

ISSN 1998 - 7838

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

# **ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ГЕОЭКОЛОГИЯ МӘСЕЛелЕРІ**

---

## **Вопросы ГЕОГРАФИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ**

**4**

**ОКТАБРЬ–ДЕКАБРЬ 2012 г.**

ОСНОВАН В ОКТАБРЕ 2007 ГОДА

ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ  
2012

Главный редактор  
академик НАН РК, доктор географических наук  
**И. В. Северский**

Выпускающие редакторы:  
доктор географических наук **И. М. Мальковский**,  
доктор географических наук **Л. С. Толеубаева**

Редакционная коллегия:

**С. А. Абдрахманов**, доктор географических наук **Э. К. Ализаде** (Азербайджан), доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**, доктор географических наук **Н. А. Амиргалиев**, доктор географических наук **В. П. Благовещенский**, 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 географических наук **А. Р. Медеу**, доктор географических наук **У. И. Муртазаев** (Таджикская Республика), кандидат геолого-минералогических наук **Э. И. Нурмамбетов**, доктор географических наук **Р. В. Плохих**, доктор географических наук **И. Б. Скоринцева**, кандидат географических наук **Т. Г. Токмагамбетов**, доктор технических наук **А. А. Турсунов**, кандидат географических наук **Р. Ю. Токмагамбетова**, доктор географических наук **А. А. Эргешов** (Кыргызская Республика)

Ответственный секретарь  
кандидат географических наук **В. С. Крылова**

Собственник: **ТОО «Институт географии»**  
Подписной индекс для юридических лиц: **24155**

Адрес редакции:  
*050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99*  
Тел. 291-81-29, факс: 291-81-02, e-mail: [ingeo@mail.kz](mailto:ingeo@mail.kz)

---

© ТОО «Институт географии», 2012

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

## От выпускающих редакторов

Настоящий выпуск журнала посвящен итогам проведенного Институтом географии круглого стола «Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление», состоявшегося 28 сентября 2012 г. в Доме дружбы (г. Алматы). На круглом столе были обсуждены результаты выполнения междисциплинарной научно-технической программы «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений» (2009–2011 гг.), головным исполнителем которой был Институт географии с привлечением широкого круга специалистов водного профиля. Одновременно имела место презентация 30-томной монографии «Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление», обобщающей результаты выполнения программы по всем тематическим заданиям.

В работе круглого стола приняли участие представители государственных органов управления и заинтересованных организаций, а также ведущие ученые и специалисты в области водных проблем (всего 154 человека).

В разделе журнала «Доклады» представлены основные результаты выполнения программы, имеющие научное и практическое значение.

В области оценки и прогноза водных ресурсов Казахстана определены норма годового стока и расчетный минимальный сток, формирующийся в Казахстане и поступающий с территорий сопредельных государств. Установлена величина ущерба поверхностному стоку при эксплуатации разведанных месторождений подземных вод.

В области прогноза развития водоемких производств рекомендован комплекс мероприятий по снижению антропогенной нагрузки на водные ресурсы, внедрению водосберегающих технологий в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве, обеспечивающий стабилизацию хозяйственного водопотребления к 2020 году и снижение на 10% к 2030 году.

В области совершенствования межгосударственных водных отношений предложены лимиты

вододеления в трансграничных бассейнах, учитывающие географическое положение, социально-экономические и экологические особенности Казахстана.

В области территориального перераспределения водных ресурсов предложены принципиальные направления межбассейновых и трансграничных трасс перебросок речного стока в вододефицитные регионы Казахстана.

Рассмотрены три варианта развития водопользования на уровни 2010, 2020 и 2030 гг. в разрезе 8 бассейновых ПХС и на их основе разработаны три сценария водообеспечения Республики Казахстан (инерционный, водосберегающий, инновационный) с оценкой по предложенным критериям водной безопасности (водообеспеченности, нарушенности речного стока, гидрологического риска).

В разделах журнала «Выступления» и «Мнения специалистов» подчеркнуто, что:

— впервые в истории суверенного Казахстана выполнена междисциплинарная научно-техническая программа, нацеленная на решение всего комплекса актуальных водных проблем республики, в том числе оценку и прогноз водных ресурсов, разработку перспектив водосбережения в водоемких отраслях производства, обоснование стратегии устойчивого водообеспечения республики на средне- и долгосрочную перспективу;

— практические результаты программы рекомендованы к широкому использованию государственными и частными организациями республики, занимающимися вопросами планирования, проектирования и управления водными ресурсами Казахстана.

В разделе «Решения круглого стола» даны оценка научной и практической новизны результатов исследований, перспективы их использования, конкретные рекомендации к решению задач обеспечения водной безопасности Республики Казахстан на ближайшую и отдаленную перспективы.

В заключительных разделах журнала представлены аннотация 30-томной монографии «Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление»

и структура научно-технической программы «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений».

Следует подчеркнуть, что практические результаты выполнения программы являются особенно актуальными и своевременными в свете задач, сформулированных в Послании Президен-

та Республики Казахстан Н. А. Назарбаева народу Казахстана (14 декабря 2012 г.). Отмечая в числе глобальных вызовов XXI века ожидаемый острый дефицит пресной воды в мире, Глава государства в рамках реализации нового стратегического курса «Казахстан-2050» поручил Правительству РК разработать долгосрочную государственную программу водообеспечения страны до 2050 года.



*Медеу А.Р.,  
д.г.н., профессор*

## **ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КАЗАХСТАНА: ОЦЕНКА, ПРОГНОЗ, УПРАВЛЕНИЕ (вступительное слово)**

***А. Р. МЕДЕУ***

Научный руководитель программы

Проблема устойчивого водообеспечения Казахстана приобретает в последние десятилетия острый социально-экономический, экологический и политический характер, что обусловлено, с одной стороны, возрастанием роли антропогенных факторов, связанных с водопотреблением на нужды населения, промышленности и сельского хозяйства, а с другой – факторами, вызванными изменениями климата и водохозяйственной деятельностью в сопредельных странах.

С учетом обострения водных проблем в мире и Центрально-Азиатском регионе, а также особой значимости водных ресурсов для страны Институт географии инициировал разработку специализированной научно-технической программы «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений», поддержанную Секретариатом Совета безопасности Республики Казахстан.

6 января 2009 года при проведении выставки научно-технологических достижений в г. Алматы Глава государства лично поддержал проект программы, представленный директором Института географии А. Р. Медеу в десятиминутном выступлении.

Программа рассмотрена и рекомендована к финансированию решением Высшей научно-тех-

нической комиссии при Правительстве Республики Казахстан (протокол от 10.07.2008 г.).

В соответствии с техническим заданием и календарным планом работ в 2009–2011 гг. выполнен полный комплекс исследований по программе в разрезе 29 заданий, объединенных по целям, срокам и ожидаемым результатам. В программе участвовали специалисты ведущих организаций водного профиля республики (Институт географии, КазНИИВХ, КазНУ им. аль-Фараби, КазНПУ им. Абая, КазНАУ, ТарГУ им. Дулати, Казгидромет, Казгипроводхоз и др.).

Впервые в истории суверенного Казахстана результаты выполнения программы рассмотрены и одобрены на заседании Совета безопасности Республики Казахстан с участием Главы государства.

Сегодня общественности представлена 30-томная монография «Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление», обобщающая результаты междисциплинарных исследований в рамках программы. Главная цель монографии – оценить гидрологические угрозы в Казахстане (климатические, антропогенные) и обосновать пути их нейтрализации средствами водосбережения и территориального перераспределения водных ресурсов как основы Национальной стратегии обеспечения водной безопасности Республики Казахстан.

В монографии показано, что республике присущ полный спектр гидрологических угроз, связанных с истощением и загрязнением водных ресурсов. Следствиями реализации гидрологических угроз могут стать обострение межгосударственных противоречий, развитие новых очагов экологической нестабильности, срыв программ социально-экономического развития. Обоснованы реальные пути нейтрализации гидрологических угроз – устранение дефицита водных ресурсов в Казахстане.

Несколько томов монографии посвящены оценке и прогнозу водных ресурсов с учетом изменения климата и хозяйственной деятельности. Показано, что на территории Казахстана ожидается дальнейшее повышение температуры приземного воздуха и изменение среднесуточного количества осадков. С учетом выявленных климатических тенденций оценены норма годового стока (среднесуточное значение) и расчетный минимальный сток (с обеспеченностью 95%), формирующийся в Казахстане и поступающий с территорий сопредельных государств. Оценка дана в двух вариантах: для наблюдаемых (бытовых) величин и для естественного (климатического) стока, не нарушенного хозяйственной деятельностью. Установлена величина ущерба поверхностному стоку при эксплуатации разведанных месторождений подземных вод.

Большое место в монографии занимают оценка и прогноз водопотребления в отраслях экономики с учетом водосбережения. Показано, что в Казахстане планируется восстановить на водосберегающем режиме до 2 млн га орошаемых земель с увеличением более чем в 2 раза современной продуктивности воды. Для этого должны быть реализованы комплексные многокомпонентные проекты полной реконструкции гидромелиоративной инфраструктуры (первое направление) и внедрены прогрессивные водосберегающие технологии полива (второе направление). Ожидаемый на перспективу интенсивный рост промышленного производства в Казахстане должен быть в максимальной степени обеспечен развитием систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Показаны перспективы освоения гидроэнергетических ресурсов в увязке с решением водохозяйственных проблем на основе строительства крупных и малых ГЭС. Обоснованы возможности развития товарного рыбоводства: прудового, озерно-товарного и индустриального типа.

В монографии даны предложения по совершенствованию межгосударственных водных от-

ношений Казахстана с сопредельными странами в трансграничных бассейнах (Китаем, Россией, центральноазиатскими государствами). Установлен экологический спрос природно-хозяйственных систем на воду как ограничение производственного использования водных ресурсов. Рассмотрены объективные предпосылки территориального перераспределения водных ресурсов в Казахстане. Показано, что потенциальным бассейном-донором для вододефицитных районов является бассейн р. Ертис, где формируется до половины возобновляемых водных ресурсов республики. Предложена трасса Трансказахстанского канала как основы формирования единой системы водообеспечения Республики Казахстан. Обоснована целесообразность взаимовыгодного использования стока российских рек по Верхне-Катунскому направлению. Разработаны сценарии водообеспечения природно-хозяйственных систем по трем вариантам развития водопользования (инерционный, водосберегающий, инновационный) на 2010, 2020, 2030 гг., оцененные по предложенным критериям водной безопасности, характеризующим фундаментальные свойства взаимоотношений «общество – водная среда».

Установлено, что широкое применение современных водосберегающих технологий в отраслях экономики, совершенствование межгосударственных водных отношений, межбассейновые и трансграничные переброски речного стока могут стать реальной основой обеспечения водной безопасности Республики Казахстан.

Институт географии выражает благодарность основным исполнителям тематических заданий программы, результаты исследований которых были использованы в этой монографии: Абдибекову У. С., Акияновой Ф. Ж., Алиеву А. И., Амиргалиеву Н. А., Балгабаеву Н. Н., Бекбаеву Р. К., Гальперину Р. И., Давлетгалиеву С. К., Джумабекову А. А., Достай Ж. Д., Есполову Т. И., Зәуірбек Ә. К., Ибатуллину С. Р., Калашникову А. А., Кеншимову А. К., Макаренко Н. Г., Малый Л. А., Мальковскому И. М., Медеу А. Р., Мирсайтову Р. Г., Оразову Е. Т., Петракову И. А., Сальникову В. Г., Сатенбаеву Е. Н., Северскому И. В., Смоляру В. А., Соколову С. Е., Тастанову К. Х., Толеубаевой Л. С., Тумлерту В. А., Шиварёвой С. П., Цхай А. А.

Особую признательность институт выражает Бектурганову Н. С., Баядилову Е. Н., Онгарбаеву Е. А. за огромную помощь в выполнении научно-технической программы.



*Мальковский И. М.,  
д.г.н., профессор*

## ВОДНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

*А. Р. МЕДЕУ<sup>1</sup>, И. М. МАЛЬКОВСКИЙ<sup>2</sup>, Л. С. ТОЛЕУБАЕВА<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Научный руководитель программы

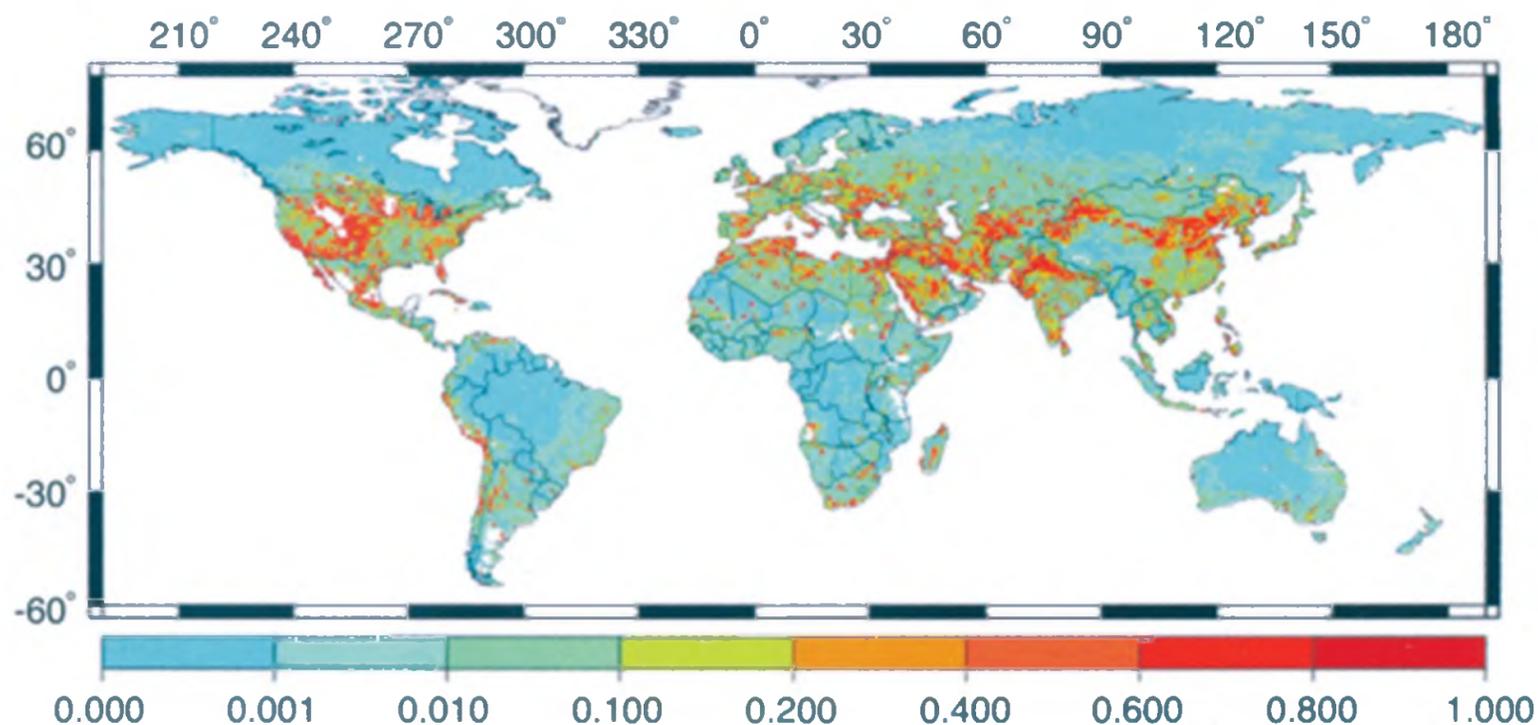
<sup>2</sup>Заместитель научного руководителя программы

<sup>3</sup>Ученый секретарь программы

Обеспеченность пресной водой является одним из ключевых вопросов, стоящих перед человечеством в XXI веке. Сегодня в мире от дефицита воды, по данным ООН, страдает 2 млрд человек. К 2015 году постоянную нехватку воды будет испытывать половина населения мира, а еще через 10 лет – уже две трети населения планеты. Вода стремительно становится одним из самых дефицитных природных ресурсов. Она преврати-

лась в товар, сформировался международный рынок. Наступившее столетие можно смело назвать «веком водных проблем» (рис. 1).

В условиях обострения водных проблем в мире с учетом роли пресной воды как незаменимого природного ресурса Организацией Объединенных Наций провозглашено Международное десятилетие действий «Вода для жизни» (International Decade for Action «Water for Life») на 2005–2015 годы.



**Рис. 1.** Ожидаемый водный стресс в мире (2050 г.)

Проблема водной безопасности Республики Казахстан (безопасности водохозяйственной жизнедеятельности) в условиях ограниченности и уязвимости водных ресурсов рассматривается как компонент национальной безопасности. Это определяется тем, что пресная вода – важнейший природный ресурс, без которого невозможна никакая деятельность человека и который нельзя ничем заменить. С другой стороны, вода – неотъемлемая часть всей природы и главный компонент окружающей среды. Наконец, вода – грозная природная стихия, приносящая разрушения и бедствия. Это обуславливает большую сложность взаимодействия общества с водной средой, которая имеет много особенностей для различных

регионов Казахстана и претерпевает существенные изменения по мере развития общества и изменения климатических условий.

Основными угрозами и вызовами в области водообеспечения республики являются глобальные и региональные изменения климата, несогласованность межгосударственных водных отношений, использование водозатратных технологий и несовершенство технических средств водорегулирования и водораспределения. Следствиями реализации водных опасностей могут стать обострение межгосударственных водных противоречий, развитие новых очагов экологической нестабильности, срыв программ социально-экономического развития (рис. 2).

**ПРИЧИНЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УГРОЗ**

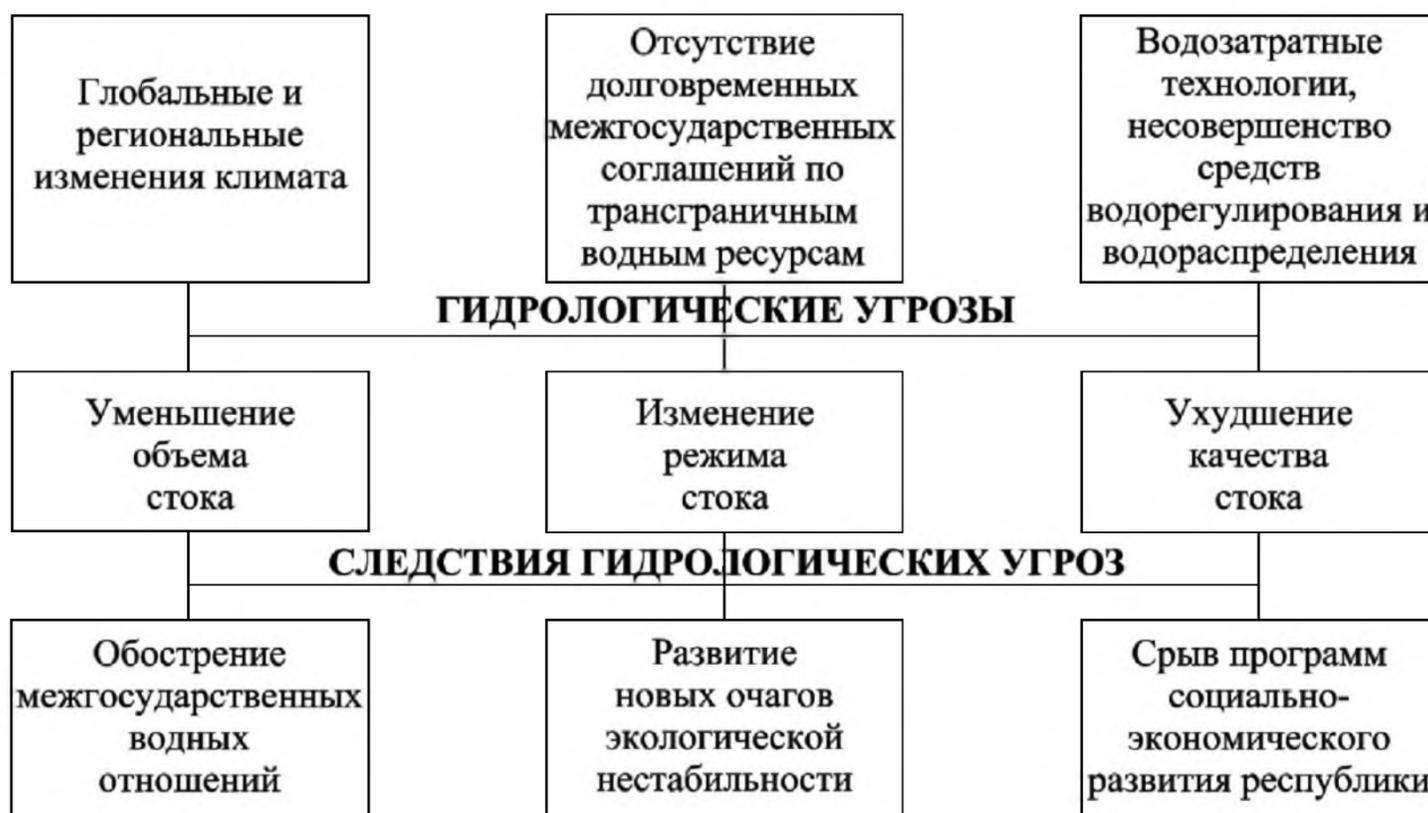


Рис. 2. Гидрологические угрозы: причины и следствия

Статические запасы природных вод Казахстана представляют собой относительно постоянные сосредоточия вод на поверхности суши и в подземных горизонтах, сформировавшиеся в течение веков, тысячелетий. К ним относятся многолетние запасы воды в морях, озерах, ледниках, мертвых объемах водохранилищ, подземных емкостях. Их интенсивное хозяйственное использование неизбежно приводит к истощению запасов и неблагоприятным экологическим последствиям, нарушению веками установившегося равновесия в природе, на восстановление которого могут потребоваться десятки и сотни лет. Поэтому обычно они используются только в исключительных обстоятельствах.

Установлено, что оледенение гор Центральной Азии с середины XIX в. находилось преимущественно в состоянии деградации, ускорившейся с начала 1970-х годов. Тающие ледники пополняют сток водой сверх годового количества осадков и тем самым увеличивают водоснабжение. В долгосрочной перспективе функции ледников как дополнительного источника воды постепенно будут сведены к нулю.

Ожидается, что фоновый уровень Каспийского моря с учетом изменений климата будет снижаться и может приблизиться к отметке минус 25 м к 2020 г., а к отметке минус 25,7 м к 2035 г. (рис. 3, 4).



Рис. 3. Многолетние колебания уровня Каспийского моря

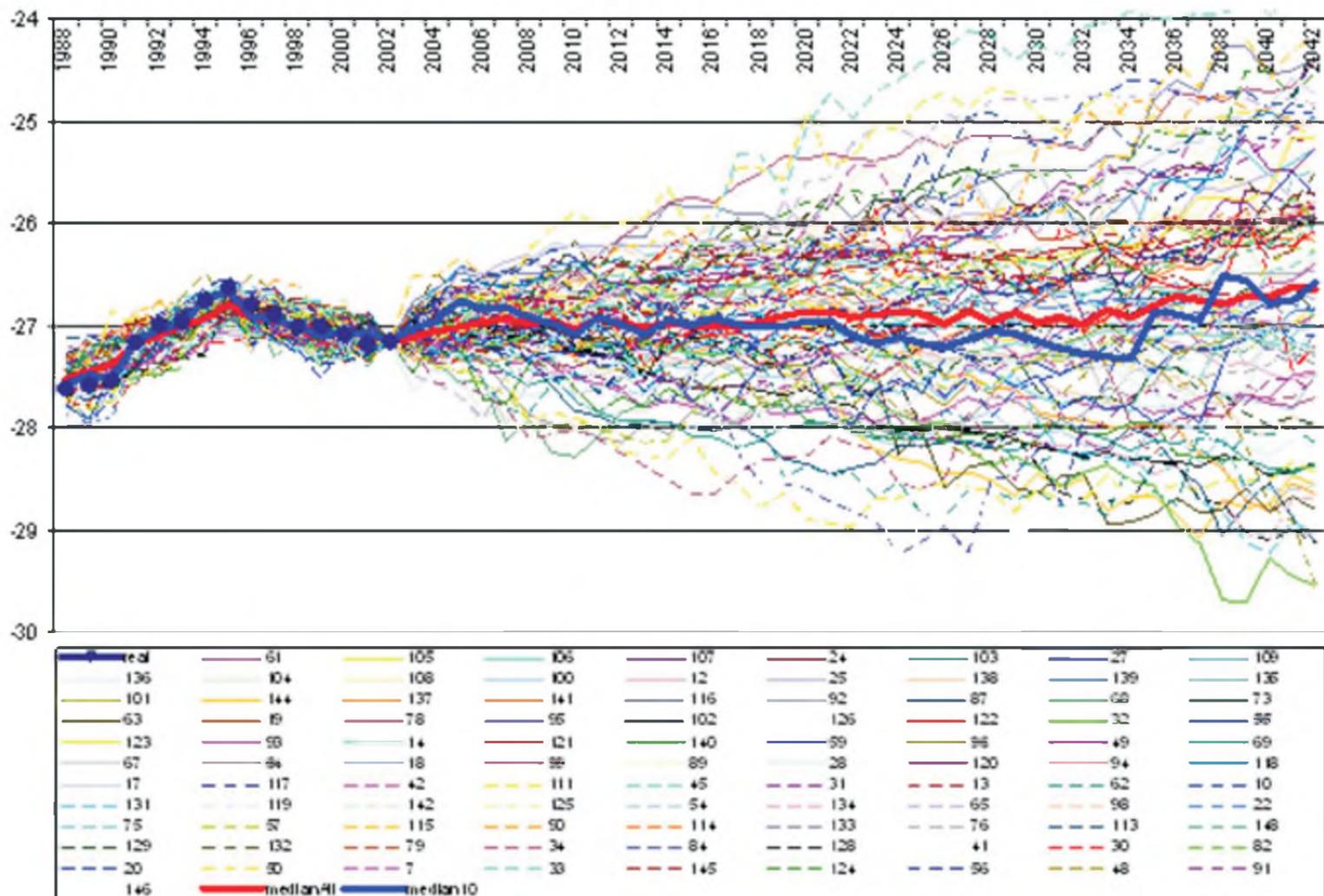


Рис. 4. Варианты прогнозов уровня Каспия до 2042 гг.

Показано, что вследствие сокращения трансграничного стока рек Иле и Сырдарии с территорий Китая и Узбекистана уровень бессточных водоемов Балкаша и Малого Арала снизится относительно нормативно установленных параметров (отметок) – 341,0 и 42,0 м (рис. 5).

Практически во всех странах мира по характеристикам речного стока оценивается величина возобновляемых водных ресурсов, их динамика во времени и распределение по территории. Сток речных систем обеспечивает основной объем водопотребления в мире, определяет степень водообеспеченности территории и населения,

избыток и дефицит водных ресурсов. Речной сток в процессе круговорота в значительной мере восстанавливает качество пресной воды за счет естественного самоочищения, которым обладают речные системы.

Суммарные ресурсы поверхностных вод Республики Казахстан (бытовой сток) за период наблюдений 1974–2008 гг. составляют 91,3 км<sup>3</sup>/год (50% обеспеченности), из которых 44,3 км<sup>3</sup> поступает из сопредельных государств, 47,0 км<sup>3</sup> составляет местный сток. За счет хозяйственной деятельности ресурсы речного стока Республики Казахстан уменьшились на 23,8 км<sup>3</sup>/год (на

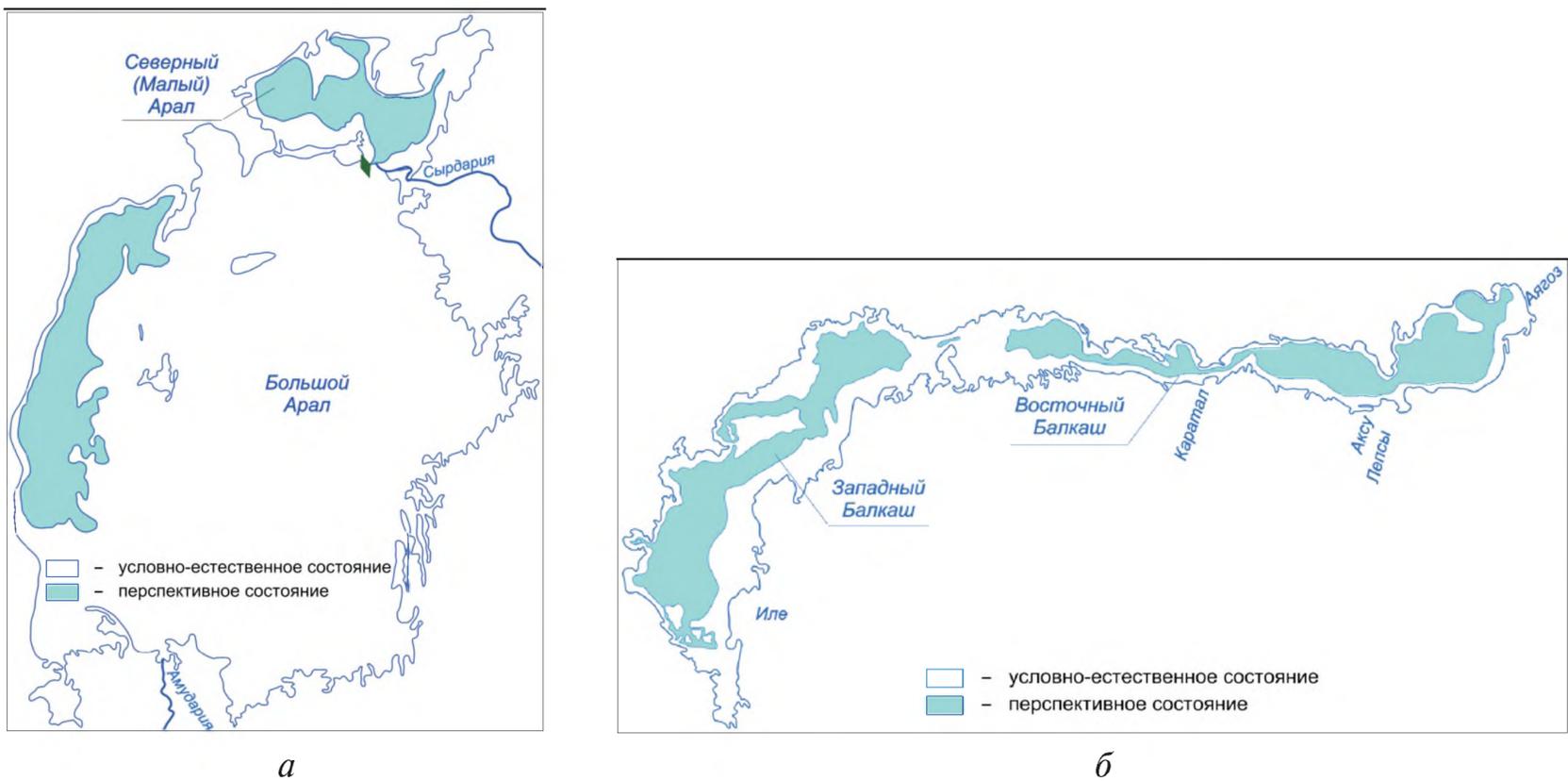


Рис. 5. Прогноз уровней Аральского моря (а) и озера Балкаш (б)

21%), в том числе трансграничного стока – на 15,9 км<sup>3</sup>/год (на 26%), местного стока – на 7,9 км<sup>3</sup>/год (на 14%) (рис. 6).

Исходя из возможности неблагоприятной реализации климатических и трансграничных гидрологических угроз в перспективе реально уменьшение ресурсов речного стока в целом по Казахстану к 2020 г. до 81,6 км<sup>3</sup>/год, в том числе

трансграничного – до 33,2 км<sup>3</sup>/год, местного – до 48,3 км<sup>3</sup>/год; к 2030 г. – соответственно 72,4; 22,2 и 50,2 км<sup>3</sup>/год. Наиболее зависимы от трансграничного стока Арало-Сырдаринская ПХС (89%), Жайык-Каспийская (79%), Шу-Таласская (76%). Полагается, что указанные предпосылки должны быть взяты в основу стратегии обеспечения водной безопасности Республики Казахстан.



Рис. 6. Антропогенное преобразование речного стока в бассейновых ПХС Казахстана (современное состояние)



Рис. 7. Влияние водоотбора подземных вод на поверхностный сток

В процессе круговорота воды в природе поверхностные воды речных бассейнов гидравлически связаны с подземными водами, образуя единый водный потенциал территории. Уступая по объему ресурсам речного стока, подземные воды имеют огромное значение для отдельных водопотребителей (например, питьевого водоснабжения) или для некоторых специфических регионов Казахстана.

Вследствие гидравлической связи освоение разведанных запасов подземных вод (в объеме 15,44 км<sup>3</sup>/год) приведет к сокращению ресурсов речного стока до 5 км<sup>3</sup>/год (рис. 7). При этом наиболее существенное влияние на речной сток окажут водозаборы в речных долинах и конусах выноса рек.

Определены два пути устранения дефицита пресной воды в республике: снижение нагрузки на водные ресурсы и увеличение ресурсов пресной воды. Первый путь предусматривает реализацию мероприятий по уменьшению темпов развития водоемких производств и использованию более современных технологий для сокращения потребления пресной воды в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве. Второй путь предполагает увеличение располагаемых для использования водных ресурсов за счет многолетнего и сезонного регулирования речного стока, использования запасов подземных пресных вод, опреснения соленых и солоноватых вод, территориального, в том числе трансграничного перераспределения водных ресурсов (рис. 8).



