Кочкорская котловина, Тюлекский (здесь следует отметить незначительное уменьшение минимального стока у реки Каракужур, область формирования стока которой граничит с наиболее засушливой частью Юго-Западного Иссык-Куля); все районы Чу-Таласского бассейна (кроме реки Аспара, расположенной в наиболее засушливой, западной части Чуйской долины); горная область сыртов Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня; приферганская горная область; Алтындаринский, Кызылартский, Нура-Коксууский. Здесь и далее указанные физико-географические районы представлены в работе [10]. В данной работе дается подробная характеристика особенностей ландшафтов природных районов, и они хорошо коррелируются с показателями увеличения или уменьшения минимального стока за отмеченные отрезки времени.

Уменьшение стока, на наш взгляд, связано с тем, что реки с относительно низкими водосборами расположены в засушливых территориях и составляют 16,4% от общего числа рек. Уменьшение стока составило 0,48 км³, или 4,5 % от минимального стока рек Кыргызстана. Речные бассейны принадлежат к физико-географическим районам: южного склона Киргизского хребта (Таласская долина); Ашмара-Аксууский; Западно-Кюнгейский; Балыкчинский; Западно-Тескейский; Западно-Суусамырский; Центрально -Суусамырский; Восточно-Суусамырский; Северно-Кетментюбинский; Кабак-Сарыкамышский; Жергетал-Онарчинский; Тюлек-Каракужурский; Гавасай-Касансайский; Алабука-Падышаатинский; Карасуу-Нижнеарынский; Верхнеалайский, характеризующимся засушливостью территорий. К указанным физико-географическим районам относятся реки Ак-Сай, Ак-Терек, Туурасуу, засушливой юго-западной части Иссык-Кульской впадины. Для реки Барскаун уменьшение связано с морфометрическими особенностями водосбора, где большая часть территории расположена в высокогорном поясе. К указанным физико-географическим районам относятся реки Чуйского бассейна. Уменьшение стока наблюдается у реки Каракужур, протекающей в широтном направлении. В ее водосборе преобладают склоны южной экспозиции. Большие различия в двух рассматриваемых периодах (12,5 м³/с) у р. Чу–устье р. Чон-Кемин связаны, как отмечено, с началом эксплуатации в 1959 году Ортокойского водохранилища.

Реки Жарды-Каинды, Аспара расположены в наиболее засушливой части Чуйской долины, минимальный их сток также значительно уменьшился.

Для рек Таласского бассейна значительного изменения минимального стока не наблюдается. Даже у реки Кумуштаг расположенной в засушливой части Таласского бассейна он около нормы и составляет 0,05 м³/с.

Для бассейна реки Нарын, в её верхней части, уменьшение водности не наблюдается. Исключением является р. Кокомерен, где уменьшение стока связано с тем, что это единственный бассейн в системе р. Нарын, в котором даже полное исчезновение оледенения существенно не скажется на водности. В отличие от других бассейнов для р. Кокомерен осадки являются

практически единственным стокоформирующим фактором. В межень уменьшение определяется выработкой запасов различных горизонтов подземных вод.

У рек Кетментюбинской впадины (Узунакмат, Чычкан) отмечается уменьшение стока, и это связано прежде всего с общей засушливостью района. Здесь преобладают пустынно-степные, степные и лугостепные ландшафты с обилием ксерофитов.

Снижение стока наблюдается у рек расположенных в Гавасай-Касансайском, Лейлек-Исфаринском физико-географических округах Приферганья, характеризующихся засушливым климатом.

Реки, которых величины минимального стока оказались неизменными, составили 2,1%, и они сосредоточены в западной части Восточно-Тескейского района. Это обстоятельство требует детального изучения в связи с тем, что реки находятся на границе влажного и засушливого природных районов.

К большому сожалению, у 7% рек нет данных в связи с закрытием гидрологических постов до 60-х годов, а также открытием других в последние годы (реки Сарыджаз, Куйлю, Акшыйрак и др.).

Таким образом, в условиях изменения климата объемы сокращения минимального стока будут значительны и не могут оставаться без внимания при расширении мероприятий по водозабору в бассейнах указанных рек. При повышении температуры климатические профили сдвинутся вверх по горным склонам и будут причиной изменения минимального стока рек Кыргызстана в связи с увеличением числа подземных водных емкостей.

Увеличение минимального стока, на наш взгляд, временное, и в определенный период, возможно, начнется устойчивое истощение различных горизонтов подземных вод. Опыт показывает, что современный уровень мировой науки не позволяет прогнозировать климат даже в пределах одного столетия. Поэтому планирование стратегических водохозяйственных мероприятий по развитию региона должно основываться на долговременных пространственно-временных оценках минимального стока.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Первое Национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Бишкек, 2003. – 98 с.
- [2] Подрезов О.А. Современный климат Кыргызстана и сценарии его изменений в XX веке / О.А.Подрезов, К.Б.Бакиров, А.А. Закурдаев, И.А. Маяцкая // Вестник КРСУ. – Бишкек, 2002. – № 4.
- [3] Программа и план действий по адаптации к изменению климата сектора «Лес и биоразнообразие» на 2015–2017 гг. – Бишкек: VRSCompany, 2015. – 56 с.
- [4] Диких А.Н. Исследование режима оледенения, ледовых ресурсов и ледникового стока горной системы Тянь-Шаня: дис. в виде научного доклада ученой степени докт. географ. Наук / А.Н.Диких. – М., 1998. – 32 с.
- [5] Карамолдоев Ж.Ж. Географо-гидрологические обобщения характеристик минимального стока Нарынского региона / Ж.Ж. Карамолдоев // Наука и новые технологии. – Бишкек, 1998. – № 2. – С. 169-173.
- [6] Маринов Н.А. Формирование подземных вод в зонах разломов (на прим. азиатского материала) / Н.А.Маринов // Тр. ВСЕГИНГЕО. – М., 1971. – Вып. 41. – С. 141-145.
- [7] Горбунов А.П. Криолитозона Центрально-Азиатского региона / А.П.Горбунов. – Якутск: Ин-т мерзловедения СО АН СССР, 1986. – 57 с.
- [8] Карамолдоев Ж.Ж. Влияние многолетней мерзлоты на подземный приток в горные реки / Ж.Ж. Карамолдоев // Сб. науч. трудов КГ МИ, КИМС. – Бишкек, 1999. – Ч. 1. – С. 246-250.
- [9] Карамолдоев Ж.Ж. Формирование стока рек Кыргызстана в маловодный период и его рациональное использование / Ж.Ж. Карамолдоев. – Бишкек: Тип. Президента КР, 2002. – 152 с.
- [10] Атлас Кирг ССР / ГУГК при СМ СССР. – 1987. – Т. 1. – 179 с.

А. Р. МЕДЕУ, В. П. БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ, Т. Л. КИРЕНСКАЯ, Т. А. БАЙМОЛДАЕВ

ТОО «Институт географии», Алматы, Казахстан

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ В ИЛЕ АЛАТАУ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 25 ЛЕТ

Мақалада Қазақстандағы Іле Алатауы жотасындағы 1990 және 2015 жылдар аралығында болған сел құбылыстары туралы мәліметтер берілген. Барлығы 235 сел құбылысы орын алған. Оның 30-ы көлемі 10 мың м³-ден асатын ірі селдерге жатады. іре селдердің 23-і жаңбырлық, ал 7-еуі гляциалдық болып табылады.

Приводятся данные о селевых явлениях в хребте Иле Алатау в Казахстане с 1990 по 2015 год. Всего было зафиксировано 235 селевых явлений. Из них 30 селей были крупными с объемом более 10 тыс. м³. Среди крупных селей 23 селя были дождевыми, а 7 селей – гляциальными.

The article presents data on the of mudflow phenomenon in the Ile Alatau range in Kazakhstan for the period from 1990 to 2015. Total 235 mudflows were reported. Of these, 30 ones were large mudflows with a volume of more than 10 thousand m³. Among the large mudflows mudflow 23 ones were caused by rainfalls and 7 ones – by glacial lakes outbursts.

Введение. Среди селеопасных районов Казахстана хребет Иле Алатау выделяется количеством зарегистрированных селей и объемом ущерба от них. Это объясняется не столько интенсивностью селевой активности, сколько высокой освоенностью долин и предгорий. Почти на всех конусах выноса находятся крупные населенные пункты, в их числе мегаполис Алматы с населением почти 2 млн человек. Первые сведения о селях в Иле Алатау появились в работе И. В. Мушкетова [1], в которой описаны сейсмогенные сели 1887 г. Затем были опубликованы описания катастрофического селя 1921 г. [2]. Систематический сбор данных о селях и их публикация начались с 1930-х годов, с образованием селевой службы Казгидромета и особенно после создания КазНИГМИ в 1951 г. и Казселезащиты в 1973 г. [3–7]. Очень много публикаций посвящено катастрофическим селям на р. Есик в 1963 г., на р. Малая Алматинка в 1973 г. и на р. Большая Алматинка в 1977 г. [8]. Появилось несколько обобщающих монографий с исторической ретроспективой до середины XIX века [9–12]. Однако с начала 1990-х годов объем селевых исследований резко упал и количество публикаций о фактах прохождения селей сократилось. Поэтому сведения о селевой активности за последние 25 лет недоступны для научной общественности.

Использованные данные. Данные о селях получены Казселезащитой, Институтом географии и Казгидрометом. С 1990 по 2015 г. в Иле Алатау зафиксировано 235 селевых явлений, включая наносоводные паводки и небольшие селевые выбросы.

По генезису сели разделены на дождевые и гляциальные, а по размерам – на мелкие и крупные. Дождевые сели формируются при сильных ливнях, а гляциальные – при интенсивном таянии ледников и прорывах моренных озер. К мелким отнесены сели объемом меньше 10 тыс. м³, расход которых не превышает 10 м³/с. Объемы крупных селей достигают 1 млн м³ и более, а расходы превышают 1000 м³/с.

Результаты. За рассматриваемый период в Иле Алатау отмечено 30 крупных селей. Среди них 22 селя были дождевыми. Дождевые сели преобладают и среди мелких селей. Из 205 мелких селей 187 были дождевыми (таблица 1).

В многолетнем ряду количества селевых явлений отмечается резкий спад селевой активности после 2003 г. Уменьшение числа дождевых селей можно отнести на счет снижения количества и интенсивности осадков, а сокращение количества гляциальных селей объясняется профилактическими опорожнениями моренных озер Казселезащитой.

Самые ранние селевые явления зафиксированы в середине марта, самые поздние – в начале сентября (таблица 2). С начала апреля наблюдается устойчивое увеличение селевой активности от 3 явлений за 25 лет в первой декаде апреля до 20 явлений за 25 лет в первой декаде июня.

Таблица 1 – Распределение количества селей по годам

Год	Все сели	Мелкие сели		Крупные сели	
		дождевые	гляциальные	дождевые	гляциальные
1990	21	9	9	2	1
1991	11	8	2	1	–
1992	4	3	1	–	–
1993	13	9	–	3	1
1994	8	4	–	3	1
1995	7	4	–	2	1
1996	24	21	1	1	1
1997	13	12	1	–	–
1998	17	16	–	1	–
1999	22	20	–	2	–
2000	2	2	–	–	–
2001	3	3	–	–	–
2002	12	11	–	1	–
2003	25	22	–	3	–
2004	8	8	–	–	–
2005	7	7	–	–	–
2006	8	7	–	1	–
2007	9	8	–	1	–
2008	1	1	–	–	–
2009	4	4	–	–	–
2010	5	4	–	1	–
2011	2	2	–	–	–
2012	–	–	–	–	–
2013	3	2	–	1	–
2014	1	–	–	–	1
2015	5	–	4	–	1
Всего	235	187	18	27	7

Резкое увеличение селевой активности происходит в июле, достигая максимума в третьей декаде этого месяца. На этот период произошло 43 селевых явления за 25 лет. Гляциальные сели отмечались в период со второй декады июня по первую декаду августа. За весь период наблюдений самые поздние гляциальные сели проходили в третьей декаде августа. В августе отмечается резкий спад селевой активности, что связано с уменьшением количества осадков и понижением температуры в гляциальной зоне.

Крупные сели сходили с первой декады июня по вторую декаду августа (таблица 3). Крупные дождевые сели отмечались с первой декады июня по третью декаду июля, а крупные гляциальные сели – с третьей декады июня по вторую декаду августа. Чаще всего крупные сели формировались в июле (22 из 29). Из 7 крупных гляциальных селей 5 приходятся на этот месяц. Все крупные дождевые сели, сопровождавшиеся ущербом, сходили в период с начала июля по конец июля. Сумма селеформирующих осадков всегда превышала 50 мм, достигая 159 мм. Крупные гляциальные сели наблюдались с конца июня по начало августа. В большинстве случаев формирование гляциальных селей происходило в результате подземного прорыва моренного озера. Поверхностные прорывы предотвращались превентивными опорожнениями озер Казселезащитой. Перед прорывом моренных озер в гляциальной зоне несколько дней сохранялись высокие положительные температуры воздуха, достигавшие в дневное время 15–19 °С.

Работы финансировались по гранту МОН РК «Опасные экзогенные процессы, вызываемые землетрясениями, в Казахстане и их влияние на рациональное природопользование».

Таблица 2 – Внутригодовое распределение количества селей

Месяц и декада	Декада	Все сели	Мелкие сели		Крупные сели	
			дождевые	гляциальные	дождевые	гляциальные
Март	2	4	4	–	–	–
Март	3	1	1	–	–	–
Апрель	1	3	3	–	–	–
Апрель	2	8	8	–	–	–
Апрель	3	10	10	–	–	–
Май	1	15	15	–	–	–
Май	2	12	12	–	–	–
Май	3	13	13	–	–	–
Июнь	1	20	19	–	1	–
Июнь	2	14	13	1	1	–
Июнь	3	15	10	1	3	1
Июль	1	32	22	3	4	3
Июль	2	37	24	5	7	1
Июль	3	43	28	8	6	1
Август	1	10	6	4	–	–
Август	2	6	5	–	–	1
Август	3	2	2	–	–	–
Сентябрь	1	1	1	–	–	–

Таблица 3 – Крупные сели в Иле Алатау с 1990 по 2015 г.

Дата	Бассейн реки	Тип	Причина	Расход, м ³ /с	Объем, м ³	Материальный ущерб
06.07.1993	Средний Талгар	Гляциальный	Подземный прорыв озера	1340	1 400 000	Значительный
21.07.1993	Правый Талгар	Дождевой	Сильный ливень	–	–	Незначительный
03.07.1994	Улкен Алматы	Гляциальный	Подземный прорыв озера	1000	–	–
21.06.1995	Средний Талгар	Гляциальный	Подземный прорыв озера	180	–	Незначительный
06-07 .07.1995	Средний Талгар	Дождевой	Сильный ливень	100	–	Незначительный
11.08.1996	Средний Талгар	Гляциальный	Прорыв внутриледниковой емкости	–	300 000	Незначительный
19-20.06 1998	Улкен Алматы	Дождевой	Снеготаяние и дождь	500	–	Незначительный
24.06.1998	Каскелен	Гляциальный	Подземный прорыв озера	–	–	Незначительный
14.07.1999	Беделбай	Дождевой	Сильный ливень	200	40 000	Значительный
30.06.2002	Улкен Алматы	Дождевой	Сильный ливень	–	–	Незначительный
06.07.2003	Есик	Дождевой	Сильный ливень	–	–	Значительный
22-25.07.2003	Есик	Дождевой	Сильный ливень	–	–	Значительный
23-24.07.2003	Акжар	Дождевой	Сильный ливень	30	–	Незначительный

Международная научно-практическая конференция

23-24.07.2003	Улкен Алматы	Дождевой	Сильный ливень	–	–	Незначительный
23-24.07.2003	Киши Алматы	Дождевой	Сильный ливень	25	–	Незначительный
27.07.2003	Средний Талгар	Дождевой	Сильный ливень	500	–	Незначительный
15.06.2006	Акжар	Дождевой	Сильный ливень	20	22 000	Незначительный
06.07.2006	Улкен Алматы	Дождевой	Сильный ливень	800	1 000 000	Значительный
06.07.2006	Средний Талгар	Дождевой	Сильный ливень	–	–	Незначительный
26-27.07.2007	Есик	Дождевой	Сильный ливень	30	–	Значительный
21.07..2013	Сарысай	Дождевой	Сильный ливень	–	–	Значительный
17.07.2014	Средний Талгар	Гляциальный	Подземный прорыв озера	1340	2 000 000	Значительный
23.07.2015	Каргалы	Гляциальный	Подземный прорыв озера	–	–	Значительный

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мушкетов И.В. Верненское землетрясения 28 мая (9 июня) 1887 г. // Труды Геолкома. – СПб., 1890. – Т. X, № 1. – 140 с.
- [2] Женжурист Э.М. Алма-Атинская катастрофа 8-го июля 1921 г. // Вестник ирригации. – 1923. – № 1. – С. 62-76.
- [3] Баймолдаев Т., Виноходов В.Н. Казселезащита – оперативные меры до и после стихии. – Алматы: Бастау, 2007. – 284 с.
- [4] Кавецкий С.П. Сели в Заилийском Алатау // Труды КазНИГМИ. – 1953. – Вып. 4. – С. 7-35.
- [5] Дуйсенов Е.Д. Селевые потоки в Заилийском Алатау. – Алма-Ата: Казахстан, 1971. – 192 с.
- [6] Горбунов А.П., Северский Э.В. Сели окрестностей Алматы: Взгляд в прошлое. – Алматы, 2001. – 80 с.
- [7] Медеуов А., Колотилин Н.Ф., Кремкулов В.А. Сели Казахстана. – Алматы: Ғылым, 1993. – 160 с.
- [8] Безопасность и контроль гляциальных селей в Казахстане. – Алматы: Ғылым, 1998. – 102 с.
- [9] Керемкулов В.А., Цукерман И.Г. Обзор сведений о прорывах моренных озер Заилийского Алатау // Селевые потоки. – 1988. – № 10. – С. 62-77.
- [10] Медеуов А.Р., Нурланов М.Т. Селевые явления сейсмоактивных территорий Казахстана (Проблемы управления). – Алматы: Қаржы-қаражат, 1996. – 204 с.
- [11] Медеу А.Р. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: основы управления. – Алматы, 2011. – Т. 1. – 284 с.
- [12] Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау: Проблемы адаптации. – Алматы, 2007. – 158 с.

