

ISSN 1998 – 7838

«ПАРАСАТ» ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ХОЛДИНГІ» АҚ
«ГЕОГРАФИЯ ИНСТИТУТЫ» ЖШС

АО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ХОЛДИНГ “ПАРАСАТ”»
ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ»

JSC «NATIONAL
SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL
HOLDING “PARASAT”»
LLC «THE INSTITUTE OF GEOGRAPHY»

ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ГЕОЭКОЛОГИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ



ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ



Issues of Geography and Geoecology

3

ШІЛДЕ – ҚЫРКҮЙЕК 2016 ж.

ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2016 г.

JULY – SEPTEMBER 2016

ЖУРНАЛ 2007 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 2007 ГОДА

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 2007

ЖЫЛЫНА 4 РЕТ ШЫҒАДЫ

ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ

АЛМАТЫ

ALMATY

Б а с р е д а к т о р ы
география ғылымының докторы, ҚР ҰҒА академигі **И. В. Северский**

Б а с р е д а к т о р д ы ң о р ы н б а с а р ы:
география ғылымының докторы **И. Б. Скоринцева**, география ғылымының докторы **С. К. Алимкулов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

С. А. Абдрахманов; география ғылымының докторы **Ф. Ж. Акиянова**; АР ҰҒА корреспондент-мүшесі, география ғылымының докторы **Э. К. Ализаде** (Әзербайжан); география ғылымының докторы **Н. А. Амиргалиев**; география ғылымының докторы **В. П. Благовещенский**; Еуропа мен Азиядағы Халықаралық ғылым академиясының академигі (IASEA), доктор, профессор **Цуи Вэйхун** (Қытай); география ғылымының докторы **Г. В. Гельдыева**; география ғылымының докторы **А. П. Горбунов**; география ғылымының докторы **Ж. Д. Достай**; география ғылымының докторы **С. Р. Ердавлетов**; жаратылыстану ғылымдарының докторы **Я. Ленчке** (Германия); география ғылымының докторы **И. М. Мальковский**; ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, география ғылымының докторы **А. Р. Медеу**; география ғылымының докторы **У. И. Муртазаев** (Тәжікстан); геология-минералогия ғылымының кандидаты **Э. И. Нурмамбетов**; география ғылымының докторы **Р. В. Плохих**; география ғылымының кандидаты **Т. Г. Токмагамбетов**; география ғылымының докторы **Л. С. Толеубаева**; техника ғылымының докторы **А. А. Турсунов**; география ғылымының кандидаты **Р. Ю. Токмагамбетова**; доктор, профессор **Ю. Шур** (АҚШ); география ғылымының докторы **А. А. Эргешов** (Қырғызстан); география ғылымының кандидаты **В. С. Крылова** (жауапты хатшы)

Г л а в н ы й р е д а к т о р
академик НАН РК, доктор географических наук **И. В. Северский**

З а м е с т и т е л и г л а в н о г о р е д а к т о р а:
доктор географических наук **И. Б. Скоринцева**, доктор географических наук **С. К. Алимкулов**

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

С. А. Абдрахманов; доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**; член-корреспондент НАНА, доктор географических наук **Э. К. Ализаде** (Азербайжан); доктор географических наук **Н. А. Амиргалиев**; доктор географических наук **В. П. Благовещенский**; академик Международной академии наук Европы и Азии (IASEA), доктор, профессор **Цуи Вэйхун** (Китай); доктор географических наук **Г. В. Гельдыева**; доктор географических наук **А. П. Горбунов**; доктор географических наук **Ж. Д. Достай**; доктор географических наук **С. Р. Ердавлетов**; доктор естественных наук **Я. Ленчке** (Германия); доктор географических наук **И. М. Мальковский**; член-корреспондент НАН РК, доктор географических наук **А. Р. Медеу**; доктор географических наук **У. И. Муртазаев** (Таджикистан); кандидат геолого-минералогических наук **Э. И. Нурмамбетов**; доктор географических наук **Р. В. Плохих**; кандидат географических наук **Т. Г. Токмагамбетов**; доктор географических наук **Л. С. Толеубаева**; доктор технических наук **А. А. Турсунов**; кандидат географических наук **Р. Ю. Токмагамбетова**; доктор, профессор **Ю. Шур** (США); доктор географических наук **А. А. Эргешов** (Қырғызстан); кандидат географических наук **В. С. Крылова** (ответственный секретарь)

E d i t o r - i n - C h i e f
Academician of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **I. V. Severskiy**

D e p u t y E d i t o r - i n - c h i e f:
Doctor of Geographical Sciences **I. B. Skorintseva**, Doctor of Geographical Sciences **S. K. Alimkulov**

E d i t o r i a l B o a r d:

S. A. Abdrakhmanov; Doctor of Geographical Sciences **F. Zh. Akiyanova**; Corresponding Member of the ANAS, Doctor of Geographical Sciences **E. K. Alizade** (Azerbaijan); Doctor of Geographical Sciences **N. A. Amirgaliyev**; Doctor of Geographical Sciences **V. P. Blagoveshchenskiy**; Academician of the International Academy of Sciences for Europe and Asia (IASEA), Doctor, Full professor **Cui Weihong** (China); Doctor of Geographical Sciences **G. V. Geldyeva**; Doctor of Geographical Sciences **A. P. Gorbunov**; Doctor of Geographical Sciences **Zh. D. Dostai**; Doctor of Geographical Sciences **S. R. Yerdavletov**; Doctor Rerum Naturalium **J. Lentschke** (Germany); Doctor of Geographical Sciences **I. M. Malkovskiy**; Corresponding Member of the NAS of the RK, Doctor of Geographical Sciences **A. R. Medeu**; Doctor of Geographical Sciences **U. I. Murtazayev** (Tajikistan); Candidate of Geological and Mineralogical Sciences **E. I. Nurmambetov**; Doctor of Geographical Sciences **R. V. Plokhikh**; Ph.D. **T. G. Tokmagambetov**; Doctor of Geographical Sciences **L. S. Toleubayeva**; Doctor of Technical Sciences **A. A. Tursunov**; Ph.D. **R. Yu. Tokmagambetova**; Doctor, Full professor **Yu. Shur** (USA); Doctor of Geographical Sciences **A. A. Ergeshov** (Kyrgyzstan); Candidate of Geographical Sciences **V. S. Krylova** (Senior Secretary)

«Вопросы географии и геоэкологии» ISSN 1998 – 7838
Собственник: ТОО «Институт географии»

Подписной индекс для юридических лиц: 24155

Свидетельство о регистрации издания № 8243-Ж от 5 апреля 2007 г. и перерегистрации № 11303-Ж от 22 декабря 2010 г. выдано Министерством связи и информации Республики Казахстан

А д р е с р е д а к ц и и:

050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра / Пушкина, 67/99

Тел.: +7(727)291-81-29, факс: +7(727)291-81-02

E-mail: geography.geoecology@gmail.com, ingeo@mail.kz, сайт: <http://www.ingeo.kz>

*Международная
научно-практическая конференция
«Водные ресурсы Центральной Азии
и их использование»*

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

Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, Министерство образования и науки Республики Казахстан, Представительство Федерального департамента иностранных дел Швейцарской Федерации, НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева», Казахский национальный аграрный университет, МГП ЮНЕСКО, Кластерное бюро ЮНЕСКО в г. Алматы, Комитет водных ресурсов Министерства сельского хозяйства РК совместно с Институтом географии Министерства образования и науки РК, а также партнерами из Всемирного банка, ОБСЕ, Исполнительной дирекцией Международного фонда спасения Арала (МФСА), Европейской экономической комиссией ООН, Национальной академией наук РК, Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана», Казахстанской национальной академией естественных наук, Международной гляциологической ассоциацией, Международной ассоциацией гидрогеологов (МАГ), Caspian Services Inc. 22–24 сентября 2016 г. в г. Алматы провели международную научно-практическую конференцию «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование», посвященную подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни».

Исполнителем по организации конференции явился Институт географии НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева» Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Спонсорами конференции стали: Представительство Федерального департамента иностранных дел Швейцарской Федерации, КазВодХоз Министерства сельского хозяйства РК, МГП ЮНЕСКО, Кластерное бюро ЮНЕСКО в г. Алматы, ОБСЕ, Всемирный банк, Исполнительная дирекция Международного фонда спасения Арала (МФСА), Европейская экономическая комиссия ООН.

Вода в нашем регионе традиционно представляет большую ценность. Здесь к ней испокон веков почтительное и бережное отношение. По заключению экспертов ООН обеспеченность пресной водой является самым главным вопросом, стоящим перед человечеством в XXI веке. Вода стремительно становится одним из самых дефицитных природных ресурсов. Эта проблема в ближайшие 40–50 лет в той или иной степени отразится на состоянии продовольственного обеспечения и экологической безопасности каждого государства. Численность населения к этому времени возрастет до 10 млрд, что влечет увеличение потребности в продовольствии. Миллионы людей в мире могут быть обречены на голод и недоедание. Огромные территории, в особенности аридные, в связи с климатическими изменениями будут подвержены процессу опустынивания, реальна угроза сокращения площади сельскохозяйственных земель.



Регион Центральной Азии в этом отношении не является исключением. Рост дефицита воды, глобальные и региональные климатические изменения, сокращение площади ледников и интенсивная хозяйственная деятельность в трансграничных бассейнах могут стать причиной роста социально-экономических проблем. Если не внедрять водосберегающих технологий и эффективных средств водорегулирования, то это уже в ближайшем будущем может привести к возникновению новых очагов экологической нестабильности, срыву программ социально-экономического развития в странах региона.

После обретения независимости центрально-азиатские государства договорились оставить в силе установленные в бывшем Союзе правила управления водными ресурсами региона. И это наше большое достижение.

На конференции по науке для XXI в. «Новые обязательства», проходившей на стыке тысячелетий под эгидой ООН, особо отмечено: «...ученые всего мира призваны осознать настоятельную необходимость использования знаний... для удовлетворения человеческих потребностей и чаяний». Здесь имеется в виду, что цивилизованное, эффективное развитие стран, особенно в постиндустриальный период, определяется уровнем их научного потенциала, генерирования и внедрения новых идей, знания, технологий. Учитывая эти устремления в контексте решения водных проблем на региональном и национальном уровнях, в связи с подведением итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни», Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан совместно с Институтом географии, а также нашими партнерами организовали проведение международной научно-практической конференции «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование» с обсуждением жизненно важной для региона тематики по следующим направлениям:

- водные ресурсы Центральной Азии в условиях изменения климата;
- управление водными ресурсами: принципы, методы, результаты;
- геоинформационные системы и математическое моделирование;
- водное сотрудничество в трансграничных бассейнах: геополитика, водное право, экономика, экология, международные финансовые институты;
- экстремальные гидрологические явления.

В работе конференции приняли участие представители водного сектора экономики пяти государств Центральной Азии. Это:

Нысанбаев Ерлан Нуралиевич – вице-министр сельского хозяйства Республики Казахстан

Гулов Тагоймурод – начальник управления водных ресурсов Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан;

Байджанов Гуйзгелды – заместитель министра сельского и водного хозяйства Туркменистана;

Хамраев Шавкат Рахимович – заместитель министра сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан.

Уполномоченные представители международных организаций: ЮНЕСКО, ОБСЕ, Департамент иностранных дел Швейцарской Федерации, Всемирный Банк, МФСА, Европейская экономическая комиссия ООН.

Видные ученые, эксперты в области водных ресурсов прибыли из 18 стран, в том числе из центрально-азиатских государств, США, Франции, Великобритании, Италии, Сербии, Германии, Нидерландов, Швейцарии, России, Беларуси, Азербайджана, Грузии.

В контексте решения водных проблем, актуальных на региональном и национальном уровнях, на пленарном заседании конференции заслушаны пять докладов представителей водохозяйственных организаций стран Центрально-Азиатского региона (ЦАР), а также выступления представителей ЮНЕСКО и Федерального Департамента иностранных дел Швейцарской Федерации.

В работе конференции приняли участие 225 человек. Участниками конференции обсуждена жизненно важная для региона Центральной Азии тематика по следующим направлениям:

Сессия I. Водные ресурсы Центральной Азии в условиях изменения климата.

На территории ЦАР с учетом выявленных климатических тенденций в перспективе реально сокращение ресурсов речного стока. В связи с прогнозируемым снижением располагаемых водных

ресурсов могут произойти заметные изменения величин и структуры водопотребления, возможно усиление противоречий между отдельными водопотребителями.

Заслушано 11 докладов по проблемам оценки водных ресурсов, влияния климатических факторов на речной сток, загрязнения поверхностных вод, оценки ресурсов подземных вод.

Сессия 2. Управление водными ресурсами: принципы, методы, результаты.

В условиях возрастания водных проблем в ЦАР существенно изменяются функции, принципы и механизмы управления водными ресурсами. Новая водная парадигма сочетает «управление ресурсом» с «управлением спроса» на воду путем водосбережения и повышения эффективности водопользования. Приоритеты в использовании водных ресурсов смещаются в пользу социума и экологии относительно производства. Экологические аспекты управления реализуются через удовлетворение требований экосистем к воде и предотвращение вредного воздействия вод.

Заслушано 14 докладов по проблемам интегрированного управления водными ресурсами в трансграничных бассейнах, законодательных и институциональных аспектов развития водного сотрудничества, методологии определения предельно допустимых воздействий на речные системы, конструктивных схем гидросооружений на каналах, влияния гидрологического режима на рыбные популяции и воспроизводство рыб в водохранилищах.

Сессия 3. Геоинформационные системы и математическое моделирование.

Развитие систем управления водными ресурсами стран ЦАР предъявляет все более серьезные требования к принятию решений в связи с существенным возрастанием объемов исходной информации. Основным инструментом для выбора дальнейших путей развития водохозяйственных комплексов ЦАР являются создание геопространственных информационных систем и разработка комплекса взаимосвязанных математических моделей. Такой инструмент является эффективным средством повышения оперативности и достоверности принятия решений по управлению водными ресурсами.

Заслушано 13 докладов по проблемам численного моделирования водных ресурсов озерно-речных систем, имитационного моделирования развития систем водообеспечения трансграничных бассейнов, геоинформационных систем оперативной оценки наполнения водохранилищ, геоинформационно-картографического обеспечения водно-бассейновых исследований, гидродинамического моделирования сгонно-нагонных явлений, космического мониторинга экологического состояния водосборных бассейнов.

Сессия 4. Водное сотрудничество в трансграничных бассейнах подземных и поверхностных вод: гидродипломатия, геополитика, водное право.

Все трансграничные водные объекты создают гидрологическую, социальную и экономическую взаимосвязь между странами ЦАР. Жизненно важный характер пресной воды является мощным стимулом для сотрудничества и диалога, примиряя противоречивые позиции стран. Вода чаще объединяет, чем разъединяет людей и общества. Концептуальной основой взаимоотношений по трансграничным водам должен стать фундаментальный принцип равноправного использования разными странами общих водных ресурсов и взаимной ответственности за их охрану.

Заслушано 6 докладов по проблемам политики стран ЦАР в области использования водных ресурсов трансграничных рек, основ развития водного сотрудничества, повышения потенциала межгосударственных институтов по управлению водными ресурсами в бассейне Аральского моря, исследования Ташкентского трансграничного водоносного горизонта.

Сессия 5. Экстремальные гидрологические явления.

Водные ресурсы, являясь неотъемлемым компонентом окружающей среды, могут проявлять себя и как грозная стихия, приносящая разрушения и бедствия. В условиях глобальных и региональных изменений климата в ЦАР имеет место тенденция повышения повторяемости и глубины проявления водоусловленных чрезвычайных ситуаций: засух, наводнений, селей, оползней. Это приводит к сложности взаимодействия общества с водной средой, которая имеет много особенностей для различных государств ЦАР и претерпевает существенные изменения по мере развития общества и изменения климатических условий.

Заслушано 6 докладов по проблемам гидрологических стихийных явлений, оценки водных опасностей, прогнозирования половодий и паводков, оценки рисков экстремальных гидрологических явлений.

Все, выносимые вопросы, важны для центрально-азиатских государств. По каждому из них необходимо наладить тесное сотрудничество через системы совместных научных проектов по следующим приоритетным направлениям:

Первое – создание межгосударственной информационной базы данных по трансграничным водохозяйственным бассейнам.

Второе – достижение согласованности позиций сторон, обеспечение политической информированности и укрепление политической воли в Центрально-Азиатском регионе.

Третье – выработка приемлемых механизмов управления водными ресурсами в трансграничных бассейнах в условиях климатических и антропогенных изменений на принципах равноправного использования странами общих водных ресурсов и взаимной ответственности за их охрану.

Эти вопросы уже начали обсуждать на Базельской конференции. Сегодня есть возможность продолжить этот процесс.

Основной целью конференции было обсуждение существующего опыта и перспектив управления водными ресурсами для устойчивого развития как на региональном, так и на национальном уровнях. Результаты представленных докладов в качестве информационного научно-аналитического материала послужат условием для укрепления сотрудничества и диалога по водным проблемам в целях выработки концептуальных основ региональной водной стратегии по трансграничным бассейнам в Центрально-Азиатском регионе. Полученные результаты будут полезны всем участникам и, в первую очередь, в плане выработки объективных научно обоснованных предложений по оценке и использованию общих водных ресурсов трансграничных бассейнов для центрально-азиатских государств.

Круглый стол высокого участия. В результате обсуждения данных проблем 22 сентября 2016 г. руководители и представители водохозяйственных организаций Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Республики Таджикистан, Туркменистана и Республики Узбекистан в рамках научно-практической конференции «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование» (22 сентября 2016 года, Республика Казахстан, г. Алматы), провели круглый стол с участием представителей Правительства Швейцарской Конфедерации, Всемирного банка, ЮНЕСКО, ЕЭК ООН, ОБСЕ, МФСА. По итогам круглого стола высокого участия обсудили совместное заявление, основные положения которого вошли в резолюцию конференции:

1. Для использования и охраны водных ресурсов рек Амударья и Сырдарья стороны выразили заинтересованность в сотрудничестве исходя из следующих принципов:

водные ресурсы являются жизненно важным фактором устойчивого развития региона, обеспечивающим также мир, стабильность и процветание;

водные ресурсы региона являются ограниченными и уязвимыми к современным вызовам, включая влияние изменения климата, в связи с чем необходимы усилия для их рационального использования;

вода имеет экономическую ценность во всех формах ее использования и должна признаваться экономическим благом;

вода занимает ключевое место в достижении целей устойчивого развития, а также развитии «зеленой» экономики;

решение социально-экономических и экологических проблем в бассейне Аральского моря требует совместной и скоординированной работы всех государств бассейна исходя из общерегиональных интересов, с опорой на принципы равенства, добрососедства, уважения и реального учета взаимных интересов, диалога и сотрудничества.

2. В соответствии с указанными принципами в регионе разработан и реализован ряд важных региональных проектов по улучшению социально-экономического положения населения и экологической ситуации.

Во всех странах Центральной Азии проводится работа по обеспечению населения качественной питьевой водой, созданы новые объекты здравоохранения, социально-экономического характера.

Для поддержания уменьшенной, устойчивой акватории Аральского моря на экологически приемлемом уровне и сохранения, таким образом, моря как природного объекта построена Кокаральская плотина на северной части Аральского моря, и тем самым обеспечена минимальная эколого-экономическая устойчивость этого региона.

Также страны выразили готовность к дальнейшему совершенствованию организационной структуры и договорно-правовой базы МФСА в целях повышения эффективности его деятельности и более активного взаимодействия с международными финансовыми институтами и зарубежными донорами по реализации проектов и программ, связанных с решением проблем бассейна Аральского моря.

3. Члены МКВК, руководители и представители водохозяйственных организаций стран Центральной Азии подтверждают приверженность имеющимся соглашениям между странами, решениям, заявлениям и декларациям глав государств Центральной Азии, принятым в 1992–2016 гг., по дальнейшему сотрудничеству для взаимовыгодного и рационального использования и охраны водных ресурсов в бассейне Аральского моря с учётом социальных, экономических и экологических интересов всех стран региона.

Для дальнейшего улучшения водохозяйственной ситуации в регионе необходимо:

добиться создания современной системы управления водными ресурсами, а также устойчивого финансирования водной инфраструктуры и согласованной работы межгосударственных органов по регулированию и охране вод;

совершенствовать комплексный, интегрированный подход к управлению водных ресурсов и принять все меры по переходу на ИУВР;

координировать совместные усилия, направленные на предотвращение и сокращение загрязнения вод, улучшение качества водных ресурсов и экосистем;

учитывать оценку взаимосвязи водных ресурсов, энергии, продовольствия и экологических систем в процессе планирования и принятия соответствующих решений для улучшения продуктивности и устойчивого характера управления природными ресурсами;

повысить эффективность использования водных ресурсов, управления экосистемами и водно-болотными угодьями, восстановления и сохранения лесов, ледников и горных экосистем;

внедрять повсеместно современные водосберегающие технологии и новые методы орошения;

обеспечить устойчивое управление водными ресурсами в условиях нарастающего воздействия изменения климата, в том числе путём строительства средних и крупных водохранилищ в верховьях рек с наименьшими потерями на фильтрацию и испарение;

поддерживать усилия международного сообщества по переходу на «зеленую» экономику путем развития гидроэнергетики, имеющей достаточный огромный потенциал в регионе;

развивать и поддерживать скоординированные, транспарентные и оптимальные шаги по использованию и охране трансграничных водных объектов, укрепляя взаимовыгодное доверие между государствами;

укрепить и создать возможности для обучения различных категорий профессионалов в сфере водных ресурсов и привлекательных для молодежи путем организации соответствующих центров повышения квалификации.

Руководители и представители водохозяйственных организаций стран Центральной Азии заверяют правительства наших стран, что мы примем конкретные меры по улучшению и укреплению водного сотрудничества для устойчивого развития и поддержания экологической ситуации в регионе.

По окончании конференции 23 сентября была принята **резолуция**, в которой были подведены итоги работы конференции и принято **решение конференции**:

1. Итоги конференции явились существенным вкладом в укрепление сотрудничества стран ЦАР, решение водных вопросов и достижение целей Международного десятилетия действий «Вода для жизни» (2005–2015 гг.) и Международного года водного сотрудничества (2013 г.):

– в политическом аспекте – предотвращение и мирное разрешение спорных вопросов трансграничного водного сотрудничества;

– в экономическом аспекте – взаимовыгодное использование водных ресурсов трансграничных бассейнов на принципах интегрированного управления водными ресурсами;

– в экологическом аспекте – сохранение ресурсного потенциала и обеспечение экологической устойчивости водных систем трансграничных бассейнов.

2. Для выполнения целей и задач устойчивого развития стран ЦАР необходимы консолидация научно-технического и производственного потенциала, взаимодействие научных сообществ на

национальном и международном уровнях при проведении новых и продолжении выполненных научных исследований по следующей тематике:

– Повышение уровня знаний о фактическом состоянии и закономерностях динамики водных ресурсов стран ЦАР в условиях изменения климата на основе модернизации системы мониторинга, разработки новых технологий, методов и моделей гидрологических расчетов и прогнозов.

– Разработка и внедрение методов интегрированного управления водными ресурсами с учетом передового мирового опыта, обеспечивающих надежное и безопасное функционирование и развитие национальных водохозяйственных комплексов стран ЦАР.

– Разработка и внедрение геоинформационных технологий и методов оптимизационно-имитационного моделирования функционирования и развития водохозяйственных комплексов как эффективного инструмента научных исследований, проектных разработок и оперативного управления водными ресурсами.

– Разработка методов оценки и прогноза экстремальных гидрологических явлений, обеспечивающих принятие эффективных мер по предупреждению и ликвидации последствий их возникновения и развития.

3. Конференция выражает глубокую благодарность за инициативу и организацию в проведении конференции Министерству сельского хозяйства Республики Казахстан, а также КазВодХозу МСХ РК, Федеральному Департаменту иностранных дел Швейцарской Федерации, которые оказали основную финансовую поддержку. Конференция признательна и другим спонсорам, а также международным организациям, оказавшим помощь в организации этого крупного научного форума.

4. Конференция считает необходимым продолжить дальнейшие исследования по актуальной для ЦАР тематики на основе выделения правительствами ЦАР необходимых бюджетных средств и привлечения донорской помощи.

5. Участники конференции отмечают высокий научный и организационный уровень проведения международной научно-практической конференции «Водные ресурсы Центральной Азии и их использование», посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни», и большой вклад ТОО «Институт географии» КазНИТУ им. К. И. Сатпаева.

6. Проект резолюции подготовлен оргкомитетом конференции для обсуждения и принят в окончательной редакции на итоговом заседании конференции.

Все участники конференции отметили высокий уровень организации и проведения конференции. Были получены приветственные письма в адрес конференции с пожеланиями всем участникам интересных и плодотворных дискуссий, успешного ее проведения от имени Совета Безопасности Республики Казахстан от первого заместителя секретаря Совета Безопасности РК М. Е. Шайхутдинова, от министра образования и науки Е. Сагадиева с пожеланиями плодотворной работы конференции.

По завершению конференции были получены благодарственные письма от участников конференции, основные из них приведены ниже:

Нысанбаева Е. Н., вице-министра МСХ РК;

Alice Aureli, Chief of Section Groundwater Systems and Settelements, UNESCO, Paris, France;

Abou Amani, Chief of Section on Hydrological Systems and Water Scarcity, UNESCO, Paris, France;

Suren Gevinian, Consultant, UNESCO, Paris, France;

Аламанова С., заведующего отделом географии Института геологии им. М. Адышева НАН КР, президента Кыргызского географического общества;

Романова А. Н., доктора технических наук, заведующего лабораторией атмосферных и гидро-сферных процессов ИВЭП СО РАН, профессора АлтГУ, АлтГТУ;

Мамедова Р. М., д.г.н., профессора, академика НАНА, директора Института географии Азербайджана, г. Баку, Азербайджан;

Болашвили Н. Р., канд. геогр. наук, директора Института географии им. Вахушти Багратиони Тбилисского государственного университета; Грузия, г. Тбилиси;

Абсаметова М. К., д.г.-м.н., профессора, директора Института гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина, г. Алматы;

Бабкина А. В., д.г.н., профессора кафедры «динамика атмосферы и космическое землеведение» РГГМУ, г. Санкт-Петербург;

Пузанова А. В., д.б.н., профессора, директора Института водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул;

Готовцева А. В., к.ф.-м.н., СНС Института водных проблем РАН, г. Москва;

Мухаббатова Х. М., доктора географических наук, профессора, завотделом географии при президиуме АН РТ;

Норматова И. Ш., члена-корреспондента Академии наук Республики Таджикистан, доктора химических наук, проф. Таджикского национального университета;

Товмасян К., UNESCO Almaty office. PhD, Programme Officer, Almaty, Kazakhstan;

Сахваевой Е., начальника информационно-аналитического отдела Департамента водного хозяйства и мелиорации, г. Бишкек;

Рыскулова Д., доктора экономических наук, вице-президента Транснациональной корпорации «Глобальные технологии гармонизации», г. Москва;

Калинина М.Ю., д.т.н., профессора, председателя совета директоров Ассоциации хранителей рек «ЭКО-КРОНЕС», г. Минск;

Абдуллаева Б.Д., директора Института гидрогеологии и инженерной геологии, Республика Узбекистан, г. Ташкент;

Барышникова Г. Я., академика международной академии наук высшей школы, президента ассоциации геоморфологов России, доктора географических наук, профессора Алтайского государственного университета;

Аджыгуловой Г., к.т.н., доцента Кыргызско-Российского Славянского университета, г. Бишкек.

От организационного комитета конференции:

А. Медеу, директора ТОО «Институт географии», член-корр. НАН РК, д.г.н., проф., заместителя председателя конференции;

И. М. Мальковского, главного менеджера по управлению проектами ТОО «Институт географии», д.г.н., проф., ответственного секретаря конференции;

И. В. Северского, главного научного сотрудника ТОО «Институт географии», академика НАН РК, д.г.н., проф., председателя Национального комитета Республики Казахстан по Международной гидрологической программе ЮНЕСКО.

Е. Н. Нысанбаев¹, А. Р. Медеу², А. А. Турсунова³

¹Вице-министр МСХ РК (Астана, Казахстан)

²Член-кор. НАН РК, д.г.н., директор (Институт географии, Алматы, Казахстан)

³К.г.н., и.о. руководителя лаборатории водных ресурсов (Институт географии, Алматы, Казахстан)

ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Актуальность проблемы водных ресурсов давно признана и активно исследуется, особенно в свете проблемы глобального изменения климата. Рассматриваются основные угрозы и вызовы в области водообеспечения и возможные пути снижения нагрузки на водные ресурсы и устранения дефицита пресной воды в Центральной Азии. Следствиями реализации водных опасностей могут стать обострение межгосударственных водных противоречий, развитие новых очагов экологической нестабильности, срыв программ социально-экономического развития.

Введение. Основными угрозами и вызовами в области водообеспечения являются глобальные и региональные изменения климата, несогласованность межгосударственных водных отношений, использование водозатратных технологий и несовершенство технических средств водорегулирования и водораспределения [1]. Дефицит водных ресурсов может вызвать обострение межгосударственных водных противоречий, развитие новых очагов экологической нестабильности, срыв программ социально-экономического развития.

Согласно Четвертому докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата в результате потепления климата ожидаются изменение атмосферной циркуляции и уменьшение количества осадков. По некоторым сценариям к 2100 г. снижение осадков может достигнуть почти 20%. Помимо этого, исследования показали, что в зоне формирования стоков Сырдарии и Амударии продолжается интенсивное таяние ледников. За 50 лет объемы ледников уменьшились по разным данным от 20 до 40%, а в последние годы темпы сокращения составляют около 1% в год. Исчезнут ледники – исчезнут и несущие жизнь реки.

Постановка проблемы. Центральная Азия занимает огромную площадь – более 4 млн км², но при этом на пустыни, полупустыни и сухие степи приходится более 70% всей территории, что говорит о недостаточном увлажнении региона (рисунок 1).



Рисунок 1 – Расположение Центральной Азии

Основные источники водных ресурсов Центральной Азии зависят от горных систем и сопредельных регионов. Ледники Тянь-Шаня, Алтая, Памира играют основную роль в обеспечении и поддержании баланса водных ресурсов в Центральной Азии. Они занимают площадь, равную 17 950 км². Это в 8,5 раза превышает оледенение Большого Кавказа и в 28 раз оледенение Алтая [2]. По территориям стран региона они распределены неравномерно. В Кыргызстане насчитывается 8200 ледников, занимающих 4,2% территории страны. Водный запас ледников Кыргызстана оценивается в 650 км³. Количество ледников в Таджикистане составляет 8492, примерно 6% территории республики. Остальная часть ледников сосредоточена в Казахстане [3].

В Центральной Азии расположено более 4000 водоемов – озер и водохранилищ. Самыми крупными из них являются высыхающее озеро-море Арал, одно из глубочайших озер мира – Иссык-Куль, озеро Балкаш с пресноводной западной и соленой восточной частями. Наряду с ними существует более 3000 очень мелких высокогорных приледниковых озер, десятки водохранилищ сезонного регулирования, тысячи бассейнов и прудов декадного и суточного регулирования.

За последние 100 лет (1900–2002 гг.) температура в странах Центрально-Азиатского региона увеличилась, а количество осадков уменьшилось (рисунок 2) [4]. В целом наблюдавшиеся глобальные колебания климата, характеризующиеся в основном двумя периодами потепления (до 1940-х годов и с 1976 г.), имеют аналогичный отклик в региональном климате стран Центральной Азии. При этом климатические условия, особенно в горных районах, колебались в более широких пределах по температуре, когда ее рост в пересчете на 100 лет по отдельным районам достигал 2,5 °С, что гораздо больше, чем для Земли в целом. Количество осадков в среднем по территории могло почти не измениться, но в отдельных районах наблюдался как их рост от 1–2 до 20–30%, так и еще большее уменьшение до 40–45%. Все это говорит о неоднородности местных откликов на глобальные и даже региональные изменения климата, что обязательно необходимо учитывать при оценке местных изменений климата.

По Казахстану общая среднегодовая температура выросла на 1,4°С, а годовая сумма осадков уменьшилась на 17 мм. Примерно аналогичные климатические изменения наблюдаются в других центрально-азиатских государствах, хотя за тот же период в Кыргызстане температура увеличилась на 1,6°С, количество осадков – на 23 мм. Потепление в Туркменистане происходит более быстрыми темпами. Среднегодовая температура воздуха на территории страны увеличивается на 0,18–0,2°С за десятилетие. Темпы изменения температуры станут более интенсивными после 2040 года. Расчёты показывают, что температура вырастет от 2 до 7 °С к 2100 году, при этом до 2020 г. ожидается незначительное увеличение количества осадков, а затем резкое их снижение. Темпы

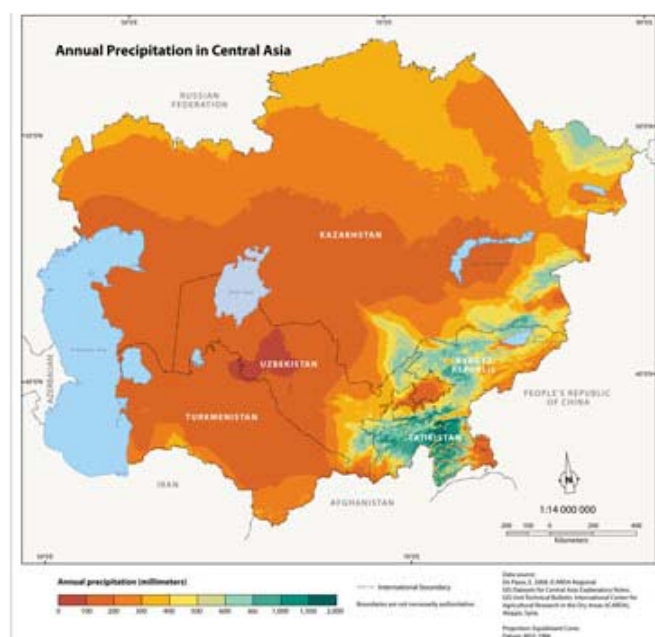


Рисунок 2 – Средненные атмосферные осадки в Центральной Азии

снижения будут более заметными после 2040 г., а к 2100 г. количество осадков снизится от 8–17% [5]. Данная тенденция свидетельствует о тревожных изменениях. Если существующий тренд сохранится, это будет означать ухудшение климатических условий Центрально-Азиатского региона в сторону еще большего иссушения климата.

Все сказанное о происходящих климатических изменениях касается и Казахстана, расчеты свидетельствуют, что к 2050 году объем речного стока в бассейне реки Сырдарии сократится на 6–10%, а Амударии – на 10–15%» [4].

Помимо объема для оценки состояния водных ресурсов в странах и регионах мира обычно используются еще 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 расчетами по материалам [6], а также по сообщениям коллег стран ЦА о количестве водных ресурсов в настоящее время наиболее низка обеспеченность возобновляемыми водными ресурсами в расчете на душу населения в Туркменистане и Узбекистане – соответственно 4681 и 1646 м³/чел в год (рисунок 3). В остальных странах ЦА она в 2–3 раза выше. При этом в среднем по Азиатскому континенту обеспеченность водными ресурсами в расчете на душу населения составляет 5600 м³/чел, в среднем по миру – 5996 м³/чел (см. рисунок 3).

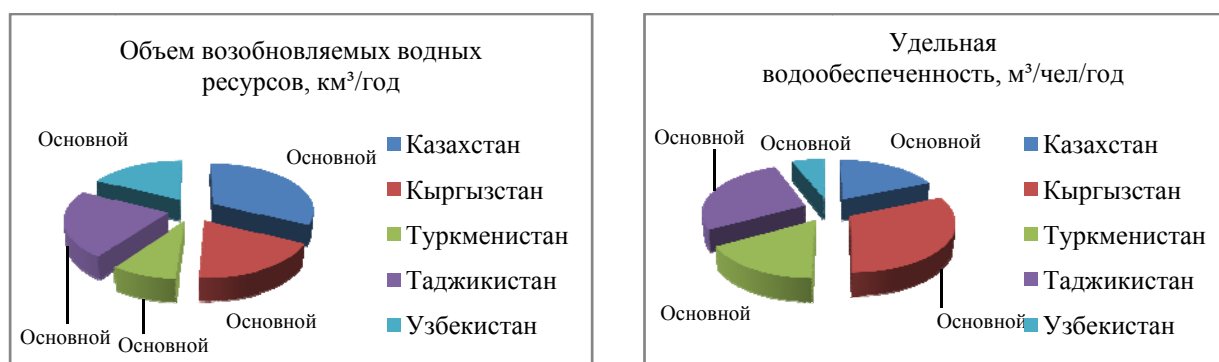


Рисунок 3 – располагаемые водные ресурсы по странам ЦА (а), удельная водообеспеченность стран ЦА за 2015 год, м³/чел в год (б)

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

Более 50% всего стока водных ресурсов Казахстана формируется за пределами страны. Крупнейшие реки Казахстана Ертис, Сырдария и Иле берут начало на территории других государств.

Институт географии Казахстана инициировал разработку специализированной научно-технической программы «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений» (2010–2013 гг.). Исследования показали, что на территории нашей страны с учетом выявленных климатических тенденций суммарные ресурсы поверхностных вод, формирующих в Казахстане и поступающих с территорий сопредельных государств, с 1974 по 2008 год составили 91,3 км³ (50 % обеспеченности). Из которых 44,3 км³ поступило из сопредельных государств, 47,0 – местный сток водоемов республики. Естественный климатический сток (восстановленный) составляет соответственно 115,1; 60,2 и 54,9 км³ в год. За счет хозяйственной деятельности ресурсы речного стока Республики Казахстан уменьшились на 23,8 км³ в год (на 21 %), в том числе трансграничного стока – на 15,9 (на 26 %), местного стока – на 7,9 км³ в год (на 14 %). С учетом реализации возможных климатических и трансграничных гидрологических угроз в перспективе ученые прогнозируют реальное уменьшение ресурсов речного стока в целом по Казахстану к 2020 году до 81,6 км³ в год, в том числе трансграничного – до 33,2; местного – до 48,3 км³ в год; к 2030 году – соответственно 72,4; 22,2 и 50,2 км³ в год.

Также отмечается, что «в связи с прогнозируемым снижением располагаемых ресурсов речного стока в Казахстане могут произойти заметные изменения величин и структуры водопотребления, возможно усиление конфликтов и противоречий между отдельными водопотребителями, в том числе обострение межгосударственных водных отношений в трансграничных бассейнах [7-9].

Водные ресурсы Центральной Азии распределены неравномерно: Казахстан, Туркменистан и Узбекистан относятся к странам с недостаточными водными ресурсами, Кыргызстан и Таджикистан – к странам с достаточными водными ресурсами. Важной особенностью является то, что Таджикистан и Кыргызстан расположены в зоне формирования водного стока, а остальные республики находятся в зоне его рассеивания.

Из стока реки Сырдария Узбекистан получает 50,5%, Казахстан – 42%, Таджикистан – 7% и Кыргызстан – 0,5%. Сток реки Амудария распределяется следующим образом: Узбекистану – 42,2%, Туркмении – 42,3%, Таджикистану – 15,2%, Кыргызстану – 0,3% [10]. Проблемой является то, что долговременных межгосударственных соглашений между государствами Центральной Азии по использованию трансграничных водных ресурсов до сих пор не существует.

Сельское хозяйство является крупнейшим потребителем воды, большая часть сельскохозяйственных земель в регионе требует орошения. Потребляя свыше половины всех используемых водных ресурсов региона, сельское хозяйство остается самым «неэкономным» потребителем – потери поливной воды на фильтрацию и испарение просто огромны. Каналы ирригационных систем незабетонированы и большей частью разрушены; потери воды в них достигают 50–70% от поступающего объема воды. Между тем быстрорастущее население региона, которое увеличивается на 2–3% в год, предъявляет все новые требования к уровню обеспечения продовольствием, питьевой водой.

Доля гидроэлектроэнергии в общей доле энергетики региона достигает 27,3%. При этом в Таджикистане и Кыргызстане она составляет 75–90 %, но в Казахстане, Узбекистане и Туркменистане – не более 10–15% от общего объема выработки электроэнергии. Роль гидроэнергетики в экономике трех государств не так важна, как роль сельского хозяйства, но для Кыргызстана и Таджикистана гидроэнергетика представляет важнейший ресурс экономического и социального развития страны. Общие потенциальные гидроресурсы двух республик оцениваются в 527 млрд кВт·ч, а в удельном отношении – 2100 тыс кВт·ч на 1 км² территории.

Водные ресурсы играют огромную роль и в развитии промышленности, которая потребляет до 29% всех водных ресурсов. Ограниченные водные ресурсы региона, в особенности из-за того, что бассейны рек Центральной Азии расположены на территории нескольких государств, являются источником конкуренции, потенциальной вероятности конфликтов в Центральной Азии по поводу количественного распределения стока между странами, а также из-за качества воды, получаемой странами, расположенными в нижних течениях речных бассейнов.

Пути решения проблемы. Основные противоречия лежат в принципе использования водных ресурсов Центральной Азии, что главнее: орошение или гидроэнергетика. Для одних стран важнее выработка электроэнергии, для других – орошаемое земледелие. Необходимы поиски мер, которые позволили бы совместить каким-то образом два взаимоисключающих подхода к использованию водных ресурсов в экономике разных стран.

Казахстанскими учеными определены два пути снижения нагрузки на водные ресурсы и устранения дефицита пресной воды. Первый путь предусматривает реализацию мероприятий по уменьшению водопотребления и использование более современных технологий для сокращения потребления пресной воды в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве.

Второй путь предполагает увеличение водных ресурсов за счет многолетнего и сезонного регулирования речного стока, использования запасов подземных пресных вод, опреснения соленых и солоноватых вод, территориального перераспределения водных ресурсов [1].