Рис. 8. Пути устранения дефицита пресной воды в Казахстане

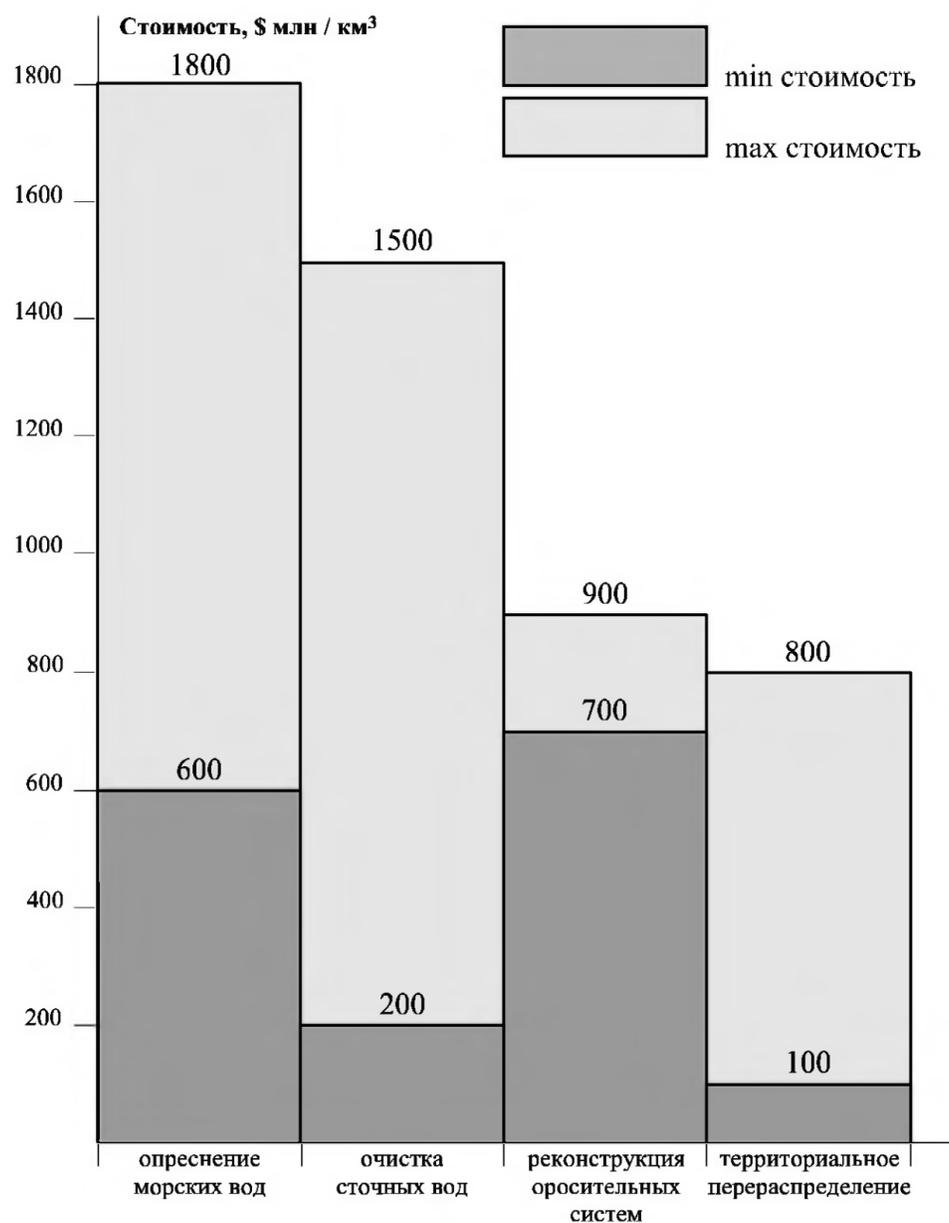


Рис. 9. Сравнительная стоимость мероприятий по устранению дефицита пресной воды

По данным российских ученых капитальные затраты для получения дополнительных водных ресурсов или экономии 1 км<sup>3</sup> пресной воды составляют при опреснении соленых и солоноватых вод 600–1800 млн долларов, очистке сточных вод – 200–1500, реконструкции оросительных систем – 700–900, территориальном перераспределении речного стока – 100–800 млн долларов (рис. 9).

Возобновляемые ресурсы речного стока Казахстана являются неотъемлемым компонентом окружающей природной среды, обеспечивая устойчивость водно-солевого режима внутренних и окраинных водоемов, обводнение речных пойм и дельт и в целом поддержание водно-ресурсного равновесия территории.

На основе анализа проектных и научно-исследовательских разработок установлен экологический спрос природно-хозяйственных систем республики на водные ресурсы в объеме 64,2 км<sup>3</sup>/год, включающий потребности природных объектов, обязательные, в том числе трансграничные, попуски, а также непродуциру-

емые потери как ограничение производственного использования водных ресурсов (рис. 10).

Нормативы экологического спроса на воду устанавливаются политическим решением исходя из необходимости сбалансирования экологических, социальных и экономических целей развития страны. Со временем установленные константы могут изменяться в сторону как ужесточения, так и смягчения порога допустимых антропогенных нагрузок.

Ожидаемый на перспективу интенсивный рост производства в Казахстане должен быть в максимальной степени обеспечен интенсификацией использования водных ресурсов, а не ростом потребления пресной воды. Хозяйственные водозаборы в перспективе не должны превышать фактических объемов на уровне 2010 г. (23,3 км<sup>3</sup>/год, в том числе безвозвратное водопотребление – 15,3, водоотведение – 8,0 км<sup>3</sup>/год) с распределением по отраслям: сельское хозяйство – 15,4; промышленность – 4,0; коммунальное хозяйство – 2,2; прочие отрасли – 1,8 км<sup>3</sup>/год (рис. 11).



а



б

Рис. 10. Экологический спрос ПХС на водные ресурсы: современное состояние (а) и перспектива на 2030 г. (б)



**Рис. 11.** Лимиты хозяйственного водозабора: безвозвратное водопотребление и водоотведение (а), по отраслям (б), из водоисточников (в)

Перспективные лимиты водозабора планируется обеспечить за счет поверхностных вод – 19,8 км<sup>3</sup>/год; подземных вод – 1,5; морских вод – 1,1; прочих водоисточников – 0,9 км<sup>3</sup>/год.

Рекомендуется провести до 2020 г. реконструкцию орошаемых земель с внедрением механизированных поливов и микроорошения, обеспечив повышение КПД оросительных систем до 0,75, экономию водных ресурсов на 30%, повышение урожайности в 1,5–2,0 раза.

Рекомендуется улучшить водообеспеченность пастбищных территорий Казахстана за счет строительства искусственных водоисточников, в том числе шахтных колодцев и водозаборных скважин.

Намечается внедрить системы оборотного и замкнутого водоснабжения в водоемких отраслях промышленности и обеспечить приоритетное устойчивое водоснабжение объектов коммунального хозяйства, в том числе за счет подземных вод.

Предложены принципы и нормативы вододелиения в трансграничных бассейнах, учитывающие географическое положение, социально-экономические и экологические особенности Казахстана (рис. 12).

В настоящее время из Казахстана в Россию поступает практически весь объем стока, формирующегося в казахстанской части бассейна Ертиса (24,8 км<sup>3</sup>/год). На основе распространенных



**Рис. 12.** Трансграничные бассейны Казахстана

в мировой практике принципов межгосударственного водodelения рекомендовано установить долю поступления стока Ертиса в Россию в размере половины стока, формирующегося на территории Казахстана, что составляет 12,5 км<sup>3</sup>/год (в среднемноголетнем значении).

В рамках переговоров с КНР по использованию водных ресурсов трансграничного бассейна р. Иле следует определить лимит притока в озеро Балкаш как самостоятельного водопользователя межгосударственного значения.

При разработке долгосрочного соглашения между государствами Центральной Азии нужно принять лимиты трансграничного притока р. Сырдарии в Казахстан, установленные Нукусской декларацией 1994 г. и подписанные главами государств Центральной Азии.

Общие эксплуатационные запасы подземных вод составляют 15,44 км<sup>3</sup>/год, из которых используются около 10%. По целевому назначению разведанные запасы подземных вод распределяются на хозяйственно-питьевое (5,8 км<sup>3</sup>/год) и производственно-техническое (1,4) водоснабжение; орошение земель (8,3 км<sup>3</sup>/год).

С учетом мирового опыта вековые запасы подземных вод рекомендуется рассматривать как стратегический резерв чистой воды для питьевого водоснабжения. Ресурсы подземных вод при разумном управлении могут стать весомым фактором в удовлетворении спроса на воду в будущем и в адаптации к изменениям климата.

К настоящему времени суммарный полезный объем водохранилищ в Казахстане составляет около 50 км<sup>3</sup>, что увеличило в среднем объем устойчивого речного стока на 25%. Регулирование стока рек имеет существенные ограничения, связанные с негативными последствиями строительства и эксплуатации водохранилищ, что обуславливает предпочтительное сооружение их в горных и слабоосвоенных районах. Перспективно применение специфических методов контррегуляции речного стока с целью согласования противоречивых требований на воду компонентов природно-хозяйственных систем, а также magazинирования поверхностных вод с использованием подземных емкостей в сочетании с традиционными водохранилищами.

Более широкое использование опреснения в Казахстане сдерживается, главным образом, высокой стоимостью получаемой пресной воды и большими затратами электроэнергии и топлива. Опреснение воды в больших масштабах выдвигает сложную проблему утилизации и переработ-

ки соли, от которой во многом зависит себестоимость опреснения и состояние окружающей среды.

Мировой опыт показывает, что объемы возможного увеличения водных ресурсов за счет стимулирования выпадения осадков невелики – 5%. При этом могут возникнуть экологические, юридические и политические проблемы активных воздействий на облака, обусловленные возможным влиянием на климат соседних регионов и стран.

Объективной предпосылкой территориального перераспределения водных ресурсов в Казахстане являются ограниченность располагаемых водных ресурсов, неравномерность распределения их по территории, значительная изменчивость во времени, высокая степень загрязнения. По величине возобновляемых водных ресурсов Казахстан занимает последнее место среди сопредельных государств (Россия, Узбекистан, Кыргызстан). Наибольшие объемы речного стока в республике формируются в Ертисской природно-хозяйственной системе (до трети общих ресурсов и половины местных). В Нура-Сарысуской, Есильской и Тобыл-Торгайской природно-хозяйственных системах формируется менее 6% речного стока, причем в маловодные годы местный сток меньше среднего примерно в 10 раз (рис. 13).

В то же время спрос на воду в южных и западных регионах Казахстана составляет около 70% по республике в целом. В перспективе эта контрастность имеет тенденцию к увеличению в связи с возможным сокращением трансграничного стока из Китая, Узбекистана и Кыргызстана. Предложены принципиальные направления межбассейновых и трансграничных трасс перебросок речного стока в вододефицитные регионы Казахстана

Показано, что потенциальным бассейном-донором для вододефицитных районов является бассейн р. Ертиса, где формируется до половины возобновляемых водных ресурсов республики. Предложена трасса Трансказахстанского канала как основы формирования единой системы водообеспечения Республики Казахстан (рис. 14).

В условиях снижения трансграничного стока р. Иле с территории КНР рекомендуется рассмотреть варианты сохранения озера Балкаш – водного объекта особого государственного значения путем переброски части стока р. Ертиса по направлению Буктырма – Балкаш (рис. 15).



Рис. 13. Объективные предпосылки территориального перераспределения водных ресурсов