Ю. А. ПАДАЛКО, А. А. ЧИБИЛЁВ

Институт степи Уральского отделения РАН, Оренбург, Россия

ОПАСНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ РЕЧНОЙ ЭРОЗИИ В БАССЕЙНЕ РЕКЕ УРАЛ

Рассматриваются проблемы опасного проявления боковой эрозии в бассейне р. Урал. На основе данных архива спутниковых изображений с 1984 по 2016 г. выявлены плановые смещения русла рек бассейна р. Урал. Установлены динамика разрушения береговой линии на наиболее потенциально опасных участках рек Урал и Сакмара. Обозначены пограничные вопросы русловых переформирований р. Урал между Россией и Казахстаном.

In the article discusses the issues of lateral erosion of the Ural river basin. Displacement of river beds is identified in the Ural river basin. Dynamics of destruction of the coastline are established on the most potentially dangerous sections of the Ural river and the Sakmara river. Border questions of riverbed reformations of the Ural river between Russia and Kazakhstan are discussed.

Введение. Природной особенностью равнинных и горных рек является извилистость русла связанные с ней эрозионные процессы. В естественных условиях водному потоку не свойственно прямолинейное движение, что проявляется в плановом развитии русла, процессов меандрирования и формирования излучин. Процесс их образования объясняется рядом природных факторов: глобальным действием силы Кориолиса, гидравликой руслового потока, гидрологическими процессами, тектоникой и морфометрическими особенностями водосбора и водотока.

При образовании излучин имеет место действие боковой эрозии водотоков, в результате которой происходит разрушение берегов рек и переформирование русел. Развитие данных процессов охватывает пойму и прилегающие коренные берега долины реки. Образование излучин и эрозионные процессы в руслах рек составляют существенную неопределенность при хозяйственном использовании и освоении прибрежных пространств. В ряде случаев проявления боковой эрозии представляют опасность для селитебных территорий и транспортных коммуникаций. Негативное действие русловых процессов развито повсеместно, где река соприкасается с освоенным ландшафтом. Река Урал и её притоки не является исключением.

Постановка проблемы. Бассейн реки Урал располагается на границе Восточно-Европейской равнины и Уральских гор. Восточная часть бассейна дренирует склоны гор Южного Урала, западная – периферийные окраины Восточно-Европейской равнины. В геологическом плане горы Южного Урала – это складчатая область с литологическим составом, включающая метаморфические и осадочные породы. Часть Восточно-Европейской равнины – платформенная область со значительной толщиной осадочного чехла.

Исток р. Урал находится на высоте 637 м над уровнем моря, а устье – ниже уровня моря на 28 м (уровень Каспийского моря) в балтийской системе высот. Падение реки от истока до устья в среднем – 30 см на 1 км течения. Средняя амплитуда высот в бассейне реки составляет 426,6 м [1], максимальный перепад высот – 809 м.

Климатические особенности р. Урал обусловлены значительным простиранием территории бассейна с севера на юг и орографией. Показатели среднегодовых атмосферных осадков и температур находятся в обратной зависимости. Максимальное количество осадков наблюдается в верхней части бассейна и уменьшается к устью, но при этом возрастают среднегодовые температуры воздуха. Такую же закономерность можно проследить с востока на запад бассейна р. Урал. Климатические условия обусловили неравномерность в гидрологическом режиме рек, где на весенний сезон приходится 60–80 % годового стока.

Острой проблемой для населения и хозяйства в бассейне р. Урал является экзогенная деятельность речных потоков. Вследствие эрозионной деятельности в российской части бассейна ежегодно утрачивается территория площадью более 1 км², в том числе сельскохозяйственного назначения [2]. В процессе боковой эрозии рек подвергаются риску близко

расположенные населенные пункты, инфраструктурные сооружения и осложняются процессы демаркации государственной границы по изменяющемуся фарватеру р. Урал.

В бассейне Урала на реках выделяют три группы естественных морфодинамических типов русел: 1) врезанные – формируются в ограниченных условиях развития русловых деформаций; 2) адаптированные – развиваются в переходных условиях; 3) широкопойменные – вырабатываются в свободных условиях широкой поймы. Отдельно выделяют русла искусственно измененные, которые подверглись антропогенным преобразованиям, а также прудов и водохранилищ [2]. На основных реках бассейна р. Урал преобладают свободные излучины широкопойменной группы. В верховьях р. Урал и на притоках развиты врезанные и адаптированные русла из-за отражения руслом структуры залегания коренных пород. В пределах равнинной платформенной части среднего и нижнего течения на формирование излучин оказывает действие солянокупольная тектоника. Наиболее распространено такое влияние на притоках р. Урал в месте границы Восточно-Европейской равнины и Уральских гор (Предуральского прогиба) и прикаспийской части нижнего течения р. Урал. Примером может служить происхождение изгибов в плане русла р. Урал возле посёлка Индерборский [3] в Атырауской области Казахстана.

На интенсивность процессов боковой эрозии непосредственное влияние оказывает увеличение водности. Так, средняя скорость размыва берегов р. Урал увеличивается на отдельных участках с 0,18 до 1,80 м/год от верховьев к нижнему течению. На крупном притоке р. Сакмара средняя интенсивность берегоразрушения возрастает с 0,42 до 3,60 м/год. При этом максимальная величина размыва берега на р. Урал составляет 4,69 м/год, а в русле р. Сакмара – более 8 м/год [2]. Наиболее эрозионно опасная береговая линия отмечается на следующих участках рек бассейна р. Урал: в среднем течение р. Урал, на пограничном участке, среднем и нижнем течении р. Сакмара.

Методика исследований и источники данных. Для изучения интенсивности боковой эрозии в руслах рек применялись данные дистанционного зондирования – архивные спутниковые снимки среднего разрешения с 1985 по 2015 г. Landsat (MSS, TM, ETM+, OLI).

Данные по динамике русловых процессов получены путем дешифрирования снимков с использованием многоканальных водных индексов [4, 5] MNDWI, AWEI по средствам программного обеспечения QGIS 2.16:

$$MNDWI = \frac{b2 - b5}{b2 + b5},$$

где b_2, b_4 – спектральные каналы Landsat (TM, ETM+);

$$AWEI_{nsh} = 4,0(b2 - b5) - (0,25b4 + 2,75b7),$$

где b_2, b_4, b_5, b_7 – спектральные каналы Landsat (TM, ETM+, OLI)

Полученные результаты анализировались с помощью геоинформационного инструментария MapInfo Professional 11.5 с модулем Vertical Mapper 3.7, свободного программного обеспечения SAGA GIS 2.3.1.

Результаты и их обсуждение. *Ключевые участки исследования.* В зону изучения попал участок пограничного течения р. Урал от населенного пункта Облавка (Западно-Казахстанская область, Казахстан) до впадения р. Иртек (рисунок 1). Протяженность участка составляет порядка 60 км. Падение реки по топографическим данным уреза воды 6,5 м. Пойма реки на этом участке изобилует озёрами-старицами и густо покрыта древесной растительностью.

За исследуемый период наибольшее смещение береговой линии наблюдалось у с. Облавка до постройки берегоукрепления. Глубина разрушения берега в сторону села составила около 200 м (6,6 м/год), у автодороги – 400 м (более 7 м/год). В целом отмечается левобережное смещение русла с разрушением коренных берегов.

По данным других исследований за 1978–2012 гг. [6], проведенных на этом участке реки Урал, наибольшее смещение, поперечно направленное относительно русла, наблюдается в вершинах меандр от 2,1 до 5,7 м/год. Интенсивное смещение русла и разрушение коренных берегов объясняются значительными расходами воды и легкоразмываемым составом пород [6, 7].

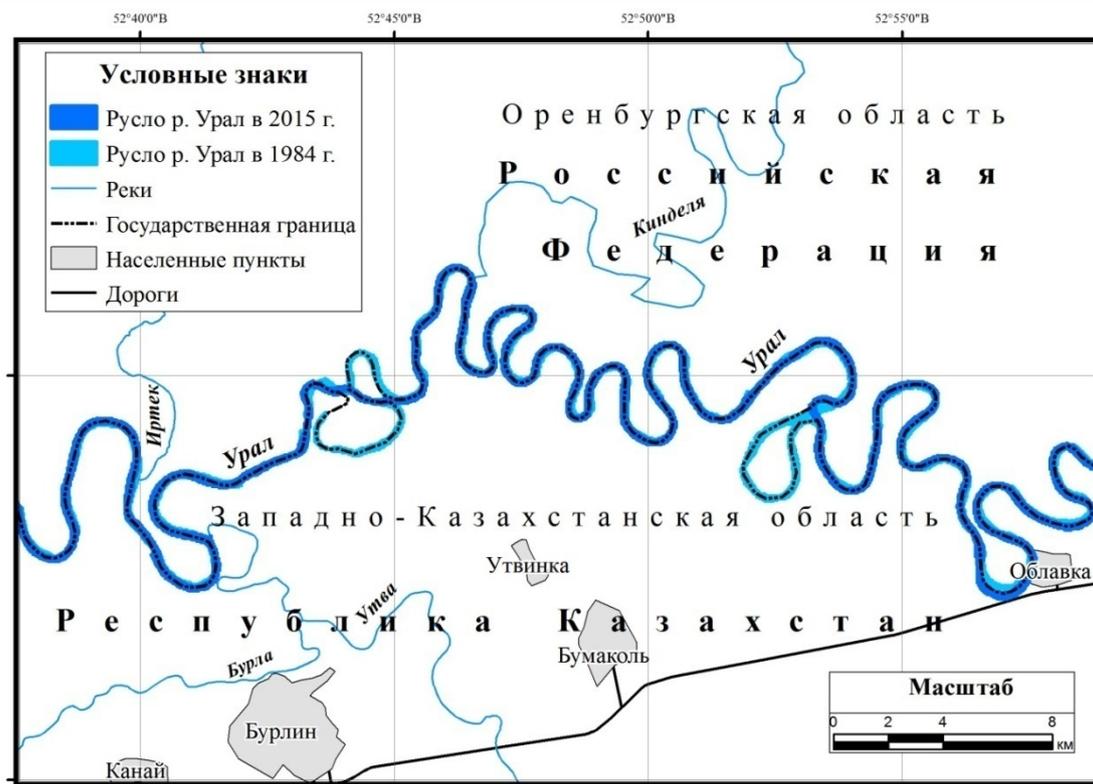


Рисунок 1 – Анализ динамики русла р. Урал в пограничной зоне РФ и РК

В результате размыва оснований излучин наблюдается отход русла в правую сторону. Так как граница двух государств была демаркирована по руслу р. Урал, то из-за русловых переформирований фактически от РФ отделилось около 10 км² территории. Процесс переформирования русла продолжается, вследствие которых площадь приграничных территорий двух государств будет изменяться.

Ниже по течению р. Урал опасность вызывает разрушение берега у с. Владимировка. Здесь интенсивность негативного процесса снижена за счет строительства поперечных берегу дамб немного выше по течению.

Опасные ситуации с берегоразрушением складываются на притоках реки Урал: Сакмара, Орь, Гумбейка, Бол. Кумак, Таналык, Салмыш, Илек. Наиболее интенсивно данные процессы проявлены на р. Сакмара на участках нижнего течения реки, где основной формой русла являются свободные излучины, а на пойме прослеживаются веера блуждания русла, многочисленные старицы [2].

Исследуемый участок р. Сакмары находится между населенными пунктами с. Мухамедьярово и пос. Саракташ Оренбургской области Российской Федерации (рисунок 2). Падение реки на участке составляет 45 м, или около 35 см на 1 км. Для излучин характерны устойчивость форм и менее выраженное продольное смещение русла. Основной рост излучин наблюдается в её вершине. На исследуемом участке можно выделить две потенциально опасные излучины. Первая излучина у с. Жёлтое за исследуемый период в вершине увеличилась на около 120 м, что составляет 4 м/год. Вторая излучина р. Сакмары между с. Мухамедьярово и станцией Кондуровка за аналогичный период вытянулась в вершине на 110 м (3,5/год).

Излучины на участке р. Сакмары наибольшую угрозу представляют для расположенной инфраструктуры и транспортных коммуникаций. В настоящее время опасное проявление боковой эрозии р. Сакмары у с. Желтое Оренбургской области, где от бровки обрыва до края насыпи железнодорожного полотна осталось около 50 м, угрожает межрегиональному транспортному сообщению. Приостановка движения железнодорожного транспорта может повлечь значительные издержки для предприятий Оренбургской области и смежных регионов.

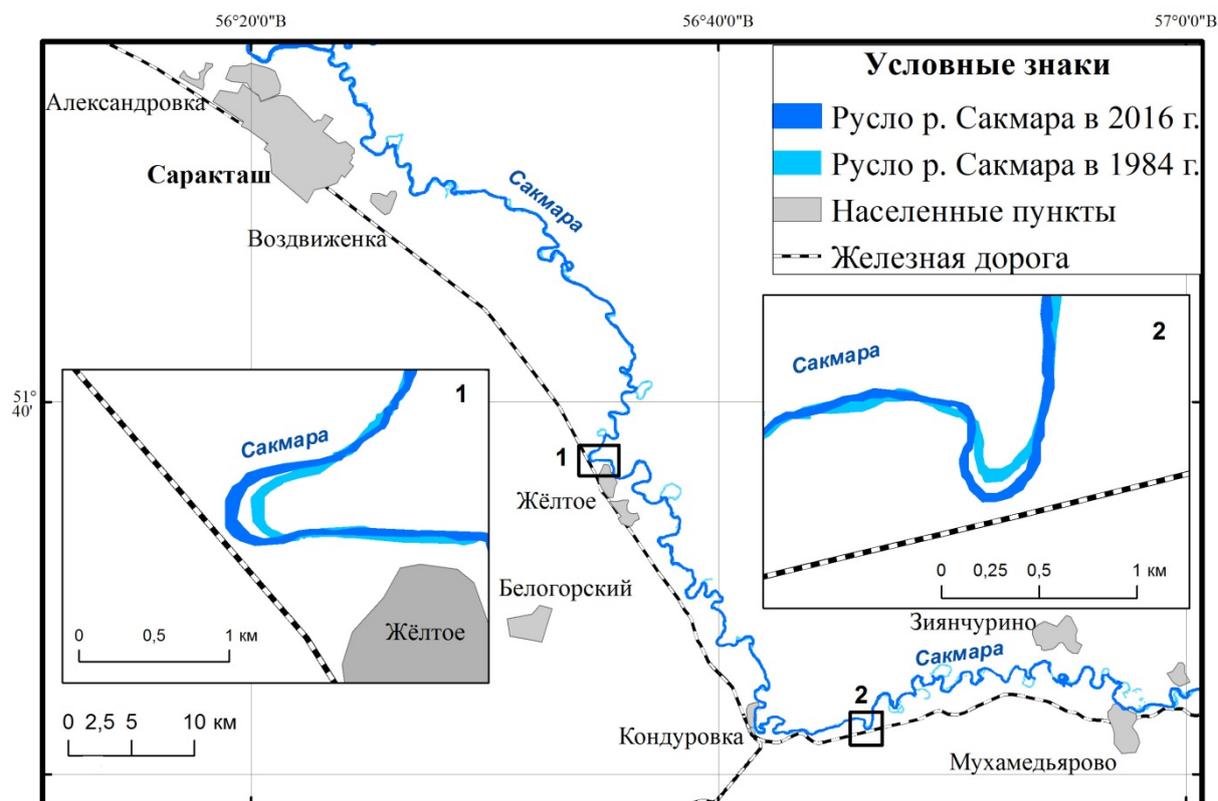


Рисунок 2 – Схема русла р. Сакмары с участками интенсивной боковой эрозии

Значительные финансовые затраты требует берегоукрепление для защиты селитебных территорий и инфраструктурных объектов. В Республике Казахстан для предотвращения негативного воздействия русловых процессов р. Урал у с. Облавка Западно-Казахстанской области и нарушения транспортного сообщения Уральск – Оренбург в 2015 г. завершены берегоукрепительные работы общей стоимостью более 6 млн долларов. Сопоставимые проектные расходы озвучены администрацией Оренбургской области для берегоукрепления и отвода русла р. Сакмара у с. Желтое.

Неразрешенной остаётся обстановка на пограничном участке р. Урал. Граница между Россией и Казахстаном здесь привязана к руслу р. Урал. В результате русловых переформирований образовались спорные участки пойменной территории. В то же время этот участок

а

б



Рисунок 3 – Разрушение берега на р. Сакмары у с. Жёлтое (а).
Берегозащитное сооружение на р. Урал у с. Облавка (б)

является экологически незатронутой хозяйственной деятельностью территорией, с уникальными ботаническими объектами и фауной. Основными местообитаниями для животных служат участки пойменных озер и рукавов. В частности, пойменные озера играют большую роль для воспроизводства рыбных ресурсов в р. Урал. По ним осуществляются нерестовые миграции леща, язя, сазана, судака и других видов промысловых рыб [8, 9]. Учитывая уникальные ландшафтно-ботанические особенности долины реки Урал, необходимо осуществить специальный комплекс мероприятий по сохранению его фаунистического комплекса и созданию ООПТ [9].