Использование водных ресурсов Центральной Азии сегодня представляет собой комплекс взаимосвязанных проблем: социальных, политических, экономических. Отсутствие эффективного менеджмента в сфере водных ресурсов играет роль сдерживающего механизма в их использовании и защите от загрязнения. Национальные законодательства стран региона по водным ресурсам слишком «однобоки», учитывают только интересы национальных государств. Неготовность

политических элит прийти к компромиссу является главным препятствием, которое мешает эффективному сотрудничеству в сфере водных ресурсов. Хотя данный вопрос активно исследуется многими экспертами и организациями и принимаются многочисленные рекомендации как и что лучше сделать, но реальных изменений к лучшему в сфере водных отношений в общерегиональном масштабе пока нет. Есть отдельные примеры успешного сотрудничества стран (например, Казахстан – Кыргызстан), эффективного менеджмента в данной сфере (меры по спасению Малого Арала). Но этого мало. Этот вопрос непосредственно затрагивает все страны Центральной Азии, взаимодействие по нему исключительно важно для социально-экономического развития всех государств Центральной Азии. Только совместные действия всех стран региона с учетом интересов всех участников представляют собой путь для решения проблемы водных ресурсов [11].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция). – Алматы, 2012. – Т. 1. – 94 с.
- [2] Котляков. В.М. Избранные сочинения. – М.: Наука, 2001. – Кн. 3.
- [3] Диагностический доклад для подготовки региональной стратегии рационального и эффективного использования водных ресурсов. Проектная рабочая группа по энергетическим и водным ресурсам, ООН, ЕЭК, февраль 2002. – 83 с.
- [4] Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии. Учебный курс. – М.: Бишкек, 2006.
- [5] Национальная стратегия Туркменистана по изменению климата. – Ашхабад, 2012.
- [6] Countryinformation [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/index.stm.
- [7] Достай Ж.Д., Гальперин Р.И., Давлетгалиев С.К., Алимкулов С.А. Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2012. – № 4. – С. 18-24.
- [8] Достай Ж.Д. и др. Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Алматы, 2012. – Т. 2. – 330 с.
- [9] Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. VII. Ресурсы речного стока Казахстана. Кн. 1. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под науч. ред. Р. И. Гальперина. – Алматы, 2012.
- [10] Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии: Доклад. Евразийский банк развития. – Алматы, 2009.
- [11] Сулеймен М.Б. Вода. Международная безопасность // Вестник КазНУ. – Алматы, 2011.

REFERENCES

- [1] Medeu A. R., Malkovsky I. M., Toleubayeva L. S. Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management (concept). Almaty, 2012. Vol. 1. 94 p. (in Russian).
- [2] Kotlyakov. V. M. Selected compositions. M.: Nauka, 2001. Book 3 (in Russian).
- [3] The diagnostic report for preparation of regional strategy of rational and effective use of water resources. Design working group on energy and water resources, UN, ECE, February, 2002. 83 p. (in Russian).
- [4] Climate change and water problems in Central Asia. Training course. M.: Bishkek, 2006 (in Russian).
- [5] The national strategy of Turkmenistan on climate change. Ashgabat, 2012 (in Russian).
- [6] Countryinformation [An electronic resource] – the access Mode: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/index.stm (in Russian).
- [7] Dostay Zh.D., Galperin R. I., Davletgaliyev S. K., Alimkulov S.A. Natural waters of Kazakhstan: resources, mode, quality and forecast // Questions of geography and geoecology. Almaty, 2012. N 4. P. 18-24 (in Russian).
- [8] Dostay Zh.D., etc. Natural waters of Kazakhstan: resources, mode, quality and forecast. Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management (monograph). Almaty, 2012. Vol. 2. 330 p. (in Russian).
- [9] Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. T.VII. Resources of a river drain of Kazakhstan. Book 1. Renewable resources of the surface water of the Western, Northern, Central and East Kazakhstan (monograph) / Under scien. edition of R. I. Galperin. Almaty, 2012 (in Russian).
- [10] Influence of climate change on water resources in Central Asia, the report, Eurasian Development Bank. Almaty, 2009 (in Russian).
- [11] Suleymen M.B. Water. International safety // The Bulletin KazNU. Almaty, 2011 (in Russian).

Е. Н. Нысанбаев¹, А. Р. Медеу², А. А. Турсунова³

¹ҚР АШМ вице-министрі (Астана, Қазақстан)

²ҚР ҰҒА кор. мүшесі, г. ф. д., директор (География институты, Алматы, Қазақстан)

³Г.ф.к., су ресурстар лабораториясының меңгерушісі к.а. (География институты, Алматы, Қазақстан)

ОРТАЛЫҚ АЗИЯНЫҢ СУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Су ресурстары мәселелерінің өзектілігі бұрыннан мойындалған және белсенді түрде, әсіресе климаттың ғаламдық жылынуы тұрғысында зерттелінуде. Мақалада сумен қамтамасыз ету облысында негізгі қауіп-қатерлер мен тегеуріндер және су ресурстарына түсетін жүктемені төмендетудің болжамды жолдары мен Орталық Азиядағы тұщы су дефициті қарастырылған. Су қаупін тудыратын себептер болып су бойынша мемлекет аралық қарама-қайшылықтар, экологиялық тұрақсыздықтың жаңа ошақтарының дамуы, әлеуметтік-экономикалық дамыту бағдарламаларының орындалмауы саналады.

Ye. N. Nysanbayev¹, A. R. Medeu², A. A. Tursunova³

¹Ministry of agriculture of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan)

²Corresponding Member of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, doctor of geographical sciences, director (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

³Candidate of geographical sciences, acting Head of Department of water resources (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

WATER PROBLEMS OF CENTRAL ASIA

Relevance of a problem of water resources is recognized long ago and is actively investigated, especially in the light of a problem – global climate change. In article the main threats and calls in the field of water supply and possible paths of decrease in load of water resources and elimination of deficiency of fresh water in Central Asia are considered. The aggravation of interstate water contradictions, development of the new centers of ecological instability, failure of programs of social and economic development can become corollaries of realization of water dangers.

Т. И. Есполов

Ректор КазНАУ, вице-президент НАН РК, академик НАН РК,
(Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан)

ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОБВОДНЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПАСТБИЩНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Изложены проблемы и меры инновационного развития обводнения и водоснабжения пастбищных территорий Республики Казахстан. Дан анализ продуктивности кормоемкости пастбищ, изложены 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.

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 неподаваемой растительностью и отмечаются 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 обводненными 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 осуществляются 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.

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 водоемов 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 определяют по формулам:

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

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
Присарыусуские массивы	1,88	0,15-0,8	177,5	0,37
Кызылкум	5,056	0,1-0,67	1325,0	2,76
Мойынкум 1	1,92	0,17-0,6	730,0	1,52
Мойынкум 2	3,25	0,15-0,8	1296,0	2,70
Бетпақдала	6,23	0,15-0,65	1278,0	2,66
Сарытаукум	1,18	0,25-0,65	485,0	1,01
Сарышикотрау	6,05	0,2-0,45	2000,0	4,16
Северное Прибалкашье	3,080	0,15-0,65	897,0	1,87
Жайсан-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	

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

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].

Для молодняка и дойных коров радиус водопоя на пастбищах принимается меньше предельно допустимых показателей для взрослого скота. На зимних, осенних и весенних пастбищах при 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 (таблица 3). Для овец и коз, выпасаемых на горных пастбищах, допустимый радиус водопоя может быть принят из таблицы 4.

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).

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

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

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.

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, снились 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

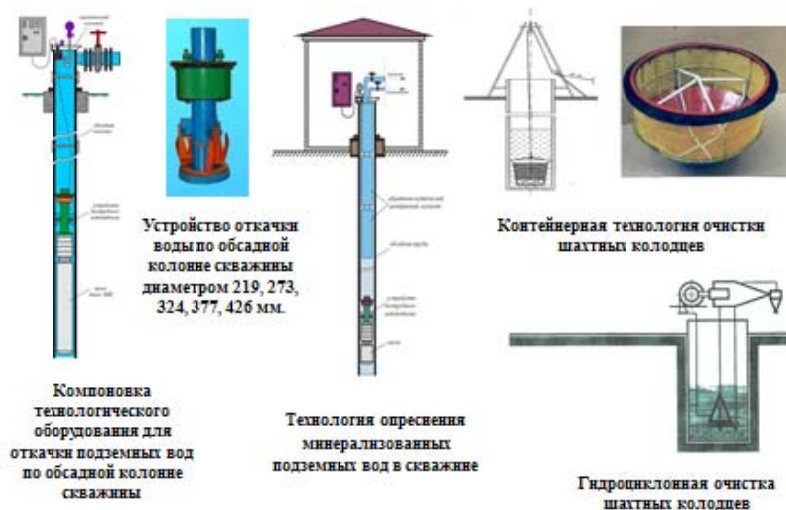


Рисунок 1 – Инновационные технологии и технические средства обводнения пастбищ

теоретические основы определения экологически безопасного радиуса водопоя. Остаются проблемными вопросы использования высокодебитных водоисточников для 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 сосредоточено 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 водоснабжении пастбищных территорий оценивается 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

$$\sum \Delta rD_a = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m [(C_1^i - I_1^i) - (C_2^i - I_2^i)], \quad (3)$$

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 совершенствованию 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. получать экологически чистый товар 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 крестьянских хозяйств, 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., Ермекбаев 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.

REFERENCES

- [1] State program «Agrobusiness 2020», 2013 (in Russian).
- [2] Yespolov T.I. Use of non-traditional resources saving sources of energy for animal breeding in Almaty region. Almaty: Publishing house «Aitumar», 2012 (in Russian).
- [3] Yespolov T.I. Innovative-water saving technologies of water supply and irrigation of haymaking and pasturable lands of Almaty region. Almaty: Publishing house «Aitumar», 2012 (in Russian).
- [4] Yespolov T.I., Rau A.G., Kalybekova Ye.M. Development of irrigation of pasturable territories of the Republic of Kazakhstan // Works of 10-th conference of scientific union of Kazakhstan Germans. Almaty, 2015 (in Russian).
- [5] Yespolov T.I. and others. Patent for invention of biogas facility. IP. № 24377, state register 2011 (in Russian).
- [6] Yespolov T.I., Seitasanov I.S., Yermekbayev A.A. well pumping apparatus. IP. № 25134, state register 2011 (in Russian).
- [7] Yespolov T.I. Water saving and water resources management in irrigative farming and irrigating pastures // International conference «Water saving and water resources management in irrigative farming and irrigating pastures». Almaty, 2015 (in Russian).

Т. И. Есполов

ҚазҰАУ ректоры, ҚР ҰҒА вице-президенті, ҚР ҰҒА академигі
(Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан)

ИННОВАЦИЯЛЫҚ БАҒЫТТАР ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЖАЙЫЛЫМ АЛҚАПТАРЫН СУЛАНДЫРУДЫ ЖӘНЕ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІ ДАМУ

Қазақстан Республикасының жайылымдық аумақтарын суландыру мен сумен қамтамасыз етудің мәселелері мен инновациялық даму шаралары баяндалған. Жайылымдардың сымдылығының 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.

Түйін сөздер: суландыру, жайылымдық мал шаруашылығы, сумен қамтамасыз ету, экономикалық тиімділік.

Т. I. Yespolov

Head of Kazakh National Agrarian University, Vice-president of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, academician of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan
(Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan)

INNOVATIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF IRRIGATION AND WATER SUPPLY OF PASTURABLE TERRITORIES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

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.

Key words: irrigation, pasturable animal breeding, water supply, economic efficiency.

С. К. Алимкулов¹, А. А. Турсунова², А. А. Сапарова³, А. Р. Загидуллина⁴

¹К.г.н., заместитель директора (Институт географии, Алматы, Казахстан)

²Руководитель лаборатории «водные ресурсы» (Институт географии, Алматы, Казахстан)

³Соискатель PhD, НС (Институт географии, Алматы, Казахстан)

⁴Магистр, МНС (Институт географии, Алматы, Казахстан)

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕЧНОГО СТОКА ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Рассмотрены закономерности территориального распределения ресурсов речного стока южных регионов Казахстана, проведена оценка водных ресурсов с 1960 по 2012 г. в разрезе водохозяйственных участков Арало-Сырдаринского, Шу-Таласского и Балкаш-Алакольского водохозяйственных бассейнов. Также были отдельно подсчитаны водные ресурсы, формирующиеся в пределах каждого водохозяйственного участка, приток и отток воды из них, оценены водные ресурсы водохозяйственных бассейнов.

Введение. Устойчивое развитие общества возможно при условии его надежного водообеспечения в настоящем и будущем. Планирование и реализация водохозяйственных мероприятий для обеспечения устойчивого развития любого государства, т.е. обеспечение водной безопасности страны, возможны только при условии знания (оценки) происходящих и возможных в перспективе изменений водных ресурсов и водного режима рек под влиянием естественных и антропогенных факторов. В Республике Казахстан наблюдается острый дефицит водных ресурсов. Исключительно высокая пространственно-временная изменчивость речного стока и значительность его трансграничной составляющей на порядки усугубляет проблему водообеспечения республики. В этих условиях появляется необходимость, в первую очередь, обосновать географические основы обеспечения водной безопасности страны, ибо устойчивое развитие общества обеспечивается знанием и управлением изменяющихся водных ресурсов. Южный и юго-восточный регион Казахстана имеет большое экономическое, социальное и экологическое значение для страны. Ввиду благоприятных климатических условий, наличия земельных, водных, сырьевых и трудовых ресурсов здесь сформировался один из наиболее важных аграрно-индустриальных комплексов.

Постановка проблемы. Воплощение в жизнь планов экономического развития Казахстана на перспективу 2030–2050 гг. в современных условиях требует приложения весьма серьезных усилий. Прежде всего, необходимо иметь четкое представление о наличных водных ресурсах страны. 85 % потребляемых в РК водных ресурсов – это поверхностный речной сток. Усугубляет проблему нехватка воды, неравномерность распределения водных ресурсов по территории республики. Так, южный регион при своей относительной обеспеченности водой в то же время является основным ее потребителем (70–80%) в орошаемом земледелии, которое исторически сложилось здесь. От того, насколько обеспечено водой сельское хозяйство, зависят общее социально-экономическое состояние и, как следствие, решение продовольственной программы РК.

В капитальном исследовании 2009–2011 гг., выполненном рядом организаций, дана многосторонняя оценка водных ресурсов республики в разрезе водохозяйственных бассейнов (ВХБ) [1]. Но этот колоссальный труд не дает представления о практическом узкорегionalном использовании воды, например, в разрезе водохозяйственных участков (ВХУ). Возникла необходимость существенной детализации территориального распределения водных ресурсов: по ВХУ и их частям. Для каждого участка необходима скрупулезная детализация данных: объем притока к конкретному участку и оттока за его пределы, объем сформировавшегося местного стока по участку.

Методика исследований. Исследования базируются на методах, распространенных в гидрологии, основанных на пространственных закономерностях изменения речного стока, таких, как комплексный физико-географический анализ, учитывающий факторы формирования и изменения стока.

Закономерности распределения речного стока исследуемого региона были проанализированы на основе карт среднемноголетнего стока для каждого водохозяйственного бассейна. Для построения

карт стока использовались среднемноголетние величины стока репрезентативных гидропостов (ГП) и полученные на основе их анализа региональные зависимости стока от средневзвешенной высоты водосбора $h = f(H_{cp.вз})$ [1, 2].

Среднемноголетний сток (слой стока h), полученный по гидропостам, отнесен к горизонтали, соответствующей средневзвешенной высоте водосбора в горных районах, к геометрическому центру – в равнинных районах. Затем проводились линии по точкам равных значений слоя. Далее изолинии корректировались на основе особенностей рельефа, орографии, ориентации горных склонов относительно влагонесущих масс, поступающих в данные регионы.

Оценка показателей речного стока по водохозяйственным участкам бассейнов юго-восточного и южного региона Казахстана осуществлялась за расчетный период с 1960 по 2012 г. Использованы методы статистического анализа гидрологических данных, гидрологических и водохозяйственных расчетов, комплексного гидролого-географического анализа. Проведена дифференциация местного и транзитного стока (притока).

Местный сток ВХУ оценивался как сумма стока изученных участков (охваченных наблюдениями в створах гидропостов (ГП) рек) и стока неизученных участков (неохваченных фактическими наблюдениями на реках).

Расчеты стока по изученным участкам проведены суммированием стока рек в створах ГП, замыкающих зону формирования стока. Подбор ГП осуществлен на основе анализа руслового водного баланса конкретной реки или речного бассейна (когда имелись ГП на нескольких притоках) и сравнения величин стока. В расчет взяты ГП, имеющие наибольшие среднегодовые расходы воды относительно других ГП по длине реки (если они имеются) или в бассейне частной реки, ниже которых участки отнесены к неизученным, несмотря на имеющиеся здесь ГП. Это связано с тем, что последние иногда расположены ниже участков с определенными естественными потерями стока.

Расчет стока по неизученным участкам проведен на основе региональных кривых $h = f(H_{cp.вз})$, а также по карте стока, что ранее было рассмотрено в работе [2].

Местный сток ВХБ определялся суммой аналогичных величин по ВХУ, входящим в тот или иной бассейн.

Для каждого ВХУ и ВХБ были определены ресурсы, поступающие в данный участок из других участков – *приток в ВХУ/ВХБ*.

Сумма притока и местных (формирующихся на территории данного ВХУ в пределах РК) ресурсов дает *суммарные ресурсы ВХУ/ВХБ*.

В качестве исходной информации в работе использовались обширный архивный и фондовый материал РГП «Казгидромет» (УГКС КазССР), справочные и каталожные данные государственного водного кадастра, монографии «Ресурсы поверхностных вод СССР» [3-5].

Результаты исследований и их обсуждение. Бассейны рек юга и юго-востока Казахстана в гидрологическом отношении изучены сравнительно хорошо. Подробные исследования речного стока южного региона Казахстана были выполнены В. Л. Шульцем [6] и Б. Д. Зайковым [7], более подробно рассмотрены до 70-х годов прошлого столетия [3-5, 8-12], к более поздним работам можно отнести исследования Института географии [1]. В работе изучены закономерности формирования стока региона. Особенности территориальных распределений речного стока главным образом зависят от орографических и климатических условий конкретного бассейна.

Для наглядного изображения территориального распределения годового стока в водохозяйственных бассейнах республики были построены карты среднемноголетнего стока на основе использования выявленных региональных зависимостей стока от физико-географических характеристик бассейнов для всех трех водохозяйственных бассейнов (рисунки 1-3).

Для всех гидрологических районов *Арало-Сырдаринского ВХБ* характерно постепенное увеличение речного стока по высоте местности, на максимальных высотах имеют место наиболее благоприятные условия для формирования стока. Сток рек региона закономерно уменьшается с востока на запад у хребта Каратау. В бассейнах рек западной части юго-западных склонов хребта Каратау: Икансу, Шерт, Карашык, Актобе, Тастаксай и др. средняя высота водосборов изменяется от 600 до 1200 м, слой стока превышает 400 мм. В бассейнах рек южной части юго-западных склонов хр. Каратау: реки Боген, Балабоген, Актас и др., где абсолютная высота равна 520-900 м

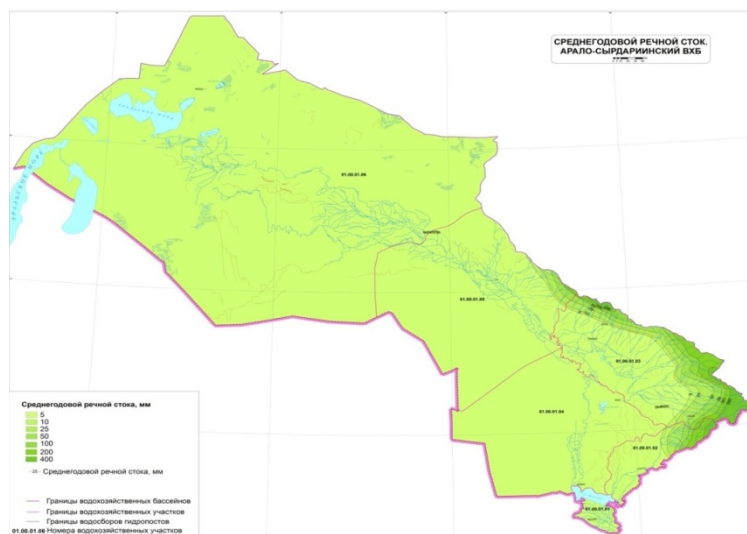


Рисунок 1 – Карта стока (средненоголетний слой) Арало-Сырдаринского ВХБ



Рисунок 2 – Карта стока (средненоголетний слой) Шу-Таласского ВХБ

над уровнем моря, слой стока достигает максимальных величин – 564 мм. Бассейны рек юго-западных склонов хр. Боралдайтау, к которым принадлежат реки Боралдай, Кокбулак, Карагашты, Кошкарата и др., характеризуются высотами водосборов от 700 до 1100 м, максимум слоя стока достигает 435 мм. В бассейнах рек северо-западных склонов хр. Каржантау, с интервалом высот от 1100 до 2500 м, слой стока достигает максимальных величин (717 мм) по всему водосборному бассейну Арало-Сырдаринского ВХБ. В этом районе протекают Жабагылысу, Машат, Аксу, Бадам, Сайрам и другие небольшие реки.

Шу-Таласский ВХБ. В Шуйской долине характер распределения среднего стока различен для левобережных (основных) и правобережных притоков р. Шу (см. рисунок 2). Северные склоны Киргизского Алатау хорошо доступны идущим с запада и северо-запада влажным воздушным потокам, поэтому водоносность рек этих склонов значительно выше, чем верховий р. Шу. Так, реки крайних западных отрогов Киргизского Алатау при средних высотах 2090–2370 м имеют слой стока 79–306 мм. При средних высотах водосборов, равных 960–2530 м, слой стока рек соответствует 38–151 мм. Большая часть рек северных склонов Таласского Алатау при средних высотах водосборов 580–1080 м имеет слой стока 38–186 мм.

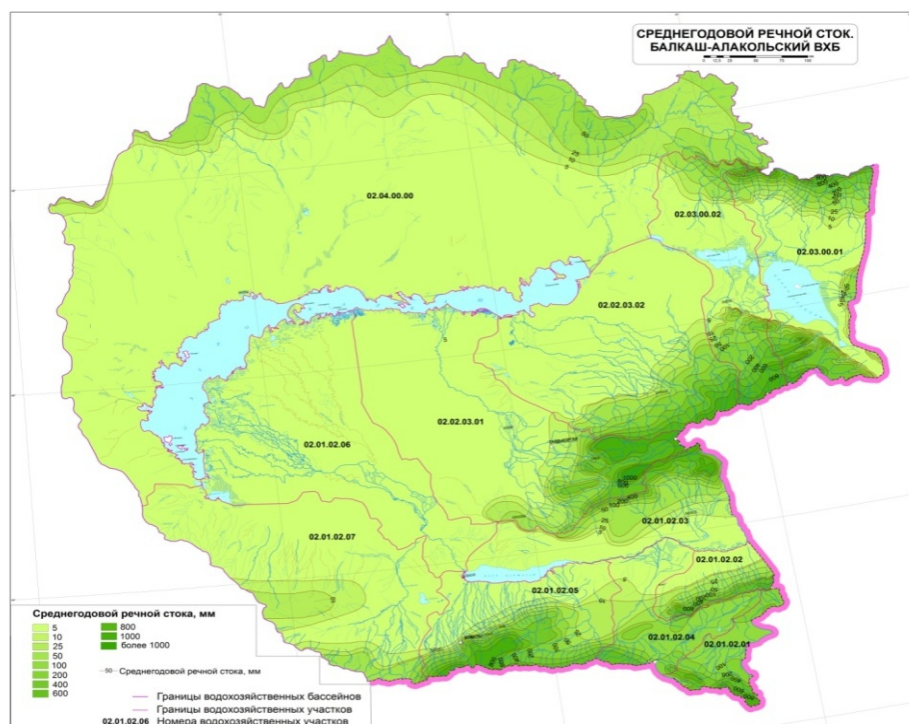


Рисунок 3 – Карта стока (среднепогодный слой) Балкаш-Алакольского ВХБ

Особенности территориальных распределений речного стока *Балкаш-Алакольского ВХБ*, главным образом, связаны с орографическими и климатическими условиями бассейна (см. рисунок 3).

Основная часть речного стока формируется в горной части, которая отличается от равнин многообразием ландшафтов на сравнительно небольших отрезках пространств, даже в пределах одной и той же высоты, одного и того же горного склона. Наибольшей удельной водоносностью обладают западные и северные склоны Жетысу Алатау и центральная часть северного склона Иле Алатау – среднепогодный слой стока здесь достигает 800–1000 мм. Во внутригорных и менее увлажняемых районах Балкаш-Алакольского ВХБ (бассейны рек Шарын и Шелек, южный склон Жетысу Алатау) среднепогодный слой стока едва достигает 400 мм. В равнинной части Балкаш-Алакольского ВХБ, как правило, сток рассеивается. Реки Северного Прибалкашья обладают наименьшей удельной водоносностью, сток колеблется от 5 до 50 мм. В бассейнах рек озера Алаколь водоносность уменьшается с севера на юг согласно закону географической зональности, а также с запада на восток в зависимости от досягаемости влагонесущих западных воздушных масс. Самыми водоносными районами являются юго-западные склоны хребта Тарбагатай (бассейн рек Уржар, Каракол), где слой стока достигает 600 мм (кое-где даже 800 мм). Наименьшей водоносностью отличаются северо-восточные склоны хребта Жетысу Алатау – максимум 400 мм. Водность сравнительно широтно расположенных хребтов (Тарбагатай, Жетысу Алатау) явно убывает на восток. Таким образом, в бассейне рек оз. Алаколь прослеживается как широтная закономерность распределения речного стока, так и долготные и высотные его дифференциации.

Далее проведена оценка водных ресурсов Арало-Сырдаринского, Шу-Таласского и Балкаш-Алакольского водохозяйственных бассейнов, которые разделены на соответствующие водохозяйственные участки (рисунок 4). В основу водохозяйственного районирования территории рассматриваемых водохозяйственных бассейнов положено Постановление Республики Казахстан «Об утверждении Генеральной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов» от 8 апреля 2016 года, №200 [13].

На рисунке 4 представлены цифровые значения притока, местных и суммарных водных ресурсов рассматриваемых ВХБ в разрезе ВХУ.

Арало-Сырдаринский водохозяйственный бассейн состоит из шести водохозяйственных участков. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние многолетние значения стока по водохозяйственным участкам и водохозяйственному бассейну Арало-Сырдаринского ВХБ

ВХУ	Приток, км ³	Местные ресурсы, км ³	Суммарные ресурсы, км ³
01.00.01.01	27,8*	0,007	27,9
01.00.01.02	–	0,48	0,48
01.00.01.03	–	2,55	2,55
01.00.01.04	27,2	0,094	27,3
01.00.01.05	24,6	0,18	24,8
01.00.01.06	21,8	0,17	22,0
Арало-Сырдаринский ВХБ	27,4	3,48	30,9

*Приток в ВХУ 01.00.01.01 учитывает не только приток с территории Узбекистана, а также приток из ВХУ 01.00.01.02.

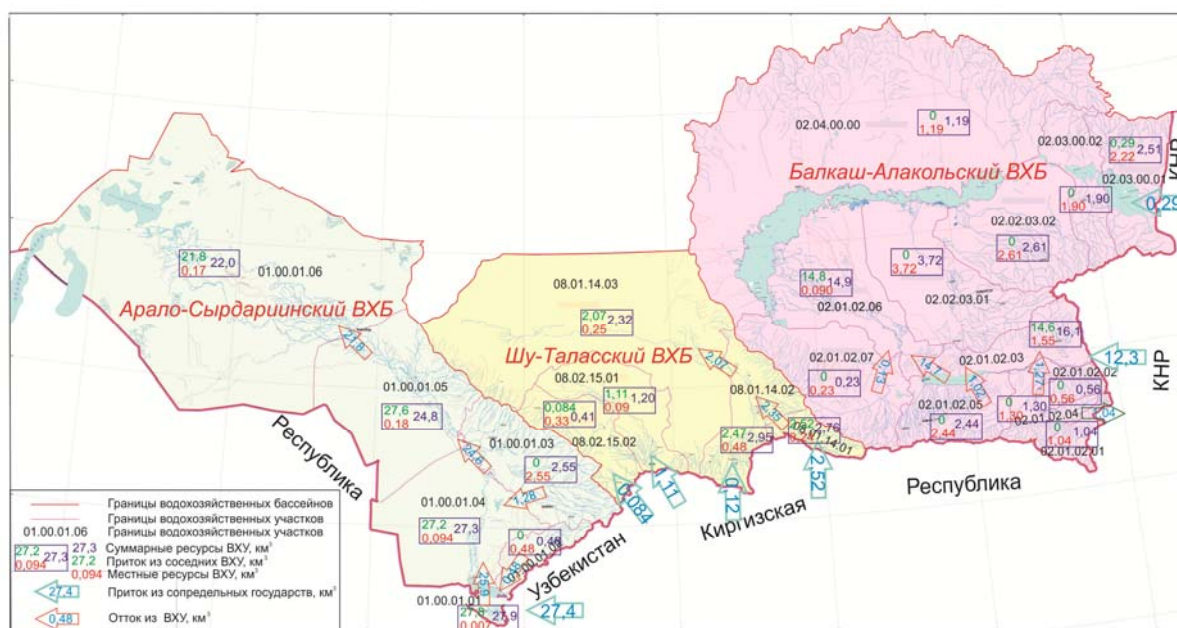


Рисунок 4 – Водные ресурсы южного и юго-восточного региона Казахстана

ВХУ 01.01.00.01. Суммарные водные ресурсы участка оцениваются суммированием притока в Республику Казахстан из сопредельной территории Узбекистана по р. Сырдария, по ГП р. Сырдария – выше устья р. Келес, притока из ВХУ 01.01.00.02 и местного стока, формирующегося в пределах данного участка: $W=27,4+0,48+0,007=27,9 \text{ км}^3$.

ВХУ 01.01.00.02 включает в себя бассейн р. Келес. Суммарные водные ресурсы рассматриваемого участка оцениваются стоком р. Келес и стоком рек неизученных участков: $W=0,35+0,13=0,48 \text{ км}^3$.

ВХУ 01.01.00.03 включает реки, берущие начало с хребта Боралдайтау и юго-западных склонов хребта Каратау (Арыс, Шаян, Баялдыр, Шылбыр, Хантагы, Коксу, Актобе). Суммарные водные ресурсы водохозяйственного участка оцениваются ресурсами изученных и неизученных рек: $W=2,23+0,32=2,55 \text{ км}^3$.

ВХУ 01.01.00.04. Суммарные водные ресурсы рассматриваемого участка оцениваются суммированием притоков из соседних участков и местного стока. Притоком для данного участка являются поступающий сток по р. Сырдария – НБ ниже Шардаринского и сток по р. Арыс – с. Шаульдыр: $W=25,9+1,28+0,094=27,3 \text{ км}^3$.

ВХУ 01.01.00.05. Суммарные водные ресурсы участка оцениваются входящим стоком по р. Сырдария – с. Коктобе и местным стоком, формирующимся на территории водохозяйственного участка: $W=24,6+0,18=24,8 \text{ км}^3$.

ВХУ 01.01.00.06. Суммарные водные ресурсы данного участка оцениваются входящим стоком по р. Сырдария – рзд. Кергельмес и местным стоком, формирующимся на территории водохозяйственного участка: $W=21,8+0,17=22,0 \text{ км}^3$.

Суммарные ресурсы всего *Арало-Сырдаринского ВХБ* определяются поступающим стоком по р. Сырдария из Узбекистана и местным стоком, формирующимся в пределах Республики Казахстан: $W=27,4+3,48=30,9 \text{ км}^3$.

Шу-Таласский водохозяйственный бассейн состоит из пяти водохозяйственных участков. Результаты оценки водных ресурсов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Средние многолетние значения стока по водохозяйственным участкам и водохозяйственному бассейну Шу-Таласского ВХБ

ВХУ	Приток, км ³	Местные ресурсы, км ³	Суммарные ресурсы, км ³
08.01.14.01	2,52	0,24	2,76
08.01.14.02	2,47	0,48	2,95
08.01.14.03	2,07	0,25	2,32
08.02.15.01	1,11	0,09	1,20
08.02.15.02	0,084	0,33	0,41
Шу-Таласский ВХБ	3,72	1,38	5,10

ВХУ 08.01.14.01. Местные водные ресурсы данного ВХУ составляют сток рек западного склона хребта Иле Алатау (Кастек, Караконьс, Ыргайты, Жансай, Карасу и др.), которые оценены в объеме $0,24 \text{ км}^3$, из них ресурсы изученных участков составляют $0,18 \text{ км}^3$, неизученных – $0,06 \text{ км}^3$. На данный участок вода поступает с территории Киргизской Республики в объеме $2,52 \text{ км}^3$. Суммарные водные ресурсы составляют $W=0,24+2,52=2,76 \text{ км}^3$. Отток с данного участка в ВХУ 08.01.14.02. оценен по ГП р. Шу – а. Тасоткель и равен $2,35 \text{ км}^3$.

ВХУ 08.01.14.02. Местный сток формируется на реках, стекающих с западного склона гор Айтау и Киндиктас (Унгирли, Теректи, Шокпар), а также с северных склонов Кыргызского хребта (Аспара, Мерки, Каракыстак и др.), и составляет $0,48 \text{ км}^3$, из них ресурсы изученных участков – $0,31 \text{ км}^3$, не изученных – $0,17 \text{ км}^3$. Приток в данный ВХУ осуществляется из ВХУ 08.01.14.01 по р. Шу (ГП р. Шу – а. Тасоткель) в объеме $2,35 \text{ км}^3$ и с территории Киргизской Республики в объеме $0,12 \text{ км}^3$, что в сумме равно $2,47 \text{ км}^3$. Суммарные водные ресурсы оценены в $2,95 \text{ км}^3$. Отток из ВХУ осуществляется по р. Шу в ВХУ 08.01.14.03 в объеме $2,07 \text{ км}^3$.

ВХУ 08.01.14.03 включает в себя реки, стекающие с северных склонов Кыргызского хребта (Шалсу, Талдысу, Жарлысу и др.), а также с северных склонов гор Каратау (Дарбут, Кошкарата, Ранг, Арпаозен и др.), которые и составляют местные ресурсы ВХУ в объеме $0,25 \text{ км}^3$. Из них ресурсы изученных участков – $0,06 \text{ км}^3$, не изученных – $0,19 \text{ км}^3$. Приток осуществляется из ВХУ 08.01.14.01 по р. Шу (ГП р. Шу – а. Мойынкум) в объеме $2,07 \text{ км}^3$. Суммарные водные ресурсы $2,32 \text{ км}^3$. Отток в другие ВХУ отсутствует.

ВХУ 08.02.15.01. Местные ресурсы образуются суммарным стоком малых рек и ручьев, стекающих с северных склонов Таласского хребта в объеме $0,09 \text{ км}^3$. С территории Киргизской Республики по реке Талас поступает сток объемом $1,11 \text{ км}^3$. Суммарные водные ресурсы ВХУ составляют $W=0,09+1,11=1,20 \text{ км}^3$. Отток из данного ВХУ в другие отсутствует.

ВХУ 08.02.15.02 включает реки северного и юго-восточного склона гор Каратау (Терис, Акжар, Тамды, Коктал, Шабакты). Местный сток составляет $0,33 \text{ км}^3$. Приток осуществляется с территории Киргизской Республики в объеме $0,084 \text{ км}^3$. Таким образом, суммарные водные ресурсы ВХУ – $0,41 \text{ км}^3$. Отток в другие ВХУ отсутствует.

Водные ресурсы, формирующиеся в пределах *Шу-Таласского ВХБ*, оценены в $1,38 \text{ км}^3$. С территории Киргизской Республики поступает сток объемом $3,72 \text{ км}^3$. Суммарные ресурсы составляют $W=1,38+3,72=5,10 \text{ км}^3$.

Балкаш-Алакольский водохозяйственный бассейн состоит из 12 водохозяйственных участков. Для каждого ВХУ и ВХБ в целом были определены ресурсы, поступающие из других участков (приток в ВХУ/ВХБ), местные ресурсы (формирующиеся на территории данного ВХУ/ВХБ в

Таблица 3 – Средние многолетние значения стока по водохозяйственным участкам и водохозяйственному бассейну Балкаш-Алакольского ВХБ

ВХУ	Приток, км ³	Местные ресурсы, км ³	Суммарные ресурсы, км ³
02.01.02.01	–	1,04	1,04
02.01.02.02	–	0,56	0,56
02.01.02.03	14,6	1,55	16,1
02.01.02.04	–	1,30	1,30
02.01.02.05	–	2,44	2,44
02.01.02.06	14,8	0,090	14,9
02.01.02.07	–	0,23	0,23
02.02.03.01	–	3,72	3,72
02.02.03.02	–	2,61	2,61
02.04.00.00	–	1,19	1,19
02.03.00.01	0,29	2,22	2,51
02.03.00.02	-	1,90	1,90
Балкаш-Алакольский ВХБ	12,6	18,8	30,4*

*Из суммарных ресурсов были вычтены ресурсы ВХУ 02.01.02.01 во избежание их двойного учета, так как они формируются на территории РК, затем оттекают на территорию КНР, а затем учитываются как приток в ВХБ.

пределах РК), суммарные ресурсы (сумма притока и местных ресурсов). Результаты представлены в таблице 3.

ВХУ 02.01.02.01 включает в себя бассейн р. Текес. Из других районов сток в данный ВХУ не поступает. Формирующиеся на территории водные ресурсы составляют местные ресурсы в объеме 1,04 км³, которые оценены по сумме стока изученной (0,29 км³) и не изученной (0,75 км³) частей. Все водные ресурсы в количестве 1,04 км³, формирующиеся в данном ВХУ, утекают на территорию Китайской Народной Республики (КНР) по р. Текес.

ВХУ 02.01.02.02. Притока на данный участок нет. Местные ресурсы составляет суммарный сток многочисленных малых рек и ручьев, стекающих с хребта Узынкара. Изученный сток равен 0,10 км³, сток с не изученных участков – 0,46 км³, суммарный сток водохозяйственного участка – 0,56 км³. Местные водные ресурсы используются для орошения на конусе выноса рек, а далее теряются, оттока из ВХУ соответственно не имеется.

ВХУ 02.01.02.03 включает в себя реки, стекающие с южного склона Жетысу Алатау (Осек, Хоргос), которые и составляют местные ресурсы ВХУ, а также р. Иле от государственной границы РК с КНР до урочища Капшагай (включая вдхр. Капшагай). Местные водные ресурсы оценены в 1,55 км³, ресурсы изученных участков при этом составляют 0,66 км³, не изученных – 0,89 км³. Приток на данный участок осуществляется из КНР (оценен по ГП р. Иле – уроч. Кайырылган), из ВХУ 02.01.02.04 по р. Шарын, из ВХУ 02.01.02.05 по рекам, впадающим в р. Иле (вдхр. Капшагай). Суммарный приток составляет 14,6 км³. Отток из участка оценен по ГП р. Иле – уроч. Капшагай и равен 14,7 км³.

ВХУ 02.01.02.04 включает в себя бассейн р. Шарын, ресурсы которого 1,30 км³, из них по изученным участкам 1,27 км³, по не изученным – 0,030 км³. Из других районов сток в данный ВХУ не поступает. Формирующаяся в объеме 1,27 км³ вода оттекает в ВХУ 02.01.02.03.

ВХУ 02.01.02.05. Водные ресурсы ВХУ составляет сток рек северного склона хребта Иле Алатау (Каскелен, Шамалган, Улькен и Киши Алматы, Талгар, Турген, Есик и др.). Притока в данный участок нет. Местные ресурсы оценены в 2,44 км³, из них сток изученных рек – 1,23 км³, не изученных – 1,21 км³. Отток осуществляется по рекам, впадающим в р. Иле (вдхр. Капшагай), и равен 1,02 км³.

ВХУ 02.01.02.06 включает в себя участок р. Иле от Капшагайского водохранилища (урочища Капшагай) до впадения в оз. Балкаш. Это зона рассеивания стока. Лишь в начале участка формируются незначительные ручьи, сток которых оценен в 0,090 км³. Приток в участок осуществляется

по р. Иле (ГП р. Иле – уроч. Капшагай) из ВХУ 02.01.02.03 и по р. Курты из ВХУ 02.01.02.07. Суммарный приток в участок составляет 14,8 км³. Отток в другие ВХУ отсутствует. Река Иле впадает в оз. Балкаш, образуя обширную дельту.

ВХУ 02.01.02.07 включает в себя бассейн р. Курты. Из других ВХУ вода сюда не поступает. Местные ресурсы оценены в 0,23 км³, ресурсы изученных участков равны 0,13 км³, не изученных – 0,096 км³. Отток осуществляется по р. Курты в ВХУ 02.01.02.06 и составляет 0,13 км³.

ВХУ 02.01.03.01 – это бассейн р. Каратал. Притока из других и оттока в другие ВХУ нет. Местные ресурсы оценены в 3,72 км³: по изученным участкам – 3,44 км³, по не изученным – 0,28 км³. Река Каратал впадает в оз. Балкаш, образуя небольшую дельту.

ВХУ 02.01.03.02 включает реки Лепсы, Аксу, Биен, Сарканд. Местные ресурсы оценены в 2,61 км³: по изученным участкам – 2,00 км³, по не изученным – 0,61 км³. Притока из других и оттока в другие ВХУ нет. Реки Лепсы и Аксу впадают в оз. Балкаш.

ВХУ 02.04.00.00 – Северное Прибалкашье, включает реки Аягоз, Баканас, Мойынты, Токрау. Местные ресурсы оценены в 1,19 км³: по изученным участкам – 0,56 км³, по не изученным – 0,62 км³. Притока из других и оттока в другие ВХУ нет. Река Аягоз впадает в оз. Балкаш.

ВХУ 02.03.00.01 включает реки Уржар, Катынсу, Ай, а также Емель, несущую свои воды из КНР. В составе ВХУ озеро Алаколь. Приток в данный ВХУ осуществляется из КНР по р. Емель – а. Акши и составляет 0,29 км³. Местные ресурсы оценены в 2,22 км³: по изученным участкам – 0,63 км³, по не изученным – 1,59 км³. Оттока в другие ВХУ нет.

ВХУ 02.03.00.02 включает реки Тентек, Шынжалы, Каракол. В составе ВХУ озеро Сасыкколь. Местные ресурсы оценены в 1,90 км³: по изученным участкам – 1,77 км³, по не изученным – 0,13 км³. Притока из других и оттока в другие ВХУ нет.

Балкаш-Алакольский ВХБ. Водные ресурсы, формирующиеся в пределах ВХБ, оценены в 18,8 км³. Из них ресурсы Иле-Балкашского бассейна составляют 14,7 км³, ресурсы бассейна оз. Алаколь – 4,11 км³. Приток в Балкаш-Алакольский ВХБ составляют ресурсы, притекающие со стороны КНР: по р. Иле (ГП р. Иле – уроч. Кайырылган) – 14,6 км³, по р. Емель (ГП р. Емель – а. Акши) – 0,29 км³. При этом отток из Балкаш-Алакольского ВХБ составляют ресурсы ВХУ 02.01.02.01 (бассейн р. Текес) в объеме 1,04 км³, которые утекают в КНР, впадают в р. Иле (на территории КНР) и учитываются на ГП р. Иле – уроч. Кайырылган.

Выводы. В настоящем исследовании проанализированы пространственные закономерности распределения речного стока на основе построения карт среднемноголетнего слоя стока (в мм) для Арало-Сырдаринского, Шу-Таласского и Балкаш-Алакольского водохозяйственных бассейнов. В целом водоносность региона уменьшается с севера на юг согласно закону географической зональности, а также с запада на восток в зависимости от досягаемости влагонесущих западных воздушных масс. При этом в полной мере проявляются высотная, типичная для горных территорий, поясность или так называемая высотная зональность.