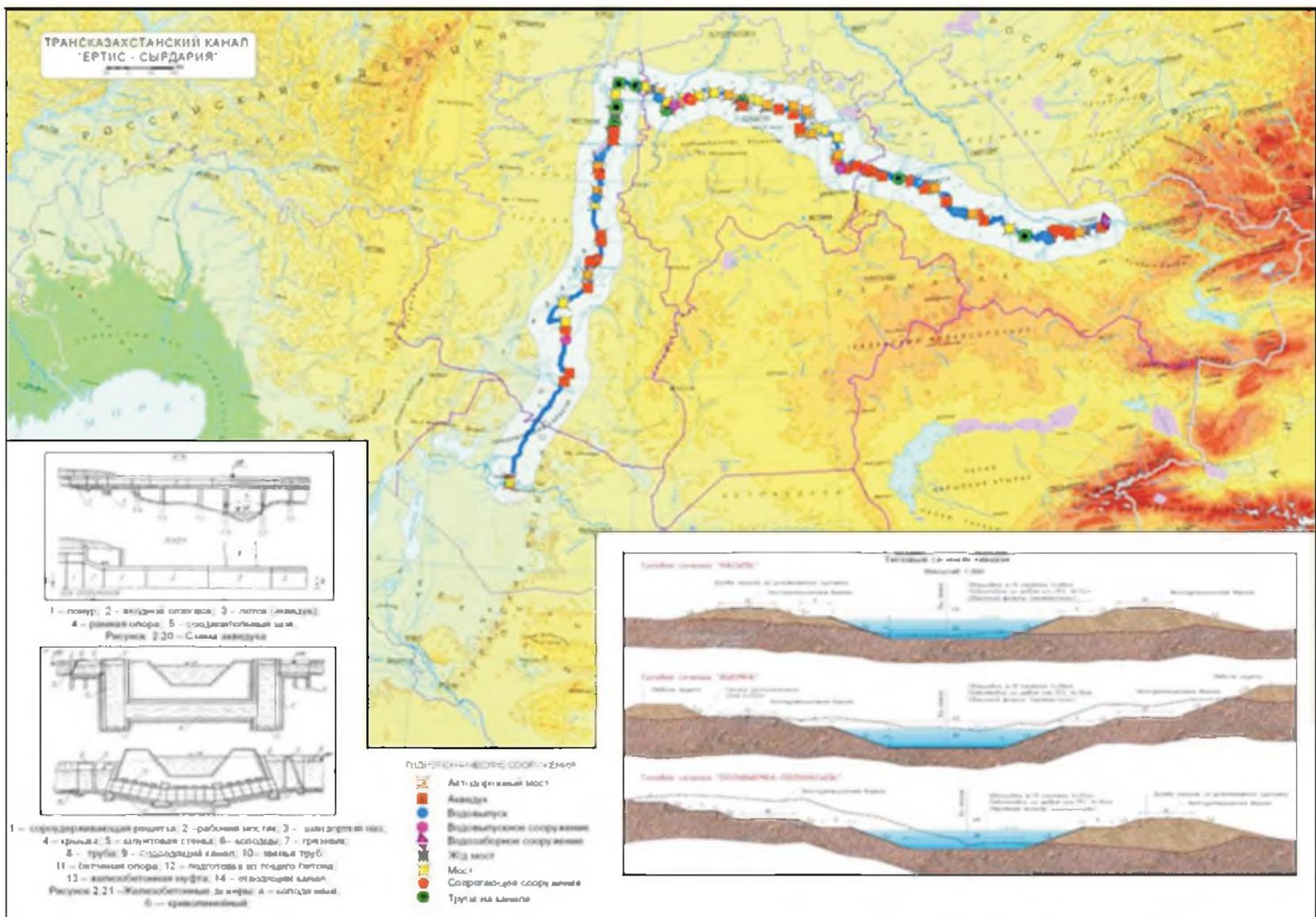


Рис. 14. Предполагаемая трасса Трансказахстанского канала

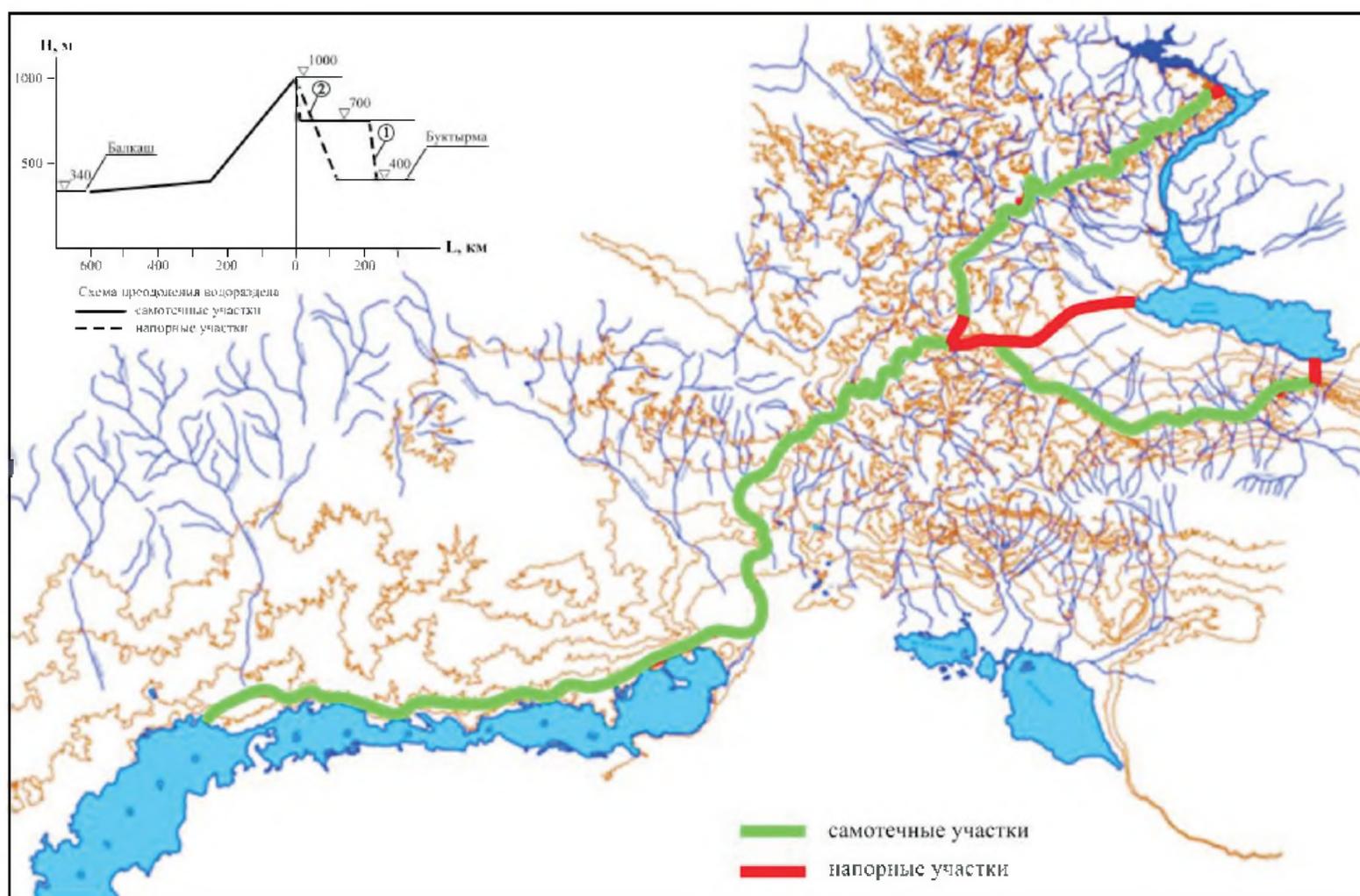


Рис. 15. Переброска стока р. Ертиса в озеро Балкаш

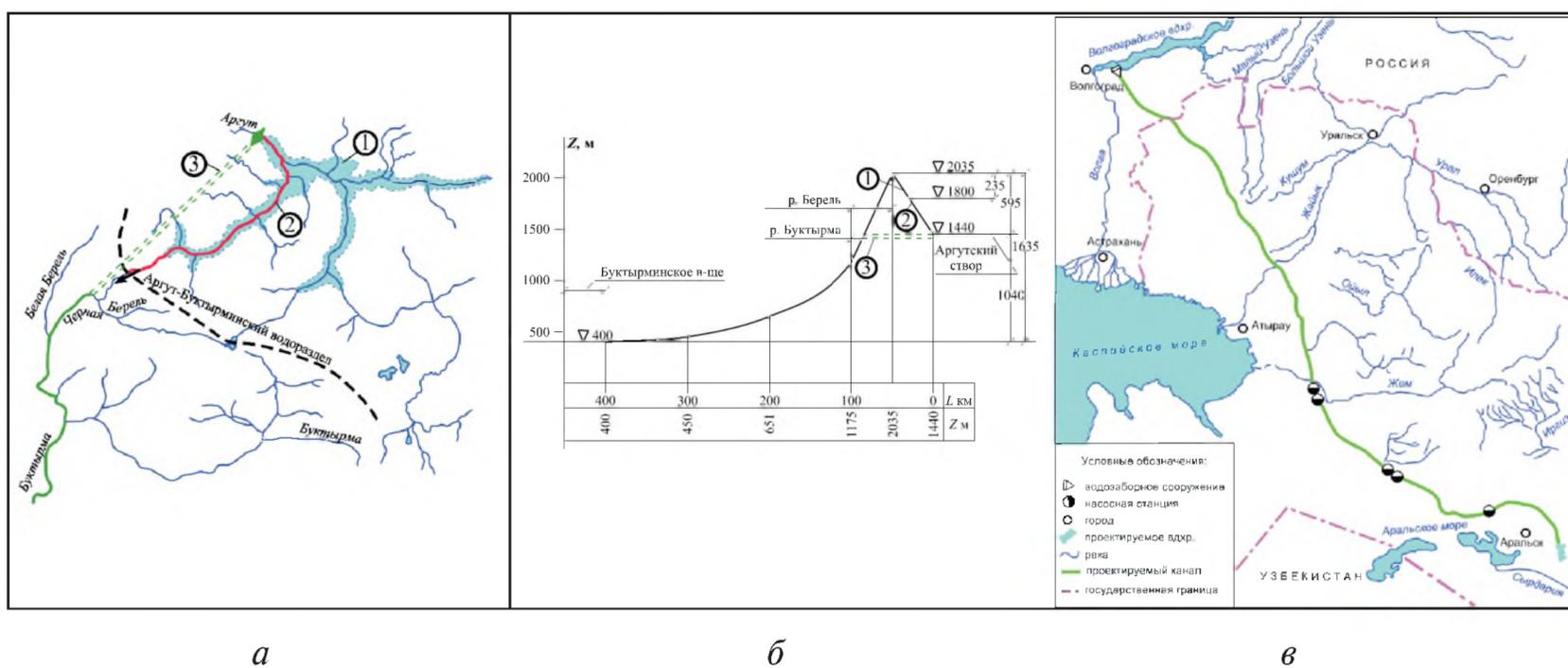


Рис. 16. Взаимовыгодное использование стока российских рек.  
 Схема преодоления Аргут-Буктырминского водораздела: а — план; б — профиль;  
 в — схема переброски части стока р. Волги в Казахстан.  
 Варианты: 1 — плотинный; 2 — насосный; 3 — туннельный

Для компенсации отъемов речного стока р. Ертиса в КНР предложена обновленная схема взаимовыгодного использования стока российских рек по Верхне-Катунскому направлению, исключающая сооружение крупных водохранилищ и ориентированная на тун-

нельный (либо насосный) вариант преодоления водораздела (рис. 16, а, б). Для повышения водообеспеченности районов Западного и Южного Казахстана рекомендуется строительство трансграничного канала «Волга — Сырдария» (рис. 16, в).



*Достай Ж. Д.,  
д.г.н., профессор*

## **ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ КАЗАХСТАНА: РЕСУРСЫ, РЕЖИМ, КАЧЕСТВО И ПРОГНОЗ**

**Ж. Д. ДОСТАЙ<sup>1</sup>, Р. И. ГАЛЬПЕРИН<sup>2</sup>, С. К. ДАВЛЕТГАЛИЕВ<sup>3</sup>, С. А. АЛИМКУЛОВ<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Научный руководитель блока

<sup>2</sup> Научный руководитель тематического задания

<sup>3,4</sup> Исполнители тематического задания

В Республике Казахстан, где в ближайшем будущем ожидается значительная интенсификация производства, проблема водного дефицита грозит стать особенно острой. На 1 км<sup>2</sup> нашей огромной территории мы располагаем менее 40 тыс. м<sup>3</sup> речной воды в год, что в разы, а то и на порядок меньше, чем в любом другом государстве СНГ.

При этом суммарные ресурсы речного стока (наблюдаемые в средний по водности год) имеют явную тенденцию к сокращению: после многоводных 40-х годов прошлого столетия они оценивались в 150 км<sup>3</sup>/год, в 70–80-е годы — в 115–125 км<sup>3</sup>/год, на уровне 2000 г. — примерно в 100 км<sup>3</sup>/год и, наконец, на уровне 2010 г. — в 94 км<sup>3</sup>/год (табл. 1).

Причины этого уменьшения — в увеличившейся антропогенной нагрузке на водные объекты и их водосборы, общеклиматических тенденциях, а главное — в растущих заборах воды из наших трансграничных рек за пределами территории РК. Ведь до недавнего времени примерно 44 % стока наших рек поступали к нам из КНР, России, стран Средней Азии. Семь из восьми водохозяйственных бассейнов относятся к трансграничным.

Естественно, для выбора оптимального варианта использования водных ресурсов, количественного и качественного управления ими, для выработки обоснованной позиции в исключительно важных междугородних переговорах с

соседями о совместном использовании вод трансграничных рек совершенно необходимо иметь четкое представление о наличных водных ресурсах, в том числе в разные по водности годы. Между тем надежные такие оценки, как по конкретным рекам, так и в целом по крупным бассейнам, выполненные на единой методической основе, относятся к 50–70-м годам прошлого столетия (известные «Ресурсы поверхностных вод»). При этом расчеты проводились на основе господствующей тогда концепции стационарности климата и речного стока. Вполне очевидно, что уже давно назрела необходимость переоценки этих данных с учетом дополнительной накопленной информации и на основе иной исходной концепции.

В условиях Казахстана учет водозаборов и возвратных вод ведется плохо, соответствующие данные нередко не надежны или вообще отсутствуют, часто местоположение водозаборов и места сбросов вод точно не обозначаются. Поэтому достаточно надежными сведениями об использовании речных вод исследователь, как правило, не располагает. Восстановление естественного стока затруднительно. В этих условиях более надежными являются материалы по бытовому стоку.

Поэтому при исследовании водности рек и суммарных ресурсов территорий первоначально статистически оценивался именно бытовой сток.

Таблица 1. Распределение поверхностных водных ресурсов по водохозяйственным бассейнам и суммарные водные ресурсы по территории РК, км<sup>3</sup>/год

№ п/п	Водохозяйственные бассейны	Сток, формирующийся за пределами Казахстана			Сток, формирующийся на территории Казахстана			Суммарный сток		
		средне- много- летний	75 %	95 %	средне- много- летний	75 %	95 %	средне- много- летний	75 %	95 %
<i>Поверхностные водные ресурсы с 1930-х по 2007 г.</i>										
1	Арал-Сырдаринский	<u>15.41</u> <sup>1</sup> 26,5 <sup>2</sup>	<u>11,2</u> 22,2	<u>6,09</u> 17,4	<u>2,36</u> 3,28	<u>2,04</u> 2,57	<u>1,78</u> 1,85	<u>17,76</u> 29,8	<u>13,24</u> 24,7	<u>7,87</u> 19,3
2	Балкаш-Алакольский	<u>12,4</u> 12,7	<u>10,9</u> 11,1	<u>9,32</u> 9,40	<u>15,1</u> 16,3	<u>12,0</u> 13,2	<u>9,6</u> 10,0	<u>27,5</u> 29,0	<u>22,9</u> 24,3	<u>18,92</u> 19,4
3	Ертисский	<u>7,32</u> 7,32	<u>5,15</u> 5,15	<u>3,69</u> 3,69	<u>26,3</u> 26,4	<u>22,4</u> 22,4	<u>17,5</u> 17,5	<u>33,6</u> 33,7	<u>27,5</u> 27,6	<u>21,2</u> 21,2
4	Есильский	—	—	—	<u>2,07</u> 2,21	<u>0,772</u> 0,999	<u>0,304</u> 0,563	<u>2,066</u> 2,207	<u>0,772</u> 0,999	<u>0,304</u> 0,563
5	Жайык-Каспийский	<u>8,80</u> <u>9,46</u>	<u>5,81</u> 6,66	<u>3,02</u> 4,05	<u>2,80</u> 3,34	<u>1,35</u> 1,73	<u>0,73</u> 0,74	<u>11,6</u> 12,8	<u>7,16</u> 8,39	<u>3,75</u> 4,79
6	Нура-Сарысуский	—	—	—	<u>1,22</u> 1,15	<u>0,568</u> 0,517	<u>0,177</u> 0,174	<u>1,216</u> 1,153	<u>0,568</u> 0,517	<u>0,177</u> 0,174
7	Тобыл-Торгайский	<u>0,413</u> 0,413	<u>0,188</u> 0,188	<u>0,080</u> 0,080	<u>1,25</u> 1,29	<u>0,567</u> 0,584	<u>0,244</u> 0,218	<u>1,667</u> 1,705	<u>0,755</u> 0,772	<u>0,324</u> 0,298
8	Шу-Таласский	<u>3,02</u> 3,36	<u>2,85</u> 3,17	<u>2,45</u> 2,73	<u>1,07</u> 1,29	<u>0,80</u> 0,97	<u>0,56</u> 0,67	<u>4,09</u> 4,65	<u>3,65</u> 4,14	<u>3,01</u> 3,40
	<b>Всего по РК</b>	<b><u>47,4</u></b> <b><u>59,8</u></b>	<b><u>36,1</u></b> <b><u>48,5</u></b>	<b><u>24,6</u></b> <b><u>37,3</u></b>	<b><u>52,2</u></b> <b><u>55,2</u></b>	<b><u>40,5</u></b> <b><u>43,0</u></b>	<b><u>30,9</u></b> <b><u>31,7</u></b>	<b><u>99,6</u></b> <b><u>115</u></b>	<b><u>76,6</u></b> <b><u>91,5</u></b>	<b><u>55,5</u></b> <b><u>69,0</u></b>
<i>Суммарные водные ресурсы за 1974–2007 гг.</i>										
1	Арал-Сырдаринский	<u>14,5</u> 27,1	<u>10,5</u> 22,8	<u>5,73</u> 18,2	<u>1,76</u> 3,22	<u>1,52</u> 2,48	<u>1,33</u> 1,75	<u>16,26</u> 30,3	<u>12,02</u> 25,3	<u>7,06</u> 19,9
2	Балкаш-Алакольский	<u>11,9</u> 12,7	<u>10,5</u> 11,1	<u>8,86</u> 9,40	<u>14,3</u> 17,2	<u>11,6</u> 12,7	<u>9,00</u> 9,23	<u>26,2</u> 29,9	<u>22,1</u> 23,8	<u>17,8</u> 18,6
3	Ертисский	<u>6,50</u> 6,50	<u>5,12</u> 5,12	<u>3,65</u> 3,65	<u>25,0</u> 25,0	<u>21,4</u> 21,4	<u>17,5</u> 17,5	<u>31,5</u> 31,5	<u>26,5</u> 26,5	<u>21,1</u> 21,1
4	Есильский	—	—	—	<u>2,082</u> 2,224	<u>0,943</u> 1,071	<u>0,405</u> 0,527	<u>2,082</u> 2,22	<u>0,943</u> 1,071	<u>0,405</u> 0,527
5	Жайык-Каспийский	<u>8,83</u> 10,3	<u>6,55</u> 7,79	<u>4,15</u> 5,45	<u>2,51</u> 3,18	<u>1,52</u> 1,89	<u>1,19</u> 1,17	<u>11,0</u> 12,8	<u>8,07</u> 9,68	<u>5,34</u> 6,62
6	Нура-Сарысуский	—	—	—	<u>1,30</u> 1,14	<u>0,672</u> 0,541	<u>0,251</u> 0,180	<u>1,30</u> 1,14	<u>0,672</u> 0,541	<u>0,251</u> 0,180
7	Тобыл-Торгайский	<u>0,413</u> 0,413	<u>0,182</u> 0,188	<u>0,068</u> 0,080	<u>1,21</u> 1,29	<u>0,658</u> 0,696	<u>0,244</u> 0,354	<u>1,62</u> 1,71	<u>0,840</u> 0,884	<u>0,314</u> 0,434
8	Шу-Таласский	<u>2,99</u> 3,65	<u>2,82</u> 3,29	<u>2,43</u> 2,91	<u>1,04</u> 1,24	<u>0,78</u> 0,96	<u>0,54</u> 0,69	<u>4,03</u> 4,89	<u>3,60</u> 4,25	<u>2,97</u> 3,60
	<b>Всего по РК</b>	<b><u>45,1</u></b> <b><u>60,7</u></b>	<b><u>35,7</u></b> <b><u>50,3</u></b>	<b><u>24,9</u></b> <b><u>39,7</u></b>	<b><u>49,2</u></b> <b><u>54,5</u></b>	<b><u>39,1</u></b> <b><u>41,7</u></b>	<b><u>30,5</u></b> <b><u>31,4</u></b>	<b><u>94,0</u></b> <b><u>114,5</u></b>	<b><u>74,7</u></b> <b><u>92,0</u></b>	<b><u>55,2</u></b> <b><u>71,0</u></b>
<sup>1</sup> Бытовой (наблюденный) сток. <sup>2</sup> Восстановленный (климатический) сток.										

Имея относительно надежные данные по бытовому стоку, затем по даже ограниченной и не слишком надежной информации об использовании речных вод, можно хотя бы ориентировочно восстановить естественный (климатический) сток. В такой последовательности и была проведена оценка стока конкретных рек и суммарных водных ресурсов.

**Исходная информация.** Анализ гидрологической изученности всех восьми ВХБ показал, что она недостаточна для надежной оценки водных ресурсов, их территориального распределения, вывода расчетных зависимостей. Преобладают короткие ряды, до 30–50 % рядов содержат данные не более чем за 10 лет. Но и в более длительных рядах обычно содержатся значительные пропуски. На части постов в некоторые годы наблюдения велись не во все месяцы.

Кропотливая работа проведена по реконструкции рядов наблюдений. В ее основе – метод гидрологической аналогии с использованием приемов парной и множественной корреляции. При этом соблюдены действующие нормативные требования, а также учтены последние российские наработки.

В итоге восстановлены непрерывные многолетние ряды годового стока по 497 постам, в том числе по Арало-Сырдаринскому бассейну – по 77 пунктам, по Балкаш-Алакольскому бассейну – по 74 пунктам, по Ертисскому бассейну – по 60 пунктам, по Есильскому бассейну – по 26 пунктам, по бассейну рек Нура и Сарысу – по 38 пунктам, по бассейну реки Тобыл – по 15 пунктам, реки Торгай – по 15 пунктам, по Жайык-Каспийскому бассейну – по 80 пунктам, по бассейну рек Шу и Талас – по 109 пунктам.

Кроме того, сделано приведение данных постов с короткими и ультракороткими рядами к многолетнему периоду (также с соблюдением известных приемов и норм).

**Оценка нормы стока.** Выполнен анализ многолетнего хода годового стока по основным рекам. В частности, использованы приемы интегральных (кумулятивных) кривых, скользящего осреднения, разностных интегральных кривых. В итоге анализа в целом подтверждаются выводы климатологов о новой фазе изменения климата с середины 70-х годов. К этому моменту относятся начало прогрессирующего потепления глобального климата и направленных изменений объема водных ресурсов регионов.

Результаты количественного анализа по водохозяйственным бассейнам (ВХБ) показывают,

что сток основных рек северной половины Казахстана в последние десятилетия, примерно с 1974 г., снизился, в частности сток Кара Ертиса и крупных рек Западного Алтая, Тобыла, Тогызака, Нуры, Б. Хобды, Ойыла, а также рек Северного Прибалкашья. В то же время на реках с ледниковым питанием (юг и юго-восток РК) отмечена противоположная тенденция – некоторое повышение водности рек. По абсолютному большинству створов уменьшилась межгодовая изменчивость речного стока.

В связи с изложенным назначены следующие расчетные периоды: 1) многолетний (его начало – с 30–40-х годов – в разных ВХБ определяется особенностями гидрологической изученности территории); 2) период, характеризующий современную фазу состояния климата и стока; по большинству ВХБ это 1974–2007 гг.; 3) период, значительная часть которого характеризуется условно-естественным стоком (в основном это период до 1974 г.).

В таких вариантах норма стока рассчитана по всем 8-ми ВХБ. Норма стока оценена, в том числе по коротким рядам, по 857 пунктам, тогда как ранее в «Ресурсах...» для этого было использовано 420 пунктов. В сравнении с данными «Ресурсов поверхностных вод» 1950–1970-х годов издания в наших оценках:

1) использован более значительный информационный материал, поскольку исходные ряды продолжены до 2007 г.;

2) норма стока рассчитана по значительно большему количеству пунктов;

3) норма стока оценена в разных вариантах, в том числе за период, характеризующий современное состояние гидрометеорологического комплекса.

Норма стока за последний период в бассейне Верхнего Ертиса ниже многолетней на 6,7 %, в бассейнах Жайык-Каспийского ВХБ – примерно на 10 % (хотя сток правобережья р. Жайык, напротив, увеличился). Еще значительно уменьшение стока в сравнении с величинами, опубликованными в «Ресурсах поверхностных вод».

В Центральном Казахстане эта тенденция не прослеживается, а в бассейне р. Сарысу в последние десятилетия речной сток даже возрос.