Заключение. В бассейне р. Урал из-за развития боковой эрозии в руслах рек возникли угрозы безопасности ряду населенных пунктов и инфраструктурным объектам. В приграничной территории в результате русловых переформирований р. Урал образовались участки, имеющие спорную территориальную принадлежность. К таким территориям относятся пойма и долина Урала ниже устья р. Илек до с. Рубежного Западно-Казахстанской области. Вследствие своих ландшафтно-ботанических особенностей эта территория давно уже рассматривается в качестве места организации особо охраняемой природной территории. Организация межгосударственной ООПТ укрепит партнерские отношения двух стран.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ №16-45-560410 р_а «Пространственно-динамическая специфика региональных систем природопользования как фактор эколого-гидрологической безопасности в трансграничном бассейне р. Урал».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Падалко Ю.А. Устойчивости водосборных ландшафтов реки Урал к развитию ускоренной эрозии и химическому загрязнению // Инновационные процессы в области естественнонаучного и социально-гуманитарного образования: Третья междунар. научно-практич. конференция. Оренбург, 17–18 марта 2016 г.: сб. статей. – Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2016. – С. 154-158
- [2] Схемы комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Урал (российская часть). – Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2010.
- [3] Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в её бассейне / Н.И. Маккавеев. – М.: АН СССР, 1955. – 346 с.
- [4] Курганович К.А. Использование водных индексов для оценки изменения площадей водного зеркала степных содовых озер юго-востока Забайкалья по данным дистанционного зондирования / К.А. Курганович, Е.В. Носкова // Вестник ЗабГУ. – 2015. – № 06 (121). – С. 16-23.
- [5] Feyisa G.L. Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery / G.L. Feyisa, H. Meilby, R. Fensholt, S.R. Proud // Remote Sensing of Environment. – 2014. – N 140. – P. 23-35.
- [6] Сергалиев Н.Х. Русловые процессы на реке Урал / Н.Х. Сергалиев, К.М. Ахмеденов // Новости науки Казахстана. – 2013. – № 3 (117). – С. 201-205.
- [7] Чалов Р.С. О классификации речных русел / Р.С. Чалов // Геоморфология. – 1996. – № 1. – С. 3-15.
- [8] Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология / А.А. Чибилев. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 312 с.
- [9] Чибилёв А.А. Ландшафтное разнообразие Урало-Каспийского трансграничного региона и перспективы развития сети ООПТ / А.А. Чибилев // Российско-Казахстанский трансграничный регион: история, геоэкология и устойчивое развитие. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – С. 118-124.

П.А. ПЛЕХАНОВ

ТОО "КАЗИНЖЭНЕРГОПРОЕКТ", Алматы, Казахстан

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ

Төтенше оқиғалар мен гидрологиялық Қазақстандағы олардың тәуекелдерді бағалау нәтижелері бойынша қолда бар деректердің ағымдағы жсай-күйін зерттеді. Ұсынылатын: қолайлы отандық және шетелдік тәжірибені ескере отырып, олардың туындаған төтенше гидрологиялық құбылыстар мен төтенше жағдайлар, талдау және тәуекелдерді бағалау байланысты жұмысты ұйымдастыру және өткізу үшін республикалық және жергілікті деңгейлерде осы оқиғалардың тәуекел көрсеткіштерінің жанама бағалау әдісі және қызметінің құрамы.

Исследовано современное состояние имеющихся данных об экстремальных гидрологических явлениях и результатов оценки их рисков в Казахстане. Предложены метод косвенной оценки индексов рисков этих явлений на национальном и местных уровнях и состав мероприятий по организации и проведению работ, связанных с анализом и оценкой рисков экстремальных гидрологических явлений и вызываемых ими ЧС, с учетом приемлемого отечественного и зарубежного опыта.

It was investigated the current state of the available data on extreme hydrological events and their risk evaluation in Kazakhstan. It were proposed: a method of indirect estimation of indices of risk events on the national and local levels and composition of activities to organize and conduct work related to the analysis and risk assessment of extreme hydrological phenomena and emergencies caused by them with account of acceptable domestic and foreign experience.

Введение. В глобальном обобщении сведений о рисках природных бедствий (2004–2013 гг.) экстремальные гидрологические явления (ЭГЯ) по масштабам негативных последствий занимают: 1-е место – по числу случаев перед штормами; 2-е место – по количеству пострадавших людей перед последствиями от засух и голода, 3-е место по количеству погибших людей – после последствий от землетрясений/цунами и аномальных температур воздуха [1].

В профиле рисков природных бедствий Казахстана ЭГЯ по комплексу указанных трех показателей также занимают высокие места. Так, наводнения различного генезиса, в том числе при прорывных паводках природного и техногенного характера, находятся на втором; ливневые и гляциальные сели – на третьем и снежные лавины – на пятом местах [2].

Негативное влияние ЭГЯ, оказываемое на состояние национальной безопасности и устойчивое развитие в республике, вызывает необходимость ранней оценки рисков последствий ЭГЯ и учет этого влияния в стратегических планах развития государства. К сожалению, решение этой проблемы в Казахстане нельзя назвать удовлетворительным.

Постановка проблемы. В Казахстане основные характеристики ЭГЯ: географическое распространение источников ЭГЯ, потенциальные масштабы обусловленных ими ЧС, частота проявлений ЭГЯ и уязвимость населения, территорий и объектов от ЭГЯ, а также другие компоненты рисков ЭГЯ изучены весьма слабо, что является главным препятствием для разработки приемлемых методов по оценке их рисков. Поэтому в республике нет не только официальных, но даже и опытных производственных методов по оценке рисков ЭГЯ. В связи с этим перед данной работой поставлены две первоочередные актуальные задачи:

- 1) анализ современных отечественных и зарубежных практик по оценке рисков ЭГЯ и определение применимости их рекомендаций и выводов для оценки рисков ЭГЯ в Казахстане;
- 2) выработка и внесение актуальных предложений по улучшению методологической основы оценки рисков ЭГЯ в Казахстане.

Методика исследований и внедрение их результатов. Для объективного понимания текущей ситуации с оценкой рисков ЭГЯ изучено состояние имеющихся баз данных об ЭГЯ в республике, на основе чего определена их информативность при расчете рисков ЭГЯ. Обобщен

отечественный и зарубежный опыты оценки рисков ЭГЯ и получены выводы о достижениях, пробелах и недостатках в решении проблемы оценки рисков ЭГЯ в Казахстане. Осмыслены и предложены первоочередные рекомендации для обеспечения развития методологии оценки рисков ЭГЯ в республике.

Источники данных. Использованы фондовые материалы КЧС (МВД) РК, КВР (МСХ) РК и РГП "Казгидромет", соответствующие данные опубликованы в различных изданиях, а также результаты ранее проведенных личных исследований автора по проблеме бедствий гидрометеорологического характера.

Результаты исследований. 1. *Термины и понятия.* Деятельность по обеспечению более глубокого понимания риска бедствий во всех его аспектах, связанных с характеристиками воздействия, уязвимости и опасности бедствий, понимается в Сендайской рамочной программе по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. в качестве первого приоритетного действия на ближайшее 15 лет [3]. Это, очевидно, объясняется тем, что, несмотря на то, что со времени начала проведения первых глобальных мероприятий по обеспечению защиты от бедствий (Международное десятилетие по уменьшению опасности стихийных бедствий 1990–1999 гг.) прошло уже более четверти века, в законодательствах ряда стран, в том числе и в Казахстане, до сих пор не утверждены и не используются уже принятые международные термины и понятия по аспектам рисков бедствий. Так, в новом Законе Республики Казахстан "О гражданской защите" от 11.04.2014 г. [4] нет терминов и понятий о риске бедствий и его компонентах. Такая ситуация, безусловно, затрудняет единство и эффективность действий ученых и специалистов в области снижения рисков бедствий (СРБ) в республике. В связи с этим предлагается до официального утверждения в Казахстане современного понятийного аппарата в сфере СРБ временно использовать в практической деятельности термины и понятия, представленные в Терминологическом глоссарии UNISDR от 2009 г. [5]. В частности, применительно к оценкам рисков ЭГЯ использовать прежде всего следующие термины и понятия из этого глоссария:

Бедствие – событие, которое серьезно нарушает жизнь местных сообществ и общества, является причиной жертв среди населения, а также обширного материального, экономического или экологического ущерба и воздействия, которое превосходит способность сообщества или общества справиться с ним собственными силами.

Гидрометеорологическая угроза – процесс или явление атмосферного, гидрологического или океанографического характера, которое может повлечь гибель людей, увечья или другой вред здоровью, ущерб имуществу, потерю средств к существованию и услуг, социальные и экономические потрясения или вред окружающей среде

Оценка риска – методика определения природы и масштаба риска посредством анализа потенциальных угроз и оценки существующих условий уязвимости, которые потенциально могут нанести вред подверженным угрозе людям, имуществу, средствам к существованию и окружающей среде, от которой они зависят.

Подверженность угрозе – люди, имущество, системы и другие элементы, находящиеся в зоне повышенной опасности, которые тем самым подвергаются потенциальной угрозе понести ущерб.

Предотвращение – полное предупреждение отрицательного воздействия угроз и взаимосвязанных бедствий.

Риск бедствий – потенциальные потери в результате бедствий, выражающиеся в гибели людей, ухудшении здоровья, источников существования, ущербе имуществу и общественным службам, которые может понести конкретное сообщество или общество в течение некоего указанного периода времени в будущем.

Снижение риска бедствий (СРБ) – концепция и практические действия по снижению риска бедствий посредством систематической работы, направленной на анализ и контроль причинных факторов бедствий, в том числе через снижение подверженности угрозам, уменьшение уязвимости населения и имущества, разумное управление земельными ресурсами и окружающей средой и повышение готовности к неблагоприятным событиям.

Управление риском бедствий – процесс систематического использования административных распоряжений, организаций, функциональных навыков и потенциала для реализации

стратегий, политики и улучшенных возможностей преодоления для снижения отрицательных воздействий угроз и вероятности бедствия.

Уязвимость к бедствиям – характеристики и условия, присущие общине, системе или имуществу, повышающие их восприимчивость к разрушительному воздействию угрозы.

2. *Виды и масштабы ЭГЯ в Казахстане.* В соответствии с приказом министра по ЧС РК от 18.03.2011 г., № 99, принятым на основе Классификатора Межгосударственного совета по ЧС стран СНГ от 15.08.2002 г., согласованного, в том числе с уполномоченным органом по ЧС в РК, в Казахстане в предельном варианте можно выделить распространение около трех видов ЭГЯ:

Группа 1 – ЭГЯ на водных объектах суши: Сели. Склоновый смыв. Снежные лавины. Высокие уровни воды (наводнения). Весенние половодья на равнинных реках. Дождевые (тало-дождевые, снеговые) паводки. Затопления и зажоры. Маловодья. Резкая нехватка питьевой воды вследствие истощения источников воды или их загрязнения. Истощение водных ресурсов, необходимых для организации хозяйственно-бытового водоснабжения и обеспечения технологических процессов. Пострадавшие на водах. Прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек и т.д.) с образованием волн прорыва и катастрофических затоплений. Прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек и т.д.) с образованием прорывных паводков. Аварийный сброс воды из водохранилищ ГЭС в связи с угрозой прорыва гидротехнических плотин. Прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек и т.д.), повлекшие смыв плодородных почв или отложение наносов на обширных территориях. Прорывы плывунов, пульпы и глинистой массы, а также затопление водой действующих горных выработок при разработке полезных ископаемых. Разрыв береговой полосы штормовыми нагонами. Прорыв магистральных поливных каналов, повлекших затопление селитебных территорий. Всего 19 видов ЭГЯ по группе 1.

Группа 2 – ЭГЯ на морских водных объектах: цунами. Сильные волнения. Сильные фоновые колебания уровня моря. Сильный тягун в портах. Ранний ледяной покров или припай. Напор льдов, интенсивный дрейф льдов. Отрыв прибрежных льдов. Непроходимый (трудно-проходимый) лед. Затирание плавательных средств и их гибель под напором льда. Всего 9 видов ЭГЯ по группе 2.

Группа 3 – ЭГЯ на подземных водных объектах: высокие уровни грунтовых вод. Низкие уровни грунтовых вод (аномальное падение уровня грунтовых вод). Всего 2 вида ЭГЯ по группе 3.

Очевидно, что из всего состава возможных ЭГЯ в Казахстане недопустимые риски в потенциале реально могут иметь лишь некоторые из них. Это дождевые (тало-дождевые, снеговые) паводки; весенние половодья на равнинных реках; сели; прорывы плотин водохранилищ или озер (дамб, шлюзов) с образованием волн прорыва и катастрофических паводков; ветровые нагоны на крупных водных объектах; затопления и зажоры; маловодья; аварийные сбросы воды из водохранилищ ГЭС в связи с угрозой прорыва гидротехнических плотин; высокие уровни поверхностных и грунтовых вод (наводнения), обусловленные неблагоприятными условиями подстилающей поверхности; снежные лавины и, возможно, другие.

Все перечисленные виды опасных ЭГЯ могут иметь широкий диапазон возможных масштабов потенциальных рисков – от местного до глобального (катастрофического) уровня. Критерии определения этих масштабов в республике определены решением Правительства Республики Казахстан [6] (таблица 1).

Таблица 1 – Категории и критерии для оценки ЧС природного и техногенного характера в Республике Казахстан

Критерии чрезвычайных ситуаций	Категория чрезвычайной ситуации природного и техногенного характера			
	объектовая	местная	региональная	глобальная
Гибель людей (кол-во чел. – N)	$5 < N < 10$	$5 < N < 10$	$50 < N < 200$	$N > 200$
Нарушение условий жизнедеятельности (кол-во чел. – N)	$50 < N < 100$	$100 < N < 500$	$500 < N < 1500$	$N > 1500$
Размер материального ущерба*	МРП < 15 000	15 000 < МРП < 100 000	100 000 < МРП < 200 000	МРП > 200 000
* МРП – минимальный расчетный показатель.				

3. *Характеристика статистических данных об ЭГЯ.* В период пребывания Казахстана в составе СССР удовлетворительная статистика об ЭГЯ в республике не велась. С началом проведения Международного десятилетия ООН по уменьшению опасности стихийных бедствий (1990–1999 гг.) и по настоящее время в Казахстане усилиями уполномоченного органа в сфере ЧС проводится более или менее полный сбор информации о всех фактах экстремальных природных и техногенных явлений и вызванных ими ЧС, в том числе и об ЭГЯ с их характеристикой по основным параметрам: вид бедствия, место и время возникновения, количество пострадавших, в том числе погибших людей, нанесенный ущерб от ЧС и др.

Хотя изначально для полного сбора информации о бедствиях уполномоченным органом в сфере по ЧС в РК были разработаны единые обширные табличные формы, собранный многолетний статистический материал по ЧС, в том числе и об ЭГЯ, оказался неполным и крайне неоднородным по информативности. Поэтому в настоящее время на основе имеющегося статистического ряда ЭГЯ КЧС (МВД) РК возможно получение лишь общих ориентировочных и неполных выводов о закономерностях ЭГЯ в республике.

Так, на основе этого ряда повторяемость и разнообразие случаев ЭГЯ по видам за 1991–2012 годы характеризуется следующим образом. Всего за этот период в базе архивированы 567 случаев ЭГЯ из 12 их видов. Среди этих случаев наиболее частыми были дождевые (талодождевые, снеговые) паводки – 229, весенние половодья – 115, снежные лавины – 112, сели – 54, заторы (зажоры) – 33, ветровые нагоны – 15 случаев, что составляет 98,4% от общего их числа. Таким образом, можно полагать, что только 6 этих видов ЭГЯ и плюс, конечно, ЭГЯ, возникающие при гидродинамических авариях, представляют наибольшую угрозу среди всех ЭГЯ в Казахстане.

Наряду с ведением базы данных ЭГЯ КЧС (МВД) РК с середины 1990-х годов параллельно ведется формирование специализированной гидрометеорологической базы данных об ЭГЯ РГП "Казгидромет" в форме Каталога стихийных гидрологических явлений по параметрам: продолжительность явления (в сутках), место возникновения (административная территория, водный объект) и масштаб явления (в количественных единицах или просто без указания масштаба). В каталоге собраны сведения по 15 видам ЭГЯ: высокие весенние половодья, талые, дождевые, талодождевые паводки, зажоры и заторы льда на реках, сели, снежные лавины, высокие уровни воды, ранние даты вскрытия рек, оползни, склоновые смывы, ранние вскрытия рек от ледостава, прорывы плотин и дамб водохранилищ и магистральных каналов и др. Всего в этом каталоге за 2001–2010 годы имеются сведения по 235 различным ЭГЯ, характеристики которых во многих случаях определены не полностью. Причем в каталоге вообще отсутствуют сведения о последствиях ЧС возникших на территориях республики ЭГЯ.

Большим недостатком в статистике об ЭГЯ в республике является то, что имеющиеся базы данных КЧС (МВД) РК и РГП "Казгидромет" не согласованы по информационному содержанию и до сих ведутся практически разобщенно.

4. *Прямые и косвенные риски ЭГЯ.* В Казахстане также нет официально утвержденных методик по оценке ущербов от многих ЧС, в том числе и от ЭГЯ. Однако, например, в Украине положение другое, там уже более десятилетия назад разработана и утверждена решением Правительства (от 15.02.2002 г., № 175) "Временная методика оценки убытков от последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" [7], в которой предложены схемы расчетов убытков для ЧС различных масштабов (объектового, местного, регионального и государственного) и различных видов, в том числе для ЧС, возникших при естественных ЭГЯ и гидродинамических авариях.

В соответствии с этой методикой для подсчета суммарных убытков от ЧС, возникших в связи с ЭГЯ, предложено отдельно по специальным алгоритмам определять убытки по восьми основным частным компонентам.