В работе оценка водных ресурсов за период с 1960 по 2012 г. в разрезе водохозяйственных участков юго-восточного и южного региона Казахстана сделана впервые. Также были отдельно подсчитаны водные ресурсы, формирующиеся в каждом ВХУ, приток и отток воды из них. Суммарные ресурсы поверхностных вод юга и юго-востока Казахстана составляют 69,7 км³, из них на территории Республики Казахстан формируются 26,0 км³, а 47,4 км³ воды поступает с сопредельных государств.

Результаты исследований могут быть использованы специалистами водного хозяйства в практических целях, в том числе при разработке различных сценариев водопользования и планировании различных водохозяйственных мероприятий на ближайшую перспективу.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Сапарова А.А. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Ресурсы речного стока. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод юга и юго-востока Казахстана. – Алматы, 2012. – Т. VII, кн. 2. – 360 с.

[2] Алимкулов С.К., Турсунова А.А., Сапарова А.А., Загидуллина А.Р., Кулебаев К.М. Закономерности территориального распределения ресурсов речного стока юга и юго-востока Казахстана в современных условиях развития географической среды // Вопросы географии и геоэкологии. – 2016. – № 1. – С. 23-30.

- [3] Ресурсы поверхностных вод СССР. Средняя Азия. Бассейн р. Сырдарьи. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Т. 14, вып. 1. – 512 с.
- [4] Ресурсы поверхностных вод СССР. – Бассейны оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас и Тарим. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – Т. 14, вып. 2. – 308 с.
- [5] Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Бассейн озера Балхаш. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – Т. 13, вып. 2. – 646 с.
- [6] Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 691 с.
- [7] Зайков Б.Д. Средний сток и его распределение в году на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1946.
- [8] Болдырев В.М. Режим рек и временных водотоков Алакольской впадины // Вопросы географии Казахстана: сб. научн. тр. – Алма-Ата: Наука, 1965. – Вып. 12. – С. 52-61.
- [9] Коровин В.И. Влияние гидрометеорологических условий на сток рек и уровень озер. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 377 с.
- [10] Лаврентьев П.Ф., Голубцов В.В., Юрина Е.Г. Средний сток и его колебания в басс. озер Балхаш-Алакольской впадины // Тр. КазНИГМИ. – Алма-Ата, 1963. – Вып. 18. – С. 3-28.
- [11] Сапарова А.А., Мырзахметов А.Б. Современная оценка нормы и межгодовой изменчивости речного стока бассейна р. Сырдарья // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2011. – С. 14-18.
- [12] Соседов И.С. и др. Водный баланс и водные ресурсы северного склона Джунгарского Алатау. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 150 с.
- [13] Постановление Республики Казахстан «Об утверждении Генеральной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов» от 8 апреля 2016 года, № 200.

REFERENCES

- [1] Zh. D. Dostai, S. K. Alimkulov, A. A. Saparova Water Resources of Kazakhstan: assessment, prognosis, management. Resources of river runoff. Renewable surface water resources of the south and south-east of Kazakhstan. Almaty, 2012. Vol. VII. Book 2. 360 p. (in Russian).
- [2] S.K. Alimkulov, A.A. Tursunova, A.A. Saparova, A.R. Zagidullina, K.M. Kulebayev Patterns of territorial distribution of river runoff resources of the South and South-East Kazakhstan in modern conditions of development of the geographical environment // Problems of geography and geo-ecology. 2016. N 1. P. 23-30 (in Russian).
- [3] Surface water resources of the USSR. Middle Asia. Syrdariya river basin. L.: Gidrometeoizdat, 1969. Vol. 14, issue 1. 512 p. (in Russian).
- [4] Surface water resources of the USSR. Basins of Issyk-Kul lake, of the rivers Chu, Talas and Tarim. L.: Gidrometeoizdat, 1973. Vol. 14, issue 2. 308 p. (in Russian).
- [5] Surface water resources of the USSR. Central and Southern Kazakhstan. Basin of Balkhash lake. L.: Gidrometeoizdat, 1970. Vol. 13, issue 2. 646 p. (in Russian).
- [6] Shultz V.L. Rivers of Central Asia. L.: Gidrometeoizdat, 1965. 691 p. (in Russian).
- [7] Zaikov B.D. The average runoff and its annual distribution in the territory of the USSR. L.: Gidrometeoizdat, 1946 (in Russian).
- [8] Boldyrev V.M. Regime of rivers and temporary water streams of the Alakol depression // Problems of geography of Kazakhstan: coll. of scient. papers. Alma-Ata: Nauka, 1965. Issue 12. P. 52-61 (in Russian).
- [9] Korovin V.I. Influence of hydrometeorological conditions on the river runoff and the lake level. L.: Gidrometeoizdat, 1966. 377 p. (in Russian).
- [10] Lavrentyev P.F., Golubtsov V.V., Yurina E.G. The average runoff and fluctuations in the basin of Balkhash lake – Alakol depression // Proceedings of the KazRHMI. 1963. Issue 18. P. 3-28 (in Russian).
- [11] Saparova A.A., Myrzahmetov A.B. Modern assessment of the norm and inter-annual variability of river runoff of the Syrdariya river basin // Problems of geography and geoecology. Almaty, 2011. P. 14-18 (in Russian).
- [12] Sosodov I.S. et al. Water balance and water resources of the northern slope of Dzhungar Alatau. Alma-Ata: Nauka, 1984. 150 p. (in Russian).
- [13] Resolution of the Republic of Kazakhstan "On approval of the General Scheme of complex use and protection of water resources" from April 8, 2016, N 200 (in Russian).

С. К. Алимкулов¹, А. А. Турсунова², А. А. Сапарова³, А. Р. Загидуллина⁴

¹Г.ғ.к., директор орынбасары (География институты, Алматы, Қазақстан)

²«Су ресурстары» лабораториясы меңгерушісі (География институты, Алматы, Қазақстан)

³ҒК PhD, ізденушісі (География институты, Алматы, Қазақстан)

⁴Магистр, МНС (География институты, Алматы, Қазақстан)

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК АУДАНДАРЫНДАҒЫ ӨЗЕН АҒЫНЫНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ:
БАЙЫРҒЫ ЖАҒДАЙЫ, ТАРАТУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ**

Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтары өзен ағындысының аумақтық үлестірімінің заңдылықтары қарастырылды, Арал-Сырдария, Шу-Талас және Балқаш-Алакөл сушаруашылық алаптарының су ресурстары 1960–2012 жж. кезеңінде сушаруашылық телімдері бойынша анықталды. Сонымен қатар әрбір жеке су шаруашылық телім үшін онда қалыптасатын, телімге келетін және шығатын су ресурстары және су шаруашылық алаптары үшін су ресурстары анықталды.

S. K. Alimkulov¹, A. A. Tursunova², A. A. Saparova³, A. R. Zagidullina⁴

¹Candidate of geographical sciences, vice director (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

²Candidate of geographical sciences, head of department «Water resources»
(Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

³PhD student, research worker (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

⁴Master of sciences, Junior research worker (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

**WATER RESOURCES OF THE RIVERS RUNOFF OF SOUTHERN REGIONS OF KAZAKHSTAN:
RETROSPECTIVE CONDITION, LAW OF DISTRIBUTION**

Regularities of territorial distribution of surface water resources of river runoff southern regions of Kazakhstan have been considered, an assessment of water resources for the period from 1960 to 2012. in the context of water management areas of Aral-Syrdariya, Shu-Talas and Balkhash-Alakol water management basins. There were also separately calculated water resources formed within each water management area, the inflow and outflow of water were estimated total water resources of water basins.

Ж. Д. Достай¹, С. К. Алимкулов², А. А. Сапарова³, А. Б. Мырзахметов⁴, Г. Р. Баспакова⁵

¹Д.г.н., руководитель отдела «водных проблем» (Институт географии, Алматы, Казахстан)

²К.г.н., заместитель директора (Институт географии, Алматы, Казахстан)

³Соискатель PhD., НС (Институт географии, Алматы, Казахстан)

⁴Доктор PhD, СНС (Институт географии, Алматы, Казахстан)

⁵Ведущий инженер (Институт географии, Алматы, Казахстан)

ОЦЕНКА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА РЕКИ СЫРДАРΙΑ

Оценены суммарные ресурсы поверхностных вод казахстанской части бассейна р. Сырдария на основе всей гидрологической информации с учетом климатических изменений и антропогенных воздействий на водные объекты и их водосборы, а также проведена оценка временных изменений и территориального распределения стока рек и суммарных водных ресурсов исследуемого региона. Даны характеристики годового стока (норма, сток различной обеспеченности), необходимые при решении стратегических и текущих задач отраслей экономики республики. С учетом глобальных и региональных климатических изменений, антропогенных нагрузок на водные объекты и их водосборы характеристики стока приведены в разных вариантах, в частности для многолетнего периода, для периода, характеризующего современные гидроклиматические условия, для предшествующего ему периода, в значительной части которого режим рек был «условно естественным».

Введение. Главная водная артерия Центральной Азии *река Сырдария* получает свое название после слияния двух рек – Карадарии и Нарына, находящихся далеко за пределами Казахстана. Вытекают они из глубин горной системы Таниртау, где получают обильное питание от тающих снегов и ледников. Более многоводным является Нарын. Вместе с этой рекой Сырдария достигает в длину почти 2900 км (рисунок 1) [1-4].

Проблемы воды и возможные последствия глобального изменения климата в оценке водных ресурсов представляют для Казахстана особый приоритет. Оценка современного состояния водных ресурсов и их прогноз на будущее осложняются тем, что речной сток является интегральной

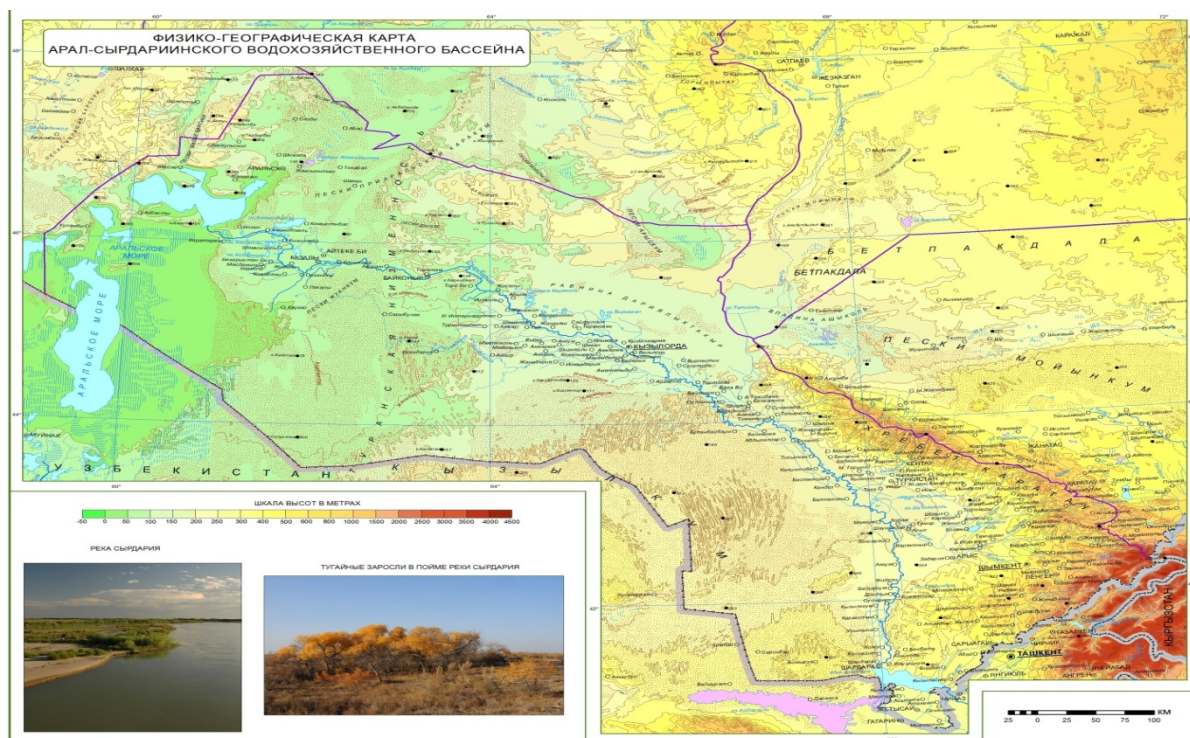


Рисунок 1 – Физико-географическая карта-схема исследуемого региона

характеристикой взаимодействия многих геофизических процессов и физико-географических условий бассейнов.

Обобщения по речному стоку Казахстана, выполненные на единой методической основе, относятся к 50–70-м годам прошлого века [1]. С тех пор, во-первых, накоплен значительный объем дополнительной гидрологической информации, во-вторых, в связи с интенсификацией хозяйственной деятельности произошла трансформация условий накопления и расходования влаги в речных бассейнах, что сказалось как на гидрологическом режиме водных объектов, так и на результирующем объеме водных ресурсов. Ведь именно в 60–70-х годах были созданы многие водохранилища, развивались водоемкие отрасли экономики. В-третьих, определены климатические сдвиги, особенно явные в последние 10-летия, что также не могло не сказаться на гидрологических процессах. Необходимо также отметить, что в связи с распадом СССР р. Сырдария стала трансграничной с соответствующими последствиями.

В итоге возникла неотложная задача оценки поверхностных водных ресурсов на основе накопленной информации и с учетом климатических изменений и антропогенного воздействия на водные объекты и их бассейны, а также геополитических условий в регионе.

Расчет нормы и изменчивости годового стока. Впервые норма и изменчивость годового стока рек и временных водотоков бассейна были определены в работах еще до 70-х годов прошлого столетия [1]. Эти работы по оценке норм годового стока рек бассейна Сырдарии были основаны на базе гидрологической информации за 10–15 лет. С тех пор прошло 40–50 лет, и произошли коренные изменения в климатических характеристиках и антропогенной деятельности в бассейне. Поэтому существует объективная необходимость новой оценки поверхностных водных ресурсов с учетом указанных изменений.

Оценка нормы годового стока рек и временных водотоков проведена по 172 пунктам наблюдений, тогда как в работе [1] – по 30 пунктам. Расчеты проводились в двух вариантах: за многолетний период (1912–2007 гг.) и за современный период (1973–2007 гг.).

Точность оценки нормы в данном случае при коэффициенте автокорреляции между смежными членами ряда $r < 0,5$ определена по формуле [5, 6]

$$\sigma_{Q_0} = \left(\frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} \right) \sqrt{\frac{1+r}{1-r}}, \quad (1)$$

где σ_Q – среднее квадратическое отклонение; n – число лет наблюдений; r – коэффициент автокорреляции между смежными членами ряда.

Таким образом, ошибки определения нормы стока для этих постов составляют от 1,55 до 20,3 % за многолетний период и от 0,92 до 19,0 % за современный период. Результаты расчетов по основным постам приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные гидрологические характеристики основных рек бассейна р. Сырдария

№	Река-пункт	Многолетний период (1912-2007 гг.)				Современный период (1973-2007 гг.)			
		Q, м ³ /с	σ_Q , %	Cv	σ_{Cv} , %	Q, м ³ /с	σ_Q , %	Cv	σ_{Cv} , %
1	Сырдария – выше устья р. Келес	841	0,23	0,78	3,4	859	4,54	0,22	12,7
5	Сырдария – ж.-д. ст. Томенарык	717	0,25	0,78	3,1	734	2,16	0,24	12,7
6	Келес – с. Жанабазар	1,99	0,40	0,99	2,5	1,93	2,61	0,34	13,2
7	Келес – с. Акжар (с. Степное)	5,80	0,32	1,02	3,2	5,60	3,92	0,28	13,3
8	Келес – пос. Горный	4,73	0,23	1,02	4,4	4,61	9,06	0,20	34,0
9	Келес – устье	12,3	0,33	1,02	3,1	11,8	3,01	0,29	12,8
10	Арыс – аул Жаскешу	5,99	0,20	1,27	6,4	5,87	2,47	0,16	12,4
11	Арыс – ж.-д. ст. Арыс	45,5	0,28	1,27	4,5	44,2	2,67	0,23	12,6
12	Арыс – с. Шаульдер	38,4	0,29	1,27	4,4	37,2	1,79	0,24	13,0
13	Жабагылысу – с. Жабагалы	2,39	0,26	0,99	3,9	2,28	3,93	0,22	12,7

В исследуемом районе преобладают пункты наблюдений за стоком с длительностью рядов менее 6 лет. Нормы годового стока для этих постов определялись по методу отношений, наиболее разработанному и теоретически обоснованному. Как известно, метод основан на допущении о приблизительном равенстве модульных коэффициентов в пункте с кратковременными наблюдениями и в пунктах-аналогах по формуле [1]

$$\bar{Q} = Q_i (\bar{Q}_a / Q_{ia}), \quad (2)$$

где Q_i и Q_{ia} – наблюдаемые значения речного стока соответственно в пункте с кратковременными наблюдениями и в пунктах-аналогах; \bar{Q} и \bar{Q}_a – нормы стока соответственно в расчетном створе и в пунктах-аналогах.

При оценке нормы по этому методу в первую очередь возникает вопрос об относительной точности полученных результатов. Иными словами, обоснованность выбора аналога или группы аналогов в таких случаях определяется именно точностью оценки. Без дополнительной информации теоретически решить этот вопрос не представляется возможным. Обычно проблема решается экспериментальным путем. Средняя квадратическая погрешность определения нормы стока по данным одного года наблюдений вычисляется по формуле [7]

$$\sigma_{Q_0} = \sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2 / (n-1)}, \quad (3)$$

где y_i – норма стока, полученная по данным i -го года наблюдений; \bar{y} – норма стока за все годы наблюдений.

Безусловно, имея данные наблюдений лишь за один год, определить стандартную погрешность по формуле (3) невозможно. Для этого необходимо выбрать два пункта наблюдений с достаточно продолжительными рядами в однородном в гидрологическом отношении районе, и один из них условно принимается за пункт с кратковременными наблюдениями. Далее рассчитывается отклонение нормы расчетного ряда, вычисленной по данным отдельных лет, от нормы, определенной за весь период наблюдений. Понятно, что достоверность полученной таким образом оценки зависит от эффективности выбора пункта-аналога. Поэтому часто исследователями выбирается не один, а группа аналогов. Эффективность такого способа, основанного на групповом анализе, подробнее рассмотрена в работе [8].

По методу отношений в бассейне р. Сырдария определены нормы стока по 30 пунктам. При подборе аналогов были учтены как средневзвешенные высоты, так и расстояния между водосборами.

Для оценки нормы стока неизученных рек и пунктов с нарушенным режимом применялся метод региональных кривых $M_0 = f(H_{cp})$, несколько уточненный на основе полученных новых результатов в сравнении с ранними обобщениями.

С помощью кривых зависимости $M_0 = f(H_{cp})$ были определены нормы стока по 48 пунктам, где естественный режим стока нарушен, а также по 20 неизученным пунктам.

Погрешность нормы годового стока, полученная путем приведения короткого ряда наблюдений к многолетнему периоду по графикам связи, состоит из ошибок средней величины многолетнего ряда наблюдений в опорном пункте на реке-аналоге и ошибки корреляции, возникающей вследствие рассеивания точек на графике связи [8, 9].

Погрешность нормы в этом случае определена по формуле

$$\sigma_{Q_0} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2}. \quad (4)$$

Здесь, σ_1 – погрешность определения нормы стока с короткими рядами наблюдений; σ_2 – погрешность оценки нормы годового стока опорных пунктов, данные которых были использованы для построения кривой зависимости $M_0 = f(H_{cp})$; σ_3 – погрешность кривой зависимости $M_0 = f(H_{cp})$.

Таким образом, на основе данных по 77 пунктам наблюдений получена серия региональных зависимостей $M_0 = f(H_{cp})$, характеризующих состояние водности отдельных четырех районов

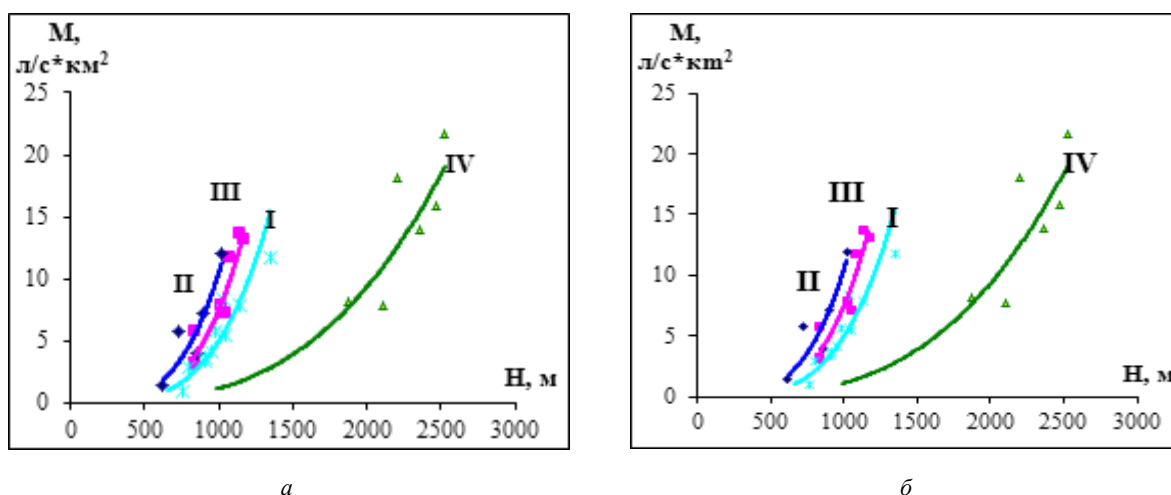


Рисунок 2– Зависимости нормы годового стока: а – за многолетний период (1912–2007 гг.), б – за современный период (1973–2007 гг.) от средней взвешенной высоты водосборов рек бассейна р. Сырдарии.

I – бассейны рек западной части юго-западных склонов хребтов Каратау;
 II – бассейны рек южной части юго-западных склонов хр. Каратау; III – бассейны рек юго-западных склонов хр. Боралдайтау; IV – бассейны рек северо-западных склонов хр. Каржантау

исследуемого бассейна (рисунок 2). Ввиду уточненных данных авторами были выделены 4 района, тогда как ранее в основательном обобщении [1] – 2 района в настоящем водосборе. Кроме того, зависимости были построены отдельно за многолетний и современный периоды.

Детализация региональных зависимостей $M_0 = f(H_{cp})$ в этой работе является исчерпывающей при современном состоянии изученности проблемы и вполне достаточно точно характеризует водность отдельных регионов бассейна. Кривые зависимости $M_0 = f(H_{cp})$ в данном случае построены отдельно для многолетнего и современного периодов.

Кривая зависимости I характеризует режим стока бассейнов рек западной части юго-западных склонов хр. Каратау. Зависимость охватывает средние высоты водосборов от 760 до 1350 м. Среднее квадратическое отклонение точек от кривых составило 22,0 и 20,6%, максимальное – 28 и 33,7% соответственно за многолетний и современный периоды.

Кривая зависимости II характеризует режим стока средних водосборов в пределах высот от 620 до 1020 м южной части юго-западных склонов хр. Каратау (бассейны рек Боген, Каттабоген, Алмалы, Шаян, Актас, Арыстанды). Ранее [1] район был охарактеризован общей кривой зависимости вместе с водосборами юго-западного склона хр. Каратау. Среднее квадратическое отклонение точек от кривой $M_0 = f(H_{cp})$ составило 26,3% за многолетний период и 33,3% за современный период, максимальное – соответственно 42,9 и 46,0 %.

Кривая зависимости III охватывает средние высоты бассейнов рек юго-западных склонов хр. Боралдайтау от 840 до 1140 м. Среднее квадратическое отклонение точек от кривых, построенных за два расчетных периода (многолетний и современный), 20,3 и 17,5 %.

Кривая зависимости IV характеризует режим стока бассейнов рек северо-западных склонов хр. Каржантау на средних высотах от 1870 до 2530 м. В работе [1] район был охарактеризован общей кривой зависимости вместе с водосборами юго-западного склона хр. Боралдайтау. Среднее квадратическое отклонение точек от кривых составило 18,6 и 20,1 %, максимальное – 33,9 и 46,4 % соответственно за многолетний и современный периоды.

Кривые зависимости $M_0 = f(H_{cp})$, полученные для четырех регионов казахстанской части бассейна р. Сырдария, были использованы для определения нормы стока по 48 пунктам, где естественный режим стока нарушен. Также на основе региональных кривых были определены нормы годового стока 20 неизученных пунктов.

Точность определения нормы в этом случае состоит из сумм ошибок норм пунктов, данные которых были использованы для построения кривой и ошибки метода.

Изменчивость годового стока рек региона была определена по двум различным расчетным периодам. По пунктам наблюдений с достаточно продолжительными фактическими или рекон-

струированными рядами относительная характеристика изменчивости – коэффициент вариации (C_v) – определена по методу моментов:

$$C_v = \frac{\sigma_Q}{Q} = \sqrt{\frac{\Sigma(K-1)^2}{n}}, \quad (5)$$

где σ_Q – среднее квадратическое отклонение годового стока, м³/с; Q_0 – среднее многолетнее значение годового стока, м³/с; K – модульный коэффициент; n – число ряда стока.

Коэффициент вариации в пунктах наблюдений изменяется от 0,15–0,33 (замыкающие створы крупных рек) до 0,45–1,93 (малые реки).

Погрешность коэффициента вариации σ_{C_v} при $C_s=2C_v$ оценена по формуле Крицкого–Менкеля:

$$\sigma_{C_v} = \frac{C_v}{n+4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1+C_v^2)}{2} \left(1 + \frac{3C_v r^2}{1+r}\right)}. \quad (6)$$

При $C_s \neq 2C_v$ была использована формула А. В. Рождественского, полученная на основе статистического моделирования:

$$\sigma_{C_v} = \frac{E_{C_v} - C_v}{\sqrt{n}}. \quad (7)$$

Значения коэффициента E_{C_v} , зависящего от значений r , C_s/C_v , n , даны в работе А. В. Рождественского [7].

В результате приведения рядов стока к многолетнему погрешности коэффициента вариации составили 7,8 – 24,7 % за многолетний период и 7,8 – 38,6 % за современный период.

Результаты оценок коэффициента вариации по основным постам приведены в таблице 1, всего по исследуемому бассейну были получены основные гидрологические характеристики по 172 гидрологическим постам.

В результате выполненных расчетов были получены величины норм годового стока и их изменчивости. Более подробная информация об оценке нормы и изменчивости представлена в работе [10].

Закономерности территориального распределения речного стока. Пространственные изменения такого динамического природного процесса, как речной сток, в условиях разнообразия орографии и ландшафтов особо сложны. Как известно, земной поверхности свойственно зональное распределение природно-климатических компонентов. Одной из самых типичных и главных физико-географических закономерностей горных территорий является высотно-зональное системное их распределение.

На казахстанской части бассейна р. Сырдария в общих чертах можно выделить два основных гидрологически однородных района: водосборы рек юго-западных склонов хр. Каратау и водосборы рек юго-западных склонов хр. Боралдайтау и северо-западных склонов хр. Каржантау. Как известно, в горных водосборах выделение однородных районов достаточно условное и зависит от степени гидрологической изученности. На основе анализа и расчетов данных по 77 пунктам наблюдений рассматриваемая территория разделена на 4 района (рисунок 3), которые хорошо характеризуют общие черты распределения стока по территории бассейна р. Сырдария.

Пространственные закономерности распределения стока рек региона в большой степени связаны с азональными факторами – горными поднятиями. Географическая зональность роста благоприятных условий для формирования воды с юга на север полностью нарушена. Для всех районов сток постепенно возрастает с ростом высоты местности, достигая максимума в наиболее высоко расположенных и в то же время на запад водосборах, где имеют место наиболее благоприятные условия для формирования стока. Сток рек региона закономерно уменьшается с востока на запад хр. Каратау.

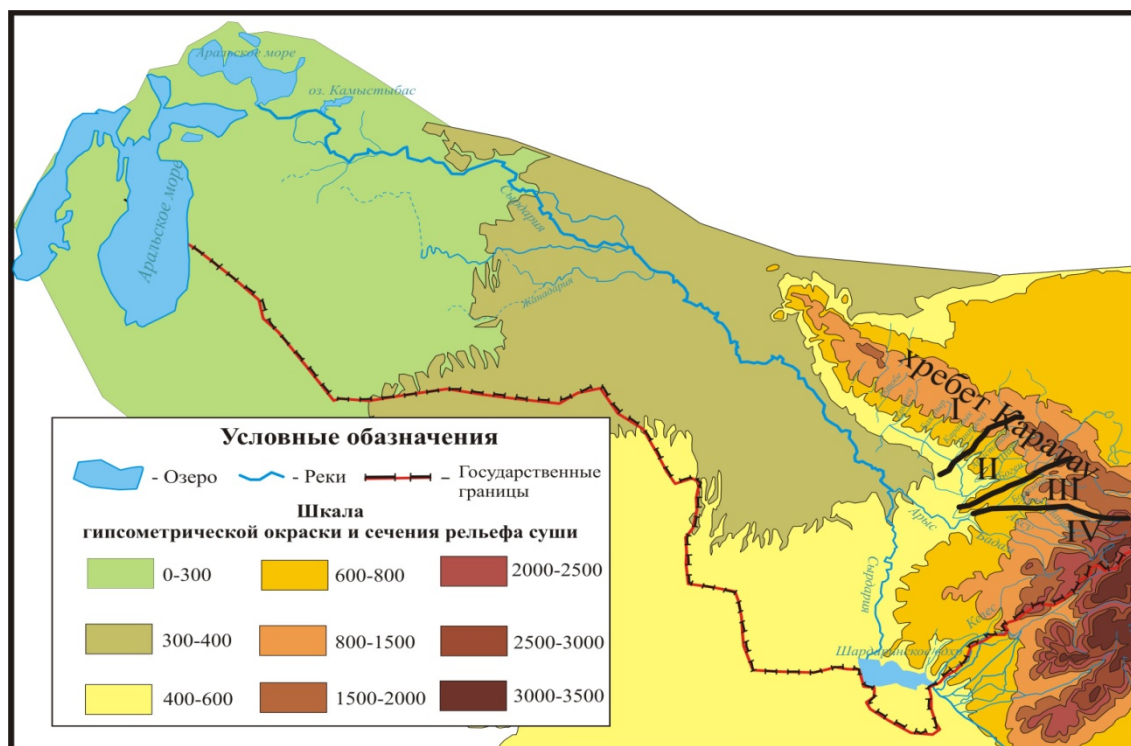


Рисунок 3 – Схема районирования территории бассейна р. Сырдария по характеру зависимости модуля стока от средневзвешенной высоты. Бассейны рек: I – западной части юго-западных склонов хребтов Каратау; II – южной части юго-западных склонов хр. Каратау; III – юго-западных склонов хр. Боралдайтау; IV – северо-западных склонов хр. Каржантау

Максимальной водностью в регионе отличаются реки северо-западных склонов хр. Каржантау, наименее водоносны реки южной части юго-западных склонов хр. Каратау. Водосборы рек западной части юго-западных склонов хр. Каратау и юго-западных склонов хр. Боралдайтау обладают большими поверхностными водными ресурсами, чем водосборы рек южной части юго-западных склонов хр. Каратау.

Ресурсы речных вод. Основная часть водных ресурсов казахстанской части бассейна р. Сырдария сосредоточена в верховьях водосборов рек Арыс, Келес, Шаян, Боген. Ресурсы наименьшей северо-западной части хр. Каратау незначительные и в основном теряются при выходе из гор, не достигая русла р. Сырдария. Для оценки ресурсов поверхностных вод рассматриваемого бассейна были подсчитаны расходы воды различной обеспеченности рек и временных водотоков [13, 14].

Постоянно действующие водотоки, определяющие поверхностные водные ресурсы в исследуемом бассейне на территории Казахстана, берут начало в горных районах северо-западных склонов хр. Каржантау, юго-западных склонов хребтов Каратау и Боралдайтау. Малые реки юго-западных склонов хр. Каратау, разбираемые полностью на орошение, не достигают р. Сырдария.

Оценка водных ресурсов бассейна (Y км³) через показатели стока отдельных его рек проводилась по методу линейных уравнений стока [11, 12].

В норму стока по створам основных реках территорий ($Y_1, Y_2 \dots Y_n$) вводятся коэффициенты $k_1, k_2 \dots k_n$, учитывающие то обстоятельство, что эти створы, как правило, замыкают не всю водосборную площадь

$$Y = 3,154 \times 10^{-2} (k_1 Y_1 + k_2 Y_2 + \dots + k_n Y_n). \quad (8)$$

При определении коэффициентов линейных уравнений рекомендуется пользоваться одним из следующих примеров: интерполяцией нормы стока реки по ее длине, оценкой нормы стока с неучтенной территории по карте изолиний, оценкой нормы стока этой территории по методу гидрологической аналогии.

Согласно настоящим расчетам ресурсы поверхностных вод на казахстанской части Арало-Сырдаринского бассейна составляют 3,28 км³ (таблица 2).

Таблица 2 – Водные ресурсы Арало-Сырдаринского бассейна за многолетний период (1912–2007 гг.), км³/год

Водные ресурсы	Водные ресурсы РК			
	Средне-годовой	Обеспеченность, %		
		25	75	95
Бассейн реки Келес	0,39	0,47	0,30	0,21
Бассейны рек западной части юго-западных склонов хр. Каратау	0,42	0,53	0,28	0,17
Бассейны рек южной части юго-западных склонов хр. Каратау	0,26	0,32	0,19	0,12
Бассейны рек юго-западных склонов хр. Боралдайтау	0,79	0,97	0,58	0,38
Бассейны рек северо-западных склонов хр. Каржантау	1,41	1,59	1,22	0,97
Итого	3,28	3,88	2,57	1,85

На реках Сырдария и Келес формируется около 91 % ресурсов бассейна, из них 89 % поступает из Республики Узбекистан. Однако фактический приток из Узбекистана в последние годы составляет 18,4 км³. По остальным рекам ресурсы поверхностных вод распределены следующим образом: бассейны рек западной части юго-западных склонов хребтов Каратау – 1,4 %, бассейны рек южной части юго-западных склонов хр. Каратау – 0,9 %, бассейны рек юго-западных склонов хр. Боралдайтау – 2,6 %, бассейны рек северо-западных склонов хр. Каржантау – 5 %.

Трансграничность бассейна р. Сырдария обуславливает важность спорных вопросов вододелиния между соседней Республикой Узбекистан и Казахстаном. Полученные в настоящих исследованиях расчеты водных ресурсов показывают, что в водосборной части за пределами РК формируется 26,5 км³ воды, но фактический сток на границе в последние годы составляет 18,4 км³. Приток в РК по каналам ЗАХ, Ханым, которые свои воды поставляют в бассейн р. Келес, – 0,39 км³/год (по договору 1,0 км³/год). Водных ресурсов, формирующихся в бассейне на территории Республики Казахстан, – 3,28 км³/год. Общие фактические водные ресурсы – 21,6 км³/год.

Выводы. Дана оценка нормы и изменчивости годового стока рек казахстанской части бассейна р. Сырдария. Норма годового стока была определена по методу отношений, наиболее разработанному и теоретически обоснованному. Расчеты проводились в двух вариантах: за многолетний период (с начала инструментальных измерений 1912 по 2007 г.) и за современный период (с 1973 по 2007 г.).

При оценке нормы по этому методу средняя квадратическая погрешность определения нормы годового стока по данным одного года наблюдений вычисляется по формуле А. В. Рождественского.

Для оценки нормы стока неизученных рек и пунктов с нарушенным режимом применялся метод региональных кривых $M_0 = f(N_{cp})$, несколько уточненный на основе полученных новых результатов в сравнении с ранними обобщениями.

С помощью кривых зависимости $M_0 = f(N_{cp})$ были определены нормы стока по 48 пунктам, где естественный режим стока нарушен, а также по 20 неизученным пунктам.

Погрешность нормы годового стока, полученная путем приведения короткого ряда наблюдений к многолетнему периоду по графикам связи, состоит из ошибок средней величины многолетнего ряда наблюдений в опорном пункте на реке-аналоге и ошибки корреляции, возникающей вследствие рассеивания точек на графике связи.

После уточнения норм стока по гидрологическим постам стало возможным выделить 4 района, тогда как ранее в основательном обобщении «Ресурсы поверхностных вод СССР» выделены 2 района в настоящем водосборе.

Изменчивость годового стока в пунктах наблюдений колеблется от 0,15–0,33 (замыкающие створы крупных рек) до 0,45–1,93 (малые реки).

Проанализированы пространственные закономерности распределения речного стока. В целом водоносность региона уменьшается с севера на юг согласно закону географической зональности, а также с запада на восток в зависимости от досягаемости влагонесущих западных воздушных масс. При этом в полной мере проявляется высотная, типичная для горных территорий поясность или так называемая высотная зональность.

Оценка водных ресурсов бассейна ($W \text{ км}^3$) через показатели стока отдельных его рек проводилась по методу линейных уравнений стока.

По результатам исследований ресурсы поверхностных вод на казахстанской части Арало-Сырдаринского бассейна за многолетний период (с 1912 по 2007 г.) составляют $3,28 \text{ км}^3/\text{год}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ресурсы поверхностных вод СССР. Средняя Азия. Бассейн р. Сырдарья. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Т. 14, вып. 1. – 512 с.
- [2] Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных вод, их использование и качество. – Астана, 2010. – 86 с.
- [3] Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л. 1965. – Ч. 1, 2. – 254 с.
- [4] Пальгов Н.Н. Реки Казахстана. – Алма-Ата: Изд. АН КазССР, 1959. – 100 с.
- [5] Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. – Л., 1984. – 448 с.
- [6] Даулеткалиев С.К. Оценка точности параметров кривых распределения годового стока Урало-Эмбинского района // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2007. – №3. – С. 130.
- [7] Рождественский А.В., Ежов А.В., Сахарюк А.В. Оценка точности гидрологических расчетов. – Л., 1990. – 276 с.
- [8] Свод правил по проектированию и строительству СП 33-101-2003. Определение основных расчётных гидрологических характеристик. Госстрой России. – М., 2004. – С. 18–24.
- [9] Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л., 1979. – 431 с.
- [10] Сапарова А.А., Мырзахметов А.Б. Современная оценка нормы и межгодовой изменчивости речного стока бассейна р. Сырдарья // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2011. – С. 14–18.
- [11] Достай Ж.Д. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. II. Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз. – Алматы, 2012. – 330 с.
- [12] Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Сапарова А.А. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. VII. Ресурсы речного стока Казахстана. Кн. 2. Возобновляемые ресурсы поверхностных вод юга и юго-востока Казахстана. – Алматы, 2012. – 360 с.
- [13] Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсунов А.А. Арало-Сырдарьинский бассейн. Гидроэкологические проблемы и вопросы вододеления. – Алматы, 2001. – 180 с.
- [14] Отчеты о деятельности Арало-Сырдарьинского бассейнового водохозяйственного управления Комитета по водным ресурсам МСХ РК за 1990–2003 гг. – Кызылорда, 1990–2003. – 190 с.

REFERENCES

- [1] Resources of surface waters of USSR. Central Asia. Syrdaria river basin. L.: Gidrometeoizdat, 1969. Vol. 14, issue. 1. 512 p. (in Russian).
- [2] State water cadastre. Resources of surface water, their use and quality. Astana, 2010. 86 p. (in Russian).
- [3] Shults V.L. Rivers of Central Asia. L., 1965. Part. 1, 2. 254 p. (in Russian).
- [4] Palgov N.N. Rivers of Kazakhstan. Alma-Ata: Publishing house of Academy of Sciences of Kaz.SSR, 1959. 100 p. (in Russian).
- [5] Manual for determination of calculated hydrological characteristics. L., 1984. 448 p. (in Russian).
- [6] Dauletkaliyev S.K. Assessment of accuracy of parameters of distribution curve of annual runoff of Ural-Embinskiy raion // Hydrometeorology and ecology. Almaty, 2007. N 3. P. 130. (in Russian).
- [7] Rozhdestvenskiy A.V., Ezhov A.V., Saharyuk A.V. Assessment of accuracy of hydrological calculations. L., 1990. 276 p. (in Russian).
- [8] Set of rules by projecting and construction СП 33-101-2003. Determination of main calculated hydrological characteristics. Gosstroj Rossii. M., 2004. P. 18-24. (in Russian).
- [9] Gorshkov I.F. Hydrological calculations. L., 1979. 431 p. (in Russian).
- [10] Saparova A.A., Myrzakhmetov A.B. Modern assessment of norm and inter annual variability of river runoff of Syrdaria river basin // Questions of geography and geoecology. Almaty, 2011. P. 14-18. (in Russian).
- [11] Dostai Zh.D. Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Vol. II. Natural waters of Kazakhstan: resources, mode, quality and forecast. Almaty, 2012. 330 p. (in Russian).
- [12] Dostai Zh.D., Alimkulov S.K., Saparova A.A. Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Vol. VII. Resources of river runoff of Kazakhstan. Book 2. Renewable resources of surface waters of south and south-east of Kazakhstan. Almaty, 2012. 360 p. (in Russian).
- [13] Burlibayev M.Zh., Dostai Zh.D., Tursunov A.A. Aralo-Syrdariinskiy basin. Hydroecological problems and questions of water division. Almaty, 2001. 180 p. (in Russian).
- [14] Reports of activity of Aral-Syrdaria basin water-economy administration of Committee for water resources of Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 1990-2003. Kyzylorda, 1990–2003. 190 p. (in Russian).

Ж. Д. Достай¹, С. К. Алимкулов², А. А. Сапарова³, А. Б. Мырзахметов⁴, Г. Р. Баспакова⁵

¹Г.ғ.д., «су мәселелері» бөлімінің жетекшісі (География институты, Алматы, Қазақстан)

²Г.ғ.к., директор орынбасары (География институты, Алматы, Қазақстан)

³ҒҚ PhD, ізденушісі (География институты, Алматы, Қазақстан)

⁴PhD докторы, БҒҚ (География институты, Алматы, Қазақстан)

⁵Жетекші инженер (География институты, Алматы, Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БӨЛІКТЕГІ СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІ БАССЕЙІНІНІҢ ЖАҢҒЫРТЫЛҒАН СУ РЕСУРСТАРЫН БАҒАЛАУ

Климаттық өзгерістер мен антропогендік әсерлердің су объектілері мен олардың су жинау алап-тарына әсерін есепке алынған барлық гидрологиялық мәліметтерге негізделі отырып, Қазақстан аумағындағы Сырдария өзені алабының беткі суларының жалпы ресурстары, сонымен қатар зерттеліп отырған аймақтың жалпы су ресурстарының және өзен ағындыларының аумақтық таралуы және уақытша өзгерістері бағаланды. Республиканың экономика салаларының қазіргі және стратегиялық міндеттерін шешуге қажет жылдық ағындының сипаттамалары келтірілген (қалыпты ағынды, әртүрлі қамтамасыздық жағдайындағы ағынды). Су режимінің едәуір бөлігі «шартты табиғи» болғандағы көпжылдық кезеңде және қазіргі гидроклиматтық жағдайды сипаттайтын кезең үшін, жаһандық және аймақтық климаттық өзгерістерді, су объектілері мен олардың су жинау алаптарына түсетін антропогендік әсерлерді ескере отырып, ағындының сипаттамалары әр түрлі нұсқада келтірілген.