Норма стока за последний период (1974–2007 гг.) на реках юга и юго-востока РК увеличилась на 1,7% (бас. Сырдарии), 5,2% (бас. Шу-Талас) и 3,0% (Балкаш-Алакольский бассейн), кроме рек северного побережья оз. Балкаш, где наблюдается некоторое понижение стока за последний период.

**Оценка влияния хозяйственной деятельности.**

Оценка искажения стока в результате хозяйственной деятельности и восстановление значений естественного (климатического) стока проводились разными методами: на основе учета величины забора воды, оценки влияния на сток водохранилищ и прудов (в частности, по объему их наполнения, по величине дополнительных потерь на испарение), по связям с постами с ненарушенным стоком, по методу линейного тренда.

Наибольшие изменения стока под влиянием хозяйственной деятельности произошли на юге республики. Так, величина уменьшения водных ресурсов бассейна р. Сырдарии составляет в среднем 65 % от климатического стока. Но в последние годы (2000–2007) прослеживается положительная тенденция увеличения стока реки Сырдарии, что связано с повышением водности в зоне его формирования и соответственно с увеличением притока к границе РК и Шардариинскому водохранилищу до 20 %. Очень значительное антропогенное уменьшение стока – до 35–55 % – произошло в бассейнах рек Арыс, Бадам, Боген. В Центральном и Северном Казахстане антропогенные влияния сильно сказываются в маловодные годы. В бассейне р. Сарысу в очень маловодный год (обеспеченность  $P = 95\%$ ) в разных створах снижение стока составляет 50–90 %; сток р. Есиль в маловодный год ( $P = 80\%$ ) в створах Астана и Петропавловск снижается соответственно на 46 и 65 %, а в очень маловодный год водохранилищами фактически задерживается весь сток.

**Суммарные речные водные ресурсы.** Суммарные водные ресурсы бассейнов обычно слагаются из стока, зафиксированного в замыкающих створах рек, притока воды ниже этих створов, а также стока неизученных рек. Поскольку на нижних участках рек в равнинном Казахстане сток обычно рассеивается, иногда вплоть до полного исчезновения, для расчета суммарных водных ресурсов использованы данные по створам с максимальным стоком.

Суммарные водные ресурсы оценивались в двух вариантах: на основе наблюдаемого (бытового) и естественного (восстановленного) стока. Кроме того, разделялись значения местного, казахстанского, и стока, поступающего из соседних стран.

В масштабе 8 ВХБ оценены как средние водные ресурсы, так и ресурсы в характерные по водности годы (50, 75, 95 % обеспеченности).

Значения водных ресурсов различной обеспеченности в каждом ВХБ снимались с кривой

обеспеченности, построенной по величинам суммарного стока рек в каждом ВХБ. Общие водные ресурсы территории РК в годы различной обеспеченности стока определялись суммированием равнообеспеченных значений стока по всем ВХБ.

Средние водные ресурсы за многолетний период до 2007 г. составляют:

по наблюдаемым данным – 99,5 км<sup>3</sup>/год;

по восстановленному естественному стоку – 115 км<sup>3</sup>/год;

Заметим, что первая цифра очень близка к оценкам на 2000 г.

Суммарные водные ресурсы на уровне 2010 г., которые авторы считают примерно равными таковым за 1974–2007 гг., составляют:

по наблюдаемым данным – 94,0 км<sup>3</sup>/год;

по восстановленному естественному стоку – 114 км<sup>3</sup>/год.

Рассчитаны объемы стока конкретных рек и суммарные водные ресурсы в различные по водности годы (табл. 1). Основной метод расчета – метод компоновки, метод реальных лет.

В масштабе 8 ВХБ оценены как средние водные ресурсы, так и ресурсы в характерные по водности годы (5, 50, 75, 95% обеспеченности).

Значения водных ресурсов различной обеспеченности в каждом ВХБ снимались с кривой обеспеченности, построенной по суммарному стоку рек в каждом ВХБ. Общие водные ресурсы РК в годы различной обеспеченности стока определялись суммированием равнообеспеченных значений стока по всем ВХБ.

Суммарные ресурсы поверхностных вод Казахстана (бытовой сток) за период наблюдений 1974–2007 гг. равняются 91,3 км<sup>3</sup>/год (50% обеспеченности), из которых 44,3 км<sup>3</sup>/год поступает из сопредельных государств, 47,0 км<sup>3</sup>/год составляет местный сток (табл. 2).

Естественный климатический сток (восстановленный) составляет соответственно 115,1 км<sup>3</sup>/год, из них 60,2 поступает из сопредельных территорий, 54,9 – местный сток.

Таким образом, за счет хозяйственной деятельности ресурсы речного стока Республики Казахстан уменьшились на 23,8 км<sup>3</sup>/год (на 21%), в том числе трансграничного стока – на 15,9 км<sup>3</sup>/год (на 26%), местного стока – на 7,9 км<sup>3</sup>/год (на 14%). Наибольшее влияние хозяйственной деятельности проявились в Арало-Сырдарииинском водохозяйственном бассейне (снижение на 47%), наименьшее – в Нура-Сарысуском и Ертисском бассейнах (уменьшение на 8%).

Таблица 2. Современное состояние (бытовой сток за 1974–2007 гг./естественно-климатический сток за тот же период) водных ресурсов РК по ВХБ

№ п/п	Водохозяйственные бассейны	Речной сток (50 %), км <sup>3</sup>		
		Всего	В том числе	
			сопр. стран	РК
1	Арало-Сырдаринский	15,9/29,8	14,2/26,5	1,74/3,28
2	Балкаш-Алакольский	25,6/29,0	11,9/12,7	13,7/16,3
3	Ертисский	30,9/33,7	6,45/7,32	24,5/26,4
4	Есильский	1,66/2,21	–	1,66/2,21
5	Жайык-Каспийский	10,5/12,8	8,31/9,87	2,23/2,93
6	Нура-Сарысуский	1,14/1,15	–	1,14/1,15
7	Тобыл-Торгайский	1,42/1,71	0,307/0,413	1,11/1,29
8	Шу-Таласский	4,13/4,65	3,13/3,36	1,00/1,29
	РК	91,3/115,1	44,3/60,2	47,0/54,9

**Сценарные прогнозы водных ресурсов.** Для решения стратегических вопросов, связанных с использованием водных ресурсов, естественно, важно предвидеть их объем на перспективу. К сожалению, надежной методики прогноза регионального стока пока нет (даже при наличии надежного метеорологического прогноза, что также довольно проблематично).

Испытан ряд методов прогноза естественных (климатических) водных ресурсов, из них наиболее перспективными для предвидения ситуации на уровне 2020 и 2030 гг. признаны следующие:

по линии линейного тренда, выведенного для многолетнего периода;

на основе выведенных региональных связей стока основных рек с определяющими метеорологическими факторами; при этом использован прогноз метеорологических характеристик в среднем по девяти моделям общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) нового поколения (CMIP3 – coupled model intercomparison project); этот прогноз дан в двух известных вариантах изменения концентрации в атмосфере парниковых газов: В1 («мягкий») и А2 («жесткий»).

Кроме того, для пяти ВХБ северной половины Казахстана использован прогноз форм атмосферной циркуляции Г. Я. Вангенгейма, а также выведенные для этой цели связи водности основных рек в каждом бассейне с различными ее формами.

Для сценарного прогноза на 2020 и 2030 гг. использовано среднее из всех вариантов прогноза. Но если один из методов давал не согласующиеся с другими («отскакивающие») прогнозные значения водных ресурсов, то этот сценарий не использован при осреднении.

Значения сценарных прогнозов естественных водных ресурсов приведены в табл. 3 и 4.

Как следует из табл. 3 и 4, на уровне 2020 г. в средний по водности год естественные суммарные водные ресурсы составят 117,7 км<sup>3</sup>, что несколько выше среднего многолетнего и на 3 % больше современных ресурсов. Это увеличение произойдет в основном за счет южных бассейнов, где в формировании стока рек принимают участие ледники. По пяти северным ВХБ суммарные водные ресурсы, напротив, понизятся на 1,5 % в сравнении с многолетним периодом.

На уровне 2030 г. ожидается уже более значительное увеличение водных ресурсов – до 120 км<sup>3</sup>, и это повышение стока будет почти повсеместным.

В то же время, на наш взгляд, нельзя игнорировать вероятность значительного маловодья в северной половине Казахстана в ближайшее десятилетие – 2012–2021 гг. В этот период в атмосферных процессах ожидается преобладание восточной формы циркуляции Е, что на этой части РК обычно сопровождается значительным снижением речного стока. Именно такая ситуация сложилась в 30-е годы прошлого столетия, когда катастрофическое маловодье охватило не только северную половину нашего материка, но и часть Северной Америки. Аналогичного маловодья с тех пор, к счастью, Казахстан не испытывал.

По данному сценарию суммарные водные ресурсы в бассейнах Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана (пять ВХБ) составят в средний по водности год 43,6 км<sup>3</sup>, что на 12 % ниже нормы последнего 34-летнего периода и на 15,5 % ниже многолетней нормы.

Таблица 3. Прогноз естественного (климатического) стока на 2020 г.

№ п/п	Водохозяйственные бассейны	Речной сток в год средней водности, км <sup>3</sup>		
		Всего	В том числе	
			сопр. стран	РК
1	Арало-Сырдаринский	31,0	27,6	3,42
2	Балкаш-Алакольский	31,0	13,6	17,4
3	Ертисский	32,9	6,90	26,0
4	Есильский	2,12	—	2,12
5	Жайык-Каспийский	13,0	10,4	2,60
6	Нура-Сарысуский	0,755	—	0,755
7	Тобыл-Торгайский	2,03	0,418	1,62
8	Шу-Таласский	4,87	3,61	1,26
	РК	117,7	62,5	55,2
№ п/п	Водохозяйственные бассейны	Речной сток (50 %), км <sup>3</sup>		
		Всего	В том числе	
			сопр. стран	РК
1	Арало-Сырдаринский	30,42	27,1	3,32
2	Балкаш-Алакольский	30,4	13,5	16,9
3	Ертисский	32,2	6,77	25,5
4	Есильский	1,68	—	1,68
5	Жайык-Каспийский	12,3	9,12	3,15
6	Нура-Сарысуский	0,621	—	0,621
7	Тобыл-Торгайский	1,668	0,345	1,323
8	Шу-Таласский	4,99	3,78	1,21
	РК	114	60,6	53,7
№ п/п	Водохозяйственные бассейны	Речной сток (75 %), км <sup>3</sup>		
		Всего	В том числе	
			сопр. стран	РК
1	Арало-Сырдаринский	25,78	23,1	2,68
2	Балкаш-Алакольский	26	11,9	14,1
3	Ертисский	27,247	5,449	21,798
4	Есильский	0,868	—	0,868
5	Жайык-Каспийский	8,683	6,233	2,45
6	Нура-Сарысуский	0,341	—	0,341
7	Тобыл-Торгайский	0,919	0,19	0,729
8	Шу-Таласский	4,36	3,41	0,95
	РК	94,2	50,3	43,9
№ п/п	Водохозяйственные бассейны	Речной сток (95 %), км <sup>3</sup>		
		Всего	В том числе	
			сопр. стран	РК
1	Арало-Сырдаринский	20,25	18,3	1,95
2	Балкаш-Алакольский	20,8	10,1	10,7
3	Ертисский	21,192	3,814	17,378
4	Есильский	0,246	—	0,246
5	Жайык-Каспийский	4,95	3,313	1,637
6	Нура-Сарысуский	0,113	—	0,113
7	Тобыл-Торгайский	0,305	0,063	0,242
8	Шу-Таласский	3,58	2,93	0,65
	РК	71,4	38,5	32,9

Таблица 4. Прогноз естественного (климатического) стока на 2030 г.

№ п/п	Водохозяйственные бассейны	Речной сток в год средней водности, км <sup>3</sup>		
		Всего	В том числе	
			сопр. стран	РК
1	Арало-Сырдаринский	31,3	27,8	3,45
2	Балкаш-Алакольский	31,3	13,7	17,6
3	Ертисский	33,4	7,00	26,4
4	Есильский	2,17	—	2,17
5	Жайык-Каспийский	13,3	10,6	2,66
6	Нура-Сарысуский	1,34	—	1,34
7	Тобыл-Торгайский	2,24	0,459	1,78
8	Шу-Таласский	4,90	3,66	1,24
	РК	120,0	63,2	56,6
№ п/п	Водохозяйственные бассейны	Речной сток (50 %), км <sup>3</sup>		
		Всего	В том числе	
			сопр. стран	РК
1	Арало-Сырдаринский	30,64	27,3	3,34
2	Балкаш-Алакольский	30,7	13,6	17,1
3	Ертисский	32,711	6,869	25,842
4	Есильский	1,725	—	1,725
5	Жайык-Каспийский	13,427	9,206	4,221
6	Нура-Сарысуский	0,914	—	0,914
7	Тобыл-Торгайский	1,834	0,377	1,457
8	Шу-Таласский	5,02	3,83	1,19
	РК	117	61,2	55,8
№ п/п	Водохозяйственные бассейны	Речной сток (75 %), км <sup>3</sup>		
		Всего	В том числе	
			сопр. стран	РК
1	Арало-Сырдаринский	26,0	23,3	2,70
2	Балкаш-Алакольский	26,3	12,0	14,3
3	Ертисский	27,638	5,528	22,11
4	Есильский	0,89	—	0,89
5	Жайык-Каспийский	8,807	6,293	2,514
6	Нура-Сарысуский	0,502	—	0,502
7	Тобыл-Торгайский	1,011	0,207	0,804
8	Шу-Таласский	4,38	3,45	0,93
	РК	95,5	50,8	44,8
№ п/п	Водохозяйственные бассейны	Речной сток (95 %), км <sup>3</sup>		
		Всего	В том числе	
			сопр. стран	РК
1	Арало-Сырдаринский	20,25	18,3	1,95
2	Балкаш-Алакольский	20,9	10,1	10,8
3	Ертисский	21,496	3,869	17,627
4	Есильский	0,252	—	0,252
5	Жайык-Каспийский	5,921	3,345	2,576
6	Нура-Сарысуский	0,167	—	0,167
7	Тобыл-Торгайский	0,335	0,068	0,267
8	Шу-Таласский	3,61	2,97	0,64
	РК	72,9	38,7	34,3

*Примечание.* Прогнозные значения водных ресурсов на 2020 и 2030 гг., формирующихся на территории РК и сопредельных стран, приняты в соответствии с процентным соотношением этих величин, полученных на период 2007 г., от прогнозных значений суммарных естественных ресурсов на те же периоды.

Итак, на основе практически всей накопленной гидрометрической информации с использованием современной методологии и статистических приемов оценены водные ресурсы восьми ВХБ и территории Казахстана в целом в вариантах: бытовой (наблюдаемый) и естественный (климатический) сток, суммарный и местный сток. Все это получено для расчетных периодов: многолетнего (с начала—конца 30-х годов), современного (в основном это 1974–2007 гг.) и предшествующего ему периода, большая часть которого характеризуется условно-естественным стоком. Эти материалы можно рассматривать как

обновленные данные изданных «Ресурсов поверхностных вод...» в 50–70-х годах. Они учитывают накопленную за прошедший 40–50-летний период информацию и произошедшие изменения в связи с климатическими и антропогенными факторами. Данные найдут применение при решении стратегических и текущих вопросов, связанных с использованием водных ресурсов, количественного и качественного управления ими.

При проектировании соответствующих мероприятий полезными будут и прогнозные характеристики.

Калашников А. А.,  
д.т.н.



## ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ОТРАСЛЯМИ ЭКОНОМИКИ КАЗАХСТАНА: ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ

А. А. КАЛАШНИКОВ

В монографии рассматривается проблема обеспечения водной безопасности Республики Казахстан в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений, предлагаются пути сохранения и восстановления природных водоисточников, технического совершенствования существующих водохозяйственных объектов (систем водоснабжения, водохранилищ, водозаборных узлов и т.д.) и рационального использования водных ресурсов в отраслях экономики РК с позиций обеспечения водной безопасности страны и стабильного социально-экономического развития.

Рассмотрены современное состояние и перспективы развития рыбохозяйственных водных объектов, системы обеспечения энергонезависимости Казахстана, безопасности гидротехнических сооружений на основе системы мониторинга безопасности водохозяйственных сооружений, приведены мероприятия по снижению риска аварий и защите территорий от вредного воздействия вод.

Эффективное развитие отраслей экономики в условиях широкомасштабного технологического перевооружения в большей мере зависит от водообеспеченности территории и рационального использования водных ресурсов. В монографии приводятся результаты исследований ряда НИИ, направленных на ресурсосбережение в инновационном аспекте.

Рассмотрено использование водных ресурсов в орошаемой земледелии по восьми водохозяйственным бассейнам республики: Арало-Сырдаринскому, Балкаш-Алакольскому, Ертисскому,

Урало-Каспийскому, Ишимскому, Нура-Сарысускому, Шу-Таласскому и Тобол-Торгайскому.

Поверхностные водные ресурсы Казахстана в средний по водности год составляют 91,3 км<sup>3</sup>. На территории республики формируется 47,0 км<sup>3</sup>, а остальная часть поступает из сопредельных стран. В маловодные годы речной сток снижается до 64,2 км<sup>3</sup>. Объем возвратных вод составляет около 9,0 км<sup>3</sup>. Запасы пресных подземных вод утверждены в объеме 15,7 км<sup>3</sup>/год. Уровень их использования составляет всего 11,3 %.

Проведенные расчеты показывают, требуемый объем поверхностных вод для обеспечения устойчивости экосистем бассейнов рек Казахстана составит 71,1 км<sup>3</sup>, включая транзитный сток по р. Ертис в РФ и естественные потери из рек и водоемов. Таким образом, располагаемые прогнозные (возможные для использования в других целях) водные ресурсы составляют по среднемноголетнему году 29,4 км<sup>3</sup>. Реально возможные колебания годового использования будут от 22,0 до 29,0 км<sup>3</sup> в зависимости от водности года.