Это убытки от: 1) разрушения и повреждения основных фондов, уничтожения имущества и продукции; 2) потери жизни и здоровья населения; 3) неизготовления продукции вследствие прекращения производства; 4) изъятия или нарушения сельскохозяйственных угодий; 5) потери древесины и других лесных ресурсов; 6) потерь рыбного хозяйства; 7) уничтожения или ухудшения качества рекреационных зон; 8) загрязнения поверхностных и подземных вод.

Думается, что этот детальный опыт Украины можно адаптировать для оценок ущербов от ЭГЯ в Казахстане, однако для этого необходимо выяснить возможности определения частных компонентов общего ущерба от ЭГЯ для условий Казахстана.

В данной работе анализ и общая оценка негативного воздействия ЭГЯ в Казахстане проведены по имеющимся данным КЧС (МВД) РК за 1991–2012 гг. (таблице 2).

Таблица 2 – Характеристика негативного воздействия ЭГЯ в РК за 1991–2012 гг.

№ п/п	Вид ЭГЯ	Кол-во ЭГЯ	Кол-во физ. постр. (чел.)	Кол-во погиб. (чел.)	Ущерб, тыс. тенге*	Кол-во ЭГЯ б/посл. или без их оценки
1	Весеннее половодье	115	4308	6	972 681	82
2	Дождевой (тало-дождевой) паводок	229	5356	11	18 315 887	100
3	Затор, зажор	33			20 137	30
4	Селевой поток	54	8	5	308 857	28
5	Снежная лавина	112	14	7	282	94
6	Ветровой нагон на крупных водоемах	15			1540	14
7	Повышение уровня грунтовых вод	3			4 964	
8	Склоновый сток	5			15 591	4
9	Сильное колебание уровня моря (водоема)	1			21 293	
Итого		567	9686	23	19 661 232	352
* В ценах за период до 2012 г.						

Данные таблицы 2 показывают, что среди ЭГЯ наиболее ущербны внезапные паводки. Более предсказуемые половодья, а также селевые потоки, имеющие в основном локальное распространение в малонаселенных горных районах, наносят существенно меньший материальный ущерб. Доля других ЭГЯ по последствиям вообще ничтожно мала, за исключением снежных лавин, представляющих опасность в основном для людей. В общем можно полагать, что риск ЭГЯ в Казахстане заключается в основном в нанесении материальных ущербов, а риски подверженности людей опасности при ЭГЯ относительно незначительные.

Определение косвенных ущербов от ЭГЯ – весьма трудная задача, решение которой связано с наличием детальных сведений о социально-экономических условиях подверженных ЭГЯ регионов. В приближенном суждении предполагается, что соотношение прямых ущербов от ЧС, в том числе связанных с ЭГЯ, находится в пропорции примерно как один к трем, это ориентировочно принято в Концепции предупреждения и ликвидации ЧС в РК от 2005 г., одобренной решением Правительства РК [8].

Вообще, если даже соотнести суммарные социально-экономические ущербы, обусловленные ЭГЯ в Казахстане за 1991–2012 гг. (см. таблицу 2), например, с ВВП республики ($40,75 \cdot 10^{12}$ тенге) [9] и последствиями ДТП в Казахстане (около 30 тыс. чел. Пострадавших / 2585 чел. погибших) [10] только за один 2014 г., то относительные потери при ЭГЯ представляются очень незначительными (в малых долях от 1%).

5. *Рейтинги ЭГЯ.* Данные таблицы 2 показывают, что негативные последствия различных ЭГЯ весьма различны по различным параметрам. Для определения комплексной негативной значимости ЭГЯ на основе этой таблицы определены рейтинги ЭГЯ в Казахстане по 10-балльной шкале (таблица 3).

Таким образом, расчеты по фактическим данным также показывают, что реальное негативное воздействие в Казахстане (не считая гидродинамические аварии) могут оказывать лишь 6 видов естественных ЭГЯ: 1) дождевые (талодождевые) паводки; 2) весенние половодья; 3) снежные лавины; 4) селевые потоки; 5) заторные и зажорные явления и 6) ветровые нагоны на крупных водоемах, а из этих 6-ти видов наибольшую, главным образом экономическую, опасность представляют паводки и половодья на равнинных и горных реках.

Таблица 3 – Общая характеристика негативного воздействия ЭГЯ в Казахстане и рейтинги их рисков в баллах

№ п/п	Вид ЭГЯ	Кол-во ЭГЯ/вес	Кол-во пострад. (чел.)/вес	Кол-во погиб. (чел.)/вес	Ущерб (тыс. тенге)/вес	Средний вес/балл риска
1	Дождевой (тало-дождевой) паводок	$\frac{229}{0,40}$	$\frac{5356}{0,55}$	$\frac{11}{0,38}$	$\frac{18\ 315\ 887}{0,93}$	0,56/10,0
2	Весеннее половодье	$\frac{115}{0,20}$	$\frac{4308}{0,44}$	$\frac{6}{0,21}$	$\frac{972\ 681}{0,05}$	0,22/3,9
3	Снежная лавина	$\frac{112}{0,19}$	$\frac{14}{0,00}$	$\frac{7}{0,24}$	$\frac{282}{0,00}$	0,11/2,0
4	Селевой поток	$\frac{54}{0,10}$	$\frac{8}{0,00}$	$\frac{5}{0,17}$	$\frac{308\ 857}{0,02}$	0,07/1.1
5	Затор, зажор	$\frac{33}{0,06}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{20\ 137}{0,00}$	0,02/0,4
6	Ветровой нагон на крупных водоемах	$\frac{15}{0,03}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1540}{0,00}$	0,01/0,2
7	Повышение уровня грунтовых вод	$\frac{3}{0,01}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{4\ 964}{0,00}$	0,00/0,00
8	Склоновый сток	$\frac{5}{0,01}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{15\ 591}{0,00}$	0,00/0,00
9	Сильное колебание уровня моря	$\frac{1}{0,00}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{21\ 293}{0,00}$	0,00/0,00
Итого		567	9686	29	19 661 232	

б. *Методы оценок рисков ЭГЯ.* Как показано выше, в подразделе "Термины и понятия", риски бедствий (ЧС), в том числе связанные с ЭГЯ, понимаются, согласно глоссарию UNSDSR [5], как "потенциальные потери в результате бедствий, выражающиеся в гибели людей, ухудшении здоровья, источников существования, ущербе имуществу и общественным службам, которые может понести конкретное сообщество или общество в течение некоего указанного периода времени в будущем". В этой связи Европейской комиссией в Руководстве по оценке и картированию рисков бедствий [9] предложено определять риски бедствий в количественном выражении по алгоритмам:

а) для ситуаций, когда размеры негативного воздействия не зависят от вероятности реализации угрозы бедствия:

$$\text{Риск} = p \cdot E \cdot V, \quad (1)$$

б) для ситуаций, при которых размеры негативного воздействия зависят от вероятности наступления экстремального события:

$$\text{Риск} = f(p \cdot E \cdot V), \quad (2)$$

где p – вероятность наступления события; E – общее количество людей, имущества и других компонентов, подверженным возможным потерям; V – уязвимость подверженных бедствиям компонентов; f – выражение функциональной зависимости "Риска" от вероятности события.

Без сомнения, расчет рисков ЭГЯ в РК с использованием методов, предложенных в Руководстве по оценке и картированию рисков бедствий [11], возможен только при наличии достаточной информации о фактах и условиях возникновения ЭГЯ, а также объективной дифференциации статистических рядов ЭГЯ на их однородные подвиды. Этим требованиям не удовлетворяют имеющиеся ряды ЭГЯ в РК [12]. Так, в базе данных КЧС (МВД) РК отсутствуют сведения о масштабах бедствий и водных объектах, где они возникали, а в базе данных РГП "Казгидромет" нет сведений о нанесенных ущербах бедствиями, возникших при ЭГЯ. Кроме того, в обеих базах данных перечни ЭГЯ не дифференцированы по однородным подвидам ЭГЯ; не все сведения об ЭГЯ полные по информационному содержанию; нет никаких данных о подверженности и уязвимости населения, объектов и территорий ЭГЯ и др.

Ситуация с недостаточным наличием фактических данных об ЭГЯ в РК, безусловно, является главной причиной того, что в Атласе природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Республики Казахстан от 2010 года [13] для оценки вредного воздействия ЭГЯ использованы лишь качественные и некоторые полуколичественные методы оценок даже не самих рисков, а только отдельных их компонентов.

Всего в Атласе природных и техногенных опасностей и рисков ЧС РК представлены 37 национальных и региональных мелкомасштабных карт по оценке элементов риска ЭГЯ, в том числе из этих карт посвящены: 13 – селевой опасности; 13 – лавинной опасности; 1 – опасности наводнений при весенних половодьях и паводках; 1 – опасности подъема уровней воды в реках; 1 – опасности заторов и зажоров; 3 – явлениям маловодья и пересыхания рек; 1 – явлениям перемерзания рек; 1 – опасности повышения уровня грунтовых вод; 3 – опасности нагонных затоплений на крупных водоемах. На всех этих картах в основном показаны зоны и объекты, подверженные ЭГЯ (или ЧС) различной интенсивности, которая определялась дискретно на качественном или полуколичественных уровнях по балльному принципу.

Блок карт в атласе, посвященных ЭГЯ, следует рассматривать как большое достижение в отечественной практике, позволяющее иметь более обширные и системные знания о закономерностях распространения ЭГЯ в республике, однако эти карты не дают возможности точно судить о действительном риске подверженности конкретных территорий ЭГЯ, что очень важно знать при осуществлении стратегического планирования развития регионов республики.

В настоящее время в какой-то мере проблему оценки рисков бедствий, возникающих при ЭГЯ, на национальном и местном уровнях, по-видимому, может временно решить использование Метода косвенной оценки подверженности территорий бедствиям на основе использования критериев масштабов чрезвычайных ситуаций, утвержденных Правительством Республики Казахстан. Суть этого метода заключается в следующем [14].

Для объектовой ЧС по всем показателям (число погибших людей, число людей с нарушениями условий жизнедеятельности и размер ущерба) задаются значения 1,0. Для ЧС других масштабов определяются коэффициенты их значимости (таблица 4) исходя из утвержденных критериев Правительства РК для других масштабов ЧС по каждому показателю (см. таблицу 1), а также в среднем по каждому масштабу ЧС. На основе использования такого методического подхода получены алгоритмы (3–5) косвенного определения индексов абсолютной подверженности территории бедствиям и их относительных значений на единицу площади (1 тыс. км²) и единицу численности населения (1 тыс. чел.).

Таблица 4 – Осредненные коэффициенты значимости категорий ЧС по отношению к объектовой ЧС

Критерии чрезвычайных ситуаций	Категория чрезвычайной ситуации природного и техногенного характера			
	объектовая	местная	региональная	глобальная
Число погибших	1,0	3,5	15,0	40,0
Нарушение условий жизнедеятельности	1,0	3,5	12,5	30,0
Размер ущерба здоровью людей, окружающей среде и объектам	1,0	3,3	16,7	40,0
Среднее	1,0	3,4	14,7	36,7

$$I_A = 1,0 \cdot N_O + 3,4 \cdot N_L + 14,7 \cdot N_R + 36,7 \cdot N_G, \quad (3)$$

$$I_F = 1,0 \cdot N_O + 3,4 \cdot N_L + 14,7 \cdot N_R + 36,7 \cdot N_G / F_{км2} \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

$$I_Q = 1,0 \cdot N_O + 3,4 \cdot N_L + 14,7 \cdot N_R + 36,7 \cdot N_G / Q_{чел.} \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

где I_A , I_F , I_Q – индексы подверженности территории бедствиям – соответственно абсолютный и относительные на единицу площади (1 тыс. км²) и единицу численности населения (1 тыс. чел.); N_O , N_L , N_R , N_G – число объектовых, локальных (местных), региональных и глобальных ЧС, возникших на исследуемой территории в течение фиксированного периода (года или др.); F – площадь оцениваемой территории, км²; Q – количество проживающего населения на оцениваемой территории.

Сравнительный анализ значений I_A , I_F , I_Q без труда и объективно позволяет косвенно выявлять уровни и различия подверженности различных территорий республики по интенсивности их подверженности бедствиям. При этом средний уровень индекса подверженности на национальном уровне будет соответствовать индексу, рассчитанному по данным для всей территории республики.

7. *Предложения по формированию обновленной базы ЭГЯ и развитию методической основы оценки их рисков в РК.* Выше показано, что существующие базы данных об ЭГЯ в современной их форме мало пригодны для объективной оценки рисков ЭГЯ в количественном выражении. Для улучшения ситуации с исходными данными по ЭГЯ предлагается следующее:

1. Собрать и обобщить по максимально возможному числу зарегистрированных в базах данных ЭГЯ КЧС (МВД) РК и РГП "Казгидромет" всю информацию из различных источников.

2. По картам риска областных ДЧС КЧС МВД РК, разработанных в рамках действующих паспортов безопасности административных территорий, определить зоны, подверженные ЭГЯ с различными интенсивностями и вероятностями, исследовать и выявить социально-экономические потенциалы этих зон, а также уязвимости этих потенциалов при бедствиях, возникающих при различных ЭГЯ, и их интенсивностях и вероятностях.

3. На основе имеющихся рядов ЭГЯ КЧС (МВД) РК и РГП "Казгидромет" создать официальную единую унифицированную базу данных об ЭГЯ по блокам однородных ЭГЯ в рамках Классификатора Межгосударственного совета по ЧС стран СНГ от 15.08.2002 г. примерно по формату таблицы 5№

Таблица 5 – Проектный вариант формата табулирования данных об ЭГЯ

Число, месяц, год, период (сутки)	Место возникновения / развития ЧС (ЭГЯ) (адм. тер. / вод. объект)	Группа и Код ЧС (ЭГЯ)	Масштаб ЧС (ЭГЯ)	Источник информации	Регистр. номер	Сведения о последствиях ЧС (ЭГЯ)*
1	2	3	4	5	6	7
* Наличие дополнительных сведений.						

4. Для реализации предложений по пунктам 1–3 в Кризисном центре КЧС (МВД) РК или в ТОО "Институт географии" МОН РК создать на постоянной основе аналитическую научно-производственную группу с выделением достаточных объемов финансирования для обеспечения научно-производственной деятельности этой группы.

5. Систематически учитывать новые результаты по оценкам рисков ЭГЯ и методам их расчета в регулярно обновляемых сводных учебно-аналитических документах КЧС (МВД) РК: План подготовленности Республики Казахстан к чрезвычайным ситуациям природного характера и Национальный ситуационный анализ безопасности территорий Республики Казахстан от природных и техногенных бедствий (методические основы) [2, 15].

Выводы:

1. При оценке рисков ЭГЯ до официального утверждения в Казахстане современного понятийного аппарата в сфере СРБ целесообразно временно использовать в практической деятельности термины и понятия, представленные в Терминологическом глоссарии UNISDR от 2009 г.

2. Реальное негативное воздействие среди различных видов ЭГЯ в Казахстане могут оказывать лишь 6 видов природных ЭГЯ: 1) дождевые (талодождевые) паводки; 2) весенние половодья; 3) снежные лавины; 4) селевые потоки; 5) заторные и зажорные явления и 6) ветровые нагоны на крупных водоемах, а также ЭГЯ техногенного характера при гидродинамических авариях.

3. Существующие базы данных об ЭГЯ в современной их форме мало пригодны для объективной оценки рисков ЭГЯ в количественном выражении. В Атласе природных и техногенных опасностей и рисков ЧС РК представлены мелкомасштабные карты только по оценке отдель-

ных элементов риска некоторых ЭГЯ по 9 основным видам: сели, снежные лавины, наводнения и паводки, высокие уровни воды, заторы и зажоры, маловодья и пересыхание рек, высокие уровни грунтовых вод и нагонные явления на крупных водоемах.

4. Рекомендуются проводить территориальные оценки рисков ЭГЯ на основе Метода косвенной оценки подверженности территорий бедствиям, использующим критерии масштабов чрезвычайных ситуаций, утвержденных Правительством Республики Казахстан.

5. Предлагается подготовить единую унифицированную базу данных об ЭГЯ по блокам однородных ЭГЯ в рамках Классификатора Межгосударственного совета по ЧС стран СНГ от 15.08.2002 г. и создать в одном из заинтересованных государственных органов постоянно работающую аналитическую научно-производственную группу по проблемам ЭГЯ в Казахстане с достаточными объемами финансированием ее деятельности.

Эта работа выполнена автором в инициативном порядке.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] World Disaster Report. Focus on culture and risk. IFRC&RCS (www.ifrc.org). – 2014. – 266 с.
- [2] Национальный ситуационный анализ безопасности территорий Республики Казахстан от природных и техногенных бедствий: Методические основы. – Проект КЧС МВД РК-ПРООН в Казахстане. – Астана, 2015. – 92 с.
- [3] Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. - UNSDR (www.unsdr.org). – 38 с.
- [4] Закон Республики Казахстан "О гражданской защите" от 11 апреля 2014 года, № 188-У.
- [5] Терминологический глоссарий. – По снижению риска бедствий. UNISDR. – Женева, 2009 (www.unisdr.org/publications. Prevention Web: www.preventionweb.net).
- [6] Постановление Правительства Республики Казахстан «Об установлении классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 2 июля 2014 г., № 756.
- [7] Временная методика оценки убытков от последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Утверждена Постановлением Кабинета Министров Украины от 15 февраля 2002 г., № 175. – Нормативная и методическая база стран СНГ по проблемам чрезвычайных ситуаций. – М., 2003. – С. 434-465.
- [8] Концепция предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и совершенствования государственной системы управления в этой области. – Одобрена Постановлением Правительства Республики Казахстан от 23 ноября 2005 г., № 1154.
- [9] www.stat.gov.kz
- [10] <https://radiotochka.kz>
- [11] Руководство по оценке и картированию рисков для обеспечения готовности к стихийным бедствиям. Европейская комиссия. Рабочий документ сотрудников комиссии. – Брюссель, 21.12.2010. SEC (2010) 1626. 42 с.
- [12] Плеханов П.А. Проблема оценки рисков стихийных бедствий в Казахстане // Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Сб. материалов V Международной научно-практической конференции. – Кокшетау, 2014. – С. 191-193.
- [13] Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Республики Казахстан. – Алматы, 2010. – 264 с.
- [14] Плеханов П.А. Метод относительной оценки подверженности территорий бедствиям на основе критериев масштабов чрезвычайных ситуаций, утвержденных Правительством Республики Казахстан // Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Сб. материалов VI Международной научно-практической конференции. – Кокшетау, 2015. – С. 161-163.
- [15] План подготовленности республики Казахстан к чрезвычайным ситуациям природного характера // МВД (КЧС) РК – ПРООН-Казахстан – Астана, 2015. – 304 с.