Zh. D. Dostai¹, S. K. Alimkulov², A. A. Saparova³, A. B. Myrzakhmetov⁴, G. R. Baspakova⁵

¹Doctor of geographical sciences, head of department of «Water problems»
(Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

²Candidate of geographical sciences, vice director (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

³PhD student, Research worker (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

⁴PhD, Senior Research Worker (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

⁵Lead engineer (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

ASSESSMENT OF RENEWABLE WATER RESOURCES OF KAZAKHSTAN PART OF SYRDARIA RIVER BASIN

This paper evaluated the total surface water resources of the Kazakhstan part of the basin of the river Syrdarya, based on all available hydrological data, taking into account climate change and human impacts on the water objects and their catchment areas, as well as assessed of temporal changes and the territorial distribution of river runoff and the total water resources the test region; The characteristics of the annual runoff (norm, runoff of different provision) necessary for solving the strategic and current tasks of sectors of the economy. Taking into account the global and regional climate change, anthropogenic pressures on the water objects and their catchment areas, the characteristics of runoff are available in different variants, in particular, for a multi-year period, for the period that characterizes modern hydro-climatic conditions, for prior to him period, a large part of which the regime of rivers It was "relatively natural."

Н. А. Амиргалиев¹, Л. Т. Исмуханова²

¹Д.г.н., главный научный сотрудник лаборатории гидрохимии и экологической токсикологии
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

²Магистр наук лаборатории гидрохимии и экологической токсикологии
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАПШАГАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА РЕКЕ ИЛЕ

Работа посвящена накоплению группы тяжелых металлов в донных отложениях Капшагайского водохранилища. Установлено, что в донных отложениях водохранилища наибольшая аккумуляция характерна для кадмия, свинца и кобальта, что объясняется адсорбцией ионов тяжелых металлов донными осадками в зависимости от кислотности среды и содержания органических веществ. Из-за содержания в донных отложениях подвижных форм и интенсивности их выщелачивания остальные металлы были ниже собственных кларков.

Введение. Капшагайское водохранилище по своим параметрам является одним из крупнейших в Центральной Азии, для Казахстана имеет важное социально-экономическое значение. Наполнение его начато в 1970 г., однако до настоящего времени еще не достигло проектной отметки 485 м абс. из-за корректировки в сторону снижения в интересах стабильного водообеспечения оз. Балкаш. Современная площадь водохранилища – 1275–1280 км², объем воды – 16,0–16,5 км³ [1]. Основная питающая артерия водохранилища – трансграничная река Иле, в левобережье она принимает ряд притоков (Шарын, Шелек, Турген, Есик, Каскелен, Талгар), устьевые части которых входят в зону затопления. Ресурсы водохранилища ныне широко используются для энергетических, рекреационных, судоходных и рыбохозяйственных целей.

Данное исследование посвящено оценке современного уровня накопления ряда тяжелых металлов в осадках Капшагайского водохранилища. Оно, как и некоторые другие водоемы Казахстана, подвергается негативному влиянию антропогенных факторов главным образом за счет притока загрязняющих веществ в составе трансграничного стока р. Иле и ряда малых рек, таких, как Каскелен, Киши Алматы, Есик, протекающих через города Алматы, Талгар, Есик и другие крупные населенные пункты.

Известно, что особую опасность для водных экосистем, в отличие от других поллютантов, представляют тяжелые металлы, соединения которых не подвергаются деструкции в природных водах, а лишь изменяют формы существования. Этими особенностями определяется специфика в миграционной способности тяжелых металлов, их токсических свойств и доступности для гидробионтов, следовательно, их экологическая роль в водных объектах. Попадая в водную экосистему, тяжелые металлы в результате процессов сорбции и десорбции осаждаются в донные отложения, т.е. не выводятся из биогеохимического цикла миграции.

Аккумуляция токсикантов в донных отложениях является одним из главных путей их миграции в экосистеме водоемов. Известно, что концентрация токсикантов в осадках выражается как сумма количества вещества в иловом растворе и количества вещества в твердой фазе, отнесенных к объему осадков. К процессам, способствующим удержанию токсичных соединений твердой фазой донных отложений, относятся физико-химическая сорбция, образование труднорастворимых соединений и биологическое поглощение, а интенсивность сорбционных процессов зависит от свойств токсиканта, растворителя и сорбента [2]. Так, нефтепродукты, например, способны поглощаться донными отложениями на 30 %, а ионы меди – до 86 %. Накопленные в осадках токсиканты включаются в круговорот при изменении физико-химических условий среды, при взмучивании донных осадков, а также посредством трофических цепей [3–5]. Известно также, что концентрация многих токсикантов в донных отложениях (включая твердую и жидкую фазы) на несколько порядков выше, чем в воде, и пока недостаточно четко изучена оценка того, какая их часть подвижна и доступна для гидробионтов [3, 4].

Исследованию тяжелых металлов в осадках водоемов посвящен ряд научных трудов. По осадкам морей и океанов известны работы [6,7], распределение ряда металлов в осадках континентальных водоемов РФ рассмотрено в работах [4, 8–11]. Поведение в седиментационных процессах кобальта, никеля, меди и цинка в иловых отложениях соляных озер Казахстана изучали авторы [12, 13], данные о динамике тяжелых металлов в донных отложениях некоторых искусственных водных объектов Казахстана имеются в работах [14–18].

Методика исследований. Во время исследования водохранилища (в 2013 г.) тяжелые металлы определяли по общепринятым методам [19, 20] на атомно-абсорбционном спектрофотометре «SHIMADZU» модели AA-7000, с использованием пламенного варианта атомизации и применением смеси газов ацетилен-воздух, температура пламени 2000–2300 °С.

Для анализа тяжелых металлов с помощью дночерпателя Петерсена отбирался верхний (5 см) слой донных отложений, характеризующий современный уровень аккумуляции металлов.

Обсуждение результатов. Как видно из таблицы 1, содержание тяжелых металлов в донных отложениях водохранилища характеризуется неравномерным распределением по его акватории. Это особенно характерно для таких элементов, как Pb, Cd, Mn и Cr.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в донных отложениях Капшагайского водохранилища, мг/кг

Элемент	Среднее	Пределы
Zn	33,6	30,0–36,0
Cu	22,6	12,1–38,2
Pb	51,8	12,6–87,8
Cd	4,56	1,64–9,62
Ni	19,5	9,10–35,7
Mn	19,7	7,04–65,3
Cr	36,1	5,26–69,5
Co	22,9	3,48–36,9

При количественной оценке тяжелых металлов в донных отложениях более высокое среднее содержание свойственно цинку, свинцу и хрому.

Критерием оценки уровня загрязнения грунтов водоемов служит сравнение полученных результатов с фоновыми показателями, т.е. кларками элементов в литосфере и в почвенном покрове региона, в котором находится водоем. Этот прием довольно часто используется и в связи с тем, что в настоящее время в странах СНГ, в том числе и в Казахстане, еще не разработаны санитарные и рыбохозяйственные ПДК для токсичных веществ, содержащихся в донных отложениях.

В литературных источниках [21, 22] имеются сведения о том, что почвенный покров региона расположения Капшагайского водохранилища образуют главным образом сероземы обыкновенные и лугово-сероземные почвы (семиреченские или малокарбонатные). Сероземы в Казахстане приурочены к предгорьям и подгорным равнинам, и эта зона обычно прорезана многочисленными руслами рек и речек, к наиболее крупным относится река Иле с притоками [23].

Для оценки миграционной способности металлов в донных отложениях водохранилища в таблице 2 приводится сравнение среднего содержания элементов по нашим данным с содержаниями их в литосфере [24, 25] и в сероземных почвах, широко распространенных в регионе водохранилища. Сравнение средней концентрации элементов в осадках Капшагайского водохранилища с фоновыми показателями свидетельствует о превышении средних уровней для свинца, кадмия и кобальта. В исследованиях [15] превышения кларков наблюдались для кадмия и свинца. Такое поведение кадмия и свинца объясняется адсорбцией ионов донными осадками в зависимости от кислотности среды. В нейтральных и слабощелочных (рН = 7,5–8,0) средах свободный ион кадмия и свинца практически полностью сорбируется частицами донных отложений [26]. Установлено также, что снижение рН приводит к возрастанию растворимости и, следовательно, подвижности потенциально токсичных элементов [27]. По мнению ряда зарубежных авторов [28, 29], решающее влияние на формы нахождения и уровень содержания металлов в донных отложениях и

Таблица 2 – Среднее содержание тяжелых металлов в литосфере, сероземных почвах и в донных отложениях водохранилища, мг/кг

Элемент	Кларки для литосферы (по Виноградову, 1967)	Сероземы обыкновенные на почвах территории (Дурасов, Тазабеков, 1981)	В донных отложениях Капшагайского водохранилища
Zn	83	76	33,6
Cu	47	27	22,6
Pb	16	–	51,8
Cd	0,13	–	4,56
Ni	58	–	19,5
Mn	1000	794	19,7
Cr	83	-	36,1
Co	18	8,9	22,9

взвешенных веществах оказывают рН среды, т.е. определяется окислительно-восстановительными условиями в донных отложениях. Изменение этих условий в донных осадках приводит к изменению валентности металлов и форм нахождения для природных вод любого типа, независимо от их химического состава или гидрологического режима [30].

Концентрация же остальных элементов значительно ниже собственных кларков, что указывает на невысокую миграционную их активность в осадках водохранилища и интенсивность процесса выщелачивания этих элементов [25]. Все обнаруженные в донных отложениях тяжелые металлы располагаются в следующий ряд в порядке уменьшения их содержания: $Pb > Cr > Zn > Co > Ni = Mn > Cd > Cu$. Следует отметить, что этот ряд не аналогичен ряду тяжелых металлов, содержащихся в воде.

В сероземных почвах содержание тех элементов, по которым имеются данные, также ниже их кларка.

В качестве сравнения полученных нами данных отметим, что согласно исследованиям [18] в донных отложениях Буктырминского водохранилища зарегистрировано большее накопление металлов цинка, меди, никеля, марганца, хрома, чем в Капшагайском, что объясняется поступлением в Буктырминское водохранилище сточных вод Зырянского свинцового комбината и других предприятий цветной металлургии.

Степень аккумуляции металлов в осадках водоемов оценивается коэффициентом аккумуляции K_a , представляющим собой отношение содержания элементов в донных отложениях к содержанию их в почвах, породах. Для расчета нами использованы величины кларков для литосферы. Значения этого коэффициента в водохранилище для отдельных элементов, на основании данных таблицы 2, характеризуются следующими величинами убывающего ряда:

Тяжелые металлы	Cd	Pb	Co	Cu	Zn	Cr	Ni	Mn
K_a	35	3,2	1,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,02

Из приведенных данных видно, что концентрация кадмия, свинца и кобальта в донных отложениях водохранилища больше, чем в породах ($K_a > 1$), следовательно, имеется тенденция к накоплению этих элементов в донных отложениях [26]. Этот процесс обусловлен повышенной миграционной способностью, биологической активностью и сорбцией этих металлов из воды взвешенными частицами. Коэффициент аккумуляции для остальных исследуемых металлов меньше единицы, что характеризует сравнительно меньшую подвижность этих элементов в условиях данного водоема. Видимо, оказывают влияние такие процессы, как выщелачивание их из илов, а также более интенсивное биологическое поглощение этих элементов.

Как было указано выше, ПДК химических веществ, в том числе тяжелых металлов, для донных отложений водоемов в странах СНГ не разработаны. Однако существуют нормативы, принятые в ряде зарубежных стран [31,32], значения которых показаны ниже, мг/кг:

Pb	Cu	Zn	Ni	Cd	Cr
10	21	30	29	0,16	28

Если сравнить наши данные, приведенные выше, с этими нормативами, то получается, что в донных отложениях водохранилища свинец превышает ПДК в 5,2 раза, кадмий – 28,5 раза и хром – 1,3 раза. Из остальных элементов содержание цинка и меди в пределах ПДК, а никеля не достигает нормативных значений. Повышенное содержание кадмия и свинца, очевидно, связано с реакцией водной среды и значительным содержанием в осадках органических веществ.

Заключение. В целом по результатам исследования есть основание полагать, что в донных отложениях Капшагайского водохранилища встречаются в основном подвижные формы металлов, которые подвержены выщелачиванию из поверхностных слоев грунта в водную массу. Существенная пространственная неоднородность распределения тяжелых металлов в осадках является результатом влияния на их режим ряда факторов антропогенного характера.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / Под ред. Т. К. Кудекова. – Алматы: Каганат, 2002. – 388 с.
- [2] Афанасьев М.И. Фоновое содержание хлорорганических пестицидов в водоемах Северо-Запада // Мониторинг фонового загрязнения природной среды. – М., 1987. – С. 51-55.
- [3] Манихин В.И., Коновалов Г.С. Изучение перехода химических веществ в системе «вода-донные отложения» // Гидрохим. материалы. – 1984. – Вып. 92. – С. 58.
- [4] Нахшина Е.П. Тяжелые металлы в системе «вода-донные отложения» водоемов (обзор) // Гидробиол. журн. – 1985. – Т. 21, № 2. – С. 80-90.
- [5] Forstner V. Metal concentration in Freshwater sediments – Natural effects // Interaction between sediments – and fresh water. Proc. Int. Conf. – Amsterdam: The Hague, 1977. – P. 94-103.
- [6] Глаголева М.А. Закономерности распределения элементов в современных осадках Черного моря // Докл. АН СССР. – 1961. – Т. 136, № 1. – С. 195-198.
- [7] Hirst D.M. The geochemistry of modern sediments from the gulf of Paria. 2. The location and distribution of trace elements // Geochim. et Cosmochim. Acta. – 1962. – Vol. 26. – P. 1147-1187.
- [8] Гапеева М.В. Тяжелые металлы в воде и донных отложениях Рыбинского водохранилища // Вода: химия и экология. Вопросы экологии. – М., 2013. – № 5. – С. 3-7.
- [9] Гапеева М.В., Законнов В.В., Гапеев А.А. Локализация и распределение тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ Верхней Волги // Водные ресурсы. – 1997. – Т. 24, № 5. – С. 174-180.
- [10] Моисеенко Т.И., Родюшкин И.В., Дауальтер В., Кудрявцева Л.П. Формирование качества поверхностных вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водосборы арктического бассейна (на примере Кольского Севера). – Апатиты: Изд. Кольского научн. центра, 1996. – 264 с.
- [11] Чухлебцова Л.М., Бердников Н.В., Панасенко Н.М. Тяжелые металлы в воде, донных отложениях и мышцах рыб реки Амур // Гидробиол. журнал. – 2011. – Т. 47, № 3. – С. 110-120.
- [12] Мун А.И., Бектуров А.Б. Распределение микроэлементов в водоемах Казахстана. – Алма-Ата: Наука Казахской ССР, 1971. – 290 с.
- [13] Мун А.И., Идрисова Р.А., Бектуров А.Б. Распределение кобальта, никеля, меди и цинка в озерных осадках // Изв. АН КазССР. Серия хим. – 1964. – Вып. 3. – С. 367-276.
- [14] Амиргалиев Н.А., Лопарева Т.Я., Беремжанов Б.А. Динамика микроэлементов в воде и донных отложениях Вячеславского и Сергеевского водохранилищ и питающих их рек // Химия и химическая технология. – Алма-Ата, 1974. – Вып. 16. – С. 32-36.
- [15] Амиргалиев Н.А., Тимирханов С.Р., Исбеков К.Б. Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. Т. XIV. Рыбное хозяйство Казахстана: состояние и перспективы. – Караганда: Типография «АРКО», 2012. – 667 с.
- [16] Амиргалиев Н.А. Гидрохимия канала Иртыш–Караганда. – Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 200 с.
- [17] Амиргалиев Н.А. Искусственные водные объекты Северного и Центрального Казахстана (гидрохимия и качество воды). – Алматы: НИЦ «Бастау», 1998. – 191 с.
- [18] Амиргалиев Н.А., Накупбеков С.Т., Байгонусова З.Я. Накопление токсикантов в водной экосистеме водохранилищ Казахстана // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1999. – № 7. – С. 72-78.
- [19] ПНДФ 14.1:2.22-95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов железа, кадмия, свинца, цинка и хрома в пробах природных и сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии. – М.: ТОО «Кортек», 1995. – 17 с.
- [20] СТ РК ИСО 8288-2005 «Качество воды. Определение кобальта, никеля, меди, цинка, кадмия и свинца. Пламенные атомно-абсорбционные спектрометрические методы» (ИСО 8288:1986). Введен 2005-01-09. – Астана, 2005. – 20 с.
- [21] Соколов А.А. Природные зоны Казахстана // Агрохимическая характеристика почв СССР. Казахстан и Челябинская область. – М.: Наука, 1968. – С. 9-24.
- [22] Дурасов А.М., Тазабеков Т.Т. Почвы Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – 152 с.
- [23] Курмангалиев А.Б. Сероземы. Характеристика почв республики // Агрохимическая характеристика почв СССР. Казахстан и Челябинская область. – М.: Наука, 1968. – С. 82-99.
- [24] Перельман А.И., Батулин С.Г. Миграционные ряды элементов в коре выветривания // Кора выветривания. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – Вып. 4. – 288 с.

- [25] Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высшая школа, 1975. – 341 с.
- [26] Будников Г.К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 5. – С. 23-29.
- [27] Прохорова Н.В., Матвеев Н.М. Тяжелые металлы в почвах и растениях в условиях техногенеза // Вестник СамГУ. Спец. выпуск. – 1996. – С. 125-147.
- [28] Steell K.F., Wagner G.H. Trace metal relationships in bottom sediments of freshwater stream the Buffalo River // Arkansas: J. Sediment Petrol. – 1975. – Vol. 45, N 1. – P. 310-319.
- [29] Vasiliev O.F., Papina T.S., Pozdnjakov Sh.R. Suspended sediment and associated mercury transport – the case study on the Katun River // Proc. 4 Int. Symp. on river sedimentation, Beijing. – China: IRTCES, 1990. – P. 155-162.
- [30] Salomons W. Biogeodynamics of pollutants in soils and sediments // Eds. Stigliani. – Berlin: Springer-Verlag, 1995. – 353 p.
- [31] MacDonald D.D., Ingersol C.G., Berger T.A. Development and evaluation of consensus-based quality guiden-lines for freshwater ecosystem // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 2000. – Vol. 39. – P. 20.
- [32] Guchte C. Ecological risk assessment of polluted sediments // European Warwe Pollution Control. – 1995. – Vol. 5, N 5. – P. 16-24.

REFERENCES

- [1] Modern ecological condition of Balkhash lake basin / Under edition of T. K. Kudekov. Almaty: Kaganat, 2002. 388 p. (in Russian).
- [2] Afanasiev M.I. background content of chlorine-organic pesticide in water-bodies of South-West // Monitoring of background contamination of environment. M., 1987. P. 51-55 (in Russian).
- [3] Manihin V.I., Kononov G.S. Study of transition of chemical substances in the system «water-bottom sediments // Hydrochemistry materials. 1984. Issue. 92. P. 58 (in Russian).
- [4] Nakhshina Ye.P. Heavy metals in system of water bodies «water-bottom sediments» (review) // Gidrobiologiya journal. 1985. Vol. 21, N 2. P. 80-90 (in Russian).
- [5] Forstner V. Metal concentration in Freshwater sediments – Natural effects // Interaction between sediments – and fresh water. Proc. Int. Conf. – Amsterdam: The Hague, 1977. P. 94-103.
- [6] Glagoleva M.A. Laws of distribution of elements in modern sediments of Black Sea // Report of Academy of Sciences of USSR. 1961. Vol. 136, N 1. P. 195-198 (in Russian).
- [7] Hirst D.M. The geochemistry of modern sediments from the gulf of Paria. 2. The location and distribution of trace elements // Geochim. et Cosmochim. Acta. 1962. Vol. 26. P. 1147-1187.
- [8] Gapeyeva M.V. Heavy metals in water and bottom sediments of Rybinskoye water reservoir // Water: chemistry and ecology. Question of ecology. M., 2013. N 5. P. 3-7 (in Russian).
- [9] Gapeyeva M.V., Zakonov V.V., Gepeyev A.A. Localization and distribution of heavy metals in bottom sediments of water reservoirs of Upper Volga // Water resources. 1997. Vol. 24, N 5. P. 174-180 (in Russian).
- [10] Moiseyenko T.I., Rodyushkin I.V., Dauvalter V., Kudryavtseva L.P. Formation of quality of surface waters and bottom sediments in conditions of anthropogenic loads to catchment area of arctic basin (by example of Kolskiy North). Apatity: Edition of Kolskiy research Center, 1996. 264 p. (in Russian).
- [11] Chukhlebova L.M., Berdnikov N.V., Panasenko N.M. Heavy metals in water, bottom sediments and muscles of fishes of Amur river // Gidrobiologiya journal. 2011. Vol. 47, N 3. P. 110-120. (in Russian).
- [12] Mun A.I., Bekturov A.B. Distribution of microelements in water bodies of Kazakhstan. Alma-Ata: Science of Kazakh SSR, 1971. 290 p. (in Russian).
- [13] Mun A.I., Idrisova R.A., Bekturov A.B. Distribution of cobalt, nickel, cuprum and zinc in lake sediments // News of Academy of Sciences of Kazakh SSR. Sery chemistry. 1964. Issue. 3. P. 367-276 (in Russian).
- [14] Amirgaliyev N.A., Lopareva T.Ya., Beremzhanov B.A. Dynamics of microelements in water and bottom sediments of water reservoirs Vyacheslavskoye and Sergeyeyskoye and their supply rivers // Chemistry and chemical technology. Alma-Ata, 1974. Issue. 16. P. 32-36 (in Russian).
- [15] Amirgaliyev N.A., Timirkhanov S.R., Isbekov K.B. Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Vol. XIV. Fishery of Kazakhstan: condition and perspectives. Karaganda: typography «ARKO», 2012. 667 p. (in Russian).
- [16] Amirgaliyev N.A. Hydrochemistry of channel Irtysh-Karaganda. L.: Gidrometeoizdat, 1981. 200 p. (in Russian).
- [17] Amirgaliyev N.A. Artificial water objects of Northern and Central Kazakhstan (hydrochemistry and water quality). Almaty: NITs «Bastau», 1998. 191 p. (in Russian).
- [18] Amirgaliyev N.A., Nakupbekov S.T., Baigonusova Z.Ya. Accumulation of toxicants in water ecosystem of water reservoirs of Kazakhstan // News of agricultural science of Kazakhstan. 1999. N 7. P. 72-78 (in Russian).
- [19] PNDF 14.1:2.22-95 (collection of environment protection documents) Quantitative chemical analysis of water. Methodic of measurements of mass concentration of ions of iron, cadmium, lead, zinc, and chromium in samples of natural and waste waters by methods of flame atomic absorption spectrometry. M.: LLP «Kortek», 1995. 17 p. (in Russian).
- [20] Standard of the Republic of Kazakhstan ISO 8288-2005 «Water quality. Determination of cobalt, nickel, copper, zinc, cadmium and lead. Flame atomic-absorption spectrometric methods» (ISO 8288:1986). Implemented 2005-01-09. Astana, 2005. 20 p. (in Russian).
- [21] Sokolov A.A. Natural zones of Kazakhstan // Agrochemical characteristic of soils of USSR. Kazakhstan and Chelyabinskaya oblast. M.: Nauka, 1968. P. 9-24 (in Russian).
- [22] Durasov A.M., Tazabekov T.T. Soils of Kazakhstan. Alma-Ata: Kainar, 1981. 152 p. (in Russian).

- [23] Kurmangaliyev A.B. Sierozems. Characteristics of soils of the Republic // Agrochemical characteristic of soils of USSR. Kazakhstan and Chelyabinskaya oblast. M.: Nauka, 1968. P. 82-99 (in Russian).
- [24] Perelman A.I., Batulin S.G. Migration element series in residual soil // Residual soil. M.: Publishing house of Academy of Sciences of USSR, 1962. Issue 4. 288 p. (in Russian).
- [25] Perelman A.I. Geochemistry of landscape. M.: Vysshaya shkola, 1975. 341 p. (in Russian).
- [26] Budnikov G.K. Heavy metals in ecological monitoring of water systems // Soros Educational Magazine. 1998. N 5. P. 23-29 (in Russian).
- [27] Prokhorova N.V., Matveyev N.M. Heavy metals in soils and plants in conditions of techno-genesis // Vestnik SamGU. Special edition. 1996. P. 125-147 (in Russian).
- [28] Steell K.F., Wagner G.H. Trace metal relationships in bottom sediments of freshwater stream the Buffalo River // Arkansas: J. Sediment Petrol. 1975. Vol. 45, N 1. P. 310-319.
- [29] Vasiliev O.F., Papina T.S., Pozdnjakov Sh.R. Suspended sediment and associated mercury transport – the case study on the Katun River // Proc. 4 Int. Symp. on river sedimentation, Beijing, China: IRTCES, 1990. P. 155-162.
- [30] Salomons W. Biogeodynamics of pollutants in soils and sediments // Eds. Stigliani. Berlin: Springer-Verlag, 1995. 353 p.
- [31] MacDonald D.D., Ingersol C.G., Berger T.A. Development and evaluation of consensus-based quality guiden-lines for freshwater ecosystem // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2000. Vol. 39. P. 20.
- [32] Guchte C. Ecological risk assessment of polluted sediments // European Warwe Pollution Control. 1995. Vol. 5, N 5. P. 16-24.

Н. А. Амиргалиев¹, Л. Т. Исмуханова²

¹Г.ғ.д., гидрохимия және экологиялық токсикология лабораториясының бас ғылыми қызметкері
(География институты, Алматы, Қазақстан)

²ЖШС гидрохимия және экологиялық токсикология лабораториясының ғылыми магистрі
(География институты, Алматы, Қазақстан)

ІЛЕ ӨЗЕНІ ҚАПШАҒАЙ СУ ҚОЙМАСЫНЫҢ ТҮПКІ ШӨГІНДІЛЕРІНДЕ АУЫР МЕТАЛЛДАРДЫҢ ЖИНАҚТАЛУЫ

Жұмыс Қапшағай суқоймасының су түбі шөгінділерінде ауыр металдар тобының жинақталуын зерттеуге арналған. Суқойманың су түбі шөгінділерінде кадмий, қорғасын және кобальт мөлшері мейлінше жоғары шоғырлану қасиетіне ие екендігі анықталды, ол ауыр металдар иондарының су түбі шөгінділерінде қышқылдығы мен органикалық заттар мөлшеріне тәуелді адсорбциялануымен түсіндіріледі. Су түбі шөгінділеріндегі жылжымалы формасының мөлшері мен олардың сілтсіздену қарқындылығына сәйкес, қалған металдар өзінің меншікті кларкынан төмен болды.

N. A. Amirgaliyev¹, L. T. Ismuhanova²

¹Doctor of geographical sciences, Leading research worker (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

²Master of sciences (Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN BOTTOM SEDIMENTS OF KAPSHAGAI WATER RESERVOIR ON ILE RIVER

The work is devoted to the accumulation of a group of heavy metals in sediments of Kapchagai reservoir. It was found that the sediments of the reservoir greatest accumulation characteristic of cadmium, lead and cobalt, which is due to the adsorption of heavy metal ions in the bottom sediments, depending on the acidity of the medium and organic matter content. Due to the content in the bottom sediments of the mobile forms and intensity of their leaching, other metals were below their own Clark.

А. Е. Гаглоева

К.т.н. (Омский государственный технический университет, Омск, Россия)

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Проблема водных ресурсов Центральной Азии представляет собой комплекс взаимосвязанных проблем: политических, экономических и социальных. Отсутствие или недостаточно эффективный менеджмент водных ресурсов играет роль сдерживающего механизма в использовании водных ресурсов и их защите от загрязнения. Ухудшение ситуации с водными ресурсами представляет угрозу социо-экономическому развитию региона. Возможный внутригосударственный или межгосударственный конфликт, возникший из-за проблемы водных ресурсов, может привести к огромным негативным последствиям для всего региона, тем более в связи с нехваткой воды, которая остро ощущается в последнее время не только из-за интенсивного потребления водных ресурсов, но и в результате изменения климата.

Ресурсы воды играли и будут играть определяющую роль в развитии населения. Люди всегда селились поближе к источникам пресной воды, и если источник иссякал, это означало в лучшем случае необходимость искать воду и перемещаться на новые территории; в худшем – бороться за выживание либо просто с природой, либо с другими обществами, имеющими доступ к этому жизненно необходимому ресурсу. Особенно актуальны эти вопросы для аридных, засушливых зон.

В настоящее время проблемы водных ресурсов приобретают новую значимость и новую окраску. С развитием человечества, ростом народонаселения и активным развитием промышленности к проблеме нехватки пресной воды, поднятой на новый уровень, добавилась проблема ее загрязнения. Сегодня более 1 млрд человек испытывает острую нехватку воды, более 2 млрд человек пользуется неочищенной питьевой водой.

Существуют регионы с высоким уровнем обеспечения водными ресурсами: Канада и северо-запад США, Юго-Восточная Азия, север Бразилии, Скандинавия, Центральная Африка и др. и регионы с недостаточным уровнем водных ресурсов: Ближний Восток, Северная Африка, Южная Европа и др. [1].

Это касается и Центральной Азии, где главной не решаемой из года в год проблемой остается несогласованность гидроэнергетического и ирригационного режимов водостоков трансграничных рек. При этом все страны заявляют о необходимости согласования действий с взаимным учетом интересов.

Для большей части Центральной Азии характерны засушливый и полузасушливый климат, незначительные осадки в течение года и связанный с этим дефицит воды.

В Центральной Азии расположено более 4000 водоемов – озер и водохранилищ. Самыми крупными из них являются высыхающее озеро-море Арал, одно из глубоких озер мира – Иссык-Куль, озеро Балхаш с пресноводной западной и соленой восточной частями. Наряду с ними имеется более 3000 очень мелких высокогорных приледниковых озер, десятки водохранилищ сезонного регулирования, тысячи бассейнов и прудов декадного и суточного регулирования.

Ледники Центральной Азии, занимающие площадь 17 950 км², представляют собой важнейший источник стока рек в теплый период года. По территориям стран региона они распределены неравномерно. В Кыргызстане насчитывается 8200 ледников, занимающих 4,2% территории страны. Водный запас ледников Кыргызстана оценивается в 650 км³. Количество ледников в Таджикистане составляет 8492, они занимают примерно 6% территории республики. Остальная часть ледников сосредоточена в Казахстане [2].

Суммарные водные ресурсы Центральной Азии состоят из речного стока, формирующегося за счет вод атмосферных осадков, талых ледниковых вод и подземного питания, подземных вод, выкачиваемых скважинами.

Во времена СССР между республиками Центральной Азии в водно-энергетической сфере действовала отлаженная система, когда регулирование речного стока странами верховья компенсировалось поставками энергоресурсов странами низовья. Следовательно, Таджикистан и Кыргызстан

зимой накапливали воду в водохранилищах, а летом сбрасывали ее для полива пахотных земель Узбекистану, Казахстану и Туркмении, за что зимой получали от них недостающие электроэнергию и газ.

После распада СССР развалилась и единая энергосистема региона. Страны низовий стали продавать газ и электричество соседям по рыночным ценам, а за долги прекращали поставки. Таджикистан и Кыргызстан столкнулись с дефицитом энергии в зимний период. Так, в большинстве районов Таджикистана ежегодно в осенне-зимний период вводятся жесткие лимиты на подачу электричества, от которых страдают население и промышленность республики. Поэтому вполне логично, что Таджикистан и Кыргызстан озаботились вопросами обеспечения собственной энергетической безопасности путем круглогодичной эксплуатации имеющихся ГЭС и строительства новых крупных гидроэнергетических объектов.

Эти планы настораживают соседний Узбекистан, который опасается, что дополнительное регулирование стока указанных рек позволит Таджикистану и Кыргызстану контролировать спуск воды.

В результате энергетические приоритеты стран верховья противоречат сельскохозяйственным интересам стран низовья, так как одним, в первую очередь, нужна электроэнергия, а вторым – вода для развития орошаемого земледелия [3].

Таким образом, сегодня мы имеем все более усугубляющийся разрыв энергетических связей и нарастание водных противоречий, постоянно предъявляемые друг другу упреки и претензии, которые в большей степени дезинтегрируют государства, а не сближают их. Обостряет ситуацию динамично растущее население и соответственно потребность в воде, нерациональное водопотребление вследствие использования устаревших ирригационных и дренажных систем в странах региона.

Многочисленные гидрологические исследования, проводимые в последнее время, доказывают, что дефицит водных источников очень часто ограничивает развитие человечества, экономики и индустрии в целом.

Принимая во внимание, что население Центральной Азии увеличилось за последние десятилетия, проблема нехватки водных ресурсов становится еще острее. В связи с чем в последнее время весьма актуальна тема, связанная с изучением возможного влияния изменения климата на водные источники.

Глобальное изменение климата затрагивает процессы, происходящие в окружающей природной среде, изменяя существующий механизм функционирования всей системы окружающей среды.

Глобальное потепление климата обусловит повышение интенсивности таяния ледникового покрова планеты. Уменьшение площадей арктических ледовых покровов может привести к существенным изменениям круговорота воды в природе.

Освобождение Северного Ледовитого океана ото льда и последующее потепление в арктическом регионе могут вызвать изменение существующего взаимодействия между подстилающей поверхностью и атмосферой всего Северного полушария, а следовательно, и всей планеты.

В целом может измениться механизм влагооборота между океанами и континентами. Из-за уменьшения градиента температуры между полюсами и экватором может понизиться интенсивность зональной циркуляции атмосферы [4].

Возрастет роль разницы температуры между морем и сушей, что усилит муссонную циркуляцию, в особенности на побережьях Евразии, где они и при нынешних условиях проявляются наиболее заметно. Уменьшение скоростей зональных переносов воздушных масс и интенсивности циклонической деятельности в связи с уменьшением градиента температуры в системе «полюс – экватор» обусловит увеличение количества атмосферных осадков вблизи морей и его уменьшение внутри континента, особенно зимой.

Широкомасштабное влияние изменений климата земного шара, прежде всего, отражается на состоянии его ледников, морей Мирового океана и снежного покрова Земли. В период развития похолоданий мировой водный баланс изменяется в сторону увеличения увлажненности континентов, наблюдается рост массы ледников. Водный баланс океанов становится отрицательным, и их уровень понижается. В периоды потеплений, наоборот, отрицательный водный баланс уста-

навливаются на континентах – тают ледники, увеличивается сток с них в океан, водный баланс которого становится положительным.

Глобальное изменение климата за последние десятилетия заняло прочное место в ряду главных экологических проблем, стоящих перед мировым сообществом. Особенно остро стоит вопрос влияния изменения климата на водные ресурсы в Центрально-Азиатском регионе, который требует более детального изучения с региональной точки зрения.

Основная цель работы – проанализировать возможное влияние климатических изменений на нехватку воды в Центральной Азии и регионах, находящиеся в большей опасности.

В засушливых и полузасушливых районах Центральной Азии изменение климата и его изменчивость продолжают создавать проблемы, связанные со способностью стран удовлетворять растущий спрос на воду. В результате уменьшения осадков и повышения температуры возможно обострение проблемы, связанной с нехваткой воды, особенно в тех частях Азии, где водные ресурсы уже испытывают стресс из-за растущих потребностей в воде и неэффективного водопользования.

В течение последних нескольких десятилетий по всей Азии наблюдалась межсезонная, межгодовая и пространственная изменчивость дождевых осадков. В целом повторяемость явлений более интенсивных осадков во многих частях Азии увеличилась, вызывая сильные паводки, оползни, потоки обломочного материала и селевые потоки, тогда как количество дождливых дней и общее годовое количество осадков уменьшились. Тем не менее имеются сообщения, что частота экстремального количества осадков в некоторых странах демонстрирует тенденцию к сокращению [5].

Быстрое таяние вечной мерзлоты и уменьшение глубины мерзлых почв, преимущественно из-за потепления, угрожает многим городам и населенным пунктам, вызывает более частые оползни, и вырождение некоторых лесных экосистем и приводит к повышению уровня воды в озерах в районе вечной мерзлоты Азии.

В среднем ледники Азии тают со скоростью, которая была постоянной, по меньшей мере с 1960-х годов. Однако отдельные ледники могут выпадать из этой схемы, и некоторые из них фактически наступают, их толщина растет, возможно, из-за увеличения осадков. В результате продолжающегося таяния ледников ледниковый сток и частота прорыва ледниковых озер, вызывающих селевые потоки и лавины, увеличиваются.

Так, происходящее потепление климата приводит к устойчивому сокращению ледников Тянь-Шаня и уменьшению их ледниковых коэффициентов, которые показывают отношение площадей аккумуляции ледникового вещества ко всей площади ледников.

Как известно, малые ледниковые коэффициенты характерны для деградирующих ледников, где приход ледового вещества не компенсирует его расходование. Так, отмечается углубление процесса распада оледенения в бассейнах рек Малый Нарын, Талас и Асса, на южном склоне Кунгей-Ала-Тоо, где ледниковые коэффициенты составили 0,45.

Гидрометеорологические наблюдения показали, что асинхронность хода атмосферных осадков и температуры воздуха в высокогорной зоне Тянь-Шаня негативно сказывается на балансе ледников и отражается на общей водности рек со значительным оледенением водосборов.

Прошлые и будущие изменения водных ресурсов Таджикистана также связываются с изменениями климата – уменьшением атмосферных осадков и ростом температуры воздуха. В это время по самым скромным подсчетам ледники Таджикистана только в XX в. потеряли более 20 км³ льда. Интенсивно деградируют небольшие ледники с площадями менее 1 км², которые составляют 80% всех ледников.

Среднегодовой сток рек республики за последние 30 лет ежегодно уменьшался на 110 млн м³ в год. Прогнозы таджикских специалистов и ученых показывают, что до 2050 г. в Таджикистане исчезнут тысячи мелких ледников, следовательно, площадь его оледенения сократится на 20%, объем льда уменьшится на 25%. Это, в свою очередь, приведет к сокращению ледникового питания рек на 20–40%. При этом прогнозируемое увеличение количества атмосферных осадков на 14–18% существенного влияния на сток не окажет, так как большая часть выпавших осадков будет израсходована на испарение с поверхностей водосборов.

В горных системах Казахстана также наблюдается сокращение количества и размеров ледников. По прогнозам в течение ближайших десятилетий вследствие глобального потепления климата водные ресурсы основных рек Казахстана могут сократиться на 20–40 %.

Согласно исследованиям, начиная с середины XX в., в Центральной Азии оледенение сокращалось настолько сильно, что уже к середине XXI в. сохранение выявленной тенденции может привести к исчезновению многих ледников [6].

Изменения количества и режима водных ресурсов Центральной Азии связаны как с глобальным потеплением климата, так и с интенсивным развитием орошения в бассейнах рек региона.

На протяжении последних лет эти факторы становятся причиной формирования ряда проблем, которые наиболее ярко проявились в режиме уровней бессточных водоемов – Аральского моря, озера Иссык-Куль и Балхаш.

Следует иметь в виду то, что климатические условия Центральной Азии определяют развитие интенсивного сельского хозяйства только на основе орошаемого земледелия. Орошаемые пашни, сенокосы и обводненные пастбища обеспечивают продуктами питания человека, кормами животноводство, сырьевой продукцией многие отрасли промышленности. Поэтому изменения таких главных климатических характеристик, как температура воздуха и количество атмосферных осадков, влияющих на тепловой и водный баланс территории, в конечном итоге влияют и на условия жизни населения региона.

Среди климатических факторов ведущее место в формировании водных проблем Центральной Азии занимает испарение. Оно способствует расходованию больших величин воды с поверхностей естественных и искусственных водоемов, орошаемых земель. В настоящее время площадь орошаемых земель в регионе достигла почти 8–9 млн га. На орошаемых полях величина испарения в основной зоне орошения Центральной Азии достигает 1500–2000 мм/год.

Увеличение частоты и интенсивности засух во многих частях Азии в основном объясняется повышением температуры, особенно во время летних и обычно более сухих месяцев. В связи с этим производство риса, маиса и пшеницы за последние несколько десятилетий сократилось во многих частях Азии из-за усиления водного стресса, возникающего частично в результате повышения температуры и сокращения числа дождливых дней.

Таким образом, в настоящее время практически все водные ресурсы на территории Центральной Азии полностью вовлечены в хозяйственный оборот. Прогнозы дальнейшего потребления воды показывают, что в дальнейшем потребление воды в регионе останется на существующем уровне. Однако прогнозы независимых организаций, несмотря на заметное различие между собой, предполагают увеличение перспективного водопотребления и, следовательно, рост дефицита водных ресурсов региона [7].

Другим фактором, который может привести к росту дефицита водных ресурсов, является изменение климата. Согласно многочисленным исследованиям в результате потепления климата ожидаются изменение атмосферной циркуляции и перераспределение осадков. Вследствие усиленного переноса водяного пара из субтропиков по направлению к полюсам и расширения субтропических областей высокого давления тенденция к засушливости будет особенно выражена на более высокоширотных границах субтропиков. По некоторым сценариям к 2100 г. количество осадков может уменьшиться почти на 20 % [1].

Исследования также показывают, что в зоне формирования стоков Сырдарьи и Амударьи продолжается интенсивное таяние ледников. За 50 лет объемы ледников уменьшились по разным данным от 20 до 40 %, а в последние годы темпы сокращения составляют около 1 % в год [2].

Сценарии развития водообеспечения этих рек предполагают, что по мере таяния ледников сначала произойдет заметное повышение уровня воды, которое затем сменится дефицитом водных ресурсов. В Центральной Азии сокращение объемов ледниковой воды, питающей реки Амударьи и Сырдарьи, могут резко ограничить ее поступление в ирригационные системы Узбекистана, Казахстана и Туркменистана, а также подорвать планы развития гидроэнергетики в Киргизии.

Предполагаемое снижение обеспеченности пресной водой, наряду с ростом численности населения Центральной Азии, отрицательно скажется на социально-экономических показателях стран региона. Оценки влияния потепления климата показывают, что к середине XXI века урожайность сельскохозяйственных культур в Центральной Азии может снизиться на 30 %. Учитывая это и принимая во внимание влияние демографического фактора, прогнозируются нехватка сельскохозяйственных продуктов и рост социальной напряженности в некоторых из этих стран.

В настоящее время из-за дефицита воды в регионе существует вероятность возникновения конфликтов, связанных с разделом ограниченных водных ресурсов. Одним из спорных вопросов является гидроэнергетическое и ирригационное использование трансграничных рек Сырдарья и Амударья. Другой важной проблемой, в ходе решения которой возникают конфликтные ситуации, является разделение воды трансграничных рек, предназначенной для различных стран. Существующая система распределения к настоящему времени устарела и является источником возрастающего недовольства между соседними странами.