При общем водозаборе 29,0 км<sup>3</sup>, возможно, будет использовано 23,7 км<sup>3</sup> в год (80 %), из них на нужды орошения — 14,0–16,0 км<sup>3</sup> (с учетом развития промышленности).

Проблема рационального использования и охраны водных ресурсов обусловлена экстенсивным характером их эксплуатации. Во многих речных бассейнах РК масштабы использования запасов водных ресурсов приблизились к полному, необходим переход к интенсивному способу эксплуатации, как более эффективному и комплексному.

Дана оценка использования водных ресурсов в сельском хозяйстве.

Дефицит водных ресурсов в совокупности со сложившейся экономической ситуацией приводит к сокращению водопотребления в республике. В настоящее время водозабор на сельское хозяйство сократился до 15 км<sup>3</sup> (против 26 км<sup>3</sup> в 1992 г.), площадь регулярного орошения уменьшилась вдвое. В отдельных регионах страны дефицит водных ресурсов не позволяет полностью реализовать природный потенциал.

Оценка и прогноз развития орошаемого земледелия в Казахстане выполнены с учетом обеспечения продовольственной безопасности страны; наличия водных ресурсов и их трансграничного характера; сохранения плодородия почв с обязательным введением севооборотной ротации сельскохозяйственных культур; создания высококорентабельного сельскохозяйственного производства.

Анализ агроклиматических показателей, количественная и качественная их оценка в различные годы и внутригодовые периоды, а также оценка почвенных ресурсов и гидрогеологические условия природных зон перспективных и существующих орошаемых регионов позволяют оценить природные ресурсы в системе «климат—почва—растение» по агроклиматическим (природным) зонам.

Для различных агроклиматических (природных) зон республики в зависимости от климатических характеристик, типов почв с учетом их гидрологических характеристик и пищевого режима, продолжительности вегетации рекомендованы для возделывания по Северному и Южному регионам основные виды сельскохозяйственных культур.

*Водоземельные ресурсы и структура орошаемых площадей по водохозяйственным бассейнам.* Казахстан относится к числу стран, где орошаемое земледелие в сельскохозяйственном производстве играет ведущую роль и на него приходится более 70 % забора воды отраслями экономики. С поливных площадей, составляющих около 5 % пашни, республика получала более 30 % всей продукции земледелия в стоимостном выражении.

Максимальное водопотребление наблюдалось в начале 90-х годов прошлого столетия: на орошение ежегодно направлялось 20–25 км<sup>3</sup> воды при общем водозаборе на народнохозяйственные нужды 35–37 км<sup>3</sup>. В то же время из-за отсутствия должного финансирования работ по эксплуатации гидромелиоративных систем практически

половина орошаемых земель вышла из сельскохозяйственного оборота. Из 2,35 млн га, ранее орошавшихся земель, используется немногим более 1,4 млн га, а поливается около 1,2 млн га.

Оросительная норма на регулярное орошение по РК изменялась от 8100 до 10 100 м<sup>3</sup>/га, при среднем значении 9180 м<sup>3</sup>/га.

В настоящее время Южный регион Казахстана располагает 17,1 млрд м<sup>3</sup> поверхностных вод в среднемноголетний год (50 % обеспеченности) и 13,34 млрд м<sup>3</sup> в маловодный год (95 % обеспеченности). Из них для регулярного орошения может быть использовано 14,01 и 10,25 млрд м<sup>3</sup> соответственно в среднемноголетние и маловодные годы.

На орошаемых массивах различных стран с высокой ирригационной технологией и техникой полива продуктивность поливной воды достигает от 2,5 до 6,0 кг сельскохозяйственной продукции на 1 м<sup>3</sup> поданной воды, а удельные затраты воды составляют от 0,15 до 0,6 м<sup>3</sup> на 1 кг выращенного урожая. В Казахстане эти показатели составляют соответственно от 0,4 до 0,8 и > 2,4 м<sup>3</sup>/кг произведенной продукции. Поливная вода используется нерационально: фактически затраты воды на 1 га составляют от 9500 до 10 500 м<sup>3</sup>, а на рисовых полях — до 36,0 тыс. м<sup>3</sup>.

Это диктует необходимость проведения комплексной реконструкции оросительных систем, основной задачей которой является снижение оросительной нормы за счет внедрения водосберегающих технологий.

В Казахстане на долю орошаемого земледелия приходится более 70 % забора воды, а значит оно является подотраслью экономики, на которую необходимо сделать акцент при эффективном использовании водных ресурсов.

В Кызылординский, Южно-Казахстанской, Жамбылской и Алматинской областях расположены более 90 % орошаемых земель Казахстана. В настоящее время площадь орошаемых земель по сравнению с 90-ми годами прошлого века снизилась на 43 % и составляет около 1,4 млн га. Причиной неиспользуемых орошаемых земель (около 1,0 млн га) являются:

*В Южном Казахстане* (площадь используемых орошаемых земель около 1,3 млн га): снижение технического уровня гидромелиоративных систем и соответственно низкий КПД ирригационных систем (0,2–0,35); ухудшение технического состояния коллекторно-дренажной сети (КДС), выход из строя скважины вертикального дренажа (СВД) и снижение дренированности

орошаемых земель; увеличение размеров непродуцируемых потерь оросительных вод на каналах и орошаемых землях; подъем уровня залегания грунтовых вод выше критической глубины; рост минерализации и ухудшение качества оросительных вод; отсутствие строгого водочета при орошении; дефицит водных ресурсов в вегетационный период, недополив сельскохозяйственных культур; рост площадей засоленных, солонцеватых и щелочных орошаемых почв; снижение запасов органических веществ (гумус) и питательных элементов (подвижных форм азота, фосфора, калия); множество мелких крестьянских хозяйств, имеющих орошаемые земли площадью до 10 га.

*В остальных регионах* (площадь используемых орошаемых земель – около 90 тыс. га, не используемых – 494,3 тыс. га на 1.01.2010 г.): выход из строя водозаборных сооружений и закрытых оросительных сетей; износ и выход из строя дождевальных машин и агрегатов; тяжелые гидрогеологические условия и склонность орошаемых земель к засолению; натриевое осолонцевание и ощелачивание почв; снижение запасов гумуса и питательных элементов (азота, фосфора и калия); высокая стоимость машинного водоподъема и невозможность дешевых поверхностных поливов по бороздам и полосам.

В Республике Казахстан сосредоточено огромное количество полупустынных пастбищ, составляющих более 60 % пастбищных территорий всех стран СНГ и 71 % стран Центрально-Азиатского региона.

Обширные территории естественных пастбищ, дающих в настоящее время около 75 % кормов, занимают в республике около 183 млн га, или почти 70 % территории страны. По состоянию на 2009 г. 113,1 млн га пастбищ обводнено. Кормовой запас обводненной части территорий пастбищ в настоящее время составляет около 17,9 млн т кормовых единиц. Из всех пастбищ республики летние равны 50,9; весенне-осенние – 76,1; зимние – 24,8 и пастбища круглогодичного использования – 26,2 млн га.

Состояние пастбищ сегодня вызывает обеспокоенную тревогу. По данным аэрокосмической съемки из обследованных 103 млн га 63 млн га подвержены опустыниванию, из которых 47 млн га – по причине перевыпаса, 6 млн га – из-за техногенных факторов, окончательно сбиты и потеряли хозяйственную значимость около 15 млн га. Деградация пастбищ из года в год возрастает. Группировка почв по их пригодности для

возделывания сельскохозяйственных культур на основе анализа характеристик почвенных разностей пустынно-степной полосы Юго-Западного Казахстана показала, что по полупустынной зоне 26 % площадей являются пригодными (требуют незначительных агроулучшающих мероприятий), 35 % – условно пригодными (требуют специальных агроулучшающих мероприятий типа гипсования, дренажа, промывок и т.д.) и 39 % – непригодными.

В условиях пустынь и полупустынь повышение продуктивности пастбищного животноводства связано с состоянием системы «пастбище–вода–животное–человек», то есть интенсификация возможна:

в повышении плодородия почвы для получения наибольшего количества кормов с единицы земельной площади;

в равномерном и полном обводнении пастбищ с использованием механизации и автоматизации водоподъема;

в повышении качества скота и степени его использования для производства животноводческой продукции, т.е. увеличение продуктивности скота;

в обеспечении необходимых социальных и экономических условий жизни населения.

В Республике Казахстан проблемы снабжения водой питьевого качества, как и во всем мире, стоят достаточно остро. Большинство водопроводов и сооружений для подготовки питьевой воды были введены в эксплуатацию или капитально отремонтированы более 25–30 лет назад. Водопроводные хозяйства с забором воды как из подземных, так и поверхностных источников, как правило, не имеют необходимого комплекса сооружений для обеззараживания и очистки воды, по многим водозаборам не соблюдаются режимы зон санитарной охраны. В неудовлетворительном состоянии находятся водоразводящие сети, износ которых достигает до 70 % и непрерывно возрастает, что обуславливает частые аварии и, как следствие, загрязнение воды. По данным водоканалов наибольший износ водопроводных сетей отмечается в областях: Алматинской – 80,5 %, Акмолинской – 67,2 %, Павлодарской – 65,6 %, Атырауской – 65 % и Восточно-Казахстанской – 63,5 %. Практически полное отсутствие финансирования водного сектора экономики страны с 1995 по 2002 год отрицательно сказалось на общем состоянии сектора. В настоящее время большинство водоканалов работает на принципах самофинансирования в условиях

отсутствия денежных дотаций государства. Из 16 водоканалов, функционирующих в областных центрах и в городах Алматы и Астане, 11 прошли стадию банкротства или находятся на этой стадии.

В 2010 году забор воды на коммунально-бытовые нужды из поверхностных и подземных источников составил соответственно 51,9 и 48,1 %. В промышленности 95,8 % забора осуществляется из поверхностных источников, что преобладает в Карагандинской, Мангистауской и Павлодарской областях. Объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения составил 8028,32 млн м<sup>3</sup>. В суммарном заборе воды для всех отраслей экономики республики забор на нужды коммунального хозяйства и промышленности в 2010 году составил 26,4 %, или 23 935,37 млн м<sup>3</sup>.

Определены требования на воду коммунального хозяйства и расчетные уровни (на 2020 и 2030 гг.) с учетом удельных норм водопотребления в соответствии со СНиП РК 4.01-02-2009. Забор из природных водных объектов на нужды коммунального хозяйства к 2030 году предположительно составит 1,233 км, или 87 % к уровню 1990 года и 131 % к современному уровню. Рост промышленного производства, определенный Стратегическим планом развития Республики Казахстан до 2020 года и конкретными инвестиционными проектами в рамках Карты индустриализации страны и Программы форсированного индустриально-инновационного развития, вызовет увеличение забора воды. Требования промышленности на 2030 год определены в объеме 6,81 км, что составит 126 % к современному уровню.

*Современное состояние сельскохозяйственно-го водоснабжения.* Из всех сельских населенных пунктов РК только в Акмолинской (45%), Алматинской (54 %) и Южно-Казахстанской областях (47 %) примерно половина населения пользуется водой из централизованных источников водоснабжения. Водой из местных подземных источников пользуются в Актюбинской (82 %), Павлодарской (83 %), Северо-Казахстанской (68 %), Костанайской (61 %), Карагандинской (67 %), Западно-Казахстанской (66 %), Восточно-Казахстанской (62 %), Жамбылской (55 %) областях, а из поверхностных источников пользуются крайне мало – Атырауская (12 %), Восточно-Казахстанская (13 %), Западно-Казахстанская и Костанайская (9 %) и Южно-Казахстанская (10 %) области. Привозная вода используется в

Атырауской (48 %), Мангистауской (24 %), Костанайской (10 %) областях.

*Оценка и прогноз развития оборотных и замкнутых систем водоснабжения в промышленности.* Одним из ключевых принципов перехода РК к устойчивому развитию является расширение области практического использования безотходных и малоотходных технологий, в том числе в сферах водоснабжения и водоотведения (бессточные технологии) на промышленных предприятиях.

*Значительное сокращение расхода воды может быть достигнуто путем:*

применения испарительного охлаждения металлургических печей и кристаллизаторов машин для непрерывного литья заготовок, что позволит сократить потребление воды в 50–60 раз;

совершенствования способов охлаждения прокатного оборудования и металла – замены малоэффективного способа охлаждения с помощью перфорированных труб форсуночным охлаждением, что позволит в ряде случаев сократить потребление воды на 20–30 %;

использования электроприводов к воздуходувным машинам и компрессорам воздуходувных и кислородных станций, что даст возможность исключить весьма существенный расход воды на конденсацию пара турбин;

применения для некоторых агрегатов и сред воздушного охлаждения;

максимального внедрения бескислотных методов травления металла;

внедрения сухих методов очистки газов, пневмотранспорта пыли, ее окомкования и утилизации на агломерационных фабриках.

Наиболее оптимальным с точки зрения экономики водных ресурсов и защиты окружающей среды является применение замкнутых систем водного хозяйства металлургических комбинатов с извлечением из сточных вод и использованием полезных отходов в производстве продукции.

*Оценка и прогноз развития гидроэнергетики.* Перспективы развития гидроэнергетики определяются динамикой изменения величины стока рек в ближайшие десятилетия.

На восточную часть республики (Восточно-Казахстанская и Павлодарская области) приходится 41,8 % всех энергоресурсов, на юго-восточную (Алматинская область) – 41,5 %, на северную (Акмолинская, Костанайская, Северо-Казахстанская области) – 0,8 %, на центральную (Карагандинская область) – 0,8 %, на южную (Жамбылская, Южно-Казахстанская, Кызылординская области) – 13,4 %, на западную

(Атырауская, Актюбинская, Уральская области) – 1,6 %.

Крупных рек, которые уже практически использованы как источники получения электроэнергии, в Казахстане три – Ертис, Иле и Сырдария. Остальные фактически являются малыми реками, располагающимися в основном в горных районах с высокими перепадами. На таких реках могут быть построены только малые ГЭС в основном деривационного типа.

Среди действующих крупных гидроэлектростанций Казахстана полноценные возможности покрытия пиковой части суточных графиков нагрузки имеет только Буктырминская ГЭС. На Капшагайской ГЭС существуют ограничения, связанные с колебаниями уровней в нижнем бьефе из-за опасений затопления объектов в нижнем бьефе, в том числе в дельте р. Иле.

В настоящее время в Казахстане работают 15 ГЭС суммарной установленной мощностью 2270,0 МВт, что составляет около 12 % от всех мощностей республики. Степень освоения экономически эффективных гидроэнергоресурсов в Казахстане составляет всего 26 % (в США и Канаде – 50–55 %, в Западной Европе и Японии – 60–90 %).

*Качество водных ресурсов и рыбохозяйственная продуктивность в водохозяйственных бассейнах Казахстана.* На основании аналитического метода по когортным моделям разработана прогнозная величина уловов в основных промысловых водоемах. В целом по республике на 2015, 2020, 2030 гг. она соответственно составляет 35 856,7; 35 971,81; 35 731,6 и 35 550,5 т.

Ожидаемый рост производства рыбной продукции за счет развития аквакультуры составит в ближайшее время около 30 тыс. т.

В целом по Казахстану необходимо разработать физиологические нормы потребления рыбы и рыбопродуктов, обеспечить устойчивое рыболовство на уровне 50–55 тыс. т рыбы, увеличить производство аквакультуры до уровня, обеспечивающего удовлетворение потребностей населения Казахстана, разработать меры по сохранению биоразнообразия и экологического равновесия. Кроме того, уровень научных разработок и объемы информации должны быть достаточными для обеспечения указанных мер.

*Оценка гидрологических опасностей и рисков в бассейнах рек Казахстана.* Стихийные бедствия, порождаемые водной средой, принято называть наводнениями.

По происхождению различают 3 группы наводнений:

1) вызванные метеорологическими факторами (половодье, паводок, нагонные колебания уровней воды в устьевых участках рек, выпадающих в моря, в результате ветрового воздействия);

2) вызванные или усиленные русловыми условиями [заторы льда при весеннем (осеннем) ледоходе];

3) наводнения антропогенного генезиса, вызванные или усиленные (подпор от мостов ГТС, завалы в руслах или их искусственное сужение; прорыв вышерасположенных плотин или береговых дамб; переход вышерасположенного водохранилища в зимний период на энергетический режим, когда ниже плотины русло сковано сплошным льдом).

Наводнения, вызванные весенним или весенне-летним половодьем, отмечаются на реках практически во всех регионах Казахстана.

По степени опасности наводнений территория Казахстана районирована на 5 типов:

чрезвычайно опасных наводнений республиканского уровня, где максимальные уровни воды более чем на 3,0 м превышают уровни начала затопления прибрежных территорий;

значительно опасных наводнений, где максимальные уровни воды на 2,0–3,0 м превышают уровни воды начала затопления;

опасных наводнений, где максимальные уровни воды на 1,5–2,0 м превышают уровни воды начала затопления;

умеренно опасных наводнений, где максимальные уровни воды на 1,0–1,5 м превышают уровни воды начала затопления;

мало опасных и незначительно опасных наводнений, где максимальные уровни воды менее чем на 1,0 м превышают уровни воды начала затопления.

*Оценка состояния гидротехнических сооружений Казахстана.* Уровень безопасности ГТС определяется следующими качественными показателями: нормальный, пониженный, неудовлетворительный, опасный.

В связи с продолжительной эксплуатацией и недостаточными объемами производимых ремонтно-восстановительных работ происходят разрушение основных конструкций сооружений, заиливание водохранилищ и создается высокая вероятность чрезвычайных ситуаций, особенно при прохождении весенних половодий и паводков.