Н. Ф. ХАРЛАМОВА, И. Н. РОТАНОВА, А. В. ПЛЕХОВА, О. С. КАЗАРЦЕВА

ФГБОУ ВО Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В АТЛАСЕ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Резкое увеличение количества чрезвычайных ситуаций природного характера вызывает необходимость изучения предпосылок и условий их образования, характеристик и особенностей пространственно-временного распространения, проводить мониторинг, а также прогнозировать возможности их появления. Для Алтайского края проблема опасных природных явлений является очень актуальной. На территории региона возможны более 25 видов опасных природных явлений, которые способны нанести значительный материальный и экологический ущерб. В свете глобальных изменений климата, его проявлений для России и возможных экологических и социально-экономических последствий особенно актуальными представляются изменения гидрологического режима в бассейнах рек Сибири. Уязвимость водных ресурсов обусловлена высокой чувствительностью и незамедлительной реакцией гидрологического режима на климатические изменения. Цель исследования – разработка концепции и общей программы фундаментального картографического проекта энциклопедического типа "Атлас опасных природных явлений Алтайского края" в целях устойчивого развития на основе современных научных подходов и инновационных технологий – веб- и геоинформационного картографирования.

The sharp increase in the number of emergency situations of natural nature makes it necessary to examine the prerequisites and conditions for their formation, characteristics and peculiarities of their spatial and temporal distribution, monitoring, as well as predict the possibility of their occurrence. For the Altai krai, the problem of natural hazards is very urgent. Throughout the region there may be more than 25 kinds of natural hazards, which can cause significant material and environmental damage. In the light of global climate change, its manifestations in Russia and possible environmental and socio-economic effects seem particularly relevant changes in the hydrological regime in the basins of Siberia. The vulnerability of water resources due to high sensitivity and immediate reaction of hydrological regime on climate change. The purpose of the study is to develop a concept and the overall programmer of the fundamental encyclopedic type mapping project "Atlas of natural hazards of the Altai krai" for sustainable development on the basis of modern scientific approaches and innovative technologies Web- and geoinformation mapping.

Введение. В последние годы значительно усилилось внимание общества к проблеме опасных природных явлений, нередко вызывающих стихийные бедствия. Резкое увеличение количества чрезвычайных ситуаций природного характера вызывает необходимость изучать предпосылки и условия их образования, характеристики и особенности их пространственно-временного распространения, проводить мониторинг, а также прогнозировать возможности их появления. Совершенствование методов анализа и оценки опасных природных явлений базируется на накопленном объеме информации о природно-климатических условиях, гидрологических явлениях, геолого-геоморфологических процессах и невозможно без применения современных технологий в области сбора, обработки, моделирования и представления пространственно-временных данных. Атласные геоинформационные системы (ГИС), создающиеся в современной программной среде, имеют в своем инструментарии функциональные возможности, позволяющие анализировать и визуализировать различные характеристики, определяющие появление опасных явлений и чрезвычайных ситуаций.

Накопление информации о природных опасных явлениях в базах данных ГИС, формирование систематизированного массива данных о зафиксированных случаях необходимо для обнаружения закономерностей их пространственного распределения. Существующая редкая наблюдательная сеть или отсутствие специальных наблюдений за опасными природными явлениями на ряде территорий вызывают необходимость развития методов и подходов обработки данных дистанционного зондирования Земли, использования математико-картографического моделирования, совершенствования ГИС-технологий. Актуальность фундаментальной научной проблемы данного исследования возрастает в связи с глобальными климатическими изменениями.

Постановка проблемы. В Алтайском государственном университете (АлтГУ) начаты работы по созданию регионального Атласа опасных природных явлений. При разработке концепции Атласа учитывается опыт создания уже опубликованных картографических произведений: Атласа природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации [1], Атласа природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Приволжского федерального округа [2], ряда карт в комплексных региональных атласах, а также создающегося в электронном варианте Атласа опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья [3,4]. За исключением разработанных серий карт опасных гидрометеорологических явлений на территории Иркутской, Новосибирской областей и Красноярского края, опыт создания атласных геоинформационных систем в России не известен.

Атлас опасных природных явлений Алтайского края позволит:

– способствовать обеспечению реализации приоритетных задач по информатизации субъектов РФ и созданию информационного пространства в рамках Концепции «Безопасный регион»;

– повысить общий уровень общественной безопасности и безопасности среды обитания за счет координации и систематизации данных о проявлении опасных природных явлений;

– предоставить актуальную и достоверную информацию о природных рисках и их пространственном распространении заинтересованному кругу потребителей, включая информацию, обосновывающую сведения о комфортности природных условий и оценке рекреационного потенциала в целях развития туристской деятельности и оздоровления населения.

Для Алтайского края проблема опасных природных явлений является очень актуальной. На территории региона возможны более 25 видов опасных природных явлений, которые способны нанести значительный материальный и экологический ущерб, среди них сильные ветры, сильные ливни, градобитие, сильные метели, сильные туманы, сильные морозы, сильная жара, аномально холодная погода, чрезвычайная пожарная опасность, высокий уровень воды, низкий уровень воды, наледные явления и др.

Структура разделов Атласа включает:

Вводный раздел.

Раздел I. Общегеографическая характеристика.

Раздел II. Климатические и гидрологические условия.

Раздел III. Природные опасности и риски.

Раздел IV. Нозогеографические риски.

Раздел V. Организация предупреждения и ликвидации последствий опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций.

Методика исследований. Цель создания Атласа – представить наиболее полную пространственную характеристику различных видов опасных природных явлений, наблюдающихся на территории Алтайского края.

В ходе работ будут использованы принципы и методы, реализуемые в процессе развития методологии атласного тематического ГИС картографирования, а также современные научные подходы – системный, комплексный, геосистемный, обработки данных дистанционного зондирования, динамический и др. Новизна методов и подходов заключается в развитии геоинформационных ресурсов, интеграции их со средствами геоинформационно-картографического моделирования.

Используемые в проекте ГИС-подходы будут включать такие основополагающие составляющие, как:

базы данных, строящиеся по совокупности взаимосвязанных показателей климатических условий, гидрологических данных, геолого-геоморфологических процессов и т.д.;

картографические модели, основывающиеся на территориальном анализе посредством методов геоинформационного картографического моделирования.

Все карты в Атласе будут созданы на основе актуальных исходных данных. Картографический модуль веб-Атласа будет сопровождаться научными описаниями, пояснительными текстами, космическими снимками и фотографиями, диаграммами и таблицами. В проекте будут использованы программные средства фирмы ESRI.

Источники данных. Информационной основой для создания Атласа послужили:

- данные метеорологических наблюдений из «Метеорологических ежемесячников» (1981–2014 гг.);
- архивы метеоданных для климатических исследований из фондов ВНИИГМИ-МЦД и Интернет-ресурсов;
- оперативные и архивные данные космической съемки (архивы Географического факультета АлтГУ, Лаборатории космического мониторинга и вычислительных технологий АлтГУ, открытых Интернет-каталогов);
- фондовые материалы Географического факультета АлтГУ;
- цифровые векторные карты М 1:1 000 000, М 1:500 000;
- база данных об опасных явлениях погоды Росгидромет (<http://meteoinfo.ru/>);
- материалы, ранее опубликованные в Атласах Алтайского края (1978, 1991) и др.

Обработка пространственных и статистических данных, создание компоновок карт выполняется при помощи специализированного программного обеспечения ArcGIS.

Результаты исследования. В свете глобальных изменений климата, его проявлений для России и возможных экологических и социально-экономических последствий особенно актуальными представляются изменения гидрологического режима в бассейнах рек Сибири. Уязвимость водных ресурсов обусловлена высокой чувствительностью и незамедлительной реакцией гидрологического режима на климатические изменения.

В соответствии с ГОСТ Р 22.1.08-99 (Мониторинг и прогнозирование опасных гидрологических явлений и процессов) к опасным гидрологическим явлениям и процессам относятся затор, зажор, катастрофический паводок, наводнение, половодье, паводок, лавина снежная, цунами. Однако наиболее негативными последствиями изменений климата являются участвовавшие экстремально высокие наводнения, примером которых являются наводнения в г. Крымске Краснодарского края (07.07.2012), на реках бассейна Амура (2013), Приморья (август 2015), Ишиме и Кургане (апрель 2016 г.) и др.

Наблюдаемая со второй половины XX в. изменчивость климатического режима территории исследования [5–7 и др.] сопровождается значительными вариациями снежности зим и температуры весеннего сезона года, что способствует увеличению повторяемости чрезвычайных ситуаций, связанных с наводнениями и подтоплением территорий с большим количеством населения.

Проблемы гидроэкологической безопасности в Алтайском крае с начала XXI в. наиболее остро проявились в весенне-летний сезон 2014 г. Масштабное и разрушительное наводнение произошло в 25 районах (рисунок 1), ущерб составил около 5 млрд рублей [8].



Рисунок 1 – Алтайский край. Наводнение 2014 г. [10]

В разрабатываемом Атласе наибольшее внимание уделяется гидрологическим опасным явлениям, в частности, экстремальным. Тематика карт Атласа посвящена как гидрологическим условиям территории Алтайского края, так и гидрологическим опасностям и рискам. Определенные сложности при этом обусловлены тем, что гидрологические процессы очень сложно отделить от климатических факторов и других природных явлений [9]. Среди сюжетов карт, связанных с гидрологией, в Атласе будут представлены: гидрологическая сеть Алтайского края, гидрологический режим рек и озер, среднемноголетние сроки появления ледяных образований на реках, сроки установления ледостава, сроки вскрытия рек и их очищения ото льда, высокий уровень воды, низкий уровень воды, наводнения и паводки, наледные явления.

Стоит отметить, что существенное внимание в Атласе уделено не только режимным характеристикам опасных гидрологических явлений, но и отдельным гидрологическим объектам, наиболее характерным и чрезвычайным случаям. Одним из водосборных бассейнов, где наиболее часто происходят чрезвычайные гидрологические ситуации, является водосбор реки Чарыш – левый, один из наиболее крупных, приток р. Оби на территории Алтайского края.

Так, в Атласе будет показана динамика наиболее катастрофического с начала XXI века наводнения 2014 г. в бассейне реки Чарыш, а также представлены результаты сопряженного анализа уровней воды в течение развития первой волны весеннего половодья 2015 и 2016 гг. по данным гидропоста «Белоглазово» и свх. «Чарышский» (рисунки 2–4) с метеорологическими параметрами: высота снежного покрова, количество осадков и температура воздуха. Полученные результаты отражают достоверные зависимости, свидетельствующие о ведущей роли температуры воздуха в формировании уровня подъема воды во время первой волны весеннего половодья [10].

Предварительные результаты исследования генезиса опасных (чрезвычайных) гидрологических явлений в бассейне р. Чарыш в 2015–2016 гг. показывают, что чаще всего они связаны с неожиданным увеличением уровня воды и водного стока не только вследствие ледовых заторов и зажоров, сильных дождей, но, прежде всего, значимого увеличения температуры воздуха. К исходным параметрам, определяющим развитие катастрофических паводков и наводнений и подлежащим мониторингу, помимо климатических факторов (температура воздуха), отнесены слой выпавших осадков в бассейне реки, снеготаяние (мм), расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$), высота подъема уровня воды (см).

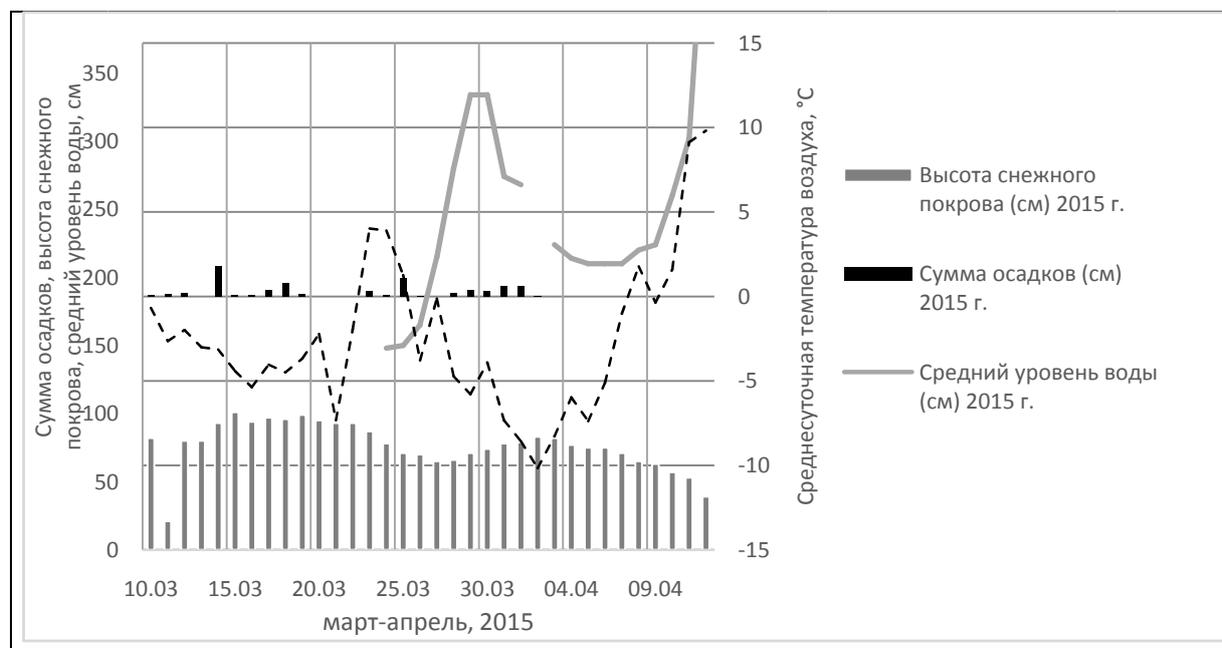


Рисунок 2 – Соотношение суточных величин высоты снежного покрова, количества осадков, температуры воздуха и среднего уровня воды р. Чарыш, 10.03–12.04.2015 г., гидропост «Белоглазово»

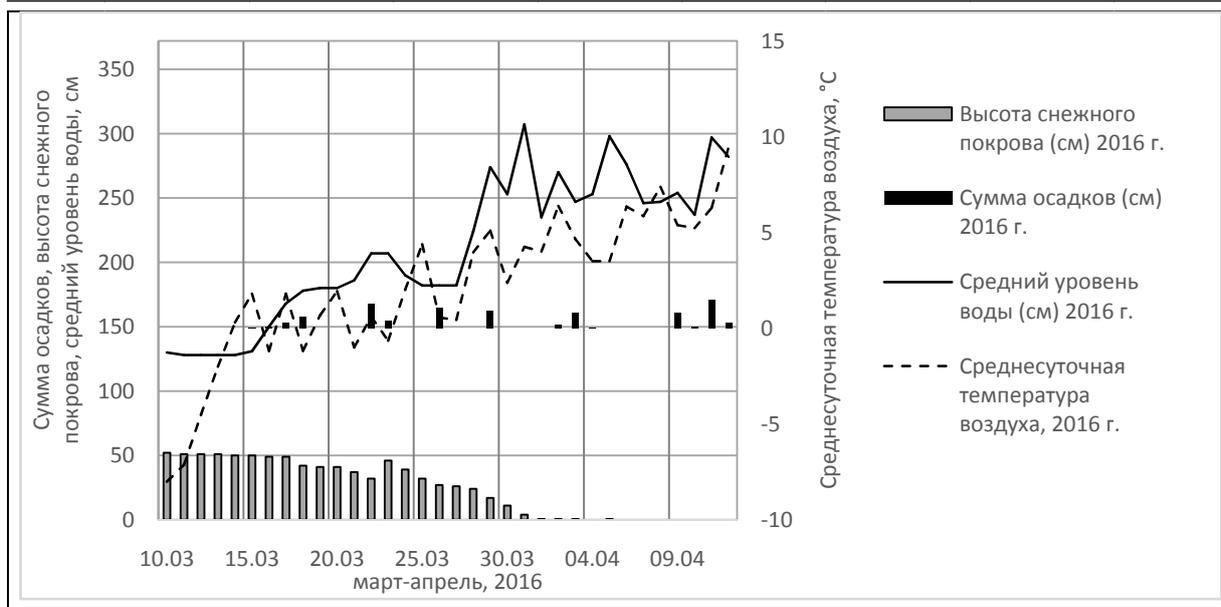


Рисунок 3 – Соотношение суточных величин высоты снежного покрова, количества осадков, температуры воздуха и среднего уровня воды р. Чарыш, 10.03–12.04.2016 г., гидропост «Белоглазово»

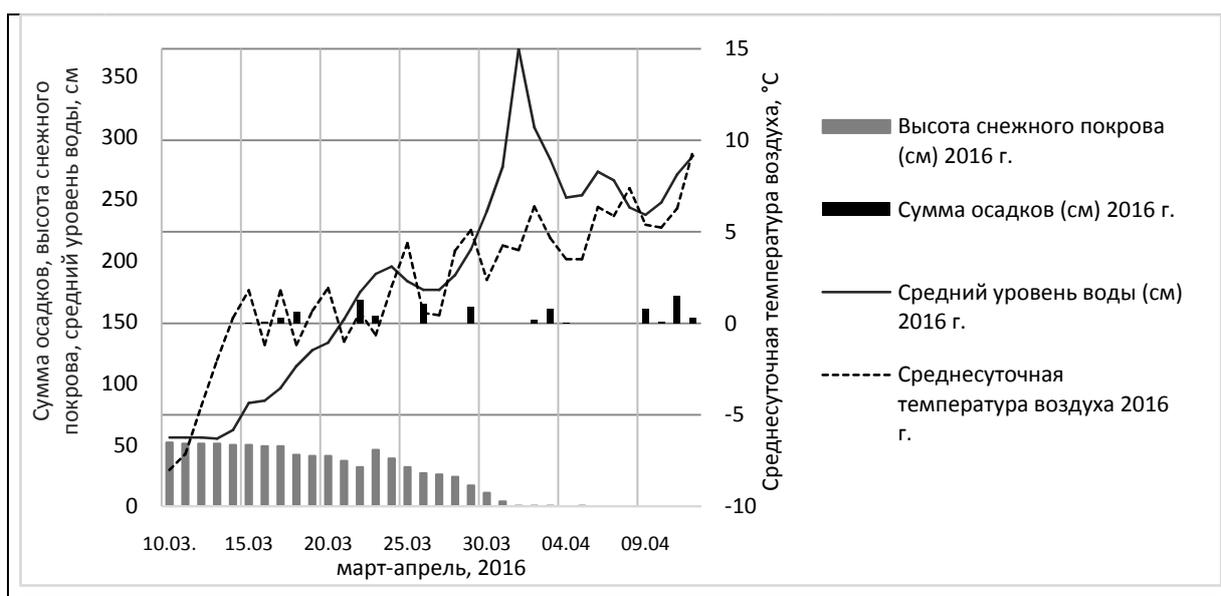


Рисунок 4 – Соотношение суточных величин высоты снежного покрова, количества осадков, температуры воздуха и среднего уровня воды р. Чарыш, 10.03–10.04.2016 г., гидропост схз. «Чарышский»

На картах будут показаны гидрологически опасные участки при наводнениях, которые тяготеют к населенным пунктам, построенные с применением геоинформационного моделирования (рисунок 5) [11,12].