Недостаток природных ресурсов, в частности воды, может стать причиной межэтнических и приграничных конфликтов. Такие конфликты наиболее вероятны в перенаселенных местностях, где практически в каждом селе имеются признаки скрытого или открытого водного конфликта. Ситуация особенно обостряется весной и летом, в период орошения пахотных земель. Такие конфликты имеют наибольшую вероятность возникновения.

В целом вопросы дефицита воды могут выйти на межнациональный и региональный уровни и окажут влияние на соседние страны, в том числе и Россию [1].

Можно рассмотреть ряд сценариев возможного развития этих событий, которые окажут негативное влияние на безопасность разных стран.

Дефицит водных ресурсов ослабит агропромышленный комплекс стран Центральной Азии. Нехватка сельскохозяйственных продуктов, отсутствие работы ведут к увеличению неконтролируемой миграции, что, в свою очередь, может повысить уровень безработицы. Ухудшение социально-экономических условий в странах Центральной Азии, кроме того, создаст почву для укрепления экстремистских группировок.

Нехватка воды в трансграничных реках и несовершенная система ее раздела могут усилить конфликтную ситуацию в регионе вплоть до развязывания военных действий.

Чтобы избежать таких сценариев, необходимо применять современные методы рационального использования воды. Однако ни одна из стран Центральной Азии обособленно не будет проводить дорогостоящие мероприятия для уменьшения потребления воды только для того, чтобы ее передать соседним странам.

Только наличие единого рационального правления позволит начать решать проблему иррационального использования водных ресурсов. Возможно, для этой цели необходимо создавать организации, имеющие полномочия выделять квоты на водные ресурсы трансграничных вод и контролировать их выполнение.

Для того чтобы предупредить нежелательное развитие событий, правительствам стран Центральной Азии необходимо интенсифицировать процессы регулирования использования водных ресурсов. Как показывает международный опыт, заключение двусторонних и многосторонних соглашений является важным средством снижения остроты конфликтов между различными прибрежными государствами. Поэтому странам Центральной Азии необходимо начать работу по подготовке правовых документов, основой которых должны стать международные нормы и акты. Эти документы должны определить принципы деления трансграничных вод и послужить базой для подписания двусторонних или, если это потребует, многосторонних соглашений по использованию трансграничных вод.

Действенным механизмом обеспечения рационального использования водных ресурсов являются экономические меры, в частности политика цен. Однако, по мнению экспертов ООН, с помощью одних экономических методов нельзя точно оценить действительную экономическую стоимость воды, даже в промышленно развитых странах водоснабжение получает государственные субсидии [6].

Для заинтересованности стран Центральной Азии в экономном расходе воды в бассейнах трансграничных рек можно создать водный банк. Каждая страна согласно соглашениям будет иметь определенную долю от общего объема водных ресурсов. В случае экономии воды банк будет способствовать продаже неиспользованного объема водной доли по установленному тарифу другим участникам водного соглашения.

Однако необходимо помнить, что не только климатические изменения, такие, как вечная мерзлота, таяние ледников, увеличивающееся испарение, влияют на недостаток водных ресурсов,

но и интенсивное использование водных источников, что в совокупности приводит к межгосударственным конфликтам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Аламанов С.К. Изменение климата и водные проблемы в Центральной Азии: учебный курс для студентов естественных и гуманитарных специальностей / С.К. Аламанов, В.М. Лелевкин, О.А. Подрезов, А.О. Подрезов. – М.: Бишкек, 2006.
- [2] Диагностический доклад для подготовки региональной стратегии рационального и эффективного использования водных ресурсов. Проектная рабочая группа по энергетическим и водным ресурсам, ООН, ЕЭК, февраль 2002. – 83 с.
- [3] Исполнительный комитет Международного фонда спасения Арала (2009). Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии. Региональный доклад. – Алматы.
- [4] Водно-энергетические ресурсы Центральной Азии: проблемы использования и освоения. Отраслевой обзор Евразийского банка развития. – Алматы: ЕАБР, ИК МФСА, 2008.
- [5] UNEP – Всемирный фонд дикой природы России (2006). Изменение климата и водные проблемы Центральной Азии. – Москва-Бишкек.
- [6] IPCC, 2007: Climate Change 2007. The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. Vol. 1. The Physical Science Basis. – p. 18. Vol. 2. Impacts, Adaptation and Vulnerability. – 24 p. Mitigation. – 26 p. www.ipcc.ch.
- [7] Электронный ресурс – Режим доступа: Climate Action. Available at: http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm.

REFERENCES

- [1] Alamanov S.K. Change of climate and water problems in Central Asia: study course for the students of natural and humanities specialities / S.K. Alamanov, V.M. Lelevkin, O.A. Podrezov, A.O. Podrezov. M.; Bishkek, 2006 (in Russian).
- [2] Diagnostic report for preparation of regional strategy of rational and effective use of water resources, Project working group by energy and water resources, UNO, EEC, February 2002. 83 p. (in Russian).
- [3] Acting committee of International Foundation of Aral Sea Saving (2009) Impact of climate change to water resources in Central Asia. Regional report. Almaty (in Russian).
- [4] Water-energy resources of Central Asia: problems of use and development. Branch review of Eurasian Development Bank. Almaty: 2008 (in Russian).
- [5] UNEP – World foundation of wildlife, Russia (2006) Climate change and water problems of Central Asia Moscow-Bishkek. (in Russian).
- [6] IPCC, 2007: Climate Change 2007. The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. Vol. 1. The Physical Science Basis. p. 18. Vol. 2. Impacts, Adaptation and Vulnerability. 24 p. Mitigation. 26 p. www.ipcc.ch.
- [7] Electronic source: Climate Action. Available at: http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm.

А. Е. Гаглоева

Т.ғ.к. (Омск ұлттық техникалық университеті, Омск, Ресей)

ОРТАЛЫҚ АЗИЯ СУ РЕСУРСТАРЫНА КЛИМАТ ӨЗГЕРІСТЕРІНІҢ ӘСЕРІ

Орталық Азия су ресурстарының мәселесі өзара байланысты мәселелер кешенін құрайды: саяси, экономикалық және экологиялық. Су ресурстарының мардымсыз және тиімді емес менеджменті су ресурстарын пайдалануда және оларды ластанудан қорғауда артқа тартарлық механизм ролін атқарып отыр. Су ресурстары жағдайының нашарлануы ауданның әлеуметтік-экономикалық дамуына кедергі келтіретіні анық. Су ресурстары мәселелері негізінде пайда болған мемлекет аралық және ішкі кикілжің бүкіл ауданға негативті өзгерістер алып келуі мүмкін. Әсіресе, судың жетіспеуі, соңғы кезде тек су ресурстарын интенсивті түрде тұтынуда ғана емес, сонымен қатар климаттың өзгеруі кезінде орын алып отырумен байланысты.

A. Ye. Gagloyeva

Candidate of technical sciences (Omsk State Technical University, Omsk, Russia)

IMPACT OF CLIMATE CHANGE TO WATER RESOURCES OF CENTRAL ASIA

The problem of water in Central Asia is a complex of interrelated problems: political, economic and social. Lack or inadequate management of water resources plays the role of a constraining mechanism in water resources use and protection from pollution. The deterioration of water resources represents a threat to socio-economic development of the region, possible domestic or interstate conflict resulting from water, can result in huge negative consequences for the entire region. Especially in connection with water shortages, which are keenly felt in recent years not only due to the intensive consumption of water resources, but as a result of climate change.

А. С. Ахмедов

Специалист Главного управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан
(Душанбе, Таджикистан)

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ТАДЖИКИСТАНА. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Обобщены материалы по гидрогеологическому строению Таджикистана. Приводятся новые гидрогеологические данные. Комплексный анализ условий залегания, движения, стока, химического состава, распространения прогнозных ресурсов и утверждённых эксплуатационных запасов, использования, классификации подземных вод по питьевым, лечебным, промышленным и другим целям позволил по-новому представить гидрогеологическое строение и закономерности размещения различных типов подземных вод. Впервые рассмотрены трансграничные подземные воды Таджикистана и соседних с ним государств и их значение для региона Центральной Азии. Обозначены перспективы использования подземных вод Таджикистана.

Ресурсы подземных вод. Подземные воды республики чрезвычайно разнообразны по химическому составу и вкусовым качествам, условиям залегания, движению и стоку. В вертикальном геологическом разрезе четко выделяются две гидродинамические зоны (таблица 1, см. рисунок):

1. Верхняя, характеризующаяся относительно небольшой (до 200–300 м) мощностью, активным водообменом и преимущественным развитием пресных подземных вод хорошего качества.

2. Нижняя, охватывающая глубокие горизонты артезианских бассейнов с затрудненным водообменом. Здесь развиты соленые и рассольные подземные воды с минерализацией до 400 г/дм³. Мощность зоны достигает нескольких километров.

По геоморфологическим признакам на территории Таджикистана выделяются две обширные области – горная и равнинная.

Таблица 1 – Прогнозные ресурсы и утверждённые эксплуатационные запасы подземных вод

Речной бассейн	Прогнозные ресурсы подземных вод, тыс. м ³ /сут	Утверждённые эксплуатационные запасы подземных вод, тыс. м ³ /сут
Сырдарья	9806	3401,1
Зарафшон	3289	85,3
Каратаг	1123	332,8
Кафирниган	6864	2393,6
Вахш	13477	928
Кызылсу-Яхсу	4471	997,3
Правый борт бассейна р. Пяндж до Московского конуса выноса	12196	98,1
Всего поТаджикистану	51226	8236,2

В горных районах Карамазара, Центрального Таджикистана и Памира повсеместно распространены трещинные и трещинно-поровые пресные воды. Химический состав подземных вод гидрокарбонатный кальциевый с минерализацией до 1 г/дм³. Лишь в местах развития загипсованных и соленосных отложений формируются локальные потоки солоноватых и соленых вод. Глубина залегания подземных вод колеблется от нескольких м до 100–150 м. На Восточном Памире, где выпадает малое количество атмосферных осадков и развиты многолетние мерзлые грунты, запасы подземных вод невелики, родники здесь встречаются редко.

Равнинные области республики отличаются весьма разнообразными гидрогеологическими условиями, характерными для речных долин, межгорных котловин и впадин.



Ресурсы и утвержденные запасы подземных вод

В межгорных впадинах, сложенных толщей аллювиально-пролювиальных отложений, формируются потоки пресных подземных вод мощностью от нескольких до 60–80 м и более. Естественные и эксплуатационные запасы подземных вод достигают сотен л/с; дебиты скважин при самоизливе – 40–70 л/с.

В межгорных впадинах Юго-Западного Таджикистана, выполненных толщей лёссовидных суглинков с прослоями гравийно-щебнистого и песчаного материала, развиты преимущественно солоноватые и соленые воды сульфатного и хлоридного состава с минерализацией 3–40 г/дм³. Запасы пресных вод хорошего качества ограничены. Подземные воды залегают на глубинах 10–100 м.

Долины крупных рек характеризуются специфическими гидрогеологическими условиями, различными для разных частей бассейнов. В пределах горных частей аллювиальные отложения имеют относительно небольшие мощности. Подземные воды в среднем и верхнем течении рек имеют незначительные естественные ресурсы. Ниже выхода рек из гор аллювий представлен толщей до 300–800 м хорошо промытого валунно-галечного материала.

Химический состав подземных вод аллювиальных отложений весьма разнообразен. Вдоль рек и каналов формируются пресные подземные воды с минерализацией до 1 г/дм³. Вблизи горного обрамления развиты солоноватые и соленые воды. Значительное влияние на формирование химического состава подземных вод оказывают процессы испарения.

Использование подземных вод. Подземные водные ресурсы в Таджикистане используются для водоснабжения населения, промышленности и в незначительных объёмах для орошения земель (таблица 2).

Из-за резкого сокращения промышленного и сельскохозяйственного производства в Таджикистане, низкого доступа населения к чистой питьевой воде (52,3%) эти направления использования подземных вод пока не оказывают отрицательного влияния на количество и качество трансграничных подземных вод. Но с увеличением населения и экономическим ростом в Таджикистане водоносным горизонтам четвертичных отложений может угрожать загрязнение.

В результате экономических трудностей значительно сократились масштабы мониторинга подземных вод. Поэтому оценка использования подземных вод и факторов нагрузки на трансграничные водоносные горизонты весьма затруднительна.

Таблица 2 – Использование подземных вод по речным бассейнам, млн м³/год*

Речной бассейн	Подземные воды	Шахтно-рудничные воды
Сырдарья	241,95	3,21
Зарафшон	6,95	
Каратаг	33,81	
Кафирниган	204,06	
Вахш	104,6	
Кызылсу-Яхсу	115,62	0,01
Правый борт бассейна р. Пяндж до Московского конуса выноса	86,64	0,01
Всего поТаджикистану	793,63	3,24
*Источник: Государственный водный кадастр РТ за 2002 год.		

Минеральные лечебные, термальные и промышленные подземные воды. Таджикистан богат различными минеральными лечебными водами, которые подразделяются на семь основных бальнеологических групп:

- воды без "специфических" компонентов и свойств;
- воды углекислые;
- воды сероводородные;
- воды железистые;
- воды йодные и бромные;
- воды радоновые;
- кремнистые термы.

По температуре выделяются воды от холодных до очень горячих; по минерализации – от пресных до крепких рассолов.

Минеральные лечебные воды распространены по территории Таджикистана неравномерно. Наиболее богаты разнообразными водами Юго-Западный Таджикистан и южная часть Памира. Единичные выходы их известны в Северном Таджикистане и северной части Памира. На территории республики зарегистрировано свыше 100 источников минеральных лечебных и термальных вод.

В Согдийской области распространены минеральные лечебные воды без "специфических" компонентов, углекислые, сероводородные и радоновые. Здесь зафиксировано около 10 выходов минеральных вод. Содержание терапевтически активных компонентов, мг/дм³: кремнекислота – до 49,9; углекислота – до 1476; сероводород – 349–493; радон – 60–121,5 эман/дм³. Температура вод – от 5,0 до 21,0 (углекислые и радоновые воды) до 27,5–41,1°С (без "специфических" компонентов и сероводородные воды). На базе минеральных вод без "специфических" компонентов функционирует санаторий "Хаватаг".

В Центральном Таджикистане отмечено 13 естественных выходов углекислых вод и азотных терм. Минеральные лечебные воды известны только в пределах Гиссарского хребта и представлены кремнистыми азотными термами и холодными углекислыми водами типа нарзан (Сангхок, Каратабон, Анзоб, Новобедак, Обишир). Содержание терапевтически активных компонентов, мг/дм³: кремнекислота – 40–221; углекислота – 378–1476; радон – 234–453 эман/дм³. На базе азотных терм Обигарм, Ходжа-Обигарм, Явроз, Тамдыкуль функционируют санатории и лечебницы.

Юго-Западный регион Таджикистана объединяет систему малых артезианских бассейнов, в которых минеральные лечебные воды тяготеют к различным водоносным комплексам, разделенным между собой мощными выдержанными толщами водоупорных глин. В Юго-Западном Таджикистане выделено 6 типов минеральных вод: без "специфических" компонентов, сероводородные, йодные, бромные, радоновые, кремнистые.

Содержание терапевтически активных компонентов, мг/дм³: железо – до 30,0; кремнекислота – до 159,0; углекислота – до 588,0; радон – до 1955; сероводород – 14–741; йод – 0,3–48; бром – 32–141.

На базе минеральных лечебных вод функционируют санатории и лечебницы (Шохамбари, Вахдат, Калтуч, Аруктау, Кичикбель, Советский, Хаватаг, Обишифо и др.), а также заводы и цеха по розливу столовых минеральных вод (Шохамбари, Файзабад).

В Юго-Восточном Таджикистане (Памир и Дарваз) выявлены три основные группы минеральных лечебных вод: кремнистые термы, углекислые и радоновые. Углекислые воды подразделяются по температуре на очень горячие, горячие, теплые и холодные. Для углекислых вод характерно уменьшение содержания углекислоты с 448–1100 до 220–352 мг/дм³ с повышением температуры воды. Содержание других терапевтически активных компонентов, мг/дм³: железо – до 24,0; кремнекислота – 27–242; радон – до 790,0.

Кремнистые воды выходят на поверхность в виде источников с температурой 31–76°C. Минерализация воды составляет 0,3–6,3 г/дм³, содержание кремнекислоты достигает 52–158 мг/дм³, в растворенных и спонтанных газах преобладает азот. Наиболее горячие воды (Яшилькуль, Джиланды, Токузбулак, Авдж и другие) используются местным населением в лечебных и санаторных целях.

Горячие углекислые воды имеют температуру 38,5–63°C, минерализацию – 0,6–6,0 г/дм³. Содержание углекислоты в воде 220–1100 мг/дм³. В водах с температурой выше 40°C находится значительное количество кремнекислоты (74–242 мг/дм³). Горячие воды источников используются местным населением в лечебных целях. На источнике Гармчашма в Горно-Бадахшанской автономной области функционирует лечебница.

Холодные и теплые углекислые воды характеризуются температурой 6–34°C и минерализацией 0,3–4,7 г/дм³. Количество углекислоты в воде – 444–1100 мг/дм³. На всех источниках происходит выделение газа. В растворенном и спонтанном газе в основном присутствует углекислота (71–98% по объему).

На территории Таджикистана выявлено 35 месторождений и проявлений термальных вод. Выходы термальных вод распределены следующим образом: Северный Таджикистан – 1; Центральный – 7; Юго-Западный – 11; Памир – 16.

На севере республики термальные воды вскрыты на месторождении минеральных вод Хаватаг на глубинах 1213–1569 м. Дебит скважины – 5,0 л/с, температура воды на устье – 41–55°C. Воды используются как лечебные для принятия ванн.

В Центральном Таджикистане выходы термальных вод зафиксированы на южных склонах Гиссарского хребта. Дебиты источников составляют 0,6–12,0 л/с, температура воды 33–93°C. На базе разведанных запасов минеральных термальных вод месторождений Ходжаобигарм, Обигарм, Явроз, Тамдыкуль функционируют курорты и лечебницы. На курорте "Ходжаобигарм" действует единственный в Таджикистане парозанаторий.

На Памире термальные воды известны только в его юго-западной части. Для кремнистых терм характерны температуры воды от 31 до 76°C, углекислые воды имеют температуру воды 38,5–63,0°C. На базе термальных вод функционируют курорты и лечебницы "Гармчашма", "Авдж" и др. На месторождении Джиланды построены теплицы для выращивания овощей.

Имеются в Таджикистане и подземные воды промышленного значения. Высокоминерализованные подземные воды артезианских бассейнов богаты йодом, бромом, бором, литием, рубидием, цезием, стронцием и некоторыми другими микрокомпонентами. В зависимости от набора промышленных микрокомпонентов выделяются восемь ассоциаций: 1) йодная; 2) борная; 3) литиеносная; 4) йодо-бромная; 5) йодо-бромно-лיתיеносная; 6) йодо-лителие-рубидиеносная; 7) йодо-лителие-рубидие-цезиеносная; 8) йодо-лителие-рубидие-цезие-стронциеносная.

На севере Таджикистана в Ферганской долине вскрыты йодные и борные промышленные воды на пяти проявлениях. Содержания микроэлементов составляют, мг/дм³: йода – 26,8–91,4; бора – 159.

На Юго-Западном Памире зафиксирован единственный источник с промышленным содержанием бора (1698 мг/дм³).

В Юго-Западном Таджикистане известны 34 проявления промышленных подземных вод. Скважинами здесь вскрыты все 8 ассоциаций микрокомпонентов. Содержания микроэлементов, мг/дм³: йода – 16–79; брома – 404–781; лития – 13,8–294; рубидия – 3,5–60,5; цезия – 0,39–9,05; стронция – 557–4000; бора – 149.

Трансграничные подземные воды. Трансграничные подземные воды имеют важное значение для региона Центральной Азии. В Таджикистане и соседних с ним государствах выявлено 5 участков с трансграничными горизонтами подземных вод (таблица 3). Эти воды сформированы четвертичными и неогеновыми отложениями. Средняя мощность этих возобновляемых водоносных горизонтов составляет от 8 до 200 м.

Перспективы использования. Подземные воды Таджикистана отличаются широким разнообразием. Наряду с подземными пресными водами речных долин имеются огромные запасы вод верхней гидродинамической зоны горно-складчатых регионов. Изучение вод горно-складчатых регионов позволит полностью перейти на подземное водоснабжение населенных пунктов и объектов.

Таблица 3 – Участки с трансграничными горизонтами подземных вод

№ п/п	Речной бассейн	Участок трансграничного водоносного горизонта	Направление движения потока подземных вод
1	Сырдарья (правые притоки Сардобсой, Утконсой)	Дальверзинский	TJ-UZ
2	Сырдарья (левые притоки, стекающие с северного склона Туркестанского хребта в Голодную степь)	Зафарободский (Голодностепский)	TJ-UZ-TJ-UZ
3	Сырдарья (левые притоки, стекающие с северного склона Туркестанского хребта)	Нау-Исфаринский(ТJ)	KG-TJ
4	Зарафшон	Зарафшонский	TJ-UZ
5	Каратаг-Сурхандарья	Каратагский	TJ-UZ

Исследование минеральных лечебных вод даст возможность выявить их бальнеологическое значение. На базе многих минеральных лечебных вод можно организовать предприятия по их розливу. Кроме этого, природные минеральные воды дополнительно являются термальными и промышленными. Здесь появляются большие перспективы по комплексному их использованию.

Радиоактивные воды – своеобразный и очень сложный тип минеральных вод. Частицы радиоактивных минеральных вод осаждаются на поверхности внутренних органов при внутреннем их употреблении и на коже человека при их использовании в ванне и оказывают благотворное бальнеологическое воздействие, излечивая самые разнообразные болезни.

На базе промышленных подземных вод возможно строительство мини-заводов по извлечению ценных микрокомпонентов, таких, как йод, бор, бром, литий, рубидий, цезий, стронций и др.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Крат В.Н. Минеральные лечебные, термальные и промышленные подземные воды Таджикистана. – Душанбе: Изд-во Дониш, 1985. – 144 с.
- [2] Разыков Б.Х. Экономическая оценка и промышленное использование минеральных вод Таджикистана. – Душанбе: Изд-во Дониш, 2007. – 88 с.
- [3] Чуршина Н.М. Минеральные воды Таджикистана. – Душанбе: Изд-во Дониш, 1992. – 280 с.

REFERENCES

- [1] Krat V.N. Mineral healing, thermal and industrial ground waters of Tajikistan. Dushanbe: Publishing house Donish, 1985. 144 p. (in Russian).
- [2] Razykov B.H. Economical assessment and industrial use of mineral waters of Tajikistan. Dushanbe: Publishing house Donish, 2007. 88 p. (in Russian).
- [3] Churshina N.M. Mineral waters of Tajikistan. Dushanbe: Publishing house Donish, 1992. 280 p. (in Russian).

А. С. Ахмедов

Тәжікстан Республикасы Үкіметі қарауындағы геологияның Басты басқарудағы маман
(Душанбе, Тәжікстан)

ТӘЖІКСТАННЫҢ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫ. ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНШІЛІКТЕРІ

Мақала өзіне Тәжікстанның гидрогеологиялық құрылымы бойынша деректердің жиынтығын қосады. Онда, танымалдан басқа, жаңа нақтылы гидрогеологиялық деректер бейнеленген. Деректердің жатысы, қозғалысы, химиялық құрамы, болжамды ресурстарды тарату және тұрақталған эксплуатациялық қорлар, пайдалану, жер асты суларын ауыз су, емдік, өндірістік және басқа мақсатта классификациялау бойынша кешенді талдануы әртүрлі типтегі жер асты суларын тарату заңдылықтарын және гидрогеологиялық құрылымын бейнелеуге мүмкіндік берді. Алғаш рет Тәжікстан және көршілес жатқан елдердің трансшекаралық жер асты сулары және олардың Орталық Азиядағы маңыздылығы қарастырылды. Тәжікстанның жер асты суларын пайдалану мүмкіндіктері белгіленді.

A. S. Akhmedov

Specialist Headquarters of geology by the Government of the (Dushanbe, Republic of Tajikistan)

GROUNDWATER OF TAJIKISTAN. PERSPECTIVES OF USE.

The article is a compilation of submissions on the hydrogeological structure of Tajikistan. Therein, along with well-known, is a new factual material of hydrogeological data. Comprehensive analysis of the data on the conditions of occurrence, motion, flow, chemical composition, distribution of forecast resources and the approved operational reserves, use, classification of groundwater for drinking water, curative, industrial and other purposes allowed the new way to present hydrogeological structure and patterns of distribution of different types of groundwater. For the first time, transboundary groundwater of Tajikistan and neighboring states and their importance for the Central Asian region are considered. Perspectives are outlined for the use of groundwater of Tajikistan.

А. А. Мавлонов¹, Б. Д. Абдуллаев²

¹К.г.-м.н., заместитель председателя Государственного комитета по геологии и минеральным ресурсам
(Ташкент, Республика Узбекистан)

²К.г.-м.н., директор института
(Институт гидрогеологии и инженерной геологии, Ташкент, Республика Узбекистан)

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ УЗБЕКИСТАНА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Освещены вопросы формирования и использования водных ресурсов Республики Узбекистан, перспективные задачи исследований в области подземных вод.

Поверхностные воды на территории республики распределяются крайне неравномерно. На обширных равнинных районах, занимающих примерно две трети территории Республики Узбекистан, источников воды очень мало. В то же время горные районы, расположенные на востоке Узбекистана, изрезаны широкой сетью рек. Такое неравномерное распределение поверхностных вод характеризуется климатическими и географическими особенностями Узбекистана.

Основным районом формирования стока в республике является ее горная часть, на которую приходится наибольшее количество выпадающих осадков, испарение в этих районах незначительно. Источник питания всех существующих рек Центральной Азии, в том числе Узбекистана, – это главным образом воды снегового и ледникового происхождения.

Главными водными артериями в республике являются реки Амударья и Сырдарья и их притоки.

По данным [1], всего в республике насчитывается 17 777 естественных водотоков. В бассейне Амударьи их 9930, Сырдарьи – 4926 и в междуречье – 2921. Озер в Узбекистане сравнительно мало – всего около 505, и это в основном малые водоемы площадью менее 1 км².

На территории Узбекистана в верховьях Сурхандарьи, Кашкадарьи, Пскема находятся 525 горных ледников с общей площадью оледенения 154,2 км², т. е. ледники в основном малых форм, средняя площадь 0,293 км².

Сведения о водных ресурсах речного стока Узбекистана приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Собственные водные ресурсы речного стока Республики Узбекистан по данным В. Е. Чуба (2007 г.)

Район или бассейн	Q , м ³ /с	W , км ³ /год
Басс. р. Сурхандарьи (Сурхандарьинский вилоят)	96,2	3,033
Басс. р. Кашкадарьи (Кашкадарьинский вилоят)	42,4	1,336
Басс. р. Зарафшан (Самаркандский вилоят)	7,96	0,251
<i>Всего в басс. р. Амударьи</i>	<i>146,6</i>	<i>4,620</i>
Ферганская долина (Андижанский, Ферганский, Наманганский вилояты)	6,12	0,193
Реки северных склонов Туркестанского хребта и хребта Нуратау (Джизакский, Навоийский вилояты)	4,49	0,142
Басс. р. Ахангаран (Ташкентский вилоят)	38,5	1,214
Басс. р. Чирчик (Ташкентский вилоят)	112,0	3,532
<i>Всего в басс. р. Сырдарьи</i>	<i>161,1</i>	<i>5,081</i>
<i>В целом по Узбекистану</i>	<i>307,7</i>	<i>9,701</i>

По данным В. Е. Чуба, структура естественных водных ресурсов Республики Узбекистан представляется в следующем виде: собственные водные ресурсы – 307,5 м³/с, или 9,701 км³/год. В республику поступает 3032,8 м³/с, или 95,642 км³/год. За пределы республики уходит 1508,2 м³/с, или 47,562 км³/год. Фактически использованные за многолетний период ресурсы поверхностных вод Узбекистана приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Фактически располагаемые поверхностные водные ресурсы в Узбекистане за многолетний период по данным В. Е. Чуба (2007 г.)

Бассейны рек	Q , м ³ /с	W , км ³ /год
<i>Бассейн Амударьи</i>		
Собственный речной сток	146,6	4,620
Использованный сток, сформировавшийся за пределами бассейна	1168,6	36,852
Всего по бассейну	1315,2	41,472
<i>Бассейн Сырдарьи</i>		
Собственный речной сток	161,1	5,081
Использованный сток, сформировавшийся за пределами бассейна	356,0	11,228
Всего по бассейну	517,1	16,309
Всего по Узбекистану	1832,3	57,781

Проблемы, связанные с изменениями водных ресурсов и гидрологического режима водных объектов, оказывают негативное влияние на темпы экономического развития, обеспечение жизненных потребностей, рациональное природопользование. Сегодня Узбекистан, как и другие страны среднеазиатского региона, сталкивается с необходимостью поиска путей решения минимизации и по возможности предотвращения водных проблем и, прежде всего, смягчения водного дефицита.

Изменения водных ресурсов и гидрологических характеристик определяются двумя основными факторами – изменениями климата и хозяйственной деятельностью.

Многолетние данные по региону показывают, что происходящее глобальное потепление приводит к увеличению слоя испарения, уменьшению снегонакопления и сокращению оледенения горных территорий. Наблюдается рост изменчивости гидрометеорологических рядов.

Подземные воды имеют тесную связь с поверхностными и являются составной частью водных ресурсов Республики Узбекистан. В настоящее время это надежный источник питьевого водоснабжения населения. На их долю приходится до 60% водопотребления.

Изменения режима поверхностного стока существенно влияют на подземные воды. Типизация горных рек Центральной Азии по условиям их питания (таблица 3) [4] показывает, что изменение климата существенно влияет на формирование ресурсов поверхностных и подземных вод. Это особенно проявляется в маловодные годы, когда в результате изменения природного режима рек формируется техногенное маловодье, значительно уменьшаются среднегодовые расходы поверхностного стока. Это влияет на уменьшение ресурсов подземных вод. В таблице 4 приведена типизация природной водности в многолетнем разрезе для водотоков.

Актуальной задачей являются **изучение и оценка экологического состояния компонентов геологической среды** в целях сохранения питьевого качества подземных вод для будущих поколений. Интенсивное техногенное и сельскохозяйственное воздействие на природную среду республики привело к истощению и загрязнению свыше 25% ресурсов пресных подземных вод, а в северных и юго-западных регионах – до 70–100%. Изучение их состояния в пределах охраняемых природных территорий – зон формирования месторождений пресных подземных вод, где сосредоточено свыше 60% эксплуатационных запасов, влияния трансграничных бассейнов, промышленных и урбанизированных комплексов, орошаемых массивов на их качество определит приоритеты гидрогеологических исследований на ближайшее будущее.

Уменьшение стока Амударьи и сельскохозяйственное загрязнение поверхностных вод привели к истощению запасов пресных подземных вод прирусловых линз (всего разведано 68 линз) и полной потере собственных источников пресных подземных вод.

Вместе с тем негативные тенденции в состоянии месторождений подземных вод заметно усиливаются в связи с изменением режима поверхностного стока рек Центрально-Азиатского региона – главного источника питания подземных вод.

В последние несколько десятилетий ослаблено внимание к проблемам гидрогеологии орошаемых территорий или мелиоративной гидрогеологии. В результате наблюдается подъем уровня грунтовых вод, вызванный слабой дренированностью орошаемых территорий ввиду отсутствия или недостаточно эффективной работы дренажа и максимальной испаряемостью подземных вод.

Таблица 3 – Типизация горных рек Средней Азии по условиям их питания с учётом разработок В. Л. Шульца, О. П. Щегловой (Ю. С. Ковалёв, 2008 г.)

Генетический тип рек и ручьёв		Критерии типизации			Показатели половодья	Река
		Месяцы максимального стока (Q ₀ по «норме»)	Месяцы минимального стока (Q ₀ по «норме»)	Высотный пояс формирования стока (абс. отм., м)		
I	С проявленным ледниковым питанием	VII-VIII	III-IV	от 3200-3500 до 4500-4800	$\frac{Q_0^{VII}+Q_0^{VIII}}{Q_0^V+Q_0^{VI}}$ больше 1	Вахш, Пяндж, Амударья, Муксу, Сох, Зарафшан, Алаарча, Гунт, Бартанг, Б.Нарын, М.Нарын и др.
II	Со скрытым ледниковым подпитыванием (установлено наличие ледников)	VI	II-III	Выше 3200-3500	$\frac{Q_0^{II}+Q_0^{VIII}}{Q_0^V+Q_0^{VI}}$ меньше 1	Нарын, Карадарья, Сырдарья, Кафирниган, Туполанг, Чирчик, Пскем, Чаткал, Варзоб и др.
III	Со смешанным «равновесным» (июнь–июль) снеговым и ледниковым питанием	VI и VII	II-III	То же	$Q_0^{VI} \sim Q_0^{VII} > Q_0^{VIII}$	Сангикар, Пасрут, Каракол, Каракуджур и др.
IV	Преимущественно снегового питания (ледники отсутствуют)	V-VI	XII-II	Выше 2500-3500	$Q_0^{VI} > Q_0^{VII} > Q_0^{VIII}$	Ахангаран, Угам, Зааминсу, Касансай, Яккабагдарья, Шерабад, Сангардак и др.
V	Снегово-дождевого питания	III-IV	IX-X	Ниже 2200-2500	$Q_0^{IV} > Q_0^V$	Карабау, Кашкадарья, Гузардарья, Зергер, Ченгет, Сазагавсай и др.
VI	Смешанного «равновесного» (апрель–май) снегового и снегово-дождевого питания	IV и V	IX-I	2200-3200	$Q_0^{IV} \sim Q_0^V > Q_0^{VI}$	Балам, Кызылча, Нурек, Халкаджар, Яхсу, Обигарм и др.

Примечание. Март, апрель – месяцы таяния сезонных снегозапасов низкогорья и среднегорья; май, июнь – месяцы таяния и стаивания сезонных снегозапасов высокогорья; июль, август – месяцы максимального таяния ледников и многолетних снегов высокогорья; Q₀^{IV}, Q₀^V, Q₀^{VI}, Q₀^{VII}, Q₀^{VIII} – среднееголетние «нормы» стока за соответствующие месяцы (апрель, май, июнь, июль и т.д.); I_{л.в.} = (Q₀^{VII}+Q₀^{VIII})/(Q₀^V+Q₀^{VI}) – индекс ледникового воздействия на «норму» стока фазы половодья за май-август.

Таблица 4 – Типизация природной водности лет для водотоков (реки, ручьи, родники и др.) аридной засушливой зоны Центральной Азии по относительной величине стока (модульные коэффициенты) при специальных инженерных оценках (Ю. С. Ковалёв, 2008 г.)

Оценка водности в относительных значениях среднегодового расхода (Qj) к среднееголетнему годовому (Q _{ср.многол.} = "норма" = Q ₀ = 1)			
1. Год нормальной водности; Q _н = (0,93 ÷ 1,07) · Q _{ср.многол.} ; Q _н = Q _{ср.многол.} ± 7%			
Оценка маловодных лет по коэффициенту уменьшения «нормы» стока (K _{унс})	Уменьшение стока ОТ Q _{ср.многол.}	Кратность уменьшения среднееголетнего стока	Оценка многоводных лет по коэффициенту превышения «нормы» стока (K _{пнс})
2. Год пониженной водности K _{унс} = 0,92 ÷ 0,86	На 8 ÷ 14% (на 1/12 ÷ 1/7 часть)	В 1,094 ÷ 1,16 раза	2. Год повышенной водности K _{пнс} = 1,08 ÷ 1,14
3. Маловодный год K _{унс} = 0,85 ÷ 0,76	На 15 ÷ 24%	В 1,18 ÷ 1,32 раза	3. Многоводный год K _{пнс} = 1,15 ÷ 1,25
4. Очень маловодный год K _{унс} = 0,75 ÷ 0,67	На 25 ÷ 33%	В 1,33 ÷ 1,49 раза	4. Очень многоводный год K _{пнс} = 1,25 ÷ 1,5
5. Глубоко маловодный год K _{унс} = 0,66 ÷ 0,50	На 34 ÷ 50%	В 1,5 ÷ 2 раза	5. Весьма многоводный год K _{пнс} = 1,5 ÷ 2
6. Исключительно маловодный год K _{унс} = менее 0,5	Более чем на 50%	Более чем в 2 раза	6. Исключительно многоводный год K _{пнс} = более 2

Назрела настоятельная необходимость оценить гидрогеолого-мелиоративное состояние орошаемых земель республики и его изменения, изучить динамику гидрогеологических и гидрохимических процессов и обосновать рекомендации по улучшению гидрогеолого-мелиоративных и эколого-социальных условий орошаемых территорий.

Республика Узбекистан располагает разнообразными природными лечебными водами, что дает возможность повсеместно создать сеть бальнеологических здравниц. Общий суммарный среднегодовой отбор минеральных вод удовлетворяется утвержденными эксплуатационными запасами. На данный момент произведен учет всех разведанных и эксплуатируемых месторождений, участков и одиночных скважин. Разведано 123 месторождения минеральных вод, в том числе в 87 утверждены эксплуатационные запасы в количестве 37,5 тыс. м³/сут. В настоящее время эксплуатируются 49 месторождений и 30 участков, отбор из которых производится 87 скважинами. Часть месторождений минеральных вод (8 скважин) используется без утвержденных эксплуатационных запасов. Таким образом, действующих скважин минеральных вод 95, на их базе действуют более 100 здравниц и более 20 цехов розлива. Исследование минеральных вод в целях выявления новых типов, переоценки их запасов необходимо продолжить.

Наименее изучены термальные воды Узбекистана, хотя уже известны отдельные их месторождения: Ержар (Джизакская область, T=60°C), Гуртепа (Наманганская область, T=68°C), Умид (Бухарская область, T=92°C) и др. Термальные воды отличаются высокой минерализацией (до 100 г/л и более) и по сравнению с морской водой обогащены хлоридом натрия, высокими концентрациями калия, железа, марганца, цинка, йода, брома и других элементов.

Необходимо усилить изучение термальных вод, уделив внимание закономерностям их распространения, формирования, изменения химического состава и термических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: САНИГМИ, 2007. – 133 с.
- [2] Мавлонов А.А., Шерфединов Л.З. Геотектонический контент гидрогеологических систем Узбекистана // Геология и минеральные ресурсы. – 2015. – № 2. – С. 46-52.
- [3] Абдуллаев Б.Д. Современное состояние и перспективы развития гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. (15 декабря 2015 г.). – Ташкент, 2015. – С. 8-13.
- [4] Ковалёв Ю.С., Мавлонов А.А. О проблеме маловодья в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи // Проблемы обеспечения водными ресурсами сельских населенных пунктов в маловодные годы и пути их решения. – Ташкент, 2008. – С. 15-20.

REFERENCES

- [1] Chub V.Ye. Climate change and its impact to hydro-meteorological processes, agroclimatic and water resources of the Republic of Uzbekistan. Tashkent: SANIGMI, 2007. 133 p. (in Russian).
- [2] Mavlonov A.A., Sherfedinov L.Z. Geotectonic content of hydro-geological system of Uzbekistan // Geology and mineral resources. 2015. N 2. P. 46-52 (in Russian).
- [3] Abdullayev B.D. Modern state and perspectives of development of hydrogeology, engineering geology and geoecology // Materials of International scientific-technical conference. (15 of December 2015). Tashkent, 2015. P. 8-13. (in Russian).
- [4] Kovalev Yu.S., Mavlonov A.A. About problems of low water in basins of rivers Syrdaria and Amudaria // Problems of provision with water resources of rural settlements in the years of low-water and ways of problems solution. Tashkent, 2008. P. 15-20. (in Russian).

А. А. Мавлонов¹, Б. Д. Абдуллаев²

¹Г.-м.ғ.к., Геология және минералды ресурстар бойынша ұлттық комитет төрағасының орынбасары
(Ташкент, Өзбекстан Республикасы)

²Г.-м.ғ.к. (Гидрогеология және инженерлі геология Институты, Ташкент, Өзбекстан Республикасы)

ӨЗБЕКСТАННЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ: ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ МЕН МҮМКІНШІЛІКТЕРІ

Өзбекстан Республикасының су ресурстарын пайдалану және қалпына келтіру сұрақтары қарастырылған.

A. A. Mavlonov¹, B. D. Abdullayev²

¹Candidate of geological-mineralogical sciences,
Vice Chairman of State committee of geology and mineral resources (Tashkent, Republic of Uzbekistan)

²Candidate of geological-mineralogical sciences, Director
(Institute of hydrogeology and engineering geology, Tashkent, Republic of Uzbekistan)

**WATER RESOURCES OF UZBEKISTAN AND THEIR USE:
MODERN CONDITION AND PERSPECTIVES**

The article highlights the issues of formation and use of water resources of the Republic of Uzbekistan. Future tasks in the field of groundwater studies.

**Б. Молдобеков¹, А. Мандычев², Р. Усубалиев³, А. Шабунин⁴, А. Осмонов⁵,
Э. Азисов⁶, О. Калашникова⁶, Ю. Подрезова⁶, Н. Шайдылдаева⁷**

¹К.г.-м.н., содиректор

(Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, Кыргызстан)

²С.н.с., к.г.-м.н. (Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, Кыргызстан)

³К.г.н., с.н.с., руководитель отдела № 2 "климат, вода и природные ресурсы"

(Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, Кыргызстан)

⁴С.н.с., к.т.н. (Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, Кыргызстан)

⁵М.н.с., PhD (Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, Кыргызстан)

⁶М.н.с. (Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, Кыргызстан)

⁷Инженер-гидролог, PhD

(Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, Кыргызстан)

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КЫРГЫЗСТАНА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Рассматривается изменение различных видов водных ресурсов Кыргызстана на фоне климатических изменений, проявляющихся в основном в повышении температуры приземного воздуха. Показано, что в последние десятилетия с постоянным ростом температуры воздуха происходят устойчивая многолетняя деградация ледников в среднем на $20 \pm 10\%$, снижение речного стока в бассейнах с незначительной степенью оледенения и повышение речного стока там, где степень оледенения большая, в обоих случаях на $10\text{--}30\%$. Озера реагируют на повышение температуры воздуха уменьшением объема. Ресурсы подземных вод межгорных бассейнов наиболее консервативны и незначительно изменяются под влиянием климата.

На территории Кыргызстана систематические наблюдения за климатическими параметрами выполняются Гидрометеорологической службой, включающей порядка 30 метеостанций и 75 гидропостов, из них восемь станций являются корреспондентами ВМО. По отдельным станциям имеются длительные ряды данных начиная с 1883 года. Глобальные изменения климата проявляются на территории Кыргызстана в виде изменения двух основных параметров: температуры приземного воздуха и атмосферных осадков. При этом наиболее явно наблюдается повышение температуры в виде многолетнего увеличения средней годовой температуры воздуха. Эта тенденция многолетнего роста температуры фиксируется большинством метеорологических станций Кыргызстана.