К основным показателям эксплуатационной надежности ГТС относится их безопасность,

т. е. наличие определенных свойств, позволяющих при нормальном эксплуатационном состоянии ГТС исключить возникновение аварийных ситуаций и обеспечить защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов.

Ухудшение технического состояния основных производственных фондов водного хозяйства и, в первую очередь, водоподпорных гидротехнических сооружений происходит в результате снижения инвестиционной активности и недостаточного финансирования планово-предупредительных работ.

В Казахстане насчитывается 643 гидротехнических сооружения, имеющих различную ведомственную принадлежность и форму собственности. В их число входят 340 гидроузлов и гидротехнических сооружений, функционирующих в системе водного хозяйства. Построено 214 водохранилищ общей емкостью более 95,5 км<sup>3</sup>, без учета прудов и малых водохранилищ, рассчитанных на задержание весеннего стока.

В настоящее время на территории республики имеется 270 водохранилищ с комплексом гидротехнических сооружений, из которых 62 водохранилища республиканского и 208 местного значения.

По данным Министерства по чрезвычайным ситуациям в Казахстане из 653 имеющихся гидросооружений 268, в том числе 28 крупных, нуждаются в срочном ремонте. При этом фактический износ водохозяйственных объектов составляет более 60 %. В республиканской собственности находится 24 % крупных гидротехнических сооружений (61 водохранилище, 91 гидроузел и магистральный канал), остальные — на балансе коммунальных, промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Присутствует также низкая энерговооруженность эксплуатационных организаций, не достигающая 50 % от потребности при 60–70 % износе парка механизмов и машин и с практически полностью разрушенной некогда мощной сопутствующей инфраструктурой.

По данным Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства в Казахстане в неудовлетворительном техническом состоянии находятся 54 из 175 гидротехнических сооружений (ГТС), находящихся в коммунальной собственности, 17 из 211, находящихся в частной собственности, 25 из 108 бесхозных ГТС и 17 из 66 ГТС, находящихся в республиканской собственности. По весеннему мониторингу опреде-

лено, что 113 водохранилищ из общего их числа требуют капитального ремонта. 22 бесхозных водохранилища переданы в коммунальную собственность, 52 поставлены на учет в органы юстиции, по 34 оформляются документы по передаче в коммунальную собственность.

В Казахстане финансирование мероприятий по безопасности плотин и других крупных ГТС осуществляется преимущественно из государственного бюджета, привлекаются средства собственников плотин и ГТС. В целом государственное финансирование мер по обеспечению безопасности плотин и других ГТС недостаточно.

Таким образом, Республика Казахстан обладает богатыми агроклиматическими, земельными и значительными водными ресурсами, способна стабильно получать при орошении высокие урожаи приоритетных сельскохозяйственных культур и обеспечивать внутренний и внешний рынки разнообразной продукцией высокого качества. Однако современное техническое состояние оросительных систем, низкий уровень ведения орошаемого земледелия, управления водными ресурсами в ирригации не отвечают требованиям сегодняшнего времени и продуктивность орошаемого гектара низка.

На ирригационных системах, где используются различные формы собственности на гидротехнические сооружения, которые должны работать как единый механизм, дисхронизировалась работа оросительной и дренажной сети, что привело к росту затрат воды на получение единицы продукции, развитию деградационных процессов на орошаемых землях и снижению их продуктивности. Это способствовало снижению платежеспособности водопользователя, поэтому попытки возвращать затраты на эксплуатацию ирригационных систем путем введения оплаты услуг за подачу воды сельхозпроизводителю оказались неудачными и привели к банкротству службы эксплуатации. Для восстановления ее работоспособности потребуются огромные финансовые ресурсы, которыми не обладает товаропроизводитель. Поэтому в условиях Казахстана целесообразно использовать итальянский опыт работы, при котором государство полностью финансирует строительство и эксплуатацию водохранилищ, гидротехнических сооружений, каналов и их эксплуатацию до границ частных землевладений.

На современных системах ирригации размеры водозабора обычно колеблются от 8 до 13 тыс. м<sup>3</sup>/га, а до поля доходит 4–6 тыс. м<sup>3</sup>/га, то есть более

половины оросительной воды теряется в оросительной сети. По этой причине возникает парадоксальная ситуация – водозаборы значительно превышают потребности в воде, а на полях орошения ее не хватает, поэтому урожайность возделываемых культур снижается до двух раз. Отсюда следует, что дефицит водных ресурсов обусловлен, прежде всего, тем, что большая часть забираемой воды теряется в каналах при ее транспортировке от источника орошения до орошаемого поля. В таких случаях проблема достаточной водообеспеченности орошаемых земель может решаться за счет повышения КПД оросительной сети (переустройство магистральных и внутрихозяйственных каналов), совершенствования элементов техники полива.

В настоящее время используется целый арсенал технических средств и технологических операций по водосбережению и регулированию мелиоративными процессами на орошаемых землях. Однако их выбор осуществляется без достаточного учета возникновения вторичных проблем (засоление, ошелачивание, осолонцевание почв), выбора методов воспроизводства плодородия почв и защиты водоземельных ресурсов от деградации. В частности, уровень технического переустройства оросительной сети (реконструкции) предопределяет степень снижения интенсивности питания грунтовых вод, норм дренирования орошаемых территорий, защиту водных источников от загрязнения и истощения. Оптимизации способов полива, технологии внесения химмелиорантов, увеличение посевов бобовых культур и многолетних трав обеспечит рост продуктивности орошаемых земель и конкурентоспособность товаропроизводителя. Таким образом, реконструкция ирригационных систем, оптимизация способов полива, химизация деградированных почв, биологизация орошаемого земледелия создадут цветущие оазисы, которые станут привлекательными для внутренних и внешних инвесторов.

Существующая связь между техническим состоянием оросительной сети и технологией орошения, качеством орошаемых земель и водных ресурсов, системой удобрений и культуры земледелия предопределяет выбор технических решений и технологических операций при реконструкции ирригационных систем.

Эффективность реконструкции ирригационных систем следует оценивать объемами дополнительного получения сельхозпродукции и воды на орошение за счет повышения КПД оросительной сети и техники полива.

Количественные показатели КПД оросительной сети и наличие водных ресурсов предопределяют потребность в переустройстве магистральных, межхозяйственных, внутрихозяйственных каналов и гидротехнических сооружений, то есть доли бетонирования каналов или укладки трубопроводов. На современных ирригационных системах КПД оросительной сети колеблется 0,4 до 0,65 и зависит от водопроницаемости почвогрунтов. При облицовке половины каналов (50 %) или укладке трубопроводов КПД оросительной сети возрастет до 0,65–0,8 в первом и до 0,75–0,85 во втором варианте. При полной облицовке земляных каналов показатель КПД оросительной сети увеличится до 0,85–0,9, а на системах закрытого типа повысится до 0,9–0,98. Таким образом, за счет облицовки каналов или строительства систем закрытого типа КПД оросительной сети можно поднять до 2-х раз, а при применении капельного орошения параметры КПД техники полива возрастут до максимальных пределов и составят 0,8–0,9, то есть увеличатся на 64–100 %. Следовательно, за счет применения водосберегающих способов полива КПД техники полива можно повысить до 1,5 раза и более.

При повышении кормоемкости пастбищ перспективными мероприятиями являются коренное улучшение травостоя, внедрение пастбищеоборотов, развитие оазисного орошения. Удельные затраты воды на производство 1 ц продукции составляют по кормовым культурам от 70–80 до 120–136 м<sup>3</sup>/ц. В оазисном орошении себестоимость производства кормов по принятой структуре составляет по южным регионам страны 7,1–10,2 тенге за 1 корм. ед., что в 1,8–2,1 раза ниже по сравнению с затратами при завозной схеме обеспечения. Экономический эффект при этом равен 12,0–19,0 тыс. тенге на 1 га посевов кормовых культур.

Водохозяйственные мероприятия, направленные на устойчивое водоснабжение объектов сельскохозяйственного комплекса, должны носить комплексный характер и включать в себя мероприятия по реконструкции существующих и строительству новых обводнительных сооружений, увеличению их дебита, механизацию водоподъема, улучшение эксплуатации обводнительных сооружений.

Выявлено, что водоснабжение сельских населенных пунктов, фермерских и крестьянских хозяйств в зоне исследований осуществляется за счет подземных вод (80 %), из которых более 40 % имеют повышенную минерализацию, около

5 % требуют очистки от взвесей, примерно 80 % нуждаются в стабилизации и обезжелезивании.

В основных отраслях промышленности Казахстана — черной и цветной металлургии, теплоэнергетике, нефтеперерабатывающей основное количество воды расходуется на охлаждение.

Сточные воды систем охлаждения являются условно чистыми, охлаждение происходит в прудах-охладителях и градирнях, при этом за счет испарения и уноса влаги теряется 1–2 % воды. Поэтому во всех указанных отраслях использование оборотной воды должно быть не ниже 60 %.

Самыми неблагоприятными объектами являются пруды-накопители, пруды-испарители, золоотвалы, хвостохранилища и шламохранилища, которые, как правило, утроены. Они находятся в пониженных местах рельефа без специальных инженерных систем дренажа и противодиффузионных экранов, что приводит к загрязнению подземных вод.

В настоящее время в Казахстане работают 15 ГЭС суммарной установленной мощностью 22 70,0 МВт, что составляет около 12 % от всех мощностей республики. В основном это крупные ГЭС на реках Ертис, Иле и Сырдария. Весь гидроэнергетический потенциал Казахстана сегодня оценивается примерно в 170,0 млрд кВт·ч, технически возможный для использования — 62,0 млрд кВт·ч, а экономически целесообразный к освоению на современном уровне — около 27,0 млрд кВт·ч, из которых сегодня освоено около 8,8 млрд кВт·ч. Степень освоения экономически эффективных гидроэнергоресурсов в республике равна всего 26 %, в экономически развитых странах этот показатель составляет: 50–55 % в США и Канаде; от 60 до 90 % в странах Западной Европы и Японии.

Меры по управлению рыбным хозяйством должны предусматривать:

— устойчивое использование рыбных ресурсов естественных водоемов, то есть не допускать снижения коммерческих уловов;

— восстановление истощенных рыбных ресурсов;

— восстановление численности редких видов рыб;

— развитие аквакультуры;

— создание системы получения объективной информации по всем разделам рыбного хозяйства (научные исследования ресурсов, промысла, сбор статистических данных, маркетинговые исследования);

— учет интересов третьих сторон, например охраняемых территорий или местных жителей; расширение возможностей местного сообщества в управлении рыбным хозяйством.

Определяющим фактором современного состояния гидротехнических сооружений в РК, оказывающим прямое влияние на техническое состояние сооружения и его основание, является большой срок их эксплуатации — от 30 лет и более. Из 560 обследованных гидротехнических сооружений более 113, или 20 % от общего количества, находятся в неудовлетворительном состоянии. Из них 22 бесхозных водохранилища переданы в коммунальную собственность, 52 зарегистрированы в органах юстиции, по 34 оформляются документы по передаче в коммунальную собственность.

Система мониторинга безопасности гидротехнических сооружений состоит из трех составляющих компонентов: подсистемы контроля за безопасностью водохозяйственных сооружений; подсистемы защиты территорий от вредного воздействия водной среды (паводков); подсистемы предупреждения и ликвидации природных и техногенных чрезвычайных ситуаций.

Заключительным звеном автоматизированного мониторинга ГТС должна стать информационно-диагностическая система (ИДС), представляющая собой систему по сбору, хранению, обработке, визуализации показаний датчиков в различном виде, анализ полученных данных, структурирование и вычисление контролируемых показателей состояния, сопоставление их с критериями безопасности. Это позволяет выполнять оперативную автоматическую диагностику состояния сооружений, а при необходимости и более полную диагностику безопасности сооружений с привлечением экспертов.

Решения поставленных задач являются этапами дальнейших исследований по рациональному водопотреблению отраслями экономики Республики Казахстан.



*Толубаева Л. С.,  
д.г.н.*

## ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*А. Р. МЕДЕУ<sup>1</sup>, И. М. МАЛЬКОВСКИЙ<sup>2</sup>, Л. С. ТОЛЕУБАЕВА<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Научный руководитель программы

<sup>2</sup>Заместитель научного руководителя программы

<sup>3</sup>Ученый секретарь программы

Согласно прогнозам население мира к 2025 году достигнет 8 млрд, а к 2050 году составит свыше 9 млрд человек. С учетом сложившихся тенденций можно предположить, что в предстоящие 50 лет проблемы, связанные с недостатком воды или загрязнением водных объектов, скажутся в разной степени на каждом государстве планеты. При этом в наибольшей степени обострение глобальных водных проблем отразится на состоянии продовольственного обеспечения и экологической безопасности многих регионов и стран мира. В Повестке дня на XXI век, разработанной под эгидой ООН, показано, что вода является ключом к устойчивому развитию человечества, то есть такого развития, которое не разрушает условий, необходимых для его продолжения, — политических, социальных, экономических и экологических, и воспроизводит без утраты свой собственный базис.

Ежегодно возобновляемые пресные водные ресурсы речных бассейнов обжитых континентов Земли составляют в среднем 42 757 км<sup>3</sup>/год. По сравнению с более ранними оценками водных ресурсов мира новые данные свидетельствуют об уменьшении мировых водных ресурсов на 4%.

В течение XX века глобальное водопотребление возросло в 7 раз, что более чем в 2 раза пре-

взошло темпы роста населения за этот же период. В перспективе по условному сценарию мировое водопотребление будет расти на 10–12% каждые десять лет и увеличится к 2025 г. в 1,37 раза по сравнению с 1995 г.; наиболее интенсивный рост водопотребления следует ожидать в Африке и Южной Америке (в 1,5–1,6 раза), наименьший — в Европе и Северной Америке (в 1,2 раза) (рис. 1).

Анализ состояния водных проблем в мире показывает невозможность решения проблем нехватки воды исключительно за счет стратегии водосбережения. Другим активно развиваемым направлением достижения сбалансированного водопользования является водообеспечение — увеличение потенциальных ресурсов природных вод за счет мероприятий по пространственно-временному перераспределению водных ресурсов. По данным экспертов ЮНЕСКО на уровне 1990 года был зарегулирован режим одной десятой всех рек земного шара, что увеличило устойчивый сток рек суши на 22%. Согласно прогнозам примерно к 2030 году в той или иной степени будет зарегулирован сток 2/3 рек планеты.

Мероприятия по территориальному перераспределению водных ресурсов имеют очевидные преимущества: всеобщее распространение и применимость для всех физико-географических зон, регионов и континентов. Объем перебрасываемого

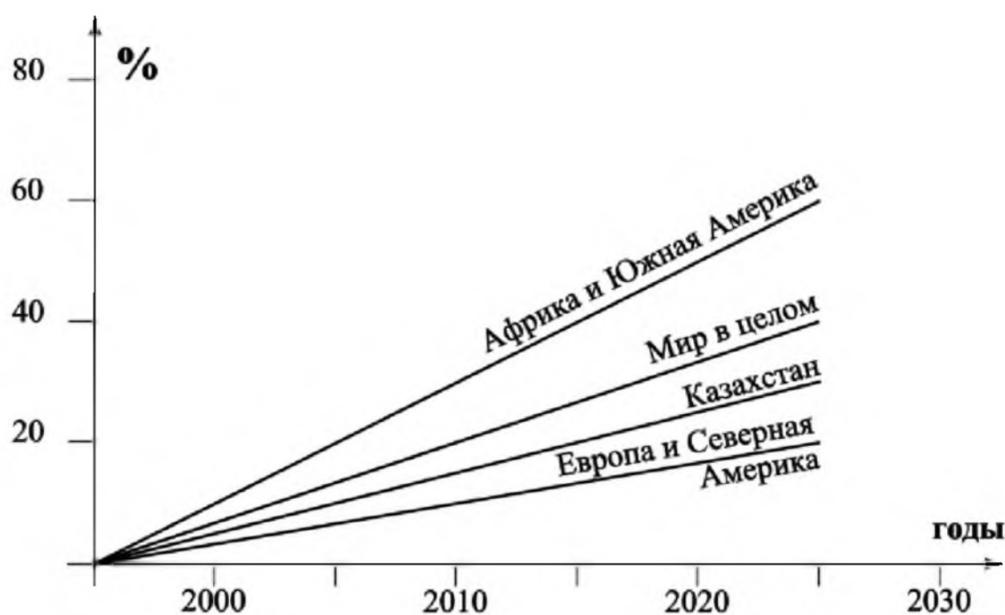


Рис. 1. Прогнозная динамика водопотребления. Темпы роста (%) относительно 1995 г.

стока в мире в настоящее время на два порядка больше суммарного объема опреснения.

В мире накоплен огромный опыт транспортировки вод посредством строительства сложных гидротехнических сооружений, в нее вкладывают большие деньги и получают прибыль.

В сочетании с широким применением современных водосберегающих технологий в отраслях экономики межбассейновые и трансграничные переброски речного стока могут стать реальной основой обеспечения водной безопасности Республики Казахстан.

Вследствие исключительно важной роли водных ресурсов в переходе Республики Казахстан к устойчивому развитию проблемы водообеспеченности страны рассматриваются как фактор национальной безопасности.

В Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007–2024 годы, одобренной Указом Президента Республики Казахстан от 14.11.2006 г., №216, определены принципы, цели, задачи и основные механизмы достижения устойчивости во всех сферах жизнедеятельности страны. При этом рекомендовано внедрение экосистемного (бассейнового) принципа управления, учитывающего трансрегиональный характер природных ресурсов и экосистем в условиях Казахстана. Определены 8 зон устойчивого экосистемного развития, организованных по бассейновому принципу (рис. 2): Арало-Сырдаринская, Балкаш-Алакольская, Ертисская, Есильская, Жайык-Каспийская, Нура-Сарысуская, Тобыл-Торгайская, Шу-Таласская. Предложенная бассейновая структура управления подчеркивает исключительно важную системообразующую роль водных ресурсов в достижении устойчивости развития Казахстана.