Обсуждение. Резкое возрастание количества чрезвычайных ситуаций гидрологического характера вызывает необходимость выполнения исследований, связанных с происходящими гидроклиматическими изменениями, что является одной из актуальных задач для многих регионов мира, включая бассейн Верхней Оби с наличием горных и равнинных участков в Алтайском крае и Республике Алтай. Современные изменения климата обуславливают увеличение повторяемости на реках маловодий при экстремально низкой межени, изменения экологического состояния водоемов, а так же других явлений, неблагоприятных для экономики и жизни населения [13]. В рамках изучения наблюдаемых и прогнозируемых климатических

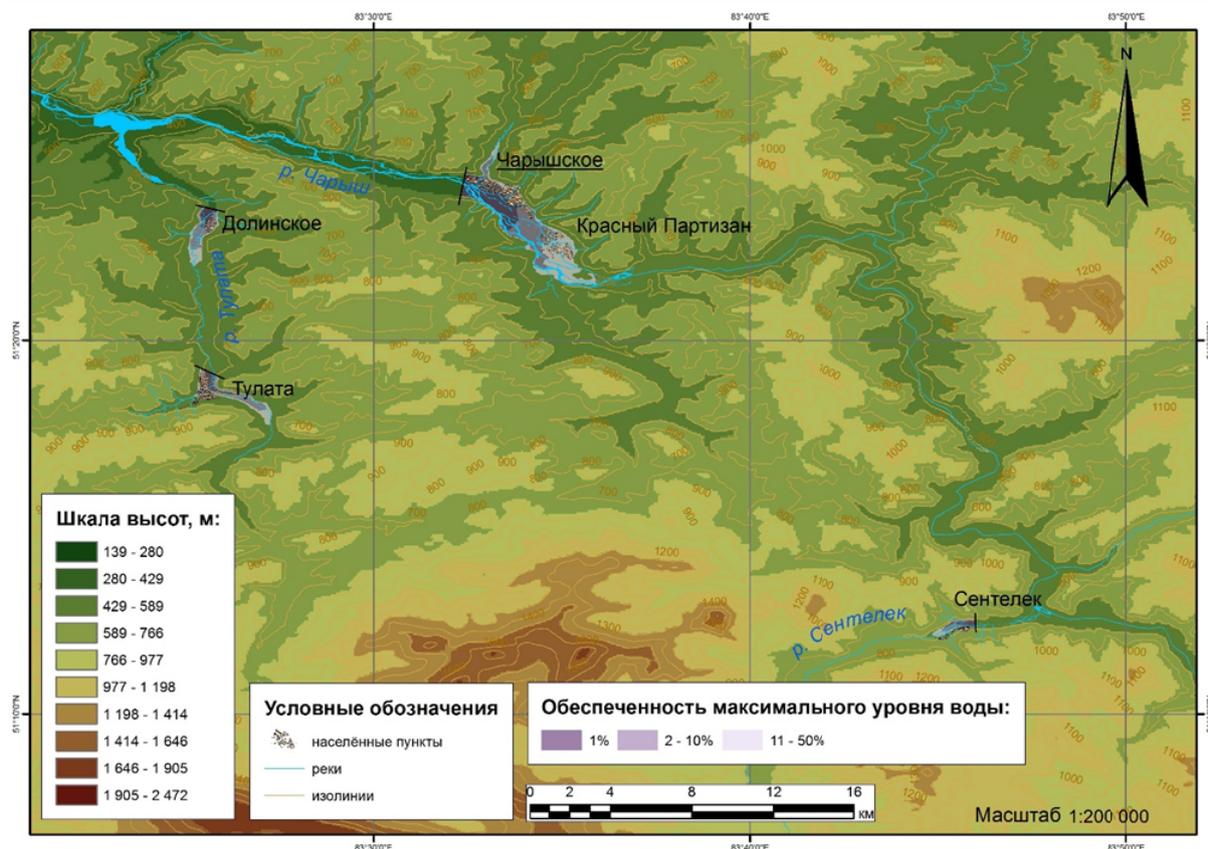


Рисунок 5 – Потенциально опасные зоны водосборного бассейна реки Чарыш с обеспеченностью максимального уровня воды 1-50% (фрагмент)

изменений, существующих и потенциальных природных рисков и чрезвычайных ситуаций, обеспечения гидроэкологической безопасности ставятся задачи поиска путей и подходов к адаптации природных и социально-экономических систем к глобальным изменениям, включая изменения климата, и не только глобальные, но и региональные. Значимую роль в изучении закономерностей проявления опасных природных явлений играют геоинформационно-картографические исследования, включающие обработку данных дистанционного зондирования.

Атлас опасных природных явлений Алтайского края создается впервые. Он является продуктом, синтезирующим и систематизирующим накопленный обширный объем материалов. Работы по его созданию являются логическим продолжением всех исследований, посвященных изучению опасных природных явлений и выполненных в регионе [14].

Развитие картографического метода исследований, использование данных мониторинговых исследований и дистанционного зондирования, а также ГИС-технологий позволит разработать новые методы оценки, анализа и прогнозирования для получения нового знания об объектах природы, природных рисках, опасных природных явлениях и показать их на картах Атласа

Заключение. Работы по созданию Атласа опасных природных явлений Алтайского края являются логическим продолжением работ по их изучению, выполненных в регионе. Поскольку Атлас в геоинформационном формате представляет собой не только набор иллюстративных картографических материалов, но и совокупность связанных между собой баз данных, в которых отражены закономерности пространственно-временного распределения опасных гидрологических явлений, он представляет несомненную ценность для комплексной оценки территориального риска чрезвычайных ситуаций природного характера в регионе.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта **16-45-220861 р_а.** «Концепция, программа и базовые карты Атласа опасных природных явлений Алтайского края».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / Под ред. С.К. Шойгу. – М., 2005, 2010.
- [2] Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Приволжского федерального округа / Под ред. С.К. Шойгу. – М., 2011.
- [3] Пьянков С.В. Атлас опасных гидрометеорологических явлений Уральского Прикамья/ С.В. Пьянков, Р.К. Абдуллин, А.Н. Шихов // Атласное картографирование: традиции и инновации: Материалы X научной конференции по тематической картографии. – Иркутск, 2015.
- [4] Пьянков С.В. Опыт создания регионального атласа опасных гидрометеорологических явлений (на примере Уральского Прикамья)/ С.В. Пьянков, А.Н. Шихов, Р.К. Абдуллин // Географический вестник. – 2016. – № 1(36).
- [5] Харламова Н.Ф. Оценка и прогноз современных изменений климата Алтайского региона / Н.Ф. Харламова. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013.
- [6] Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М.: Росгидромет, 2014.
- [7] IPCCAR5 2014: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.
- [8] Плехова А.В. Факторы формирования чрезвычайных гидрологических ситуаций в бассейнах малых рек предгорно-низкогорной зоны Алтая /А.В.Плехова, Н.Ф. Харламова // Сборник научных статей между. конф. «Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования», Барнаул, 20-24 октября, 2015. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2015.
- [9] Харламова Н.Ф. Изменчивость гидрологических характеристик Верхней Оби под воздействием изменений регионального климата / Н.Ф. Харламова // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Материалы Третьей всероссийской конференции с международным участием, Барнаул, 24-28 августа 2010 г. – Барнаул: Изд-во АРТ, 2010.
- [10] Харламова Н.Ф. Исследование генезиса чрезвычайных гидрологических ситуаций в бассейне р. Чарыш (Алтайский край) /Н.Ф. Харламова, А.В. Плехова, О.С. Казарцева// Экосистемы Центральной Азии: исследование, сохранение, рациональное использование: материалы XIIIУбсунурского Международного симпозиума (Кызыл, 4-7 июля 2016 г.). – Кызыл: Изд-воТувГУ, 2016.
- [11] Ротанова И.Н. Анализ предпосылок наводнений в бассейне реки Чарыш с применением геоинформационного картографирования / И.Н. Ротанова, В.А. Обласова// ИнтерЭкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Международный научный конгресс, 20-22 апреля 2016 г., Новосибирск: 7-я Международная конференция «Раннее предупреждение и управление в кризисных ситуациях в эпоху «Больших данных»: сб. материалов. – Новосибирск: СГУГиТ, 2016. – № 7.
- [12] Ротанова И.Н. Цифровое моделирование рельефа речных бассейнов для исследования опасности наводнений (на примере р. Чарыш) /И.Н. Ротанова, В.А. Обласова // Геоморфологи: Современные методы и технологии цифрового моделирования рельефа в науках о Земле. Вып. 6. М.: Медиа-ПРЕСС, 2016.
- [13] Экстремальные гидрологические ситуации /Отв. ред. Н.И. Коронкевич, Е.А. Баранова, И.С. Зайцева (группа соавторов). – М.: ООО «Медиа-ПРЕСС», 2010.
- [14] Rotanova I.N. / I.N. Rotanova, N.F. Kharlamova, O.V. Lovtskaya, V.V. Gaida Development of hydrology-climate monitoring and geoinformation-cartographical software for environmental study of the Altai Region Russian Scientific Conference with international participation “Nature, theory and modeling of the “atmosphere – hydrosphere – Earth's surface system”, April 12–14. Saint-Petersburg, Russia. – 2016.

Ф. Ш. ШААЗИЗОВ, Х. А. ИСМАГИЛОВ

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при ТИИМ, Ташкент, Узбекистан

ИССЛЕДОВАНИЯ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПОДПОРА ВОДЫ ТУЯМУЮНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Изложены основные результаты исследований технического состояния берегозащитных сооружений на р. Амударья, расположенных в верхнем бьефе Туямуюнского водохранилища. Приводятся рекомендации по сокращению русловых деформаций в рассматриваемом районе.

In the article are presented the basic results of the carried out researches on studying of technical state of coast protective constructions on the Amudarya river, located in top of Tuyamuyun water reservoir. Recommendations on reduction river bad deformations on considered area are resulted.

Введение. Как известно, по территории Узбекистан протекают две большие трансграничные реки – Амударья и Сырдарья, которые являются основными водными источниками для орошения больших массивов сельхозугодий. Сегодня общая площадь орошаемых территорий в республике составляет более 4,3 млн га.

Сток Амударьи формируется в основном стоком рек Пяндж и Вахш, имеющих ледниково-снеговое питание.

Вследствие таяния снежного покрова в нижних зонах водосбора в марте начинается подъем уровня воды в реке. Одновременно с началом весеннего снегового половодья (март-май) проходит ряд дождевых волн, создающих пики на общем фоне снегового половодья. Дождевые пики в нижних зонах отличаются быстротой подъема и спада, кратковременностью и обычно сливаются в одну волну с резким повышением уровня воды.

Высшие уровни на Амударье, как правило, проходят в июне-июле. В силу значительной изменчивости русла реки отсутствует определенная закономерность в датах прохождения высших уровней по ее длине [3].

Продолжительность половодья на всем протяжении реки примерно одинаковая (180–200 сут).

Для обеспечения всех отраслей народного хозяйства, в частности аграрного сектора, требуемыми объемами водных ресурсов в нужные сроки в республике построен и эксплуатируется комплекс гидротехнических сооружений (водохранилищные гидроузлы, насосные станции, каналы и др.). Кроме того, на реке Амударья в среднем и нижнем ее течении с целью снижения русловых деформации и для защиты берегов от интенсивного размыва построены берегозащитные дамбы и руслорегулирующие сооружения в виде многочисленных шпор и банкетов.

Строительство и продолжительная эксплуатация Туямуюнского водохранилищного гидроузла, расположенного в нижнем течении Амударьи, способствовали интенсивному отложению наносов в верхнем бьефе водохранилища (Тупроккалинском районе Хорезмской области), что привело к возникновению угрозы затопления больших сельхозугодий в рассматриваемом районе.

Методика исследований. При выполнении исследований использованы теоретические и экспериментальные методы речной гидравлики, методы статистической обработки данных, а также применены современные ГИС – технологии, базирующиеся на платформах Arc GIS 9.1 и ArcView 3.3.

Результаты исследований. В результате обработки данных Узгидромета за 2016 год для створа, расположенного выше Туямуюнского водохранилища, получены графические зависимости изменения отметки водной поверхности от проходящего расхода воды в рассматриваемом створе г/п «Бирата» (рисунок 1).

В 1984–1985 годах на территории Тупроккалинского массива Хорезмской области на правом берегу реки Амударьи освоено 4500 га орошаемых земель. Освоенные земли расположены в зоне влияния подпорного горизонта воды Туямуюнского водохранилища.

Для защиты освоенных земель от воды р. Амударьи в Тупроккалинском массиве в 1985 году по проекту, разработанному институтом «Узгипроводхоз», построены берегозащитные дамбы длиной 23,6 км размером: ширина с верху – 8,0 м, откосы со стороны реки $m=7,0$, со стороны земель $m=3,0$ и инспекторская дорога вдоль берегозащитной дамбы длиной 23,6 км с щебеночным покрытием.

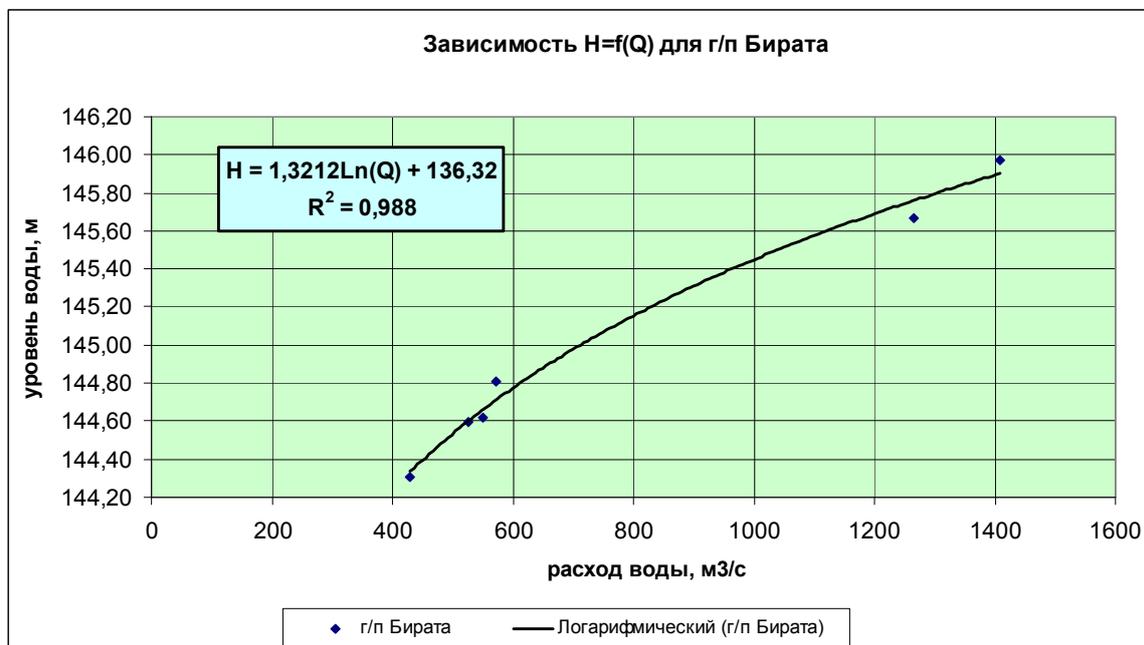


Рисунок 1 – Графическая зависимость изменения отметки водной поверхности от расхода воды

Для защиты берега реки от смыва и берегозащитных дамб по проекту построено 12 русло-регулирующих шпор [1–4]. Под влиянием Туямуюнского водохранилища – верхней части гидроузла горизонт воды поднялся на 1,0 м, а отметки дна реки – на 2–2,6 м. Из-за этого горизонт воды реки Амударьи поднялся до проектной отметки берегозащитных дамб. При прохождении паводковых расходов летом 2005 и 2009 годов возникла опасность ниже пикета 120+00 берегозащитной дамбы и перелива воды через гребень дамбы. В срочном порядке были построены дополнительные дамбы шириной 1–1,5 м, высотой до 1,5 м. В настоящее время в связи с изменением русла реки Амударьи на участках с ПК 50+00 по ПК 160+00 и ниже ПК 185+00 русло реки приблизилось к берегозащитной дамбе и полностью смывались шпоры №4А, 10,11, частично смывались шпоры №1,5,6,12. На ПК 61+00 русло реки приблизилось до 40,0 м, на ПК 200+00 – до 25,0 м. Существует опасность смыва дамбы с ПК 60+00 по ПК 70+00 и с ПК 90+00 по ПК 210+00.