Исследование климата Кыргызстана имеет достаточно длительную историю и проблемой его изучения занимались многие исследователи [1–4]. В последние десятилетия закономерности этих изменений по 2000 г. были оценены в первом Национальном сообщении Кыргызстана и отражены в других публикациях [4–6]. Результаты анализа климатических параметров по данным гидрометеорологической службы Кыргызстана показали, что в среднем для всей территории Кыргызстана с 1885 по 2000 год по 19 длиннорядным (70–120 лет) станциям, расположенным в различных климатических областях на высотах от 0,76 до 3,64 км, линейные тренды средних месячных и годовых температур воздуха были в диапазоне $0,6\text{--}2,4^\circ\text{C}$ при среднем повышении по Кыргызстану на $1,6^\circ\text{C}$ за 100 лет, что значительно выше, чем глобальное повышение средней годовой температуры. Годовые суммы осадков в среднем по территории республики за этот период изменились незначительно (увеличение 23 мм, или 6%). При этом наблюдается их рост от 1–2 до 20–30% во всех климатических областях Кыргызстана, кроме Внутреннего Тянь-Шаня. Здесь, в высокогорной зоне, осадки местами значительно сократились (на 41–47%).

Во втором Национальном сообщении, подготовленном через 5 лет после первого, изменения климата были оценены для территории Кыргызстана в целом и по одному параметру – температуре [7]. Согласно полученной оценке за весь период инструментальных наблюдений с 1883 по 2005 г. средний температурный тренд по территории Кыргызстана составил $0,79^\circ\text{C}$ на 100 лет.

Эта тенденция сохраняется и в последнее десятилетие. Так, во Внутреннем Тянь-Шане по данным метеостанции "Тянь-Шань" с 1930 по 2015 год среднегодовая температура воздуха повысилась на $1,8^\circ\text{C}$, а годовые суммы атмосферных осадков уменьшились на 31%.

Пример аналогичного процесса изменения температуры воздуха по длинному ряду наблюдений с 1882 г. по настоящее время на метеостанции г. Нарына показан на рисунке 1. На этом рисунке видно, что в изменении температуры имеется длиннопериодная, порядка сотни лет, составляющая неравномерных периодических колебаний и на их восходящей фазе с конца сороковых годов XX века происходит устойчивое повышение температуры приземного воздуха. На этом графике градиенты линейных трендов увеличиваются по мере роста ряда наблюдений. По этой метеостанции с 1915 по 2015 год средняя годовая температура по линейному тренду повысилась за 100 лет на 1°C. Такая же тенденция изменения температуры (рисунок 2) наблюдается по другим метеостанциям, находящимся в разных климатических областях Кыргызстана.

Атмосферные осадки (рисунок 3) по этим же станциям до 2015 года имеют тенденцию в основном к повышению, за исключением метеостанции "Тянь-Шань".

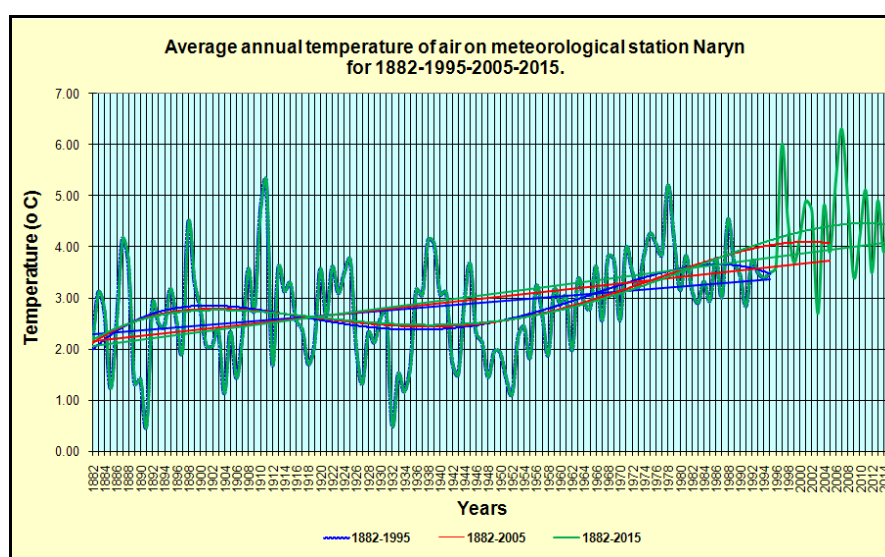


Рисунок 1 – Тенденция повышения средней годовой температуры приземного воздуха по данным метеостанции г. Нарына с 1882 по 2015 год

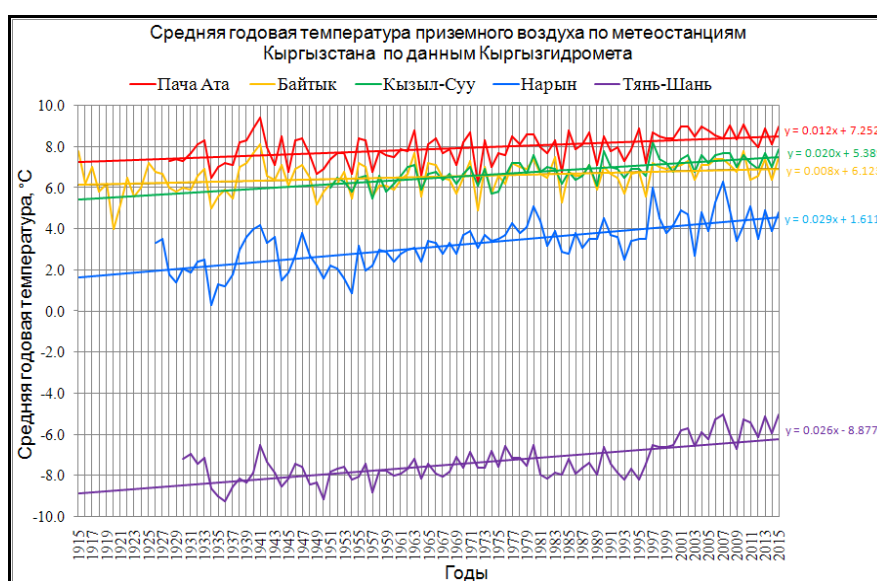


Рисунок 2 – Изменение средней годовой температуры приземного воздуха по метеостанциям «Пача-Ата», «Байтык», «Кызыл-Суу», «Нарын», «Тянь-Шань»



Рисунок 3 – Изменение годовых сумм атмосферных осадков по метеостанциям «Пача-Ата», «Байтык», «Кызыл-Суу», «Нарын», «Тянь-Шань»

Так как климатические факторы являются основными в формировании водных ресурсов, то, безусловно, их изменение непосредственно влияет на все виды водных ресурсов, представленных гляциальными, речными, озерными и подземными водами. В этом аспекте проблемой является определение степени климатического влияния на изменение водных ресурсов, которое оно вызывает.

Гляциальные водные ресурсы сосредоточены в ледниках, представляющих собой водохранилища пресной воды, находящейся в твердой фазе. Эта особенность обуславливает регулирующую роль ледников в процессе формирования речного стока. На территории Кыргызстана зарегистрировано около 5237 ледников. Их общая площадь составляет порядка 6321 км². Это около 4% территории Кыргызстана. Запасы пресной воды, аккумулированной в ледниках, оцениваются в 495 км³.

Характерной чертой ледников Кыргызстана является их преобладающая деградация, проявляющаяся в уменьшения их площади и объема. Эта тенденция в развитии ледников изучалась многими исследователями [8–12]. По результатам многочисленных исследований сокращение площади ледников Тянь-Шаня с середины девятнадцатого века по настоящее время находится около среднего значения $20 \pm 10\%$, что с учетом периода наблюдений порядка 150 лет дает скорость изменения порядка 0,07–0,2% /год. В частности, об этом свидетельствуют данные наблюдений на леднике Абрамова начиная с 1850 года (рисунок 4), включающие современные результаты изучения ледника путем анализа космических снимков и полевых исследований.

Изучение репрезентативного ледника Абрамова показало, что с 1850 г. по настоящее время его площадь уменьшилась на 13,8%. Средняя скоростью сокращения площади ледника за весь рассматриваемый период около 0,02 км²/год. За этот же отрезок времени длина ледника уменьшилась приблизительно на 2950 м со средней скоростью порядка 18 м/год. Для этого ледника выявлено сходство скорости изменения площади в начальный и конечный периоды наблюдений, то есть не наблюдается монотонной тенденции увеличения скорости изменения, которая должна была быть за счет постоянного усиления антропогенного воздействия. Это может свидетельствовать о преобладании естественных факторов в характере изменения ледника и наличии как минимум 164-летнего полупериода фазы деградации ледника в его неравномерных по величине периодах циклических изменений.

Инвентаризация ледников Кыргызстана, выполненная на основе дешифрирования космических снимков спутников Landsat 8, Sentinel 2 и других, свидетельствует о продолжении процесса деградации ледников на всей территории республики. В бассейне озера Иссык-Куль за период времени от создания каталога ледников СССР, с 1976 по 2015 год, общая площадь ледников уменьшилась на 13,8%. Аналогичное изучение состояния ледников в бассейне реки Атбаша, во Внут-

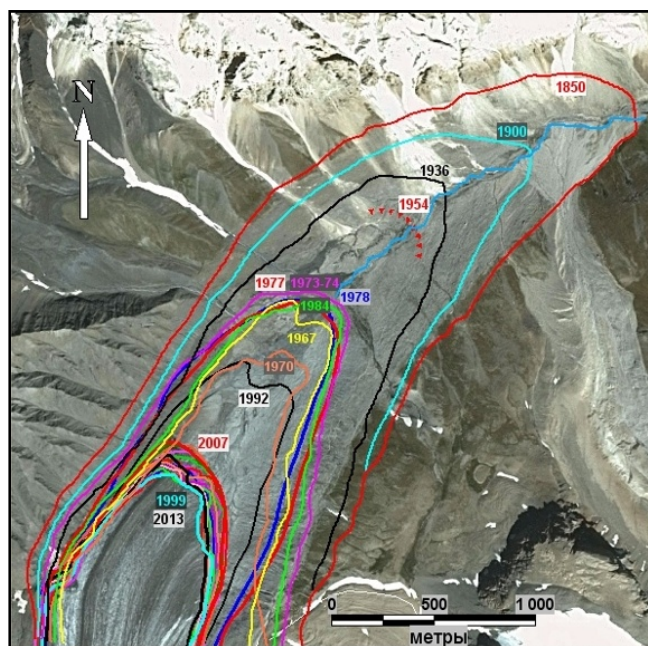


Рисунок 4 – Границы ледника Абрамова с 1850 по 2013 год

реннем Тянь-Шане, показало, что с 1974 по 2015 год их площадь уменьшилась на 26%, а в бассейне рек Талас и Асса с 1968 по 2015 год произошло значительное сокращение площади ледников – на 46,6% (таблица 1). При этом во всех случаях количество ледников увеличилось за счет распада крупных ледников на более мелкие.

Таблица 1 – Изменение количества и площади ледников в бассейнах рек Талас и Асса с 1968 по 2015 год

Данные	Всего ледников в бассейнах рек Асса и Талас		Ледники размером > 0,1 км ²		Ледники размером < 0,1 км ²	
	Количество	Площадь, км ²	Количество	Площадь, км ²	Количество	Площадь, км ²
По каталогу 1968 г.	281	164,7	210	159,3	71	5,4
По Landsat 8 2015 г.	323	87,9	138	79,5	185	8,4
	+13%	-46,6%	-34,3%	-50,1%	+61,6%	+35,7

Таким образом, многолетний рост температуры воздуха, несмотря на увеличение атмосферных осадков, способствует уменьшению объема гляциальной составляющей водных ресурсов, но масштабы этого процесса в настоящее время незначительны.

Речной сток представляет основную, наиболее значимую в практической деятельности составляющую водных ресурсов. Его формирование представляет собой интегральный процесс и складывается в условиях Кыргызстана в основном из атмосферных осадков, меньше ледникового и еще меньше подземного стока. На территории Кыргызстана формируются порядка 2044 рек длиной более 10 км. Общий объем стока рек 50–57 км³/год. Доля ледникового стока в годовом стоке составляет в среднем от 3–10 до 30–70% в зависимости от близости к области питания и водности года. Отток за пределы республики составляет около 45 км³/год, или 78%. При этом из общего объема потребления пресной воды в республике расходуется на орошение почти 89%, в промышленности – около 6%, коммунально-бытовом секторе – около 3% и остальная часть – в других видах хозяйственной деятельности.

Изучение речного стока Кыргызстана также имеет свою историю [3, 13–15]. Достаточно полно, с учетом современных данных, анализ изменения речного стока, в зависимости от климатических изменений на территории Кыргызстана, представлен в работе [15]. Эти исследования показывают, что почти на всех реках Кыргызстана, имеющих ледниково-снеговое и снегово-

ледниковое питание, происходит увеличение летних расходов воды за счет потепления климата, повлекшего усиление таяния ледников. В то же время наблюдается сокращение годового стока на реках, относящихся к бассейнам, имеющим относительно небольшую абсолютную высоту и степень оледенения не более 1%. Здесь происходит сокращение оледенения за счет потепления, уменьшается доля ледникового стока и соответственно снижается годовой сток. В бассейнах рек со значительным оледенением речной сток на современном этапе увеличивается за счет более интенсивного таяния. Например, за 1935–2000 гг. в Иссык-Кульском бассейне речной сток возрос на 6–15%, в Чуйском – на 6%. В то же время в Карадарьинском бассейне по разным рекам наблюдается как увеличение стока на 6–11%, так и уменьшение на 10–20%. По Таримскому бассейну по разным рекам наблюдается также как увеличение стока на 17%, так и уменьшение на 27%.

Изменение среднего годового многолетнего с 1939 по 2015 год речного стока по одной и крупнейших рек Кыргызстана – реке Нарын показано на рисунке 5.

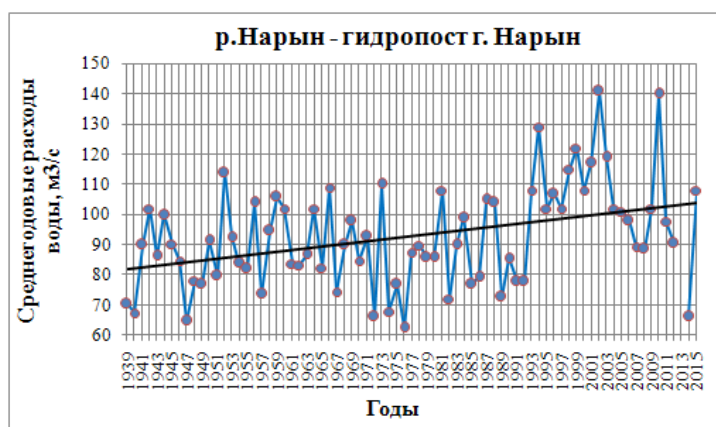


Рисунок 5 – Среднегодовые многолетние расходы реки Нарын

На рисунке 6 по результатам анализа цикличности стока с использованием метода построения разностно-интегральной кривой показано существенное изменение стока на реке Нарын в сторону увеличения с 1992 года по настоящее время (по данным гидропоста г. Нарына).

Особенности режима формирования стока, наблюдаемые на реках Кыргызстана, представлены на рисунке 7, где видно, что с 1993 по 2014 год на реке Чон-Джаргылчак в Иссык-Кульском бассейне роль ледникового стока в образовании годового стока снижается в июле и августе, а роль атмо-сферных осадков в весенний и осенний период возрастает.

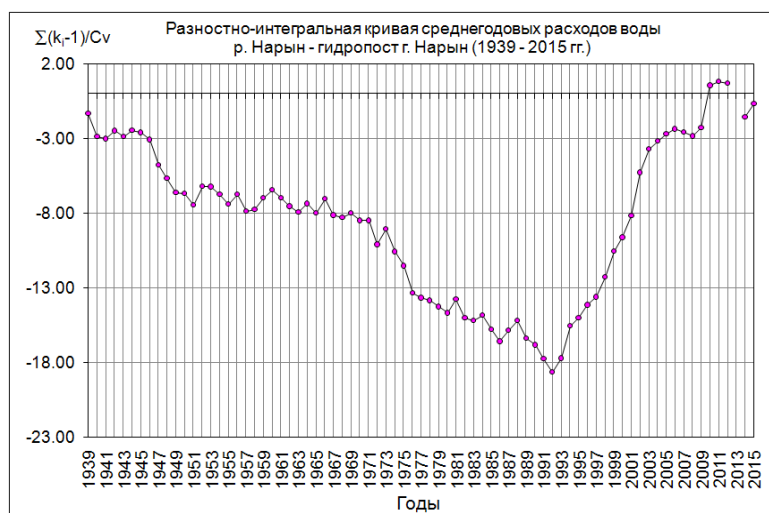


Рисунок 6 – Дифференциальная интегральная кривая стока реки Нарын – гидропост г. Нарына (1939 – 2015 гг.)

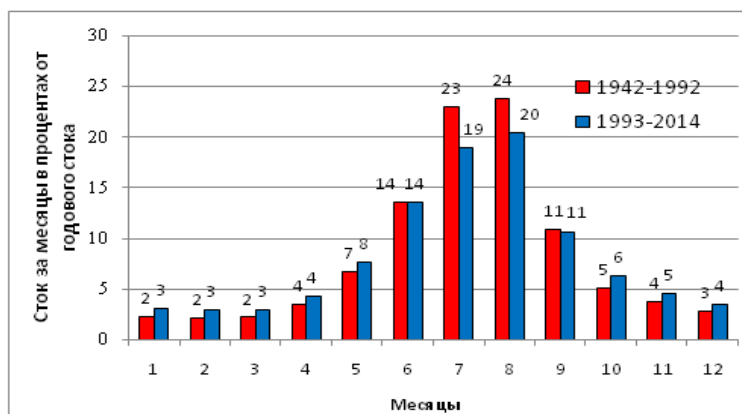


Рисунок 7 – Внутригодовое изменение стока реки Чон-Джаргылчак в процентах от годового стока за 1942–1992 и 1993–2014 гг.

Увеличение годового стока по основным трансграничным бассейнам Кыргызстана иллюстрирует таблица 2.

Таблица 2– Изменение расходов рек Нарын, Талас, Ала-Арча с 1939,1957 по 2015 год

Периоды	Р. Нарын	Периоды	Р. Талас	Периоды	Р. Ала-Арча (бассейн р. Чу)
1939-1992 гг.	87 м/с	1957-1997 гг.	7,57 м/с	1957-1997 гг.	4,44 м/с
1993-2015 гг.	107 м/с	1998-2015 гг.	10,1 м/с	1998-2015 гг.	5,63 м/с
	123%		133%		127%

Таким образом, в последнее десятилетие речной сток увеличивается по большинству рек Кыргызстана.

Озера Кыргызстана имеют незначительный объем и составляют небольшую часть водных ресурсов, кроме этого, многие из них расположены в труднодоступных и малонаселенных горных районах и по этой причине не имеют водохозяйственного значения. Всего насчитывается около 1923 озера с площадью зеркала более 0,1 км², из них около 100 озер имеют площадь более 1 км². Объем пресной воды в озерах составляет 6,2 км³. Изменение этих озер под влиянием климатических факторов недостаточно изучено. Крупнейшее озеро Иссык-Куль объемом 1739 км³ содержит солоноватую воду с минерализацией до 6 г/л, непригодную для непосредственного орошения и водоснабжения. Однако это озеро является индикатором климатических изменений и режим его уровня отражает водный баланс бассейна. С 1927 по 2005 год он был преимущественно отрицательным, однако с 2005 года по настоящее время наблюдается период стабилизации уровня (рисунок 8).

На примере озера Иссык-Куль по абсолютной высоте и возрасту его древних береговых линий и террас, по наличию на дне остатков древесных стволов и русел затопленных долин мы видим, что в прошлом объем этого озера был как намного меньше, так и намного больше современного [15, 16], то есть диапазон современных климатических изменений, влияющих на озеро, не является исключительным и находится внутри диапазона прошлых изменений.

Подземные воды Кыргызстана изучены достаточно детально [3, 15, 17]. Общая величина естественных возобновляемых ресурсов пресных подземных вод в бассейнах подземных вод республики в четвертичном водоносном комплексе оценивается в 11,04 км³/год. Они совместно с искусственными и привлекаемыми ресурсами образуют эксплуатационные ресурсы в размере около 13,88 км³/год. Помимо этого, в толще четвертичных водовмещающих пород содержится 650 км³ емкостных запасов подземных вод. В целом в настоящее время как возобновляемые ресурсы, так и емкостные запасы подземных вод находятся в относительно стабильном состоянии без заметных тенденций к истощению и загрязнению. В то же время на отдельных территориях крупных городов эти локальные тенденции проявляются за счет антропогенного воздействия и

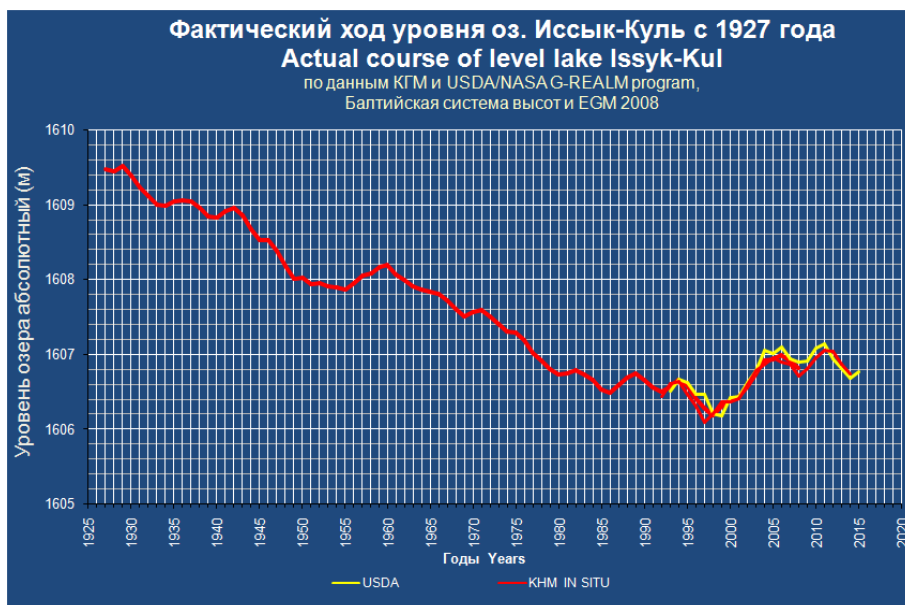


Рисунок 8 – Многолетний ход уровня озера Иссык-Куль по данным Кыргызгидромета и программы G-REALM департамента агрокультуры и НАСА США

требуют предотвращения. Общий эксплуатационный водоотбор подземных вод по республике из 5,6 тыс. водозаборных скважин – порядка $1,9 \text{ км}^3/\text{год}$, из них $0,73$ – на хозяйственно-питьевое потребление, $0,84$ – на орошение земель, $0,29$ – на производственно-техническое потребление, $0,036$ – для обводнения пастбищ. Водоснабжение города Бишкека и других крупных городов Кыргызстана почти полностью обеспечивается за счет подземных вод. Город Бишкек обеспечивают водой 278 скважин, расположенных на 30 водозаборах. Он потребляет порядка 80 млн м^3 воды в год ($0,08 \text{ км}^3/\text{год}$).

По результатам анализа [15] хода среднегодовых уровней подземных вод в наиболее продуктивном четвертичном водоносном комплексе за многолетний период по рядам наблюдений с длительностью 30–60 лет на всей территории Кыргызстана происходит колебание уровня подземных вод с неравномерными периодами от нескольких лет до нескольких десятков лет. Среднегодовая амплитуда этих колебаний составляет максимум несколько метров (рисунок 9). Короткопериодные

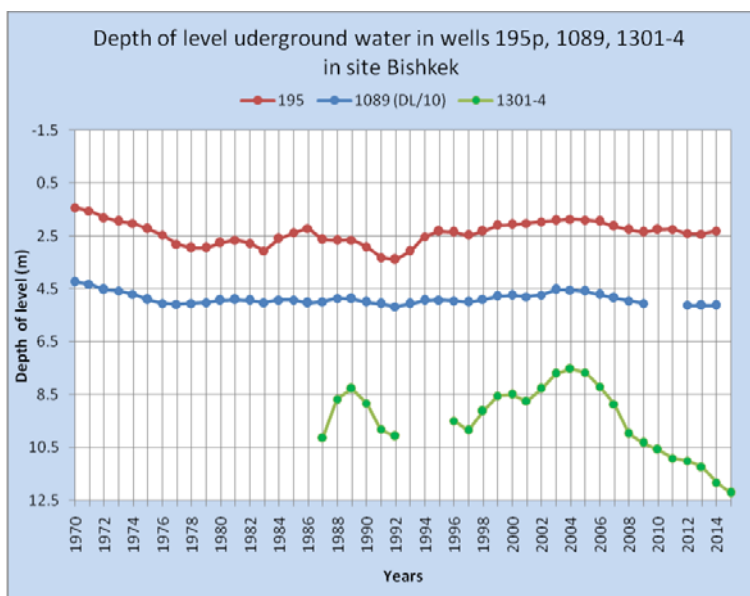


Рисунок 9 – Ход уровня подземных вод в районе г. Бишкека по скважинам режимной сети Кыргызской комплексной гидрогеологической экспедиции и Центрально-Азиатского института исследования Земли

колебания уровня подземных вод аналогичны цикличности многоводных и маловодных лет в речном стоке. При этом не наблюдается преобладания восходящего или нисходящего многолетнего тренда по скважинам режимной сети. Это позволяет заключить, что нет определенной тенденции в изменении емкостных запасов подземных вод четвертичного водоносного комплекса и в многолетнем разрезе они относительно постоянны. Климатические изменения еще существенно не повлияли на основные источники питания подземных вод в виде речного и ирригационного стока.

Таким образом, на территории Кыргызстана, как и во всем мире, наблюдаются климатические изменения, проявляющиеся в повышении температуры приземного слоя воздуха. Сопутствующие изменения атмосферных осадков не имеют такого однозначного тренда и характер их изменения зависит от орографических особенностей различных областей республики. Воздействие климатических изменений на водные ресурсы проявляется в постоянном уменьшении объема их гляциальной составляющей за последние десятилетия в среднем на $20 \pm 10\%$. При этом происходит в основном увеличение речного годового стока на $10\text{--}30\%$ за счет как усиления таяния ледников, так и увеличения роли в формировании стока атмосферных осадков в весенние и осенние периоды. В этом же диапазоне происходит уменьшение стока по бассейнам рек, имеющим незначительное оледенение. Озера так же реагируют на повышение температуры воздуха снижением объема. Подземные воды межгорных бассейнов Кыргызстана наиболее консервативны и в настоящее время практически не реагируют на климатические изменения.

Таким образом, водные ресурсы Кыргызстана в настоящее время не испытывают драматических изменений под влиянием климатических факторов, которые могут существенно повлиять на социально-экономические условия. Очевидно, что развитие последних, повышение их уровня является основной задачей, решение которой позволит уменьшить негативное воздействие климатических изменений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Климат Киргизской ССР / Под ред. З. А. Рязанцевой. – Фрунзе: Илим, 1965. – 291 с.
- [2] Пономаренко П.Н. Атмосферные осадки Киргизии / П.Н.Пономаренко. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 134 с.
- [3] Атлас Киргизской ССР. – М.: Изд. ГУГК, 1987. – Т. 1. – 157 с.
- [4] Подрезов О.А. Современный климат Кыргызстана и сценарии его изменений в 21 веке / О.А. Подрезов, К.Б. Бакиров, А.А. Закурдаев, И.А. Маяцкая // Вестник КРСУ. – 2002. – № 4.
- [5] Первое национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата / Составители: Ш.А. Ильясов, О.А. Подрезов, Е.М. Родина. – Бишкек, 2003. – 97 с.
- [6] Подрезов О.А. Изменение средних характеристик климата Кыргызстана за два смежных тридцатилетия 1931–1960 и 1961–1990 гг. / О.А. Подрезов // Метеорология и гидрология в Кыргызстане. – Бишкек, 2010. – Вып. 7. – С. 5-14.
- [7] Второе национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной конвенции ООН об изменении климата / Составители: Ш.А. Ильясов, В.М. Якимов. – Бишкек, 2008. – 216 с.
- [8] Kuzmichyuk V.A. Fluctuations of glaciers of the Ak-Shyirak ridge from 1943 to 1977. *Glaciers-Ocean-Atmosphere interactions* / V.A. Kuzmichyuk // International Association of Hydrological Sciences Publication. – Wallingford, 1991. – N 208. – P. 507-513.
- [9] Диких А.Н. Водно-ледовые ресурсы Иссык-Кульской котловины и прогноз их изменения к 2000–2025 гг. / А.Н. Диких, Л.Л. Диких, Р.Усубалиев // Изв. АН КР. Проблемы геологии и географии в Кыргызстане. – Бишкек: Илим, 1999. – С. 80-84.
- [10] Подрезов О.А. Изменчивость климатических условий и оледенения Тянь-Шаня за последние 100 лет / О.А. Подрезов, А.Н. Диких, К.Б. Бакиров // Вестн. Кыргызско-Российского славянск. ун-та. – 2001. – Т. 1, № 3. – С. 33-40.
- [11] Solomina O. The retreat of Tien Shan glaciers (Kyrgyzstan) since the Little Ice Age estimated from aerial photographs, lichenometric and historical data / O. Solomina, R. Barry, M. Bodnya // *Geogr. Ann.* – 2004. – 86A (2). – P. 205-215.
- [12] Aizen V.B. Glacier changes in the central and northern Tien Shan during the last 140 years based on surface and remotesensing data / V.B. Aizen, V.A. Kuzmichenok, A.B. Surazakov, E.M. Aizen // *Annals of Glaciology*. – 2006. – Vol. 43. – P. 202-213.
- [13] Большаков М.Н. Водные ресурсы рек советского Тянь-Шаня и методы их расчета / М.Н. Большаков. – Фрунзе: Илим, 1974. – 306 с.
- [14] Аламанов С.К. Исследование формирования и долгосрочный прогноз стока рек северо-запада Киргизии / С.К. Аламанов: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. – М., 1977. – 28 с.
- [15] Маматканов Д.М. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе / Д.М. Маматканов, Л.И. Бажанова, В.В. Романовский. – Бишкек: Илим, 2006. – 267 с.
- [16] Климат, ледники и озера Тянь-Шаня: путешествие в прошлое: Сб. / Под ред. В. В. Романовский. – Бишкек: Илим, 2007. – 168 с.
- [17] Гидрогеология СССР. Киргизская ССР. – М.: Недра, 1971. – Т. 40. – 87 с.

REFERENCES

- [1] Climate of Kirgiz SSR / Under edition Z. A. Ryazantseva. – Frunze: Ilim, 1965. – 291 p. (in Russian).
- [2] Ponomarenko P.N. Atmospheric precipitation of Kirgizstan / P.N. Ponomarenko – L.: Gidrometeoizdat, 1976. – 134 p. (in Russian).
- [3] Atlas of Kirgiz SSR – M.: Publishing house GUGK, 1987. – Vol. 1. – 157 p. (in Russian).
- [4] Podrezov O.A. Modern climate of Kyrgyzstan and scenario of it's changes in 21-st century / O.A. Podrezov, K.B. Bakirov, A.A. Zakurdayev, I.A. Mayatskaya // Vestnik KRSU. – 2002. – № 4. (in Russian).
- [5] First national report of Kyrgyz Republic for Frames Convention of UNO about climate change / Prepared by: Sh.A. Ilyasov, O.A. Podrezov, Ye.M. Rodina – Bishkek, 2003. – 97 p. (in Russian).
- [6] Podrezov O.A. Change of average characteristics of climate of Kyrgyzstan for the two neighbouring 30-years periods of 1931–1960 and 1961–1990 / O.A. Podrezov // Meteorology and hydrology in Kyrgyzstan. – Bishkek, 2010. – Issue 7. – P. 5-14 (in Russian).
- [7] Second national report of Kyrgyz Republic for Frames Convention of UNO about climate change / Prepared by: Sh.A. Ilyasov, V.M. Yakimov. – Bishkek, 2008. – 216 p. (in Russian).
- [8] Kuzmichyenko V.A. Fluctuations of glaciers of the Ak-Shyrak ridge from 1943 to 1977. Glaciers-Ocean-Atmosphere interactions / V.A. Kuzmichyenko // International Association of Hydrological Sciences Publication. – Wallingford, 1991. – N 208. – P. 507-513.
- [9] Dikih A.N. Water-ice resources of Issyk-Kul kettle and forecast of their changes by 2000–2025 / A.N. Dikih, L.L. Dikih, R. Usabaliyev // News of Academy of Sciences of Kirgiz Republic. Problems of geology and geography in Kyrgyzstan. – Bishkek: Ilim, 1999. – P. 80-84 (in Russian).
- [10] Podrezov O.A. Variability of climatic conditions and glaciations of Tien-Shan for the last 100 years / O.A. Podrezov, A.N. Dikih, K.B. Bakirov // Vestnik Kyrgyzsko-Rossiyskogo slavyanskogo universiteta. – 2001. – Vol. 1, № 3. – P. 33-40 (in Russian).
- [11] Solomina O. The retreat of Tien Shan glaciers (Kyrgyzstan) since the Little Ice Age estimated from aerial photographs, lichenometric and historical data / O. Solomina, R. Barry, M. Bodnya // Geogr. Ann. – 2004. – 86A (2). – P. 205-215.
- [12] Aizen V.B. Glacier changes in the central and northern Tien Shan during the last 140 years based on surface and remote-sensing data / V.B. Aizen, V.A. Kuzmichyenko, A.B. Surazakov, E.M. Aizen // Annals of Glaciology. – 2006. – Vol. 43. – P. 202-213.
- [13] Bolshakov M.N. Water resources of rivers of soviet Tien-Shan and methods of their calculation / M.N. Bolshakov. – Frunze: Ilim, 1974. – 306 p. (in Russian).
- [14] Alamanov S.K. Study of formation and long-term forecast of runoff of rivers of north-west Kyrgyzstan. / S.K. Alamanov: abstract of dissertation of candidate of geographic sciences – M., 1977. – 28 p. (in Russian).
- [15] Mamatkanov D.M. Water resources of Kyrgyzstan at modern stage / D.M. Mamatkanov, L.I. Bazhanova, V.V. Romanovskiy – Bishkek: Ilim, 2006. – 267 p. (in Russian).
- [16] Climate, glacier and lakes of Tien-Shan: trip in the past: Collection / under edition of V.V. Romanovskiy. – Bishkek: Ilim, 2007. – 168 p. (in Russian).
- [17] Hydrometeorology of USSR. – M.: Nedra, 1971. – Vol. 40. – 87 p. (in Russian).

**Б. Молдобеков¹, А. Мандычев², Р. Усубалиев³, А. Шабунин⁴, А. Осмонов⁵,
Э. Азисов⁶, О. Калашникова⁶, Ю. Подрезова⁶, Н. Шайдылдаева⁷**

¹Г.-м.ғ.к., Жерді қолданбалы зерттеу жөніндегі Орталық Азиялық институт содиректоры
(Бішкек, Қырғызстан)

²Б.ғ.к., Г.-м.ғ.к. Жерді қолданбалы зерттеу жөніндегі Орталық Азиялық институт (Бішкек, Қырғызстан)

³Г.ғ.к., б.ғ.к., Жерді қолданбалы зерттеу жөніндегі Орталық Азиялық институтының
"Климат, су және табиғи ресурстар" № 2 бөлім жетекшісі (Бішкек, Қырғызстан)

⁴Б.ғ.к., т.ғ.к. Жерді қолданбалы зерттеу жөніндегі Орталық Азиялық институт (Бішкек, Қырғызстан)

⁵К.ғ.к. PhD Жерді қолданбалы зерттеу жөніндегі Орталық Азиялық институт (Бішкек, Қырғызстан)

⁶К.ғ.к. Жерді қолданбалы зерттеу жөніндегі Орталық Азиялық институт (Бішкек, Қырғызстан)

⁷Инженер-гидролог, PhD. Жерді қолданбалы зерттеу жөніндегі Орталық Азиялық институт
(Бішкек, Қырғызстан)

КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІ ЖАҒДАЙЫНДА ҚЫРҒЫЗСТАННЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ

Климаттың өзгеруі тұрғысында Қырғызстанның су ресурстарының әсіресе, жерге жақын ауа температурасының өсуімен көрінетін алуан түрлі өзгерістерді қарастырып отыр. Соңғы онжылдықта, ауа температурасының орнықты өсуі салдарынан көпжылдық мұздықтардың орташа есеппен 20±10% дегарадациясы байқалуда, бассейндерде өзен ағынының сәл мұз басу дәрежесі бар төмендеуі және мұз басу дәрежесі жоғары өзен ағынының күшеюі екі жақта да 10-30% келеді. Көлдер ауа температурасының өсуіне көлемінің азаюымен көрсетеді. Тау алды бассейндеріндегі жер асты су ресурстары неғұрлым консервативті және климаттың әсері негізінде сәл ғана өзгеріп отырады.

**B. Moldobekov¹, A. Mandychev², R. Usubaliyev³, A. Shabunin⁴, A. Osmonov⁵,
E. Azisov⁶, O. Kalashnikova⁶, Yu. Podrezova⁶, N. Shaidyldayeva⁷**

¹Candidate of geological-mineralogical sciences, co-director
(Central-Asian Institute for Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgystan)

²Senior research worker, candidate of geological-mineralogical sciences
(Central-Asian Institute for Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgystan)

³Candidate of geographical sciences, senior research worker, Head of department №2
"Climate, water and natural sciences" (Central-Asian Institute for Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgystan)

⁴Senior research worker, candidate of technical sciences
(Central-Asian Institute for Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgystan)

⁵Junior research worker, PhD (Central-Asian Institute for Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgystan)

⁶Junior research worker (Central-Asian Institute for Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgystan)

⁷Engineer-hydrologist, PhD (Central-Asian Institute for Applied Geosciences, Bishkek, Kyrgystan)

WATER RESOURCES OF KYRGYZSTAN IN CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

In article consider of change of different types of water resources of Kyrgyzstan on background of the climatic changes which are shown generally in temperature increase of ground air. It is shown that in the last decades, with permanent growth of air temperature, there is a steady long-term degradation of glaciers on average for $20\% \pm 10\%$, decrease in a river flow in basins to insignificant degree of a freezing and increase of a river flow where freezing degree big, in both cases for 10-30%. Lakes react to air temperature increase by reduction of volume. Resources of underground waters of intermountain basins are most conservative and slightly change under the influence of climatic changes.

Э. И. Чембарисов¹, Т. Ю. Лесник², А. Б. Насрулин³, С. Р. Шодиев⁴

¹Д.г.н., профессор (Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Узбекистан)

²К.г.н. (Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Узбекистан)

³К.г.н., старший научный сотрудник (Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Узбекистан)

⁴К.г.н., и.о.доцента (Навоийский государственный педагогический институт, Навои, Узбекистан)

КАЧЕСТВО ВОДЫ НЕКОТОРЫХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК УЗБЕКИСТАНА: КОНТРОЛЬ, МОНИТОРИНГ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

На примере бассейна р. Амударья (включая реки Сурхандарья и Кашкадарья) описаны мониторинг и современное состояние минерализации и химического состава речных вод. Рассмотрены многолетние изменения минерализации и химического состава по отдельным этапам лет. Приведены математические зависимости содержания главных ионов от величины минерализации воды р. Амударья у створов городов Термеза и Нукуса (Саманбай).

Изучение качества оросительных (речных) вод Средней Азии при орошении различных почв имеет большое практическое значение с точки зрения возможного изменения состояния этих почв: их засоления, натриевого и магниевого осолонцевания, появления и развития солончаков, очагов содопроявления и т.д.

Рассматриваемая проблема весьма обширна и требует изучения различных ее аспектов. Одним из них является изучение многолетнего изменения минерализации и химического состава речных вод региона [1–5].

Изменение минерализации и химического состава воды в бассейне р. Сурхандарья. Химический состав воды р. Сурхандарья формируется на Гиссарском хребте, откуда стекают ее составляющие: Туполанг и Каратаг. На всем протяжении Сурхандарья принимает только два сравнительно крупных притока: Сангардак и Ходжаипак. Южнее р. Ходжаипак имеются только селевые овраги: Байсунсай, Аккапчагай и Ташкупрюк. В равнинной части бассейна Сурхандарья вместе с притоками интенсивно разбирается на орошение и впадает у с. Мангузар в Амударью.

Наблюдения за химическим составом речных вод были начаты в 1938 г. и велись на следующих створах: Караултепе, Пятилетка и Мангузар – Сурхандарья; Зарчуб и Дашнабад – Туполанг; Дашнабад – Дашнабад; Шаргунь – Шаргунь; Кинггузар – Сангардак; Карлюк – Ходжаипак. В последние годы минерализация речных вод определяется в тринадцати постах, расположенных на Сурхандарье (створы Жданова, Шурчи, Мангузар), Тупаланге (Зарчоб, Обизаранг), Обизаранге (Дашнабад), Сангардаке (Кинггузар), Холкаджаре (Базарбой, устье), Хангарансае (Байсун), Шерабаде (Дербент, устье Майдана) и Майдане (устье), а также в Южно-Сурханском и Учкызылском водохранилищах.

Наименьшая минерализация воды (0,17–0,40 г/л) наблюдается в верховьях Сурхандарьи (бассейны Тупаланга, Обизаранга, Сангардака), состав ее сульфатно-гидрокарбонатный – кальциевый (СГ-К). Начиная от створа Шурчи минерализация воды в Сурхандарье постепенно возрастает и в устье реки достигает 1,1–1,4 г/л, при этом состав ее постепенно меняется на сульфатный – магниевый-кальциевый (С-МК).

В верхнем течении Халкаджара минерализация воды колеблется от 0,3 до 0,6 г/л, к устью повышается до 1,1 г/л; состав ее преимущественно гидрокарбонатно-сульфатный – кальциевый (ГС-К).

В Хангарансае минерализация воды изменяется от 0,29 до 0,80 г/л, меньшие ее величины наблюдаются во время половодья (март–июль); состав ее при малой минерализации сульфатно-гидрокарбонатный – кальциевый (СГ-К), с ростом минерализации – сульфатно-кальциевый (С-К).

Наибольшая минерализация (до 3,2 г/л) наблюдается в р.Шерабад и р.Майдан. В верхнем течении р.Шерабад минерализация воды равна 0,6–0,8 г/л, состав ее хлоридно-сульфатный – натриево-кальциевый (ХС–НК), к устью реки она повышается до 2,2–3,2 г/л, при этом состав меняется на сульфатно-хлоридный – натриевый (СХ–Н). Такая же по составу вода и р. Майдан. Это обусловлено содержанием соленосных геологических пород в бассейне.