Исходя из изложенных обстоятельств требуется для защиты более 4500 га орошаемых земель от затопления реконструировать берегозащитную дамбу длиной 23,6 км и построить новые шпоры, банкеты и отремонтировать инспекторскую дорогу. Для этого необходимо выполнить около 800,0 тыс. м³ земляных работ, для ремонта 7 шпоров – около 56 000 м² укрепительных работ с бутокамнем.

В Тупроккалинском массиве берегозащитные сооружения представлены из 20 шпор и банкетов. Общая длина данных сооружений составляет 24 км. В зоне защиты этих сооружений располагаются 5 тыс. га посевных площадей и селения местных жителей [1–4].

На этом участке р. Амударья в результате освоения ее пойменной части под посев 4500 га сельхозкультур были построены защитные дамбы. В результате действия подпора Туямуюнского водохранилища на данной территории уровень дна и водной поверхности р. Амударья поднялся на некоторых близлежащих участках до 3,0 м.

Начиная с 1998 года при прохождении по Амударье паводковых расходов возникали случаи угрозы перелива воды через защитные дамбы и затопления освоенных посевных

площадей. Так, в 2012 году до 19 июля по р. Амударья расход воды резко увеличился и составил порядка 3500–4235 м³/с. Таким образом возникла угроза затопления близлежащих освоенных посевных площадей, расположенных на пойменных территориях р. Амударья. При поднятии уровня воды в реке с целью предотвращения угрозы перелива и затопления территорий были организованы работы по наращению высоты дамбы и выполнен объем земляных работ в размере 9000 м³.

Грунтовый материал был уложен в тело защитных дамб, и высота ее была наращена до безопасного уровня.

После спада расхода в реке в третьей декаде июля в дамбе, расположенной близко к руслу реки на ПК 55+80 развился процесс дейгиша. В результате этого руслового процесса наблюдались размывы берегов дамбы, на рассматриваемом участке был размыв большой участок защитной дамбы, возникла угроза затопления освоенных земель пойменной части реки.

Для предотвращения чрезвычайной ситуации были привлечены механизмы и выполнены земляные работы по восстановлению размывших участков дамбы и защите от размыва их откосов рваным камнем и устройством шпор и банкетов (рисунки 2, 3).

Визуальное обследование этого участка позволило выявить следующее:

произошло смещение стрежня потока реки в сторону правого берега и отмечалось резкое увеличение скорости потока в данной области;

вверх по течению относительно шпоры 4а у правого берега была образована обширная зона водоворота с воронкой в ее центральной части;

в результате воздействия вихревых обратных течений у берега отмечался интенсивный размыв данного участка берега.

Для предотвращения угрозы перелива через гребень дамбы были проведены следующие виды и объем работ:

1. Наращена высота дамбы. С помощью автосамосвалов и бульдозеров было уложено в тело дамбы 9000 м³ грунта.

2. Для предотвращения и защиты берега от развиваемого процесса дейгиша был укреплен верховой откос дамб рваным камнем в объеме 1000 м³.



Рисунок 2 – Привлечение механизмов для восстановления размывшего участка дамбы (ПК 55+80)



Рисунок 3 – Защита откоса защитной дамбы и устройство шпор (ПК 55+80)

Основные выводы:

1. Проанализированы гидрологические данные (уровенный режим и расходы воды) в верхнем бьефе Туямуюнского водохранилища в нижнем течении реки Амударья.
2. Получены графические и эмпирические зависимости изменения уровня водной поверхности от проходящего расхода воды в реке.
3. Изучено и оценено техническое состояние берегозащитных сооружений, расположенных на р. Амударья. По изученным шпорам был разработан ряд первоочередных рекомендаций и мероприятий по улучшению их технического состояния.
4. Согласно проведенным натурным обследованиям участка Тупроккалинского массива Хорезмской области были разработаны рекомендации и меры по улучшению технического состояния берегозащитных сооружений.
5. Необходимо восстановить шпору № 4а до проектных размеров.
6. На участке развития процесса дейгиша необходимо установить две шпоры и два банкета (длиной по 10 м).
7. Для защиты берега от размыва необходимо его откос закрепить рваным камнем в объеме 2200 м³.
8. На участках, где русло реки наиболее близко подходит к дамбе, необходимо устройство 2-го ряда защитной дамбы от ПК42+00 до ПК70+00, от ПК 189+00 до ПК 203+00.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Исмагилов Х.А. Определение уровня воды на участке плотины, находящейся под давлением / Х.А. Исмагилов, Ф.Ш. Шаазизов, М.Т. Сайидов // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2013. – № 2. – С. 176-180.
- [2] Шаазизов Ф.Ш. К вопросу разработки системы мониторинга за техническим состоянием водохранилищных гидроузлов Республики Узбекистан / Ф.Ш. Шаазизов // Проблемы управления водными и земельными ресурсами: Мат-лы Межд. научного форума. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – Кн. 3. – 278 с.
- [3] Шаазизов Ф.Ш. ГИС-технологии для исследования генезиса и режима поверхностных вод бассейна реки Амударья и их влияние на засоление агроландшафтов / Ф.Ш. Шаазизов, А.Б. Насрулин, Э.И. Чембарисов, Т.Ю. Лесник // Сб.тр. республиканского научно-практического семинара «Атроф мухитни ўзгариши шароитида ер ресурсларини муҳофаза қилиш ва улардан оқилона фойдаланиш масалалари», Ташкент, 22 апреля 2016 г. – Ташкент, 2016. – С. 360-364.
- [4] Шаазизов Ф.Ш. Опыт разработки критериев системы гидроэкологического мониторинга на базе ГИС-технологий для изучения природных и техногенных процессов, влияющих на безопасную эксплуатацию гидротехнических сооружений Узбекистана: Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире / Ф.Ш. Шаазизов, А.Б. Насрулин // Материалы 9-й Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК-2015». – М.: Российский университет дружбы народов, 2015. – Т. 1. – С. 500-506.

И. В. ШЕНБЕРГЕР, П. А. ПЛЕХАНОВ

ТОО «Институт географии»

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ И ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Жұмыс «Экстремалды гидрологиялық құбылыстар жөніндегі геокеңістіктік ақпараттар жүйесін құру негізі» тақырыбы бойынша «Экстремалды гидрологиялық құбылыстар және суға қатысты апат процестері» тақырыптық тапсырмасы бойынша «Қазақстанның Су ресурстары және оларды пайдалану» Геокеңістіктік ақпараттар жүйесі «Қазақстан Республикасының су қауіпсіздігі» бағдарламасы аясында орындалды.

Жұмыстардың міндеті – Қазақстанның бассейндік өзендеріндегі су тасу, су басу, селдің жүруі, қар көшкіні сияқты экстремалды гидрологиялық құбылыстарды (ЭГҚ) зерттеу болып табылады.

Жұмыста «Қазгидромет» РМК, ҚР АШМ СРК және ҚР ИМ ТЖК қолда бар мәліметтері, сонымен қатар әр түрлі ҒЗЖ мәліметтерін пайдалану негізінде Қазақстанның бассейндік өзендеріндегі су тасу, су басу, селдің жүруі, қар көшкініне байланысты туындауы мүмкін экстремалды гидрологиялық құбылыстардың (ЭГҚ) болу ықтималдылығын бағалау жүргізілді. ЭГҚ қатысты анықтамалар мен негізгі терминдер анықталды. Экстремалды гидрологиялық құбылыстардың (ЭГҚ) туындауының басты факторлары, себептері анықталды. Қазақстан Республикасындағы өзендер бассейндеріндегі экстремалды гидрологиялық құбылыстардың дамуы мен туындау ықтималдылығының нұсқалары анықталды.

Работа выполнена в рамках программы «Водная безопасность Республики Казахстан: Геопро- странственная информационная система «Водные ресурсы Казахстана и их использование», по тематическому заданию «Экстремальные гидрологические явления и водообусловленные стихийные процессы» по теме: «Основы создания геопро- странственной информационной системы по экстремальным гидрологическим явлениям».

Задачами работы являлось изучить экстремальные гидрологические явления (ЭГЯ): паводки, наводнения, сели, снежные лавины и др. в бассейнах рек Казахстана.

В работе по имеющимся данным РГП «Казгидромет», КВР МСХ РК и КЧС МВД РК, а также на основе использования данных различных НИР, проведена оценка возможности возникновения экстремальных гидрологических явлений (ЭГЯ), связанных с паводками, наводнениями, селями, снежными лавинами в бассейнах рек Казахстана. Определены основные термины и определения, связанные с ЭГЯ. Выявлены главные факторы, причины и условия их возникновения экстремальных гидрологических явлений (ЭГЯ). Определены возможные варианты возникновения и развития экстремальных гидрологических явлений в бассейнах рек Республики Казахстан.

This study has been carried out in the framework of the program "Water security of the Republic of Kazakhstan: Geospatial Information System "Water Resources of Kazakhstan and Their Use" in the target oriented task "Extreme hydrological phenomena and water related natural processes" under the theme "Basics of geospatial information system development for extreme hydrological events".

The objective of the study is to examine extreme hydrological extremes (EHE): high water, floods, mudslides, snow avalanches, etc. in the river basins of Kazakhstan.

The authors of the paper used data obtained from the RSE Kazhydromet, the Committee for Water Resources at the MoA of Kazakhstan and Committee for Emergency Situations at the MIA of Kazakhstan, as well as from different research institutions. An assessment is made of a probability of extreme hydrological events (EHE) caused by high water, floods, mudflows, snow avalanches occurring in river basins of Kazakhstan.

Basic terms and definitions related to extreme hydrological events are defined. Major causal factors and conditions leading to extreme hydrological phenomena are identified and described.

Potential scenarios of extreme hydrological phenomena development in the river basins of the Republic of Kazakhstan are described.

Основные понятия, термины и определения. Закономерности развития гидросферы, в том числе происходящие в ней экстремальные гидрологические явления, изучает самостоятельная наука "гидрология", которая по предметам исследования подразделяется на три самостоятельные, но взаимосвязанные науки: океанологию, гидрологию суши и гидрогеологию.

Этими науками исследуются и каталогизируются опасные гидрологические явления, возникающие на водных объектах и (или) в их бассейнах (морях, реках, озерах, водохранилищах, ледниках, подземных накоплениях вод и т.д.).

В последние десятилетия в связи с бурным развитием научно-практического направления по оценке рисков стихийных бедствий понятие «опасное явление природы», включая «опасные гидрологические явления», не стало в полной мере удовлетворять запросам исследований и расчетов по оценке рисков стихийных явлений, так как для объективных оценок рисков требовались знания не только по опасным, но и по всем экстремальным явлениям, которые не всегда представляли опасность, так как возникали вне освоенных человеком территориях. Поэтому сравнительно недавно (20–30 лет назад) в гидрологических работах все чаще начало появляться выражение "экстремальные гидрологические явления" (ЭГЯ), которое, по нашему мнению, более широко освещает аномальные стороны гидрологических процессов.

Однако, к сожалению, до настоящего времени учеными и специалистами еще не выработано общепринятое толкование термина "экстремальное гидрологическое явление". Так, в авторитетной монографии "Экстремальные гидрологические ситуации", выпущенной Институтом географии РАН в 2010 г. [1], экстремальные гидрологические явления рассматриваются как синоним самим экстремальным гидрологическим ситуациям, хотя с точки зрения стандартов, принятых в международной системе предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера, первые должны рассматриваться как источники ЧС, а вторые – как следствие события, возникшего в окружающей среде или техносфере при участии источника ЧС. Кроме того, в указанной монографии к экстремальным гидрологическим ситуациям отнесен далеко не полный их перечень, а лишь те, которые относятся к таким общим понятиям, как многоводье, маловодье и экстремальное изменение качества воды. Кроме того, там же предложено не смешивать понятия «экстремальные гидрологические ситуации» и «чрезвычайные гидрологические ситуации», мотивируя тем, что первые не наносят ущерба, вторые, наоборот, вызывают его на обжитых территориях.

В связи с такой трактовкой следует отметить, что, например, в Казахстане согласно действующему законодательству регулирование вопросов изменения качества воды отнесено к задачам экологической отрасли, а стихийные явления природы не подразделяются на просто экстремальные и чрезвычайные, поскольку из практических соображений не ясно, где проводить между первыми и вторыми границу.

Из изложенного становится очевидным, что отраслевой подход (научно-экологический или практический по обеспечению водной безопасности) имеет немаловажное значение при обосновании основополагающих терминов и понятий.

В данной работе исходя из того, что экстремальное гидрологическое явление рассматривается как возможный источник ЧС, предложено следующее понятие экстремальных гидрологических явлений: экстремальные гидрологические явления – это разновидность стихийных явлений природы, периодически возникающих на водных объектах или в их бассейнах при аномальном развитии гидрологических процессов под воздействием естественных и антропогенных факторов, которые в естественной природной среде рассматриваются как обычные, а на освоенных человеком территориях – как чрезвычайные явления, которые вызывают или могут вызвать негативное воздействие на людей, жилые, социальные и производственные объекты, сельскохозяйственные угодья, окультуренную окружающую среду и политическую обстановку.

Отмеченные понятийные разночтения в области исследования и предупреждения экстремальных гидрологических явлений показывают, что в этой области еще нет единого комплекса терминов и понятий на общепринятой основе.

Краткая характеристика ЭГЯ в Казахстане. С начала Международного десятилетия ООН по уменьшению опасности стихийных бедствий (СБ) (1991–1999 гг.) в Казахстане усилиями уполномоченного органа в области ЧС и ГО осуществляется более или менее полный сбор информации о фактах экстремальных природных и техногенных явлений с их характеристикой по ряду основных параметров. С целью улучшения качества первичного материала А. А. Федоренко в рамках выполнения одного из проектов ПРООН по исследованию

климатических рисков была проведена некоторая обработка статистических данных МЧС РК о ЧС гидрометеорологического характера, включая данные о ЧС, вызванных экстремальными гидрологическими явлениями, и составлен обновленный статистический ряд по стихийным гидрометеорологическим явлениям за 1991–2012 гг. На основе этого обновленного ряда подготовлена выборка данных всего по 9 зарегистрированным экстремальным гидрологическим явлениям, а затем проведен анализ негативного социального и экономического воздействия отдельно для каждого из наиболее часто возникающих в Казахстане экстремальных гидрологических явлений по максимально возможному числу параметров: общее число явлений, в том числе без негативных последствий, число пострадавших и число погибших людей, материальный ущерб от ЧС, возникших при экстремальных гидрологических явлениях.

В результате анализа отобранных данных установлено следующее:

1. В системе МЧС РК официально регистрируются проявления следующих видов ЭГЯ: 1) весеннее половодье; 2) дождевой (тало дождевой паводок); 3) затор, зажор; 4) селевой поток; 5) снежная лавина; 6) ветровой нагон на крупных водоемах; 7) повышение уровня грунтовых вод; 8) склоновый сток; 9) сильное колебание уровня моря (водоема).

2. Всего за 1991–2012 гг. в системе МЧС РК зарегистрировано 567 экстремальных гидрологических явлений. Наиболее частыми были: дождевые (тало дождевые) паводки (229 случаев – 40,4 %), половодья на реках (115 случаев – 20,3 %); снежная лавина (112 случаев – 19,8 %) и сели (54 случая – 9,5 %) – всего 90 % случаев.

По материальным ущербам на первом месте также причем в значительном отрыве, находятся тало дождевые паводки – 18,3 млрд тенге – 93,3 %; на втором половодья – 0,97 млрд – 4,9 %, на третьем – селевые потоки – 0,31 млрд – 1,6 %. (всего 99,8 %)

По числу пострадавших: на первом месте находятся дождевые паводки – 5356 чел. – 55,3 %; половодья – 4308 чел. – 44,5 % (всего 99,8 %).

3. Наиболее подверженными по частоте ЭГЯ являются Алматинская, Южно-Казахстанская и Восточно-Казахстанская области.

4. Наибольший материальный ущерб от негативного воздействия ЭГЯ (паводки, половодья, сели) испытывают Южно-Казахстанская, Алматинская и Жамбылская области, а также северные области республики при катастрофических наводнениях в результате весенних половодий.

5. По числу пострадавших от ЭГЯ лидируют Атырауская, Южно-Казахстанская и Северо-Казахстанская области.

6. С ЭГЯ не связана существенная опасность гибели большого числа людей. Однако эти явления обуславливают значительные материальные потери, в том числе среди населения.

7. Лишь около 40 % ЭГЯ приводят к возникновению чрезвычайных ситуаций, обуславливающих социальные и материальные ущербы.

8. Среднегодовой ущерб в последние 2 десятилетия от ЭГЯ составляет около 1 млрд тенге.

Явные временные тенденции изменений характеристик ЭГЯ (частота, ущербность) в РК по имеющимся материалам не выявляются.

Возможные варианты возникновения и развития экстремальных гидрологических явлений в бассейнах рек Республики Казахстан.

Согласно проведенному анализу все сценарии ЧС, связанные с ЭГЯ, можно разделить на следующие категории и подкатегории:

1. Имеющие естественное (природное) происхождение:

- сценарии возникновения и развития половодий;
- сценарии наводнений и подтоплений территорий и, вызванных образованием заторных и зажорных явлений льда в сужениях и изгибах русла;
- сценарии возникновения и развития паводков в результате ливневых дождей;
- сценарии возникновения и схода оползней;
- сценарии возникновения и схода снежных лавин;
- сценарии возникновения и прохождения селевых потоков;
- сценарии возникновения оползней, снежных лавин и селевых потоков в результате воздействия землетрясений.

Варианты, условия и временные периоды возникновения и развития ЧС, связанных с действием водной стихии

Типовые варианты	Трансграничные речные бассейны						
	Арало-Сырдаринский	Балкаш-Алакольский	Ертисский	Есильский	Жайык-Каспийский	Тобылский	Шу-Таласский
1. Имеющие естественное (природное) происхождение							
Возникновение и развитие половодий	Март - май	Апрель - май	Апрель - июнь	Апрель - июнь	Март - июнь	Апрель - июнь	Март - май
Наводнения и подтопления территорий, вызванные образованием заторных и зазорных явлений льда в сужениях и изгибах русла	Заторы связаны в большинстве случаев с весенним ледоходом. Зажоры редки и наблюдаются в основном в ноябре-декабре	Данных явлений практически не наблюдается	Заторы связаны в большинстве случаев с весенним ледоходом. Зажоры редки и наблюдаются в основном в ноябре-декабре	Заторы связаны в большинстве случаев с весенним ледоходом. Зажоры редки и наблюдаются в основном в ноябре-декабре	Зажоры редки и наблюдаются в основном в ноябре-декабре	Заторы связаны в большинстве случаев с весенним ледоходом (верхнее течение Тобыла) Зажоры редки и наблюдаются в основном в ноябре-декабре (верхнее течение Тобыла) В нижнем течении р. Тобыл данных явлений практически не наблюдается	Данных явлений практически не наблюдается
Возникновение и развитие паводков в результате ливневых дождей	Май - сентябрь	Май - сентябрь	Июнь - август	Июнь - август	Май - сентябрь	Июнь - август	Май - сентябрь
Возникновение и сход оползней	Март - июнь (горные районы ЮКО)	Март - июнь (горные районы бассейна)	Март - апрель (горные районы ВКО)	Возможны сползания берегов во время повышения уровней воды	Возможны сползания берегов во время повышения уровней воды	Возможны сползания берегов во время повышения уровней воды	Март - июнь (горные районы бассейна)
Возникновение и сход снежных лавин	Декабрь - март (горные районы ЮКО)	Декабрь - май (горные районы бассейна)	Ноябрь - май (горные районы ВКО)	Не наблюдается	Не наблюдается	Не наблюдается	Декабрь - апрель (горные районы бассейна)
Возникновение и прохождение селевых потоков	Май - июль (горные районы ЮКО)	Май - сентябрь (горные районы бассейна)	Июнь - август (горные районы ВКО)	Не наблюдается	Не наблюдается	Не наблюдается	Май - июль (горные районы бассейна)
Возникновения оползней, снежных лавин и селевых потоков в результате воздействия землетрясений	Практически круглогодично, риск снижается в июле-августе (горные районы ЮКО)	Практически круглогодично, риск снижается в августе (горные районы бассейна)	Практически круглогодично, риск снижается в августе (горные районы ВКО)	Не наблюдается	Не наблюдается	Не наблюдается	Практически круглогодично, риск снижается в июле-августе (горные районы ЮКО)

2. Имеющие антропогенное происхождение	
Наводнения и подтопления территории, вызванные прорывом береговых защитных дамб	Могут возникнуть во время подъемов уровней воды в реке различного генезиса. Наиболее опасны ситуации, когда при подъеме уровня происходят подвижки льда и ледоход, что значительно увеличивает статические и гидродинамические нагрузки на сооружения. Так же опасны резкие подъемы уровней воды вследствие прохождения сильных ливней (в основном для малых и реже для средних водосборов)
Наводнения и подтопления территории, вызванные образованием заторных и зажорных явлений льда у мостовых переходов	То же, что и наводнения и подтопления территорий, вызванные образованием заторных и зажорных явлений льда в сужениях и изгибах русла
Прорыв плотин(ы) водохранилищ(а) в результате воздействия как естественных (землетрясение и т.п.), так антропогенных причин (аварии на ГТС или теракта и т.п.) и образование волны прорыва	Может случиться в любой момент (в случае теракта), но особенно опасны периоды, когда уровень воды в водохранилище близок к НПУ
Наводнения, обусловленные аварийными (повышенными) пусками из водорегулирующих емкостей водохранилищ вследствие их заполнения до критических отметок	Возникают в результате нарушения режимов управления водохранилищем или каскадом водохранилищ. Так же могут быть вызваны чрезвычайно высоким притоком в водохранилище, превышающим свободную емкость для аккумуляирования стока (возможно в основном для водохранилищ сезонного, недельного и суточного регулирования. Могут быть вызваны конфликтом интересов водопотребителей, особенно характерно для трансграничных рек (типичный пример р. Сырдария). Опасность создается в случае, когда водохранилище почти заполнено и ожидается дополнительный приток с верхнего бьефа (талый сток, ливневый сток, пуски в расположенных выше водохранилищах)
Наводнения и подтопления, связанные с искусственным сужением и/или захламлением русла водотока, вследствие чего значительно снижается пропускная способность русла и водоток выходит из берегов, затопливая близлежащие территории	Могут возникнуть во время подъемов уровней воды в реке различного генезиса. В основном характерно для малых, реже для средних рек

2. Имеющие антропогенное происхождение:

- наводнения и подтопления территории, вызванные прорывом береговых защитных дамб;
- наводнения и подтопления территории, вызванные образованием заторных и зажорных явлений льда у мостовых переходов;
- прорывы плотин(ы) водохранилищ(а) в результате воздействия как естественных (землетрясение и т.п.), так и антропогенных причин (аварии на ГТС или теракта и т.п.) и образование волны прорыва;

- наводнения, обусловленные аварийными (повышенными) попусками из водорегулирующих емкостей водохранилищ вследствие их заполнения до критических отметок;
- наводнения и подтопления, связанные с искусственным сужением и/или захламлением русла водотока, вследствие чего значительно снижается пропускная способность русла и водоток выходит из берегов, затапливая близлежащие территории (что в основном характерно для малых рек).

В таблице представлена информация о возможных вариантах возникновения и развития различных ЧС, связанных с действием водной стихии, и временных периодах возможного проявления этих ЧС в семи трансграничных бассейнах республики.

Таким образом, разнообразие природных условий республики предопределяет большую подверженность ее территории различным экстремальным гидрологическим явлениям: половодьям, паводкам, заторам и зажорам на реках, селевым потокам, снежным лавинам, нагонам в прибрежной зоне Каспийского моря и других крупных водоемов, подтоплениям и др.

Из экстремальных гидрологических явлений изучены лишь некоторые из них: половодья и паводки, сели и снежные лавины, ветровые нагоны и опасные ледовые явления. По другим экстремальным гидрологическим явлениям в лучшем случае имеется лишь незначительная краткая статистическая информация.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Экстремальные гидрологические ситуации. Институт географии РАН. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2010. – 464 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 3

Управление водными ресурсами: принципы, методы, результаты

<i>Абдуллаев Д., Мавлонов А.А.</i> Роль науки при решении гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических задач.....	4
<i>Аджыгулова Г.С.</i> Гидравлические исследования новой конструкции вододелителя двухстороннего для каналов-быстротоков горно-предгорной зоны.....	8
<i>Аманбаев А.</i> Сохранение озерной системы низовья реки Сырдария на примере Казалинского левобережного канала.....	11
<i>Ануарбеков С.М., Девятков В.И., Касымханов А.М., Аубакиров Б.С.</i> Содержание тяжелых металлов в воде, донных отложениях и гидробионтах в озере Жайсан.....	18
<i>Аубакиров Б.С., Евсеева А.А.</i> Влияние гидрологического режима трансграничной реки Кара Ертис на воспроизводство популяций рыб.....	23
<i>Аширяев К.Ш.</i> О научном подходе к нормированию водопотребления и водоотведения в промышленности.....	31
<i>Аширяев К.Ш.</i> Повышение эффективности водопользования и водосбережения Балхаш-Алакольского водохозяйственного комплекса.....	36
<i>Бекбаев Р.К.</i> Влияние минерализации коллекторно-дренажных вод на долю их участия в оросительной норме.....	43
<i>Болашвили Н.Р., Мачавариани Н.Г., Геладзе В.Ш., Каралашвили Т.В.</i> Проблемы систем управления водных ресурсов и стока наносов рек Восточной Грузии.....	48
<i>Бурлибаева Д.М., Бурлибаев М.Ж.</i> Гидроэкологические основы деления транзитного (поверхностного) стока трансграничных рек Казахстана.....	53
<i>Гумарова Т.А.</i> Анализ современного состояния регионов Казахстана бассейна Аральского моря.....	58
<i>Давлеткалиев С.К.</i> Прогноз гидрографа стока река Жайык – село Кушум на основе смоделированных рядов.....	63
<i>Демин А.П.</i> Рациональное использование водных ресурсов Центральной Азии в целях обеспечения продовольственной безопасности.....	70
<i>Евсеева А.А.</i> Европейская Рамочная Водная Директива и экологическое качество водных ресурсов бассейна Верхнего Ертиса.....	80
<i>Есполов Т.И.</i> Инновационные направления развития обводнения и водоснабжения пастбищных территорий Республики Казахстан.....	88
<i>Жарков В.А., Ангольд Е.В., Куртебаев Б.М.</i> Эффективность применения комбинированных поливов в условиях юга Казахстана.....	97
<i>Заурбек Э.К., Атишбаров Н.Б.</i> К установлению экономически оптимального и экологически безопасного уровня водопользования в бассейне реки Сырдария.....	105
<i>Зубаиров О.З.</i> Тамшылатып суғару режимін зерттеу.....	113
<i>Икрамов Р.К., Гаппаров С.М., Махсадов Х.Э., Юсупова Ф.М., Утаев А.А.</i> Об оценке продуктивности использования водных ресурсов в орошаемом земледелии Узбекистана.....	118
<i>Кайдарова Р.К., Бурлибаев М.Ж., Шаймаханова А.Б., Жиембаев Ж.С.</i> О новых инструментах управления водными ресурсами в Казахстане.....	122
<i>Калашиников А.А., Байзакова А.Е., Цхай М.Б.</i> Современное состояние водных ресурсов Южного Казахстана.....	126
<i>Кепбанов Ё.А., Корпеев Н.Р.</i> Организационно-правовые вопросы управления водными ресурсами в Туркменистане.....	133
<i>Кожобаев К.А., Асанова А.К., Оторова С.Т.</i> Результаты исследования влияния сточных вод города Нарына на качество реки Нарын.....	138
<i>Куанышбекова Г.Қ., Евсеева А.А.</i> Ихтиофауна и проблемы воспроизводства рыб Усть-Каменогорского водохранилища.....	145
<i>Медеу А.А.</i> Экономическая оценка водных ресурсов в контексте платного водопользования.....	150
<i>Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С.</i> Принципы управления водными ресурсами Казахстана.....	160

<i>Медеу А.Р., Скоринцева И.Б., Басова Т.А.</i> Водообеспеченность сельского хозяйства в контексте продовольственной безопасности.....	172
<i>Молдахметов М.М., Махмудова Л.К.</i> Торғай мемлекеттік қорығы аумағындағы көлдерді қоректендіретін өзендердің көпжылдық ағынды тербелісі.....	181
<i>Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Жанымхан К.</i> Методика определения экологически предельно допустимого воздействия на малые реки.....	187
<i>Мустафаев Ж.С., Мустафаев К.Ж., Койбагарова К.Б.</i> Методологические основы оценки предельно допустимого уровня использования водных ресурсов речных бассейнов.....	194
<i>Мухамеджанов В.Н.</i> О совершенствовании управления водным сектором экономики Казахстана.....	202
<i>Петраков И.А.</i> Законодательные основы продвижения водного сектора к «зеленой экономике».....	208
<i>Рау А.Г.</i> Производство риса на засоленных землях в бассейне Сырдарии.....	217
<i>Рахматиллоев Р., Саидов И.И., Салихбоева Г.</i> Проблема управления оросительными системами в Таджикистане и пути ее решения.....	224
<i>Серикбаев Б.С., Серикбаева Э.Б., Носиров Ф.Э., Бутаёров А.</i> Модернизация управления гидромелиоративными системами на основе кибернетической схемы модели в Узбекистане.....	230
<i>Серикбаев Б.С., Ахмеджонов Д.Ф., Мадаминова З., Убайдиллаев А.Н., Бутаёров А.</i> Водооборот – основной фактор водосбережения в маловодные годы.....	234
<i>Смоляр В. А., Исаев А. К.</i> Прогнозные ресурсы и эксплуатационные запасы подземных вод и их распределение по территории Казахстана.....	238
<i>Соколова Г.В.</i> Альтернативный подход к долгосрочному прогнозированию водности Амура (включая наводнение и маловодье).....	247
<i>Толстихин Г.М.</i> Ресурсы пресных подземных вод Кыргызской Республики: состояние условий питьевого водоснабжения населения.....	257
<i>Ходжаев С.С., Таишанова М.П.</i> Влияние падения уровня Аральского моря и ограниченных водных ресурсов в бассейне рек Амударья и Сырдарья на экологические условия Приаралья.....	260
<i>Шеров А.Г.</i> Водоучет в малых каналах.....	268

Секция 4

Водное сотрудничество в трансграничных бассейнах подземных и поверхностных вод: гидродипломатия, геополитика, водное право

<i>Амиргалиев Н.А., Аскарова М.А.</i> Стойкие органические загрязнители в воде трансграничных бассейнов Казахстана.....	271
<i>Гельдыева Г.В., Надыров Ш.М., Заптаров М.Р.</i> Геополитические факторы трансформации ландшафтов Республики Казахстан в условиях территориального перераспределения водных ресурсов.....	281
<i>Жильцов С.С.</i> Политика стран Центральной Азии в области использования водных ресурсов трансграничных рек.....	288
<i>Калинин М.Ю.</i> Вклад Беларуси в международное десятилетие «вода для жизни».....	297
<i>Китшакаев Н.</i> Улучшение и укрепление институтов совместного управления водными ресурсами в бассейне Аральского моря.....	307
<i>Крутов А.Н.</i> Институциональные структуры водного сектора: международная практика.....	312
<i>Курбонов Н.Б., Курбонов Ш.Б.</i> Межгосударственные отношения между странами Центральной Азии по совместному использованию гидроэнергетических ресурсов.....	325
<i>Подольный О.В., Скоринцева И.Б., Салыбекова В.С., Аурели А.</i> Приташкентский трансграничный водоносный горизонт в Центральной Азии (исследования по проекту ГГРЕТА).....	330
<i>Пулатов Я.Э., Курбанов А., Назиров З.А., Бобоев А.К.</i> Научные основы управления водными ресурсами и развитие водного сотрудничества в Центральной Азии.....	340
<i>Рыскулов Д.М.</i> Неопределенность «консервирует» настоящее и отдаляет будущее.....	346
<i>Сивохин Ж.Т.</i> Эколого-географические аспекты интегрированного управления водными ресурсами в трансграничном бассейне реки Урал.....	354

Секция 5

Экстремальные гидрологические явления

<i>Анзельм К.А., Эсанбеков М.Ю.</i> Влияние режима грунтовых вод на мелиоративное состояние орошаемых земель.....	361
<i>Барышников Г.Я., Барышников С.Г.</i> Экстремальные гидрологические явления на Алтае и межгосударственное использование водных ресурсов: Россия – Казахстан.....	364
<i>Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А., Калинин М.Ю.</i> Гидрологические стихийные явления (мировые тенденции, хроника Беларуси и Казахстана).....	372
<i>Гальперин Л.И.</i> О водных опасностях в Казахстане.....	378
<i>Зиновьев А.Т., Кошелев К.Б., Галахов В.П.</i> Прогнозирование половодий и паводков на Верхней Оби.....	387
<i>Ивкина Н.И., Наурызбаева Ж.К., Саиров С.Б.</i> Экстремально холодные зимние периоды на казахстанской части Каспийского моря за последние десятилетия.....	394
<i>Карамолдоев Ж.Ж.</i> Региональные изменения минимального стока рек Кыргызстана.....	400
<i>Медеу А.Р., Благовещенский В.П., Киренская Т.Л., Баймолдаев Т.А.</i> Селевые потоки в Иле Алатау за последние 25 лет.....	405
<i>Падалко Ю.А., Чибилёв А.А.</i> Опасные проявления речной эрозии в бассейне реки Урал.....	409
<i>Плеханов П.А.</i> Методологические аспекты оценки рисков экстремальных гидрологических явлений в Казахстане.....	414
<i>Харламова Н.Ф., Ротанова И.Н., Плехова А.В., Казарцева О.С.</i> Экстремальные гидрологические явления в атласе опасных природных явлений Алтайского края.....	423
<i>Шаазизов Ф.Ш., Исмагилов Х.А.</i> Исследования русловых деформаций в зоне действия подпора воды Туямуянского водохранилища.....	430
<i>Шенбергер И.В., Плеханов П.А.</i> Экстремальные гидрологические явления в Казахстане и типовые варианты их возникновения и развития.....	434

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ
И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

МАТЕРИАЛЫ

Международной научно-практической конференции,
посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия
«Вода для жизни»

г. Алматы, Казахстан, 22–24 сентября 2016 года

К н и г а 2

Редактор *Т. Н. Кривобокова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 15.09.2016.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная.
Печать – ризограф. 27,75 п.л. Тираж 300.