В Южно-Сурханском водохранилище вода имеет минерализацию 0,41–0,59 г/л, состав ее гидрокарбонатно-сульфатный – магниевый-кальциевый (ГС–МК). В Учкызылском минерализация воды несколько выше – 0,71–0,95 г/л, состав ее преимущественно сульфатный – магниевый-кальциевый (С–МК).

Ниже впадения Сурхандарьи начинается изменяться состав воды Амударьи (у створа Термез). В последние годы минерализация воды меняется от 0,4 до 0,8 г/л. Причем при меньшей минерализации она, как правило, гидрокарбонатно-сульфатная – кальциевая (ГС–К), при повышенной – сульфатно-хлоридная – натриево-кальциевая (СХ–НК).

В 1930 г. в данном бассейне коллекторно-дренажная сеть отсутствовала. Однако недостаточная дренированность бассейна обусловила здесь интенсивное строительство коллекторно-дренажной сети. Она начала строиться в 1940-е годы. В 1969 г. протяженность магистральных коллекторов составляла 759 км, а в 2009 г. – 1117 км.

В таблице 1, где приведены гидрохимические характеристики бассейна р. Сурхандарьи, показаны динамика минерализации воды, изменение химического состава по преобладающим ионам и стадиям засоления за ряд лет.

Таблица 1 – Гидрохимические характеристики вод бассейна реки Сурхандарьи
(1 – минерализация воды г/л; 2 – химический состав по преобладающим ионам и стадиям засоления)

Створ	1931-1940		1951-1960		1961-1970		1971-1980		1981-1990	
Жданова	0,3	СГ-МК	0,32	СГ-МК	0,35	СГ-МК	0,38	СГ-МК	0,42	СГ-МК
Мангузар	0,57	ГС-НК	0,6	ГС-НК	0,88	ГС-НК	1,08	ГС-НК	1,23	ГС-НК

Примечание. Сведения за 1941–1950 гг. ввиду малочисленности не обобщены; Х – хлоридный chloride (Cl⁻); С – сульфатный sulfate (SO₄²⁻); Г – гидрокарбонатный hydrocarbonate (HCO₃⁻); Н – натрий sodium (Na⁺); К – кальций calcium (Ca²⁺); М – магний magnesium (Mg²⁺).

Примеры математических зависимостей содержания главных ионов от величины минерализации для различных створов бассейна реки Сурхандарьи приведены на рисунке 1. Эти зависимости можно использовать в практических расчетах.

Изменение минерализации и химического состава воды в бассейне р. Кашкадарьи. Кашкадарьинская область разделена на две зоны по природно-хозяйственным условиям и времени освоения земель. Верхняя зона включает в основном староорошаемые земли Гузарского, Камашинского, Китабского, Чиракчинского, Шахрисябского и Яккабагского районов и нижнюю зону нового освоения на территории Каршинского, Касанского, Касбийского, Мубаракского, Нишанского и Миришкорского районов.

Из общей площади орошаемых земель порядка 495,0 тыс. га в верхней зоне расположены 190,0 тыс. га, на территории районов нижней зоны – 305,0 тыс. га. Водные ресурсы, располагаемые областью, представляют собой сумму лимитов водоподачи из рек Амударьи и Заравшана, объем стока р. Кашкадарьи и коллекторно-дренажных вод, пригодных к использованию. Объем поверхностных вод по области составляет 6,7 км³, в том числе собственные ресурсы речного стока – 1,3 км³, или 19 % от общего количества [5].

В последние годы химический состав воды в бассейне р. Кашкадарьи определяется Узгидрометом на семи створах: 1) р. Кашкадарья–кишл. Варганза; 2) р. Кашкадарья – кишл. Чиракчи; 3) р. Кашкадарья – пос. Чимкурман; 4) р. Акдарья (Аксу) – г. Шахрисяба; 5) р. Акдарья – кишл. Хисарак; 6) р. Танхизыдарья – кишл. Каттагон, 7) левобережный канал Чимкурманского водохранилища – пос. Чимкурман.

Наименьшие величины минерализации наблюдаются в р. Кашкадарье у кишл. Варганза, в р. Акдарье у г. Шахрисяба и у кишл. Хисарак, в р. Танхизыдарье у кишл. Каттагон – 0,16–0,27 г/л;

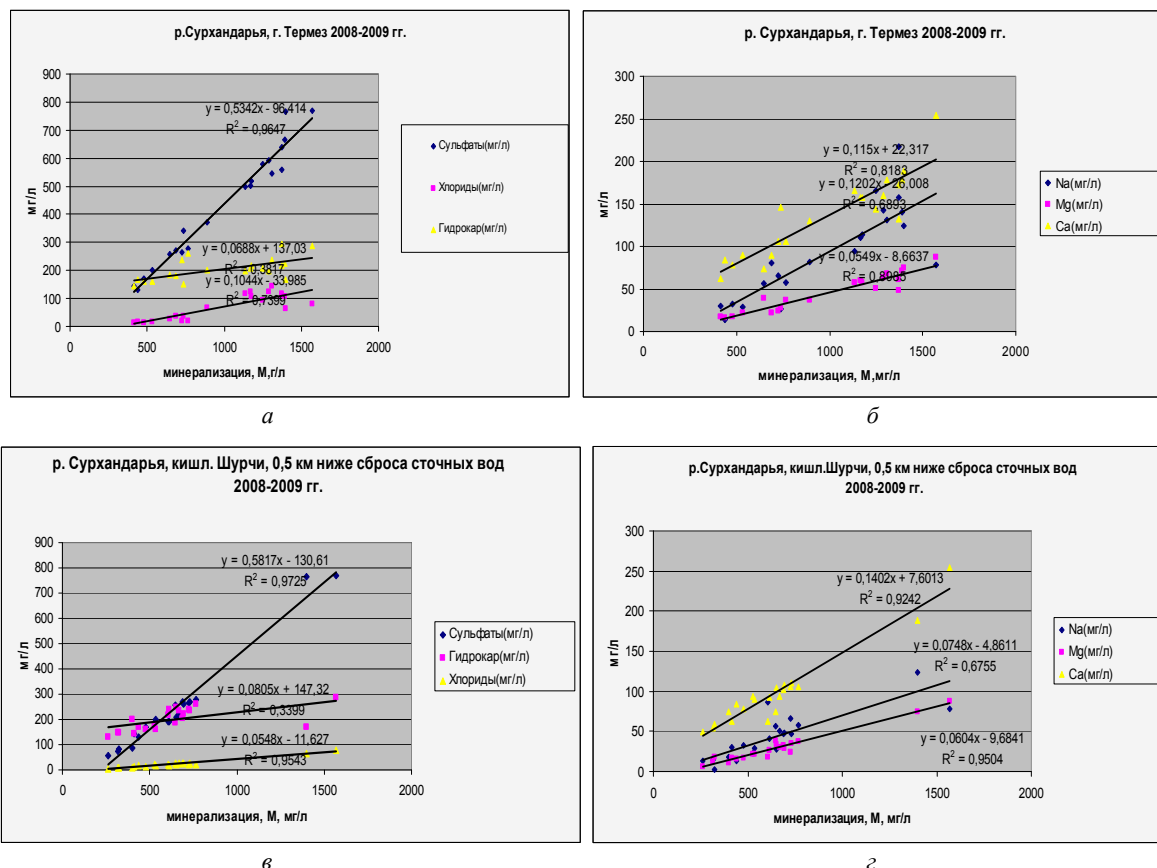


Рисунок 1 – Зависимости содержания главных ионов от величины минерализации для различных створов бассейна реки Сурхандарья

в р. Кашкадарье у кишл. Чиракчи она увеличивается до 0,32–0,40 г/л, у пос. Чимкурган – до 0,79 – 1,09 г/л. В левобережном канале Чимкурганского водохранилища она равна 0,71–0,73 г/л. У створа Варганза состав речной воды сульфатно-гидрокарбонатный–кальциевый (СГ-К), ниже по течению он меняется на сульфатно-гидрокарбонатный–натриево-кальциевый (СГ-НК).

Примеры математических зависимостей содержания главных ионов от величины минерализации для различных створов бассейна реки Кашкадарья приведены на рисунке 2. Эти зависимости также можно использовать в практических расчетах.

Изменение минерализации и химического состава воды р. Амударья перед Хорезмским оазисом и выше орошаемой зоны Республики Каракалпакстан. Проанализированы математические зависимости содержания главных ионов от величины минерализации для створов городов Термеза, Кипчака и Нукуса (рисунок 3).

В верховьях р. Амударья у створа г. Термеза среди анионов преобладает сульфатный ион, на втором месте – гидрокарбонатный ион, на третьем – содержание хлоридного иона.

При этом, например, с ростом минерализации от 0,47 до 1,1 г/л содержание сульфатного иона возрастает от 0,10 до 0,32 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,82.

Среди катионов преобладает натрий, на втором месте – содержание иона кальция, на третьем – иона магния. При этом с ростом минерализации от 0,47 до 1,1 г/л содержание иона магния возрастает от 0,18 до 0,48 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,58.

В низовьях реки у створа г. Нукуса (кишл. Саманбай) среди анионов также преобладает сульфатный ион, на втором месте – хлоридный ион, на третьем – гидрокарбонатный ион.

С повышением минерализации от 0,96 до 3,3 г/л содержание сульфатного иона возрастает от 0,21 до 1,20 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,95. Среди катионов преобладает натрий, на втором месте – содержание иона кальция, на третьем – иона магния.

С увеличением минерализации от 0,96 до 3,3 г/л содержание натрия возрастает от 0,10 до 0,63 г/л. Для данного иона коэффициент корреляции равен 0,96.

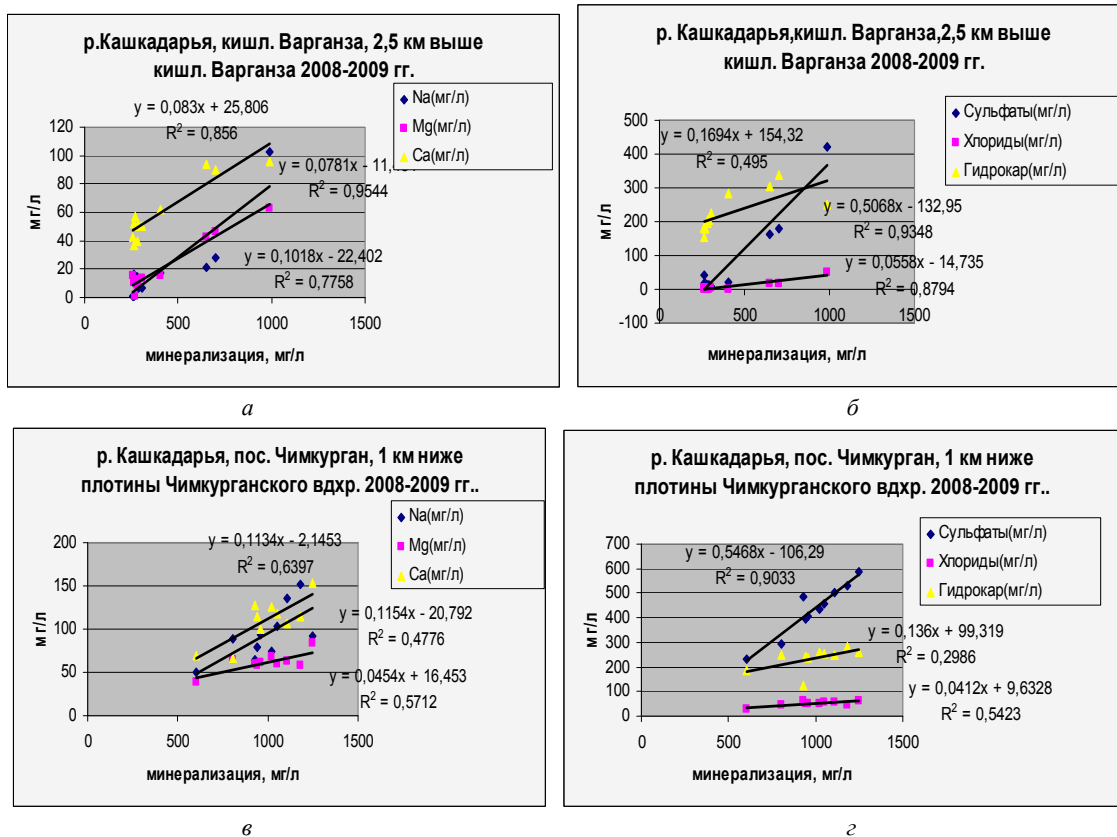


Рисунок 2– Зависимости содержания главных ионов от величины минерализации для различных створов бассейна р. Кашкадарья

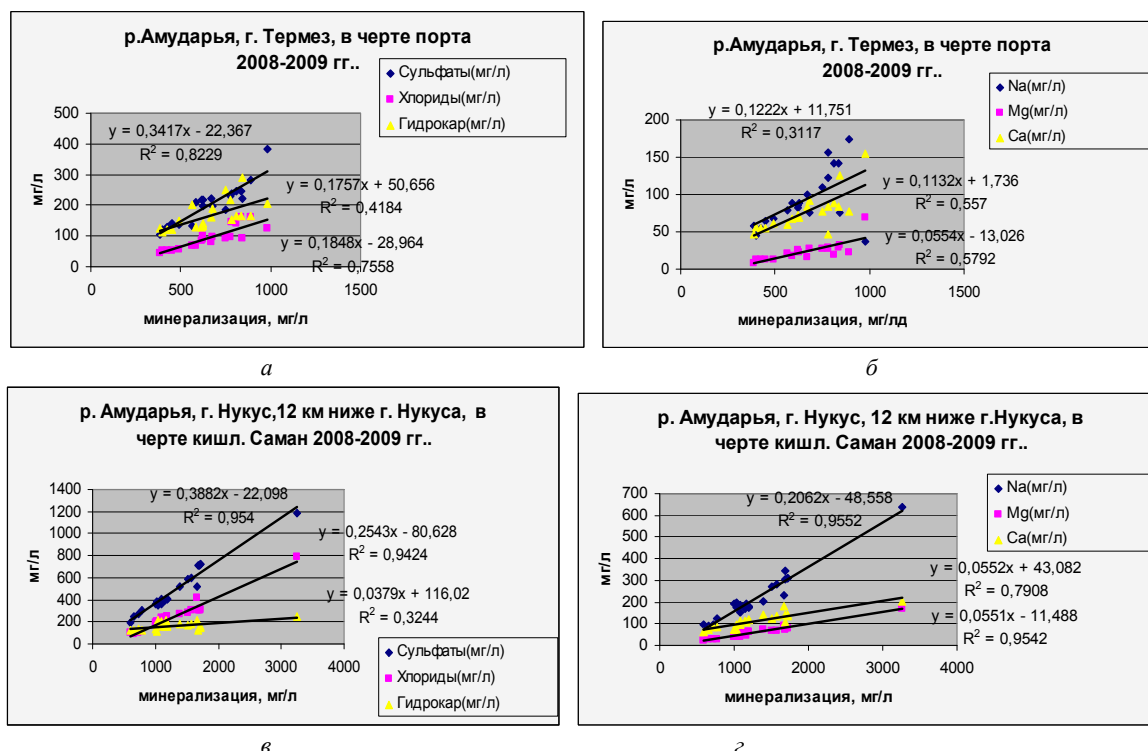


Рисунок 3 – Графики зависимости содержания главных ионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) от величины минерализации на различных створах р. Амударья

Таким образом, при движении речной воды от верховий к низовьям преобладающий химический состав изменяется с гидрокарбонатно-сульфатного–кальциево-натриевого (ГС–КН) на хлоридно-сульфатный – магниево-кальциево-натриевый (ХС–МКН).

В данной реке у створа Саманбай минерализация воды с 1931–1940 к 2001–2011 гг. увеличилась с 0,51 до 1,23 г/л, а химический состав воды изменился с гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного – натриево-кальциевого (ГХС–НК) на сульфатно-хлоридный – магниево-кальциево-натриевый (СХ–МКН).

Гидрохимический анализ вод Амударьи за многолетний период показывает, что по мере продвижения вниз по реке минерализация воды повышается, что негативно влияет на засоление почв [3–5].

В Амударьинской воде преобладают ионы Cl^- и SO_4^{2-} , далее располагаются Na^+K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , HCO_3^- . При высокой минерализации воды наблюдается незначительное преобладание содержания SO_4^{2-} над Cl^- . С ростом общей минерализации воды содержание таких основных ионов, как Cl^- и SO_4^{2-} , повышается, а темпы роста ионов Ca^{2+} , Na^+K^+ и Mg ослабевают. Анализ результатов многолетних наблюдений показывает общий непрерывный рост минерализации амударьинской воды, что происходит вследствие больших водозаборов и снижения общей водоносности самой реки и, главным образом, из-за сброса большого количества коллекторных вод почти по всей длине реки. В водоемах Сарбас и Междуречья, Муйнакском заливе также преобладают ионы SO_4 и Cl , затем в следующей последовательности располагаются ионы Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- и K^+ . Минерализация воды в рассматриваемый нами период в Сарбасском заливе весной составила 8,6 г/л, выше ПДК в 7,6 раз, летом – 2,06 г/л, осенью – 1,23 г/л; в Муйнакском заливе весной – 16,15 г/л, что выше ПДК в 15,1 раза, летом – 3,12 г/л, выше ПДК в 2,12 раза, осенью – 1,3 г/л, в оз. Шегекуль в летний период – 730 мг/л, осенью – 683 мг/л. Жесткость воды, сумма ионов ($\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$) являются одним из основных показателей химического состава воды в рассматриваемых нами водоемах и водотоках, а точнее, в канале Кипчакдарья. В исследуемый период она составила 8,5–19 мг-экв/л (выше ПДК в 1,2–2,71 раза), причем в летний период она снижается, а к осени и весной повышается, в Междуречье – 5,9–7,2 мг-экв/л, летом ниже, осенью больше, в Муйнакском заливе – от 13,4 до 160 мг-экв/л (выше ПДК в 1,91–22,85 раза), в весенний паводок больше 160 мг-экв/л, летом 24 мг-экв/л. В Сарбасском заливе – 12,8–78 мг-экв/л (выше в 1,82–11,14 раза), осенью – 12,8, летом – 18,25, весной – 78 мг экв/л. В р. Амударье ее величина составляет 15,6 мг-экв/л (выше ПДК в 2,2 раза).

Были изучены биоорганические компоненты в водоемах, распределение которых неравномерно, что объясняется гидрологическими условиями, различием количества поступающих органических веществ на всем протяжении реки Амударьи. Для автотрофных растений важнейшим фактором становится наличие в воде так называемых биогенов – соединений фосфора, азота, кремния и ряда других элементов, используемых для построения тела.

Содержание биогенных элементов в исследуемых объектах неоднородно, а также специфично для отдельных слоев воды в течение годового цикла. В амударьинской воде концентрация аммонийного азота (NH_4^+) составила 0,04 мг/л, нитратного азота (NO_3^-) – 1,41 мг/л, нитритного азота (NO_2^-) – 0,010 мг/л, неорганического фосфора в форме (PO_4^-) – 0,002 мг/л. В озере Шегекуль содержание минерального азота NH_4^+ в летний и осенний периоды было 0,01–0,04 мг/л, нитратного азота NO_3^- – 2,31–3,0 мг/л, нитритного азота NO_2^- – 0,002–0,003 мг/л, содержание растворенного неорганического фосфора в виде PO_4^- – 0,01–0,062 мг/л, в Сарбасском заливе содержание аммонийного азота составило весной 0,02 мг/л, летом – 0,06 мг/л, осенью – 0,09 мг/л, нитратного весной – 0,27 мг/л, летом и осенью – 2,89 мг/л, нитритного весной – 0,012 мг/л, летом и осенью – 0,002 мг/л.

В Муйнакском заливе распределение аммонийного азота мозаично и его концентрация весной и летом равна 0,03–0,07 мг/л, осенью – 0,11–0,18 мг/л, нитратного азота весной – 0,35 мг/л, летом его оказалось больше – 6,32 мг/л, осенью концентрация была от 5,54–10,3 мг/л, содержание нитритов весной – 0,013 мг/л, летом и осенью – 0,002 мг/л, фосфатов – весной и летом – 0,04 мг/л, осенью – 0,058–0,072 мг/л.

В рассматриваемых нами водоемах концентрация аммонийного азота не превышает ПДК, за исключением Муйнакского залива, где его величина больше предельно допустимой нормы в 0,03 раза. Концентрация нитратного азота (NO_3^-) в реке Амударье выше ПДК в 1,62–2,82 раза, в Кипчакдарье – в 9,3 раза, в Сарбасском заливе – в 5,78 раза, в Муйнакском заливе – в 20,6 раза, в

озере Шегекуль – в 4,62–6 раз. Концентрации растворимых фосфатов (PO_4^-) обнаруживались в незначительных количествах и не превышали ПДК во всех исследуемых водоемах, однако величина их изменчива в годовом цикле и зависит от стока реки и внутриводоемных процессов, где фосфор постоянно находится в круговороте в результате жизнедеятельности организмов.

При неустойчивом гидрологическом режиме и избыточном поступлении биогенных элементов часто формируется неустойчивый кислородный режим. Содержание растворенного в воде кислорода в реке Амударье в период исследований составляло 11,49–12,80 мг $\text{O}_2/\text{л}$, или 103–117% насыщения, в Кипчакдарье – 10–11,0 мг $\text{O}_2/\text{л}$, или 122–121% насыщения, в Сарбаском заливе – 9,6–10,10 мг $\text{O}_2/\text{л}$, или 114–111% насыщения, в Муйнакском заливе – 7,3–9,7 мг $\text{O}_2/\text{л}$, или 77,9–108,3% насыщения, в озере Шегекуль его концентрация была 10,2–10,9 мг $\text{O}_2/\text{л}$, или 126–121,1% насыщения.

Выводы:

1. В последние годы наименьшая минерализация воды (0,17–0,40 г/л) наблюдается в верховьях Сурхандарьи (бассейны Тупаланга, Обизаранга, Сангардака), состав ее сульфатно-гидрокарбонатный – кальциевый (СГ–К). Начиная от створа Шурчи минерализация воды в Сурхандарье постепенно возрастает и в устье реки достигает 1,1–1,4 г/л, при этом состав ее постепенно меняется на сульфатный – магниевый-кальциевый (С–МК);

2. Наименьшие величины минерализации наблюдаются в р. Кашкадарье у кишл. Варганза, в р. Акдарья у г. Шахрисабза и у кишл. Хисарак, в р. Танхизыдарья у кишл. Каттагон – 0,16–0,27 г/л; в р. Кашкадарье у кишл. Чиракчи она увеличивается до 0,32–0,40 г/л, у пос. Чимкурман – до 0,79–1,09 г/л. В левобережном канале Чимкурманского водохранилища она равна 0,71–0,73 г/л. У створа Варганза состав речной воды сульфатно-гидрокарбонатный – кальциевый (СГ–К), ниже по течению он меняется на сульфатно-гидрокарбонатный – натриево-кальциевый (СГ–НК);

3. Гидрохимический анализ вод Амударьи за многолетний период показывает, что вниз по реке минерализация воды повышается. В верхнем течении она равна 0,47–0,58 г/л, к течению Туямун (выше Хорезмского оазиса) повышается до 0,69–0,86 г/л, а у г. Нукуса (Саманбай) выше орошаемой зоны Республики Каракалпакстан – больше 1,0 г/л. В Амударьинской воде преобладают ионы Cl^- и SO_4^{2-} , далее располагаются $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Mg^{2+} , Ca^{2+} , HCO_3^- . При высокой минерализации воды наблюдается незначительное преобладание содержания SO_4^{2-} над Cl^- . С ростом общей минерализации воды содержание таких основных ионов, как Cl^- и SO_4^{2-} , растет, а темпы увеличения ионов Ca^{2+} , $\text{Na}^{2+} + \text{K}^+$ и Mg^{2+} ослабевают.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чембарисов Э.И. О качестве поверхностных вод Узбекистана / Э.И. Чембарисов, Ю.Н. Лесник, Т.Ю. Лесник, М.В. Раннева // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад, 2002. – № 2. – С. 44-47.
- [2] Чембарисов Э.И. Маргинальные воды Узбекистана / Э.И. Чембарисов, М.А. Якубов, Т.Ю. Лесник // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад, 2003. – № 1. – С. 13-17.
- [3] Чембарисов Э.И. Методика гидроэкологического мониторинга оценки качества поверхностных вод / Э.И. Чембарисов, А.Б. Насрулин, Т.Ю. Лесник // Проблемы освоения пустынь. – Ашхабад, 2005. – № 1. – С. 32-36.
- [4] Чембарисов Э.И. Содержание гидроэкологического мониторинга поверхностных вод Центральной Азии / Э.И. Чембарисов // Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. – М., 2009. – № 5. – С. 74-78.
- [5] Чембарисов Э.И. Генезис, формирование и режим поверхностных вод Узбекистана и их влияние на засоление и загрязнение агроландшафтов (на примере бассейна реки Амударьи) / Э.И. Чембарисов, А.Б. Насрулин, Т.Ю. Лесник, Р.Т. Хожамуратова. – Нукус: Изд-во Qaraqalpaqstan, 2016. – 188 с.

REFERENCES

- [1] Chembarisov E.I. About quality of surface waters of Uzbekistan / E.I. Chembarisov, Yu.N. Lesnik, T.Yu. Lesnik, M.V. Ranneva // Problems of development of deserts. – Ashkhabad, 2002. – № 2. – P. 44-47 (in Russian).
- [2] Chembarisov E.I. Marginal waters of Uzbekistan / E.I. Chembarisov, M.A. Yakubov, T.Yu. Lesnik // Problems of development of deserts. – Ashkhabad, 2003. – № 1. – P. 13-17 (in Russian).
- [3] Chembarisov E.I. Methodic of hydroecological monitoring of assessment of quality of surface waters / E.I. Chembarisov, A.B. Nasruln, T.Yu. Lesnik // Problems of deserts development. – Ashkhabad, 2005. – № 1. – P. 32-36 (in Russian).
- [4] Chembarisov E.I. Hydroecological monitoring of surface waters of Central Asia / E.I. Chembarisov // Waterpurification, water treatment, water supply. – M., 2009. – № 5. – P. 74-78 (in Russian).
- [5] Chembarisov E.I. Genesis, formation and mode of surface waters of Uzbekistan and their influence to salinization and contamination of agrarian landscapes (by example of Amudaria river basin) / E.I. Chembarisov, A.B. Nasruln, T.Yu. Lesnik, R.T. Khozhmuratova. – Nukus: Publishing house Qaraqalpaqstan, 2016. – 188 p. (in Russian).

Э. И. Чембарисов¹, Т. Ю. Лесник², А. Б. Насрулин³, С. Р. Шодиев⁴

¹Г.ф.д., профессор (Ташкент ирригация және мелиорация институты жаңында су мәселелері және ирригация ғылыми-зерттеу институты, Ташкент, Өзбекстан)

²Г.ф.к. (Ташкент ирригация және мелиорация институты жаңында су мәселелері және ирригация ғылыми-зерттеу институты, Ташкент, Өзбекстан)

³Г.ф.к., бас ғылыми қызметкер (Ташкент ирригация және мелиорация институты жаңында су мәселелері және ирригация ғылыми-зерттеу институты, Ташкент, Өзбекстан)

⁴Г.ф.к., доцент к.о. (Науаи ұлттық педагогикалық институты, Науаи, Өзбекстан)

ӨЗБЕКСТАННЫҢ КЕЙБІР ТРАНСШЕКАРАЛЫҚ ӨЗЕНДЕРІНІҢ СУ САПАСЫ: БАҚЫЛАУ, МОНИТОРИНГЛЕУ, ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

Әмудария ө. бассейні мысалында (Сұрхандария және Қашқадария өзендерін қоса алғанда) өзендер ағыны минералдылығының қазіргі жағдайы мен химиялық құрамы көрсетілген. Минералдылық және химиялық құрамының көпжылдық өзгерістері әрбір жылдар кезеңі бойынша қарастырылған. Бас иондары құрамының Термез және Нүкіс қалалары маңында (Саманбай) Әмудария ө. суының минералдылығына деген ұлғаюы математикалық тәуелділіктер негізінде көрсетілген.

E. I. Chembarisov¹, T. Yu. Lesnik², A. B. Nasrulin³, S. R. Shodiyev⁴

¹Doctor of geographical sciences, professor (Scientific-research institute of irrigation and water problems by Tashkent institute of irrigation and melioration, Tashkent, Uzbekistan)

²Doctor of geographical sciences (Scientific-research institute of irrigation and water problems by Tashkent institute of irrigation and melioration, Tashkent, Uzbekistan)

³Senior research worker Scientific-research institute of irrigation and water problems by Tashkent institute of irrigation and melioration, doctor of geographical sciences, candidate of geographical sciences

⁴Candidate of geographical sciences, associate professor (Navoyinskiy State pedagogical Institute. Navoy, Uzbekistan)

QUALITY OF WATER OF SOME TRANSBOUNDARY RIVERS OF UZBEKISTAN: CONTROL, MONITORING, MODERN CONDITION

On the example of the Amudarya river basin (include Surhandarya and Kachcadaryarivers) we dose description monitoring and modern condition of the mineralization and chemical composition of river water. The long series of changes in salinity and chemical composition in separate stages years. The mathematical content of the main ions depending on the value of salinity p. Amu Darya target: Termez, Nukus (Samanbay).

Е. А. Кепбанов¹, Н. Р. Корпеев²

¹К. ю. н. (Научно-информационный центр межгосударственной комиссии по устойчивому развитию международного фонда спасения Арала, Ашхабат, Туркменистан)

²Д.т.н., профессор, академик АН Туркменистана, директор (Предприятие общественного объединения «TebigyKuwwat», Ашхабат, 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.

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 серьезного 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 изучении 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 соответствием 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 МСиВХТ 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 сельскохозяйственным 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 внутрихозяйственной 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 внутрихозяйственная оросительная и коллекторно-дренажная сети.

В настоящее время внутрихозяйственная 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 внутрихозяйственных оросительных сетей. Полученная вода из межхозяйственной оросительной сети поступает и распределяется дайханским объединениям через внутрихозяйственную 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 внутриводной оросительной сети и осуществляют взаимодействие с государственными водохозяйственными организациями («этрапсувходжалык»).

Значительная часть внутриводной 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 и 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 которые 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.

REFERENCES

- [1] National strategy of Turkmenistan by climate change. Affirmed by Resolution of President of Turkmenistan from 15 of June 2012, № 12366 // Collection of documents of President of Republic of Turkmenistan and decisions of Government of Turkmenistan. 2012. N 6. P. 1984 (in Russian).
- [2] Codex of Turkmenistan «About water» from 25 of October 2004. // Vedomosti Madzhliisa Turkmenistana 2004. N 4. P. 34 (in Russian).
- [3] Regulation about Ministry of agriculture and water economy of Turkmenistan, affirmed by Resolution of President of Turkmenistan from 29 of January 2016, N 14585 (in Russian).
- [4] Regulation about State committee of Turkmenistan environment and land resources protection, affirmed by Resolution of President of Turkmenistan from 29 of January 2016, N 14584 (in Russian).
- [5] Regulations of protection of coastal waters of Turkmenistan from contamination from watercrafts, affirmed by Resolution of President of Turkmenistan from 25 of August 2005, N 7480 (in Russian).
- [6] Regulation about State concern «Turkmengeologiya», affirmed by Resolution of President of Turkmenistan from 17 of May 2012, N 12310 (in Russian).
- [7] Law of Turkmenistan «About drinking water» from 25 of September 2010 // Vedomosti Madzhliisa Turkmenistana. 2010. N 3. P. 60 (in Russian).

[8] Law of Turkmenistan «About hydro meteorological activity» from 15 of September 1999 // Vedomosti Madzhliisa Turkmenistana. 1999. N 3. P. 46 (in Russian).

[9] Realization of principles of integrated water resources management in countries of Central Asia and Caucasus. Project of Regional technical consulting committee of Global Water partnership for Central Asia and Caucasus, 2004 (in Russian).

[10] Review of water sector of Turkmenistan. Ashkhabad: UNDP, 2014 (in Russian).

Е. А. Кепбанов¹, Н. Р. Корпеев²

¹З. ғ. к. (Аралды Құтқарудың тұрақты дамуы бойынша мемлекетаралық қор комиссиясының ғылыми-ақпараттық орталығы, Ашхабат, Түркменстан)

²Т.ғ.д., профессор, академик Түркменстан ҒА, директор («ТebigyKuwwat» қоғамдық бірлестік ұйымы, Ашхабат, Түркменстан)

ТҮРКМЕНСТАН СУ РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУДАҒЫ ҰЙЫМДЫҚ-ҚҰҚЫҚТЫҚ СҰРАҚТАР

Түркменстан су ресурстарын басқарудың мемлекеттік органдар жүйесі ұлттық және жергілікті деңгейде қарастырылып отыр және оны климаттың өзгерісі мен су жетіспеушілігі жағдайында жаңарту бойынша іс-шаралар келтіреді.

Ye. A. Kepbanov¹, N. P. Korpeyev²

¹Candidate of juridical sciences (Scientific-Informational Center of Interstate Commission for Sustainable Development of International Foundation of Saving Aral Sea, Ashkhabat, Turkmenistan)

²Doctor of technical sciences, professor, academition of Academy of Sciences of Turkmenistan, director (Public catering establishment “Tebigy Kuwwat, Ashkhabat, Turkmenistan)

ORGANIZATIONAL-RIGHTS QUESTIONS OF WATER RESOURCES MANAGEMENT IN TURKMENISTAN

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.

Я. Э. Пулатов¹, А. Курбанов², З. А. Назиров², А. К. Бобоев²

¹Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом инновационных технологий и научно-образовательных исследований (Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан, Душанбе, Таджикистан)

²Соискатель ГУ ТаджикНИИГиМ (Государственное учреждение Таджикского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации, 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 приведены их результаты, излагаются региональные аспекты управления водными ресурсами и рекомендованы меры по улучшению водного сотрудничества в Центральной Азии.

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 вследствие этого растёт водопотребление. Согласно некоторым расчётам к 2030 г. водопотребление в Центральной Азии составит 15–20% от нынешнего. А если учесть сокращение речного стока из-за 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 (0,09 га/чел.). В связи с этим в целях обеспечения продовольственной безопасности в Республике Таджикистан необходимо увеличить площади орошения в ближайшей перспективе и довести их до 1 млн га. При этом прирост орошаемой площади должен осуществляться 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, отстранением 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 2013 года, №12). Однако по некоторым вопросам управления и руководства между уполномоченными госорганами существуют межотраслевые противоречия.

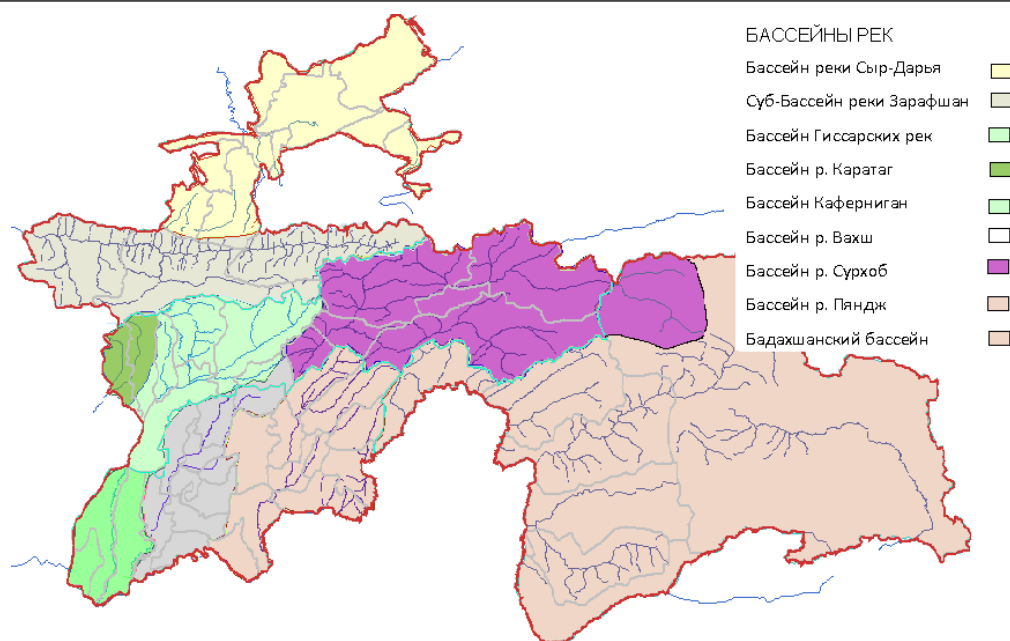
Следует отметить, что водные ресурсы имеют стратегическое значение для республики и являются основой не только для развития сельскохозяйственной отрасли, но и социально-экономического развития.

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.

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



Речные бассейны Таджикистана

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].

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 вододелиения, 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].

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 финансирования 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
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

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» и концепции 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 вододелиением, 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 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. и др. Аналитический обзор «Состояние и перспективы ИУВР в Республике Таджикистан». – Душанбе, 2011. – 97 с.

[2] Пулатов Я.Э., Пулатова Ш.С. Фундаментальные аспекты мелиорации орошаемых земель и интегрированное управление водными ресурсами // Наука и практика: вода для устойчивого развития // Сборник научных статей, посвященный 75-летию 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. – 42 с.

[4] Пулатов Я.Э., Расулзода К. Интегрированное управление водными ресурсами: проблемы и перспектива // Вестник Таджикского госуниверситета права, бизнеса и политики. – Худжанд. – 2012. – № 1(49). – С. 12-21.

[5] Пулатов Я.Э., Кобулиев З.В. Водные проблемы Центральной Азии и пути их решения // Сборник статей, посвященный Международному году водного сотрудничества. – Душанбе, 2013. – С. 125.

REFERENCES

[1] Pulatov Ya.E. and other. Analytical review «Condition and perspective IWRM in the Republic of Tajikistan». Dushanbe, 2011. 97 p. (in Russian).

[2] Pulatov Ya.E., Pulatova Sh.S. Fundamental aspects of melioration of irrigative lands and integrated water resources management // Science and practice: water for sustainable development // Collection of research articles, devoted to 75-years jubilee of Honoured worker of Tajikistan, doctor of technical sciences N. K. Nosirov. Dushanbe, 2015. P. 34-40 (in Russian).

[3] Concept for rational use and protection of water resources of the Republic of Tajikistan. Dushanbe, 2001. 42 p. (in Russian).

[4] Pulatov Ya.E., Rasulzoda K. Integrated water resources management: problems and perspective // Vestnik Tadzhiikskogo gosuniversiteta prava, biznesa i politiki. Hudzhand. 2012. N 1(49). P. 12-21 (in Russian).

[5] Pulatov Ya.E., Kobuliev Z.V. Water problems of Central Asia and their solutions // Collection of articles, devoted to International year of water collaboration. Dushanbe, 2013. P. 125 (in Russian).

Я. Э. Пулатов¹, А. Курбанов², З. А. Назиров², А. К. Бобоев²

¹А-ш.ғ.д., профессор, Инновациялы технологиялар және ғылыми-білімдік зерттеулер бөлімі меңгерушісі (Тәжікстан Республикасы Академиясының су мәселелері, гидроэнергетика және экология институты, Душанбе, Тәжікстан)

²ТаджикНИИГиМ МБ ізденушісі (Тәжік гидротехника және мелиорация ғылыми-зерттеу институтының Ұлттық басқармасы, Душанбе, Тәжікстан)

СУ РЕСУРСТАРЫН ҒЫЛЫМИ БАСҚАРУДЫҢ НЕГІЗДЕРІ ЖӘНЕ ОРТАЛЫҚ АЗИЯДА СУ ЫНТЫМАҚТАСТЫҚТАРЫН ДАМУ

Мақала су ресурстарын біріктіріп басқару сұрақтарына және ауданаралық су ынтымақтастығын дамытуға арналған. Тәжікстанда су ресурстарын басқарудың қолда бар әдістерінің жалпылама талдау және бағалау нәтижелері сипатталды. СРИБ принциптерін қолдануды және оның нәтижелеріне ұлттық көзқарас тәжірибелері жазылған, су ресурстарын жергілікті басқарудың аспектілері бейнеленген және Орталық Азияда су ынтымақтастығын дамытуды жақсарту бойынша шаралар ұсынылған.

Ya. E. Pulatov¹, A. Kurbanov², Z. A. Nazirov², A. K. Boboyev²

¹Doctor of agricultural sciences, prof., Head of department of Innovation technologies and scientific-educational researches (Institute of water problems, hydroenergy and ecology of Academy of sciences of Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan)

²State agency (Tajik scientific-research institute of hydrotechnik and melioration, Dushanbe, Tajikistan)

**SCIENTIFIC BASES OF WATER RESOURCES MANAGEMENT AND DEVELOPMENT
OF WATER COLLABORATION IN CENTRAL ASIA**

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.

A. A. Medeu

Doctor economical sciences, Head of Department of Geoinformation system
(Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan)

THE MECHANISM OF PAID WATER USE IN THE CONDITIONS OF MARKET MODEL OF ACTIVITY

The value of water resources is based on a compromise between the water subjects within a water deficit. The market mechanism of the water charging gives an opportunity to identify the most rational and efficient water users. The Government should play an active role in harmonizing the water demand and supply model to ensure social responsibility and environmental protection.

Relevance. Water throughout the human history has been considered as one of the most vital resources for economic development as well as the source of human well-being. Availability, adequacy and an abundance of fresh water contribute to its insufficient use. Water is a public good except for some regions in the earth. In this regard, water as economic resource is viewed only on a limited scale. Currently, acute shortage of fresh water resources has become tangible due to the intensification of human activity and significant population growth around the globe. Extension of cultivated areas as well as industrial and energy potential annually reduces the number of available fresh water sources, which is an essential resource for the human development. Water use is a critical human activity criterion on the certain territory. The amount of water used for domestic and industrial needs is directly proportional to the human economic activity. Primarily, water must ensure a stable water supply for cities and settlements as well as favorable living conditions for the human well-being. Secondly, water should be in sufficient amount to carry out the economic activities, preservation of the environment to ensure comfortable conditions for human existence and society as well. Thus, all the ancient civilizations have arisen in the deltas of the great rivers: the Tigris and Euphrates, Nile, Ganges, Yangtze, Mekong. Currently more than 80% of the world population lives in coastal or adjacent to large water sources.

Water is indispensable for providing almost all kinds of human activities. Thus, during a long period of water use have formed the following key sectors of water management:

- the water supply for cities and settlements, industrial, agricultural, transport and energy (thermal and nuclear power plants);
- reclamation, use of water for irrigation and water supply as well as drainage of excess water from the territory (drainage);
- hydropower (water use of energy);
- water transport (use of water for navigation);
- fisheries (farming and fishing).

In this regard, water users can be divided into four large groups:

- municipal services - drinking and domestic water supply;
- industry and energy;
- agriculture;
- environment.

Competition between the water stakeholders arises in the context of water scarcity. Market pricing methods will naturally adjust the water demand and allow to find an optimal compromise in the best use of resources, both for society and the state, and at the level of each individual.

Water in the economic dimension. Water is a natural resource, such as the earth, air, sun. In the context of abundant water resources, it is not necessary to use water charging as an effective water management tool. However, in terms of water scarcity the effective water management based on the use of market-based pricing mechanism should be of crucial importance. According to the Constitution of Kazakhstan, water cannot be privately owned from the natural surface sources and is not subject to bargaining. The Article 3 emphasizes that "The land and underground resources, waters, flora and fauna, and other natural resources are state-owned. The land may also be privately owned on terms, conditions and within the limits established by the law." Furthermore, historically man did not contributed to water

replenishment, so water from surface water reservoirs, rivers and underground sources is a public good, and the property of the whole society in the face of the state. The state's major priorities are the social security of population and environmental safety. Accordingly, the water pricing under state regulation can be influenced by social and ecological indicators.

Due to the dualistic nature of water use, it can be argued that a sufficient amount of fresh water sources for all the water subjects is a public good and is not subject to economic assessment. In the context of acute water shortage, the water acquires its value. In this regard, due to lack of natural resources, it's become essential for the rationale water use regulation. In this case, water acquires its "value" within the framework of the "nature-society" system and is formed in the mind of each person individually. The set of individual assessments will determine the average value of water to society and the state as a whole and within a certain territory. Although, it should be noted that there is no common understanding among the economists on definition of the water ownership form [1].

The value of water - is a ratio (a compromise) between the subjects of water use and water consumption during its distribution, expressed in quantitative terms.

Water pricing. The amount of available fresh water in general is equal. In this regard, man does not consume water in literal sense, and uses the properties of fresh water in such manner with not having effects on quantity of available water resources. However, due to both the natural and human factors not all of water resources can be consumed.

Natural factors include:

- the seasonal nature of river flow;
- water infiltration into groundwater sources;
- long-term fluctuations in the level of surface waters;
- surface evaporation;
- the number of depositors,
- natural hazards associated with water - flood, floods, high water, salinity, water logging.

The human factor includes:

- water losses during transportation
- hydropower;
- water pollution.

Due to the acute water shortage, it should be noted that the above factors determine the need for water regulation. Regulation of water volume suggests a temporary mechanism for water accumulation and distribution, which would have economic viability, and could be achieved by effective water management with the use of existing market mechanisms. The fluctuation of the river flow can be synchronized with fluctuations of water consumption volume due to the maximum volume of investments in the regulation of river flow. Depending on the river basins, this will increase the available water volume from 3 to 10 times (Figure 1, 2). Moreover, the river flow regulation has a different economic effect that will significantly reduce the number of natural water disasters and the risks of natural hazards for human life by reducing damage to natural and economic systems from floods and flooding.

The cost of river flow regulation have a possibility to extend the acreage significantly to ensure the reliability of water use, to increase productivity of crops, as well as impact positively on the environment as well. Such costs refer to infrastructural, which in most cases are carried out by the State and involve the following:

- Construction and maintenance of reservoirs as well as hydro-schemes of different types (underground, lake, perennial, seasonal, weekly);
- dredging operations;
- alignment of the river channels and strengthening of the shoreline;
- construction of sewage treatment facilities in the river beds;
- monitoring the qualitative composition and volume of river flow, etc.

The river flow regulation allows economic subjects to double water intake downstream of the Ile River on the basis of Kapchagai reservoir (Figure 3). Under these conditions, the correct economic assessment of water resources allows:

- to create the desired amount of water to meet the needs of water charging from a source that is a kind of tax for water users;
- to finance the construction cost and maintenance of infrastructure to regulate the river flow volumes.

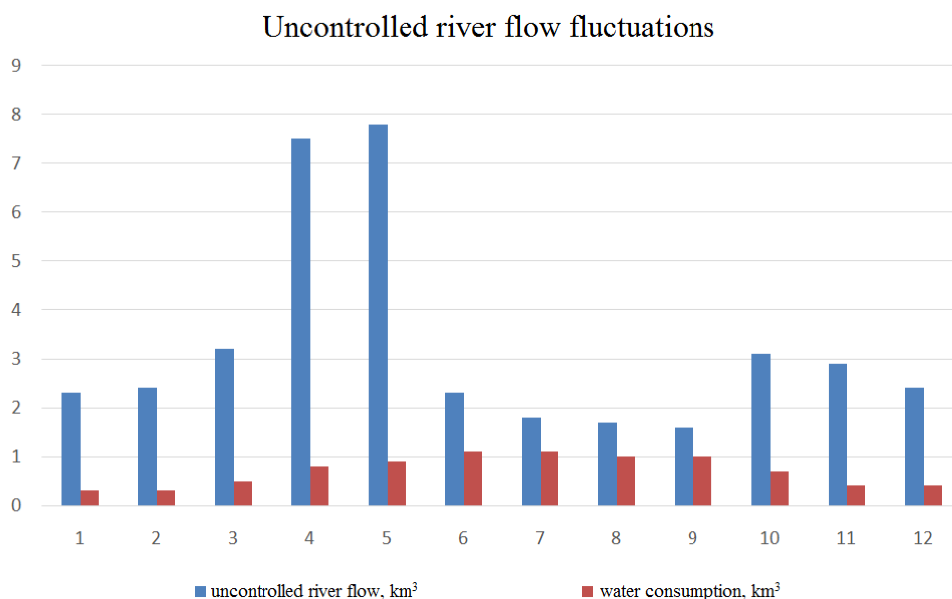


Figure 1 – Water consumption under the uncontrolled river flow.

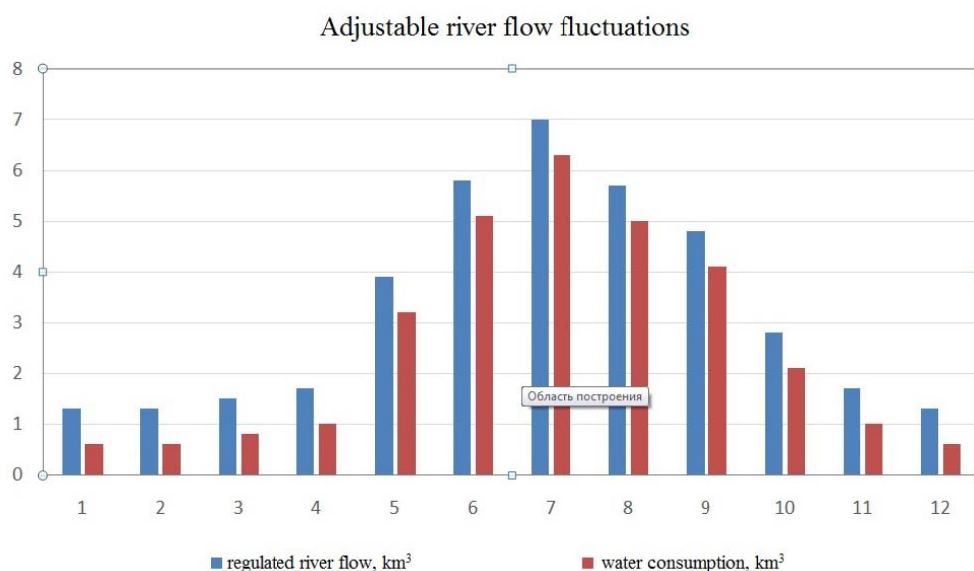


Figure 2 – Water consumption under the adjustable river flow.

However, the water cost should meet the market-based mechanisms for its forming. For example, at absence of necessity to carry out the high cost of river flow regulation, where there is no corresponding water demand (Figure 4). The water cost should be acceptable for the economic development of specific territories, and at the same time high enough to cause careful attitude to the resource as well as encourage the most efficient ways of water use.

The water pricing mechanism. Available water consumption depends primarily on the quantity of available natural resources. Fresh water from surface sources: rivers, ponds, lakes are relatively inexpensive. Lifting sources are more expensive, but the best in terms of quality (if not salty), however, has limitations in terms of water consumption. The sea and ocean water are virtually unlimited resource, but requires a very high costs for desalination process, so it is often used only for drinking water. Thus, with increasing the water costs are growing the volume of available fresh water resources. The special land-locked location of Kazakhstan without access to the unlimited water supplies, envisages close interaction with the natural environment. In this regard, increasing in the amount of available fresh water can be possible due to the river flow regulation as well as water production from underground resources.

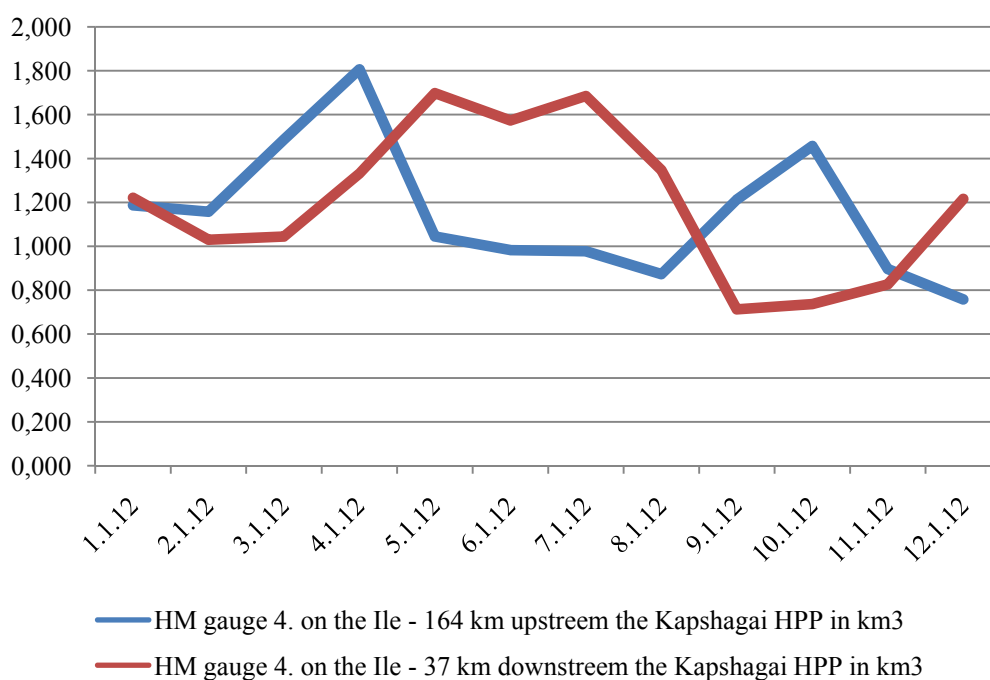


Figure 3 – Fluctuation of the river flow volume on the Ile River upstream and downstream of the Kapshagai reservoir (according to the Kazhydromet)

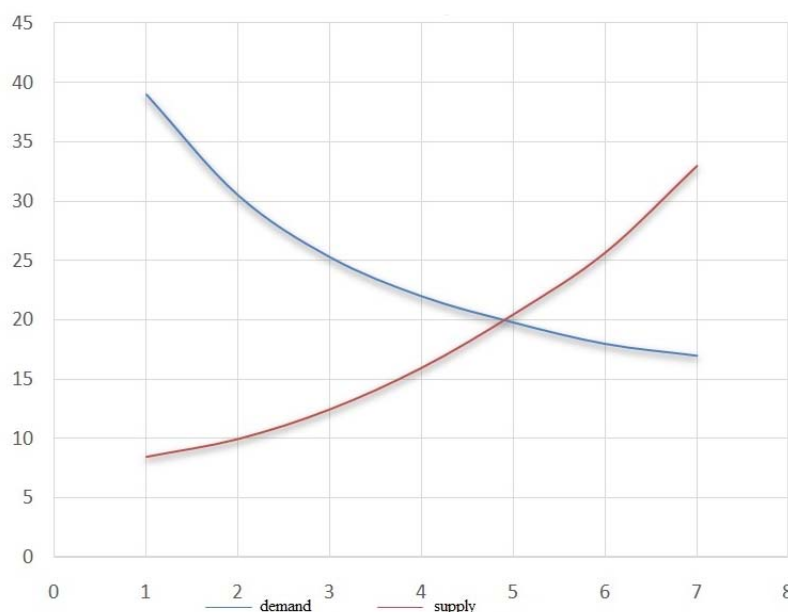


Figure 4 – Compliance of supply and demand for water resources

The curve of water demand in the long run to certain point (the maximum amount available from natural water sources) is elastic. The curve reflects amount of water available for consumption from surface sources. Relying entirely on market pricing methods, if we suppose that water is a commercial kind of goods, it becomes the product of a natural monopoly, which in a certain area will dictate the price and maximize the profit at minimum cost. Under these conditions, the value (PMK) is a result of matching the marginal cost of water extraction (MC) and the marginal water utility (MR) at the point K (Figure 5).

However, water from the surface sources cannot be in private capital ownership, vice a versa is a public good and owned by the state. Consequently, social justice is a basic water distribution principle.

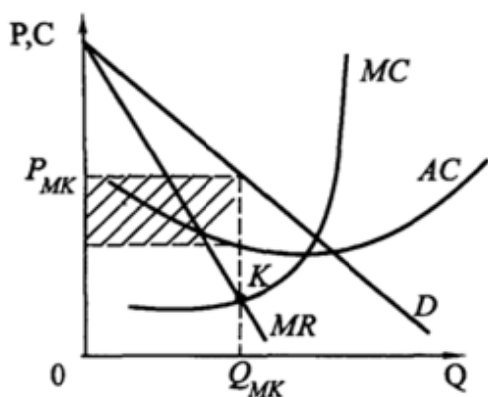


Figure 5 – Pricing in the monopoly market

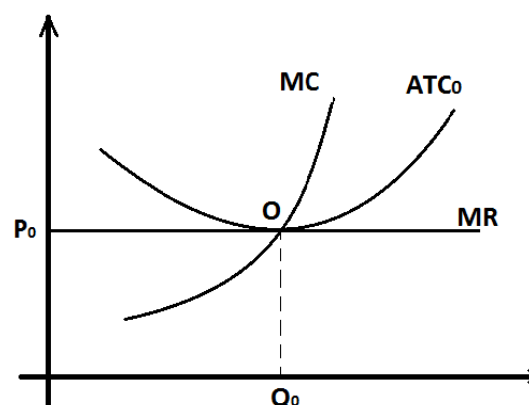


Figure 6 – Pricing in the perfect competition market

The principle of social justice in the market economy towards the water resources allocation assumes that every person has the right to it. However, as water is a public good it should be distributed to society in the most useful manner in a way that does not impair the needs of the other water users.

Market water allocation mechanism that responds to the principles of social justice can only be in perfect competition model, which is characterized by (Figure 6):

- Unlimited number of independent buyers and sellers of goods at a competitive industry (a few hundred or thousand), each seller has a limited market share;
- The absolute product uniformity, which means that the goods offered for sale have the same standard features in terms of quality, packaging and appearance;
- Absolutely free access for new enterprises to the market and the free exit from the existing companies;
- Absolute mobility, that is a freedom of movement for all production factors, the ability to get rid of extra resources or raise additional factors;
- Market transparency means that sellers and buyers are aware of the prices, quality goods, the volume of supply and demand, as they make decisions under certainty;
- Equal conditions of competition for all market participants. Restriction on setting up in competition for someone benefits due to friendship or differences in the timing of goods delivery.

Water as a commodity is a relatively homogeneous product that complies with the model's conditions. The consumers, being diverse and sufficiently numerous groups, have an opportunity to be to some extent a serious competitor in the final water distribution market. The presence of only one major supplier does not meet similar pricing models. However, the state has unique capabilities in simulating the behavior of multiple vendors to correct the market pricing: $P = MR = MC = ATC$ (price is equal to the marginal utility, marginal cost, average total costs at the point O)

Thus, in the perfect competition market, the long term water price will be equal to:

$$P = ATC = TCQ\Pi \quad (1)$$

Where P – is the water price, the ATC - the average total cost, TC - total costs for the river flow regulation (including depreciation expense), Q_p - the amount of water allocated for consumption use. These estimates will regulate the market by the volume of water consumed and its price, as well as to take into account the water demand fluctuations on the part of consumers, and natural water fluctuations, which may vary significantly every year.

Due to the limited and unevenly distributed water resources, it is clear that with increasing water demand in the market economy, will raise the price (Figure 4), but the exact behavior of consumers is difficult to be reflected in the mathematical model. Since the water in the short term is inelastic commodity, then in the case of shift at the demand curve (increasing the demand for water), the equilibrium price will be determined by similar cobweb model for supply and demand matching (Figure 7).

The given pricing model with some variations is characteristic for the real market economy in the context of competition. However, it should be taken into account that water is not an exchange commodity and not a market product. In this context, the State is only responsible for the sustainable water manage-

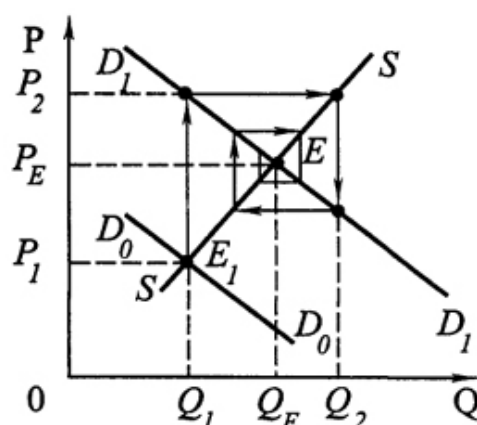


Figure 7 – The cobweb model of equilibrium in the market

ment and rational water consumption with the use of market-based pricing mechanism. Therefore, the water price should be oriented towards the largest water users in the face of agriculture and its seasonal cycle operation, and should be adjusted accordingly by the state for planning the sowing season once at the beginning of the year.

The state is also aggravated by a number of social functions for the water distribution, and cannot allow sharp fluctuations in prices for agricultural products. On the other hand, the state policy is aimed at long-term investment projects to improve the effectiveness of the river flow regulation in the long term and is not interested in a sharp jump in water prices.

$$I_1 = P_1 - TC_1, I_2 = P_2 - TC_2, \dots, I_n = P_n - TC_n, \quad (1)$$

Where $I_1 \geq I_2 \geq \dots \geq I_n$ – investments made in 1, 2, ..., n years. In the n - year will be reached a new equilibrium point, where $I_n = 0$. Then the total cost of the projects for the flow regulation, which is corresponding to one shift of the demand curve, should be equal to:

$$IP = \sum I_j (r+1)^{j-1} \quad (2)$$

Where r – is an accounting rate of the National Bank.

However, the market environment neither theoretically nor in real life do not allow to reach a point of equilibrium ($P_1 \rightarrow P_E$) in the case of demand curve's shift for a single iteration. Therefore, in our case, the water pricing model should be provided for softer vibrations, focused on the long-term financing for the construction of hydraulic structures, which weaken the sharp rise in prices in the secondary markets.

The objective environmental factors make high degree of uncertainty in the pricing model that are difficult to predict in the long term, such as the annual fluctuations in the river flow, rainfall, annual temperature regime and other factors that affect the water demand and ultimately crops productivity and efficiency.

The first constraint for price regulation of the river flow: water price within the river basin should not exceed the cost of its regulation for maximum water consumption.

$$P_{max} = \frac{TC_{max}}{Q_{max}} \quad (3)$$

The second constraint is a water availability and adequacy for consumers needs, which will be expressed in probabilistic terms, and reflected in the amount of the required investments,

$$I_j = (TC_{max} - TC_j)(1 - p_j) \quad (4)$$

Where p_j - reliability (probability) of ensuring Q_j - all of the water subjects in the j-th year.

$$p_j = \frac{TC_j + I_j}{Q_j} \quad (5)$$

Where P_j - the water price for the source in the j - year set at the beginning of the year, TS_j - the total cost of the river flow regulation in the j-th year, $I_j (1 - p_j)$ - the total amount of investment for the development, p_j - probability of ensuring all water consumers in the j-the year.

For example, if it is possible to provide the volume Q_j at the expense of existing infrastructure to regulate the river flow, for example in the high water, the $p_j = 1$, respectively, while investment $I_j(1-p_j) = 0$, the price remains at the same level or will even be reduced.

If the actual volume of water consumption (Q_j) Q_j is different from the potential demand at the beginning of the year, then

$$Q_{j+1} = QR_j + \Delta Q_j. \quad (6)$$

Where Q_{j+1} - the potential water demand for the next year, ΔQ_j - the water shortage in the j - year.

The described pricing mechanism will improve the water use efficiency, without significant administration costs. Moreover, the pricing mechanism will promote satisfying the water management objects as well as the most effectively to meet the individual, population and enterprises needs.

The water pricing under the state regulation. Despite the general basis for the water pricing, there are certain restrictions in the pricing model that should be corrected by the state. Thus, the basic water cost, in spite of its uniformity, varies depending on qualitative composition, contamination, temperature and other parameters of water resources. In addition, the main water users are: the communal services, hydropower, industrial complex, agriculture, recreation and national parks, natural environment as well. Differentiation of water use subjects brings to the fore the social obligations of the state for guaranteed ensuring the drinking water supply. Communal networks for the water supply regulations should be provided with a reliability of the 99% (0.99). The second priority of the state implies ensuring a certain level of social welfare, i.e. a certain level of employment. Reliable supply for large industrial facilities with a large number of the working population - a power plant, large mining and processing industries should be carried out to maintain the economic activity of the urban population.

In this regard, the required level of reliability for water supply should be at least 95% (0.95) for successful functioning of such facilities. Agriculture, fisheries, water transport, and the environment are in remainder. Based on the principles of social justice, the priority in water use should be directly reflected in the price for water resources. As a result, depending on the consumer's priority level, the correction factor is introduced in the base assessed value for water resources:

$$K1 = \frac{P_w}{p_j}. \quad (7)$$

Where p_w - is the level of reliability, i.e. value of the State's obligations under a guaranteed water supply, p_j - is a probability of satisfying the potential water demand in the j -th year.

The ecological status of surface water resources is one of the most important criteria that require state regulation. Namely, the irrational water use is a major source of water pollution. The level of water pollution should be reflected in the final cost for water resources. The water pollution index (WPI) is the most convenient factor to water pollution calculation, which is already an integral indicator characterizing the quality and status of water resources:

- extremely clean (<0.25)
- clean (0.25 .. 0.75)
- moderately polluted (0.75 .. 1.25)
- polluted (1.25 .. 1.75)
- dirty (1.75 .. 3.00)
- very dirty (3.0 .. 5.0)
- extremely dirty (> 5.0).

Accordingly, water use with the best quality indicators should be more expensive than water with the worst. Thus, the water cost for the consumers can be adjusted due to quality of the intake water.

$$K2 = \frac{1}{\sqrt{ИЗВ}}. \quad (8)$$

Dependence is an inversely proportional, as the less water polluted, so the higher price is, and thus the water of good quality does not require additional costs for water treatment procedures. Despite the high cost for clean water, the cost of its acquisition justified at the expense of significant reduction in its additional cleaning costs.

Moreover, it should be taken into account that the return runoffs play an important role in maintenance of the water quality in terms of affecting the downstream countries. Guided by the experience of

foreign countries, we must increase the water use efficiency and to minimize the amount of return water fed back into the surface water sources and to take it into account in the calculation of water tariffs.

Thus, the water cost for consumers needs is established depending on the amount of intake and return water:

$$WC = K_1 K_2 P_j Q_t + P_j Q_r . \quad (9)$$

Where, Q_t , Q_r - the volume of the return and intake water respectively; P_j - the base water price; WC - the total water cost, which is determined for each water subject.

The differentiation of tariffs on water users and qualitative composition of water have adjusted our pricing model with perfect competition model to a model of monopolistic competition, as de jure and de facto state in the face of market entity, in essence, is a socially-oriented monopoly.

The basin approach to the water assessment is a second constraint of the model, i.e. water cost will vary depending on the basin. Accordingly, the water assessment model requires the basin water management principle. In Kazakhstan, as in most countries of the world, the water management is carried out within the basin feature that speaks in favor of the proposed model.

The third constraint of the model assumes that the total cost for maintenance of the hydraulic structures and the total investment in the basic model must be distributed equally on all of the water subjects, regardless of their territorial localization: in the upper or the lower reaches of the river or its tributaries. The principle of social justice in this case provides: the upstream water users reduce the amount of water available to the downstream users, respectively; they have to pay the same water cost, despite the fact that upstream users have considerably less hydraulic structures requiring maintenance than downstream.

The fourth constraint in the model is market volatility of the water price, which is changed at least once a year. However, with regard to the economic actors, especially in the field of agriculture is inconvenient for business planning longer than a year. This moment could easily be overcome by public investments in updating, upgrading and construction of new hydraulic structures. As a result, the annual payments on investment from this sum may serve as buffer to maintain the water price stability for a decade. However, it is become possible to assess and forecast the water demand, volume of water supply as well the volume of required investments due to well-coordinated work of economists, water engineers and hydro- geologists.

Furthermore, the model can include environment as a subject of water use and to facilitate a search for compromise in implementation of the human economic activity and nature as well. Firstly, since the assessment of water resources is carried out at natural source, the natural environment becomes a full-fledged subject of natural management in the river flow regulation. This fact gives an opportunity to operate with a concept of "sanitary" flow - flow for maintaining the ecological status of natural landscapes, which can be used for household needs at a pinch. The "sanitary" flow can be calculated on the basis of environmental damage to the natural environment from the lack of water resources:

$$ED = P_j O_{sf} \rightarrow O_{sf} = ED/P_j . \quad (10)$$

Where ED - amount of environmental damage to the natural environment from the lack of water, P_j - the base water cost in the j -th year, O_{sf} - "sanitary" flow.

Consequently, the water pricing model is based primarily on the market mechanism with the state regulatory components, aimed at addressing the socio-economic problems. Such a model of the market water pricing does not require significant investments in its implementation and will directly contribute to the improvement of water use efficiency, water saving and improving the surface water quality.

REFERENCES

[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. А. Медеу

Э.ғ.д., геоакпараттық жүйелер лабораториясы жетекшісі
(География институты, Алматы, Қазақстан)

**АҚЫЛЫ СУ ПАЙДАЛАНУ КОНТЕКСТІНДЕ СУ РЕСУРСТАРЫН
ЭКОНОМИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ**

Су ресурстарының құндылығы оның тапшылығы жағдайында су пайдаланушы субъектілер арасындағы компромисспен айқындалады. Ақылы су пайдаланудың нарықтық механизмы неғұрлым рационалды және тиімді су тұтынушыларын анықтайды. Су ресурстарын тұтыну және сұранысты мақұлдау үлгісінде мемлекетке әлеуметтік міндеттемелерді және қоршаған ортаны қорғау бойынша белсенді рөл бөлінеді.

А. А. Медеу

Д.э.н., руководитель лаборатории геоинформационных систем
(Институт географии, Алматы, Казахстан)

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
В КОНТЕКСТЕ ПЛАТНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Ценность водных ресурсов определяется на основе компромисса между субъектами водопользования в условиях ее дефицита. Рыночный механизм платного водопользования определит 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.

МАЗМҰНЫ

ОРТАЛЫҚ АЗИЯНЫҢ СУ РЕСУРСТАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ БҰҰ жариялаған «Су – өмір үшін» онжылдығының қорытындысына арналған Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы.....	3
<i>Нысанбаев Е.Н., Медеу А.Р., Турсунова А.А.</i> Орталық Азияның су мәселелері.....	11
<i>Есполов Т.И.</i> Инновациялық бағыттар Қазақстан Республикасы жайылым алқаптарын суландыруды және сумен қамтамасыз етуді дамыту.....	17
<i>Алимқұлов С.К., Турсунова А.А., Сапарова А.А., Загидуллина А.Р.</i> Қазақстанның оңтүстік аудандарындағы өзен ағынының су ресурстары: байырғы жағдайы, тарату заңдылықтары.....	26
<i>Достай Ж.Д., Алимқұлов С.К., Сапарова А.А., Мырзахметов А.Б., Баспақова Г.Р.</i> Қазақстандық бөліктегі Сырдария өзені бассейнінің жаңғыртылған су ресурстарын бағалау.....	36
<i>Амиргалиев Н.А., Исмуханова Л.Т.</i> Иле өзені Қапшағай су қоймасының түпкі шөгінділерінде ауыр металдардың жинақталуы.....	45
<i>Гаглоева А.Е.</i> Орталық Азия ресурстарына климат өзгерістерінің әсері.....	51
<i>Ахмедов А.С.</i> Тәжікстанның жер асты сулары. Пайдалану мүмкіншіліктері.....	57
<i>Мавлонов А.А., Абдуллаев Б.Д.</i> Өзбекстанның су ресурстары және оларды пайдалану: қазіргі жағдайы мен мүмкіншіліктері.....	63
<i>Молдобеков Б., Мандычев А., Усубалиев Р., Шабунин А., Осмонов А., Азисов Э., Калашиникова О., Подрезова Ю., Шайдылдаева Н.</i> Климаттың өзгеруі жағдайында Қырғызстанның су ресурстары.....	68
<i>Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Насрулин А.Б., Шодиев С.Р.</i> Өзбекстанның кейбір трансшекаралық өзендерінің су сапасы: бақылау, мониторингілеу, қазіргі жағдайы.....	78
<i>Кепбанов Е.А., Корнеев Н.Р.</i> Түркменистан су ресурстарын басқарудағы ұйымдық-құқықтық сұрақтар.....	85
<i>Пулатов Я.Э., Курбанов А., Назиров З.А., Бобоев А.К.</i> Су ресурстарын ғылыми басқарудың негіздері және Орталық Азияда су ынтымақтастықтарын дамыту.....	91
<i>Медеу А.А.</i> Ақылы су пайдалану контекстінде су ресурстарын экономикалық бағалау.....	98

Редакторы *Т. Н. Кривобокова*
Компьютерлік беттеген *Д. Н. Калкабекова*

Басуға 20.09.2016 қол қойылды.
Пішіні 60x88¹/₈. Офсеттік басылым.
Баспа – ризограф. 7,0 п.л. Таралымы 300 дана.

«Нурай Принт Сервис» ЖШС баспаханасында басылып шықты
050026, Алматы қ., Муратбаев көшесі 75, оф.3. Тел.: +7(727)234-17-02

СОДЕРЖАНИЕ

Международная научно-практическая конференция «ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ», посвященная подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни»..... 3

Нысанбаев Е.Н., Медеу А.Р., Турсунова А.А. Водные проблемы Центральной Азии..... 11

Есполов Т.И. Инновационные направления развития обводнения и водоснабжения пастбищных территорий Республики Казахстан..... 17

Алимкулов С.К., Турсунова А.А., Сапарова А.А., Загидуллина А.Р. Водные ресурсы речного стока южных регионов Казахстана: ретроспективное состояние, закономерности распределения..... 26

Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Сапарова А.А., Мырзахметов А.Б., Баспакова Г.Р. Оценка возобновляемых водных ресурсов казахстанской части бассейна реки Сырдария..... 36

Амиргалиев Н.А., Исмуханова Л.Т. Накопление тяжелых металлов в донных отложениях Капшагайского водохранилища на реке Иле..... 45

Гаглоева А.Е. Влияние изменения климата на водные ресурсы Центральной Азии..... 51

Ахмедов А.С. Подземные воды Таджикистана. Перспективы использования..... 57

Мавлонов А.А., Абдуллаев Б.Д. Водные ресурсы Узбекистана и их использование: современное состояние и перспективы..... 63

Молдобеков Б., Мандычев А., Усубалиев Р., Шабунин А., Осмонов А., Азисов Э., Калашишникова О., Подрезова Ю., Шайдылдаева Н. Водные ресурсы Кыргызстана в условиях изменения климата..... 68

Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Насрулин А.Б., Шодиев С.Р. Качество воды некоторых трансграничных рек Узбекистана: контроль, мониторинг, современное состояние..... 78

Кепбанов Е.А., Корнеев Н.Р. Организационно-правовые вопросы управления водными ресурсами в Туркменистане..... 85

Пулатов Я.Э., Курбанов А., Назиров З.А., Бобоев А.К. Научные основы управления водными ресурсами и развитие водного сотрудничества в Центральной Азии..... 91

Медеу А.А. Экономическая оценка водных ресурсов в контексте платного водопользования..... 98

Редактор *Т. Н. Кривобокова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 20.09.2016.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная.
Печать – ризограф. 7,0 п.л. Тираж 300.

Отпечатано в типографии ТОО «Нурай Принт Сервис»
050026, г. Алматы, ул. Муратбаева, 75, оф. 3. Тел.: +7(727)234-17-02

CONTENTS

International Scientific-Practical Conference WATER RESOURCES OF CENTRAL ASIA AND THEIR USE devoted to the summing-up of the "Water for Life"decade declared by the United Nations.....3	
<i>Nysanbayev Ye.N., Medeu A.R., Tursunova A.A.</i> Water resources of Central Asia: calls and threats, the problem of use.....	11
<i>Yespolov T.I.</i> Innovative directions of development of irrigation and water supply of pasturable territories of the Republic of Kazakhstan.....	17
<i>Alimkulov S.K., Tursunova A.A., Saparova A.A., Zagidullina A.R.</i> Water resources of the rivers runoff of southern regions of Kazakhstan: retrospective condition, law of distribution.....	26
<i>Dostai Zh.D., Alimkulov S.K., Saparova A.A., Myrzakhmetov A.B., Baspakova G.R.</i> Assessment of renewable water resources of Kazakhstan part of Syrdaria river basin.....	36
<i>Amirgaliyev N.A., Ismuhanova L.T.</i> Accumulation of heavy metals in bottom sediments of Kapshagai water reservoir on Ile river.....	45
<i>Gagloyeva A.Ye.</i> Impact of climate change to water resources of Central Asia.....	51
<i>Akhmedov A.S.</i> Groundwater of Tajikistan. Perspectives of use.....	57
<i>Mavlonov A.A., Abdullayev B.D.</i> Water resources of Uzbekistan and their use: modern condition and perspectives.....	63
<i>Moldobekov B., Mandychhev A., Usubaliyev R., Shabunin A., Osmonov A., Azisov E., Kalashnikova O., Podrezova Yu., Shaidyldayeva N.</i> Water resources of Kyrgyzstan in conditions of climate change.....	68
<i>Chembarisov E.I., Lesnik T.Yu., Nasrulin A.B., Shodiyev S.R.</i> Quality of water of some transboundary rivers of Uzbekistan: control monitoring, modern condition.....	78
<i>Kepbanov Ye.A., Korpeyev N.P.</i> Organizational-rights questions of water resources management in Turkmenistan.....	85
<i>Pulatov Ya.E., Kurbanov A., Nazirov Z.A., Boboyev A.K.</i> Scientific bases of water resources management and development of water collaboration in Central Asia.....	91
<i>Medeu A.A.</i> The mechanism of paid water use in the conditions of market model of activity.....	98

Editor T. N. Krivobokova

Makeup on the computer of *D. N. Kalkabekova*

Passed for printing on 20.09.2016.

Format 60x88¹/₈. Offset paper.

Printing – risograph. 7,0 pp. Number of printed copies 300.

*Printed in the publishing house of the LLP «Nurai Print Service»
050026, Almaty, Muratbaev str., 75, off. 3 Tel.: +7(727)234-17-02*

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

В журнале публикуются статьи, посвященные проблемным вопросам географической науки и геоэкологии, а также научные сообщения теоретического, методического, экспериментального и прикладного характера, тематические обзоры, критические статьи и рецензии, в том числе в виде писем в редакцию, библиографические сводки, хроника научной жизни. Тексты статей и других материалов могут предоставляться на казахском, русском или английском языках. Редакция принимает материалы в электронном виде, набранные в текстовом редакторе Microsoft Word, в сопровождении идентичной бумажной версии. Поля: верхнее и нижнее – 2,4 см, правое и левое – 2,2 см. Текст (шрифт «Times New Roman») дается в одну колонку через межстрочный интервал 1,0 и для него устанавливается автоматический перенос. Страницы нумеруются. Материал статьи – текст, включая аннотации на казахском, русском и английском языках, рисунки, таблицы, список литературы, оформляются одним файлом. Объем статьи со всеми структурными элементами не должен превышать 50 000 знаков с пробелами (до 12 стр.), других материалов – 20 000 знаков с пробелами (до 4 стр.).

Рукописи статей оформляются следующим образом: УДК (выравнивание текста «левый край», кегль 10); через один интервал – название статьи без переноса (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «все прописные», кегль 14); через один интервал инициалы и фамилии всех авторов через запятую (выравнивание текста «по центру», начертание «полужирный», регистр «начинать с прописных», кегль 11; если авторов несколько, после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); через один интервал – ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает (выравнивание текста «по центру», кегль 10; если авторов несколько, сведения даются о каждом из них отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); через один интервал 5–7 ключевых слов (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»), сортированных по алфавиту, на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10); через один интервал – аннотация из 5–10 предложений, объемом до 1200 знаков с пробелами (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (русс. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)») на том языке, на котором написан основной текст рукописи (абзац «0,75 см», выравнивание текста «по ширине», регистр «все строчные», кегль 10).

Основной текст разбивается на структурные элементы: введение, постановка проблемы, методика исследований, источники данных, результаты исследований, обсуждение результатов, заключение (выводы), **источник финансирования исследований (при необходимости), список литературы.** Перед списком литературы может помещаться благодарность лицам и организациям, оказавшим помощь. Не общепринятые аббревиатуры должны расшифровываться в тексте при первом упоминании. Параметры текста: абзац «0,75 см», выравнивание «по ширине», регистр «как в предложениях», кегль 11.

Под заголовком «ЛИТЕРАТУРА» приводится список источников, на которые есть ссылки в тексте. Литература приводится в алфавитном порядке: сначала на русском языке, затем на казахском и иностранная (абзац «0,75 см», выравнивание «по ширине», регистр «как в предложениях», кегль 9). В тексте ссылки на номера списка даются в квадратных скобках. Запись каждой библиографической ссылки в списке начинается с ее порядкового номера в тексте: «[1] Петрова С.Н. Научно-исследовательская деятельность ...»). Список литературы оформляется по ГОСТ 7.1–2003 и тщательно выверяется автором. Через один интервал под заголовком «REFERENCES» дается перевод списка литературы на английский язык, если статья на русском или казахском языках, или под заголовком «ЛИТЕРАТУРА» – на русский язык, если статья на английском языке.

Далее следуют резюме. Для статьи, предоставленной на *казахском языке*, требуются русский и английский переводы; на *русском языке* – требуются казахский и английский переводы; на *английском языке* – требуются казахский и русский переводы. Для авторов из зарубежья резюме на казахский язык переводится в редакции в соответствии с предоставленными на русском и английском языках. Структура двуязычных резюме: название статьи; инициалы и фамилии всех авторов через запятую (после фамилии каждого указывается надстрочным индексом порядковый номер арабской цифрой); ученое звание и степень автора, должность, в скобках – полное название организации, в которой он работает (если авторов несколько, сведения даются отдельной строкой через одинарный интервал, а начинается каждая строка с надстрочного индекса порядкового номера после фамилии автора); ключевые слова, приведенные в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Түйін сөздер: ...», «Keywords: ...», «Ключевые слова: ...»); аннотация, приведенная в начале статьи (начинать абзац следующим образом: «Аннотация. ... (каз. яз.)», «Аннотация. ... (русс. яз.)», «Abstract. ... (англ. яз.)»).

Таблицы набираются в формате Microsoft Word (не Microsoft Excel), кегль 9. В статье даются ссылки на все таблицы следующим образом: в тексте – «... в соответствии с таблицей 1 ...»; в конце предложения – «... (таблица 1)». Располагать их следует сразу после упоминания в тексте или на следующей странице. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Например, «Таблица 1 – Средний многолетний расход р. Жайык, м³/с». Размещать его следует над таблицей, без абзацного отступа (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Не допускается перенос части таблицы на следующую страницу. Большие таблицы допускается размещать на всю страницу с ориентацией «альбомная». Таблицы и графы в них должны иметь заголовки, сокращения слов не допускаются. Повторяющийся в разных строках графы таблицы текст из одного слова после первого написания допустимо заменять кавычками. Если он состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «то же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Рисунки должны быть преимущественно черно-белые, а их общее количество не превышать 5. Они должны быть вычерчены электронным образом и не перегружены лишней информацией. В статье на все рисунки должны быть даны ссылки следующим образом: в тексте – «... в соответствии с рисунком 1 ...»; в конце предложения – «... (рисунок 1)». Рисунки располагают непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Все надписи на рисунках должны хорошо читаться; по возможности их следует заменять буквами или цифрами, а необходимые пояснения давать в тексте или в подрисуночных подписях. В подрисуночной подписи необходимо четко отделить (новая строка) собственно название рисунка от объяснений к нему (экспликация). Подрисуночные подписи должны соответствовать тексту (но не повторять его) и изображениям. Например, «Рисунок 1 – Карта плотности населения в бассейне р. Жайык, чел. на 1 км²» (выравнивание текста «по центру», кегль 9). Фотографии должны быть четкими, без дефектов. Все рисунки также предоставляют отдельными файлами: для растровых изображений – в формате JPEG/TIFF/PSD, для векторных – в совместимом с Corel Draw или Adobe Illustrator. Разрешение растровых изображений в оттенках серого и RGB цветах должно быть 300 dpi, чёрно-белых – 600 dpi. Рекомендуемые размеры: ширина 85, 120–170 мм, высота – не более 230 мм. При необходимости файлы могут быть заархивированы, предпочтительно в форматах ZIP или ARJ.

Математические обозначения и формулы нужно набирать в Microsoft equation и размещать в тексте отдельных строках, нумеруя только те, на которые есть ссылки в тексте. Русские и греческие буквы в формулах и статьях, а также математические символы и химические элементы набираются прямым шрифтом, латинские буквы – курсивом.

К статье следует приложить: 1) сопроводительное письмо; 2) рецензию на 1 стр.; 3) экспертное заключение об отсутствии секретных сведений в публикации, выданное организацией, в которой выполнена работа (в особых случаях возможно составление в редакции после внутреннего рецензирования); для нерезидентов Республики Казахстан экспертное заключение не требуется; 4) краткое заключение лаборатории (кафедры, отдела и др.), где выполнена представленная к публикации работа; 5) сведения о каждом авторе: ФИО (полностью), ученые степень и звание, должность и место работы, контактные E-mail, телефоны, факс.

Сданные в редакцию материалы авторам не возвращаются. Не соответствующие требованиям статьи не рассматриваются. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

Все материалы проходят внутреннее и внешнее рецензирование. Редакция просит авторов отмечать все изменения, внесенные в статью после исправления или доработки текста по замечаниям рецензента (например, цветом). При работе над рукописью редакция вправе ее сократить. В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. За достоверность приведенных в статье научных фактов полную ответственность несет автор (авторы в равной мере, если их несколько).

Адрес редакции журнала «Вопросы географии и геоэкологии»:

Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Пушкина / Кабанбай батыра, 67/99,

ТОО «Институт географии».

Тел.: +7(727)2918129 (приемная); факс: +7(727)2918102

E-mail: ingeo@mail.kz и geography.geoecology@gmail.com

Сайт: <http://www.ingeo.kz>