В рамках данной структуры осуществляются государственное планирование, проектирование

и оперативное управление использованием и охраной водных ресурсов.

Выделенные системы классифицируются по следующим признакам:

- географическому положению – на трансграничные (7 бассейнов) и национальные (1 бассейн);
- гидрологическим признакам – на бессточные (5), сточные (2) и проточные (1);
- экологическому статусу – на экологически кризисные (1), особого государственного значения (3), прочие (4);
- водохозяйственной специализации – на энерготранспортные (1), ирригационно-энергетические (1), ирригационные (2), транспортно-рыбохозяйственные (1), обводнительно-водоснабженческие (3).

Проблемы водной безопасности конкретных бассейнов республики специфичны и требуют индивидуальных подходов для их решения.

В развитие принятых в мировой практике критериев оценки состояния водообеспеченности природно-хозяйственных систем разработана система критериев водной безопасности, характеризующих фундаментальные свойства взаимоотношений «общество – водная среда» (рис. 3).

Под водной безопасностью (безопасностью водохозяйственной жизнедеятельности) понимается состояние защищенности жизненно важных интересов общества (здоровья людей, среды обитания, производства) от гидрологических угроз.

Водохозяйственная жизнедеятельность (ВХЖД) есть специфическая форма активных взаимоотношений общества с природными водами суши, содержанием которой являются использование и охрана водных ресурсов, а также борьба с вредным воздействием вод.

Под гидрологическими угрозами подразумеваются водообусловленные природные и антропо-

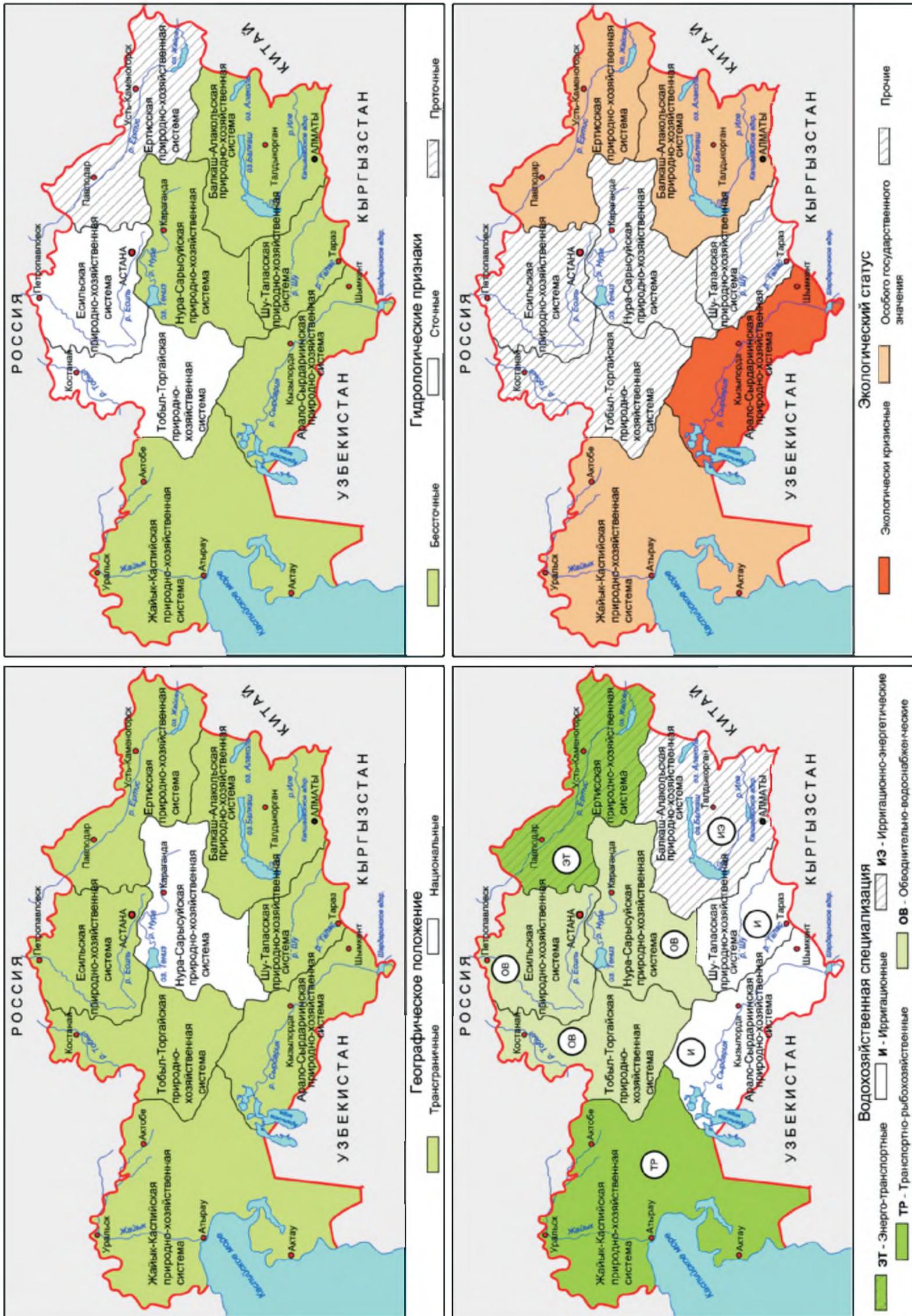


Рис. 2. Классификация бассейновых ПХС Казахстана к обоснованию приемлемых гидрологических рисков

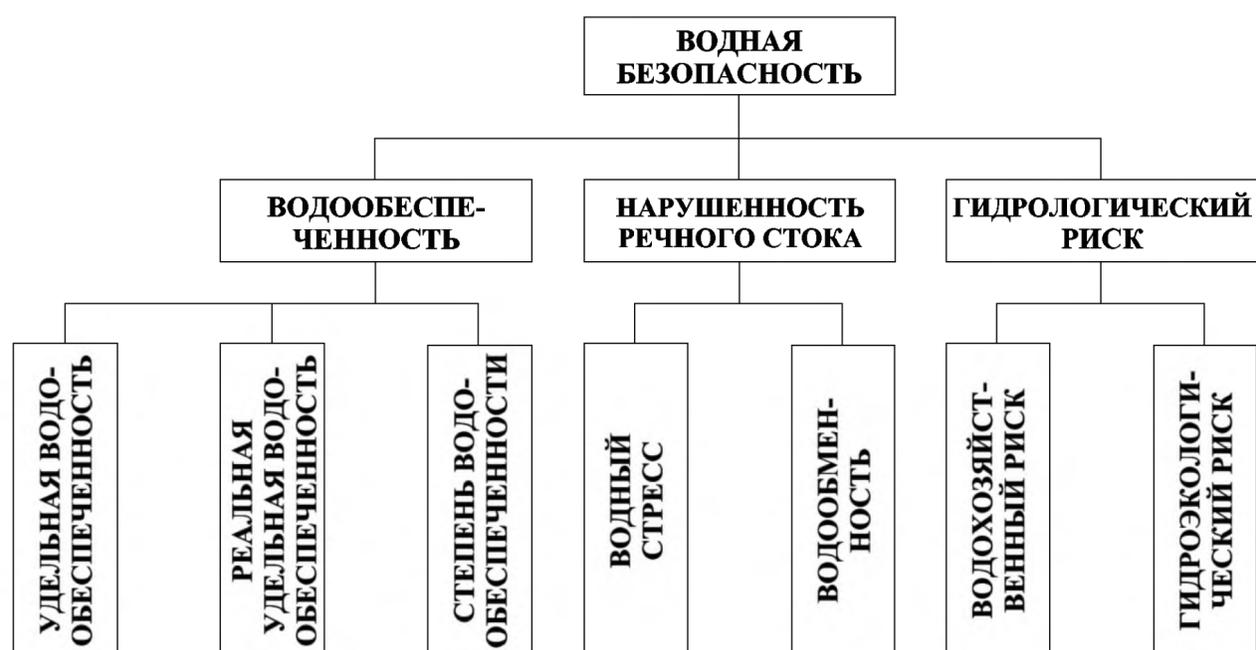


Рис. 3. Критерии оценки водной безопасности

погенные явления и процессы, а также свойства водных объектов, способные в определенных условиях причинить ущерб обществу.

Критерии водообеспеченности трактуются как показатели удовлетворения спроса на водные ресурсы населения, хозяйства и природных объектов без ущерба ресурсовоспроизводящих функций водной системы.

Критерий нарушенности речного стока отражает степень антропогенного преобразования речного стока как наиболее утилизируемого природного ресурса, в решающей мере определяющего состояние природно-хозяйственных систем.

Критерий гидрологического риска учитывает объективное существование фактора неопределенности при удовлетворении спроса на воду природно-хозяйственных систем, обусловленного вероятной изменчивостью речного стока и неконтролируемой хозяйственной деятельностью.

Разработанные критерии являются необходимыми, но недостаточными для принятия решений в задачах управления ресурсами речного стока в природно-хозяйственных системах.

В основу прогнозных сценариев водообеспеченности Республики Казахстан положены научные гипотезы развития водопотребления и динамики располагаемых водных ресурсов в разрезе отдельных бассейнов.

В настоящее время в Казахстане и мире не существует единой методологии прогнозирования водных ресурсов и элементов гидрометеорологического режима с заблаговременностью 1–5 лет и более. При оценке прогнозных ресурсов речного стока Республики Казахстан необходимо учитывать объективное существование двух типов неопределенностей. Первая неопределен-

ность связана с климатически обусловленной изменчивостью формирующегося в бассейне речного стока, имеющего вероятностную природу. Вторая обусловлена хозяйственной деятельностью в бассейнах сопредельных государств, масштабы которой невозможно однозначно предсказать.

С учетом высокой степени уязвимости природной среды и отраслей экономики Казахстана к возможным изменениям речного стока стратегия устойчивого водообеспечения республики должна быть ориентирована на неблагоприятное сочетание двух дестабилизирующих факторов: климатически обусловленное изменение местного стока (10-20%) и антропогенное сокращение трансграничного стока (до 50%) (рис. 4).

Наибольшие объемы речного стока формируются в Ертисской природно-хозяйственной системе (до 33% общих ресурсов и 45% местных). В Нура-Сарысуской, Есильской и Тобыл-Торгайской природно-хозяйственных системах формируется менее 6% речного стока, причем в маловодные годы местный сток меньше среднего примерно в 10 раз. В то же время естественные водные ресурсы основной трансграничной реки Казахстана Ертиса характеризуются меньшей изменчивостью, так как область формирования стока приурочена к горным районам.

По распространенному в международной практике показателю удельной водообеспеченности Ертисская природно-хозяйственная система относится к категории «высокая», водообеспеченность составляет 10–20 тыс. м<sup>3</sup> на одного жителя в год. Природно-хозяйственные системы Центрального и Северного Казахстана, в том числе Есильская, где расположена столица республики

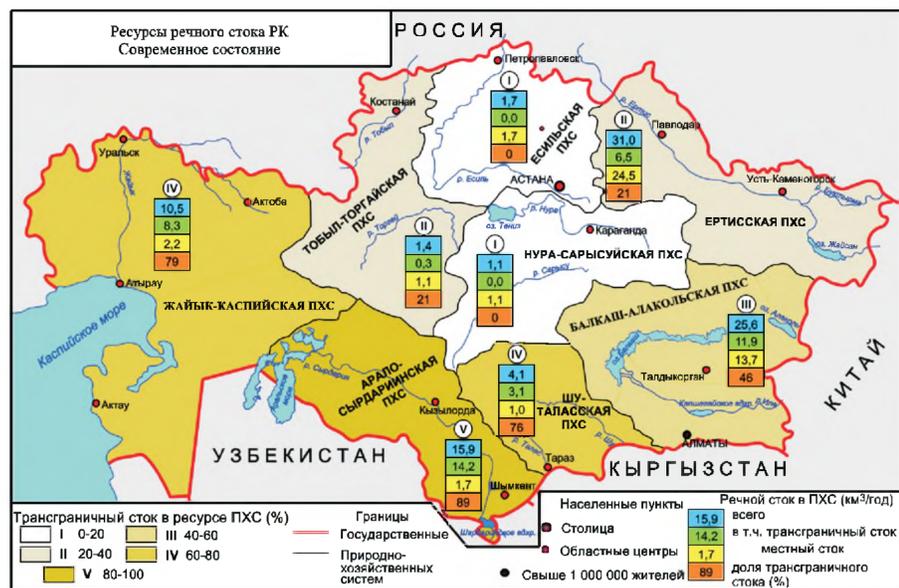
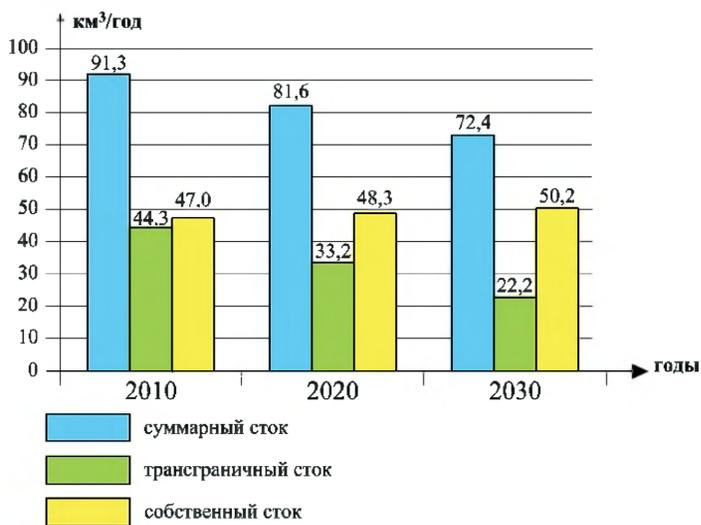


Рис. 4. Современное состояние и прогноз ресурсов речного стока

г. Астана, имеют «очень низкую» категорию водообеспеченности (1–2 тыс. м³ на одного жителя в год) с тенденцией перехода к 2030 г. в категорию «катастрофическая» водообеспеченность (менее 1 тыс. м³ на одного жителя в год). Сочетание таких разномасштабных региональных показателей предопределяет необходимость территориального перераспределения водных ресурсов для уменьшения контрастности в водообеспеченности бассейновых природно-хозяйственных систем. Потенциальным бассейном-донором для водodefицитных районов является бассейн реки Ертыс (рис. 5).

Дальнейшее развитие бассейновых природно-хозяйственных систем приведет в конечном итоге к формированию Единой системы водообеспечения Республики Казахстан, призванной осуществлять экологические, экономические и социальные функции, связанные с использованием водных ресурсов страны (рис. 6).

Формирование единой системы водообеспечения республики, аналогично единым транспортной и энергетической системам, – объективный процесс развития водного сектора экономики страны.



Рис. 5. Потенциальные направления межбассейновых перебросок стока р. Ертыс



Рис. 6. Структура ЕСВО РК: межбассейновые и трансграничные водохозяйственные связи

При этом в понятие ЕСВО РК вкладывается не только объединение водоисточников и водопользователей посредством гидротехнических сооружений, а прежде всего единство научных подходов к планированию, проектированию и управлению водным хозяйством республики.

Сопоставление располагаемых водных ресурсов и потребностей в них осуществляется в разрезе принятых временных интервалов по следующей формуле:

$$(Q_{T,i,p}^t + Q_{M,i,p}^t \pm Q_{P,i,p}^t) - (G_{C,i}^t + G_{Э,i}^t + G_{X,i}^t) = B_{i,p}^t,$$

где  $Q_{T,i,p}^t$ ,  $Q_{M,i,p}^t$ ,  $Q_{P,i,p}^t$  – соответственно годовой объем трансграничного  $T$ , местного  $M$  и перебрасываемого  $P$  речного стока в бассейновой природно-хозяйственной системе  $i$  обеспеченностью  $p$  в расчетном временном интервале  $t$ ;  $G_{C,i}^t$ ,  $G_{Э,i}^t$ ,  $G_{X,i}^t$  – соответственно годовой спрос социального  $C$ , экологического  $Э$ , хозяйственного  $X$  компонентов в  $i$ -й бассейновой ПХС на  $t$ -м временном интервале;  $B_i^t$  – результирующая водохозяйственного баланса: дефицит либо избыток речного стока в  $i$ -й бассейновой ПХС на  $t$ -м временном интервале;  $t = 0, 1, 2$  – соответственно временные уровни водообеспечения

ПХС современной (2010 г.), ближайшей (2020 г.) и отдаленной (2030 г.) перспективы;  $i = 1-8$  – бассейновые ПХС: Арало-Сырдаринская (1), Балкаш-Алакольская (2), Ертисская (3), Есильская (4), Жайык-Каспийская (5), Нура-Сарысуйская (6), Тобыл-Торгайская (7), Шу-Таласская (8);  $p = 0,05, 0,50, 0,95$  – реперные значения функции распределения вероятностей годового стока.

Уравнение водохозяйственного баланса использовано для выявления дефицитов и избытков стока в бассейновых природно-хозяйственных системах Казахстана на установленные уровни (2010, 2020, 2030 гг.) по трем сценариям развития водопользования и водообеспечения: инерционному (рис. 7), водосберегающему (рис. 8), инновационному (рис. 9).

Сценарный анализ является целесообразным и проверенным методом в работе с неопределенностью. Сценарии представляют собой гипотетические последовательности событий от причинных процессов до принятия альтернативных решений, способных повлиять на будущее. Сценарии особенно полезны в условиях непредсказуемости сложных динамических систем.

Инерционный сценарий (см. рис. 7) предполагает реализацию сложившихся в республике тенденций в водопользовании и факторов, их определяющих. Обеспечение растущей потребности в воде в случае реализации такого сценария может быть осуществлено за счет увеличения использования местных поверхностных и

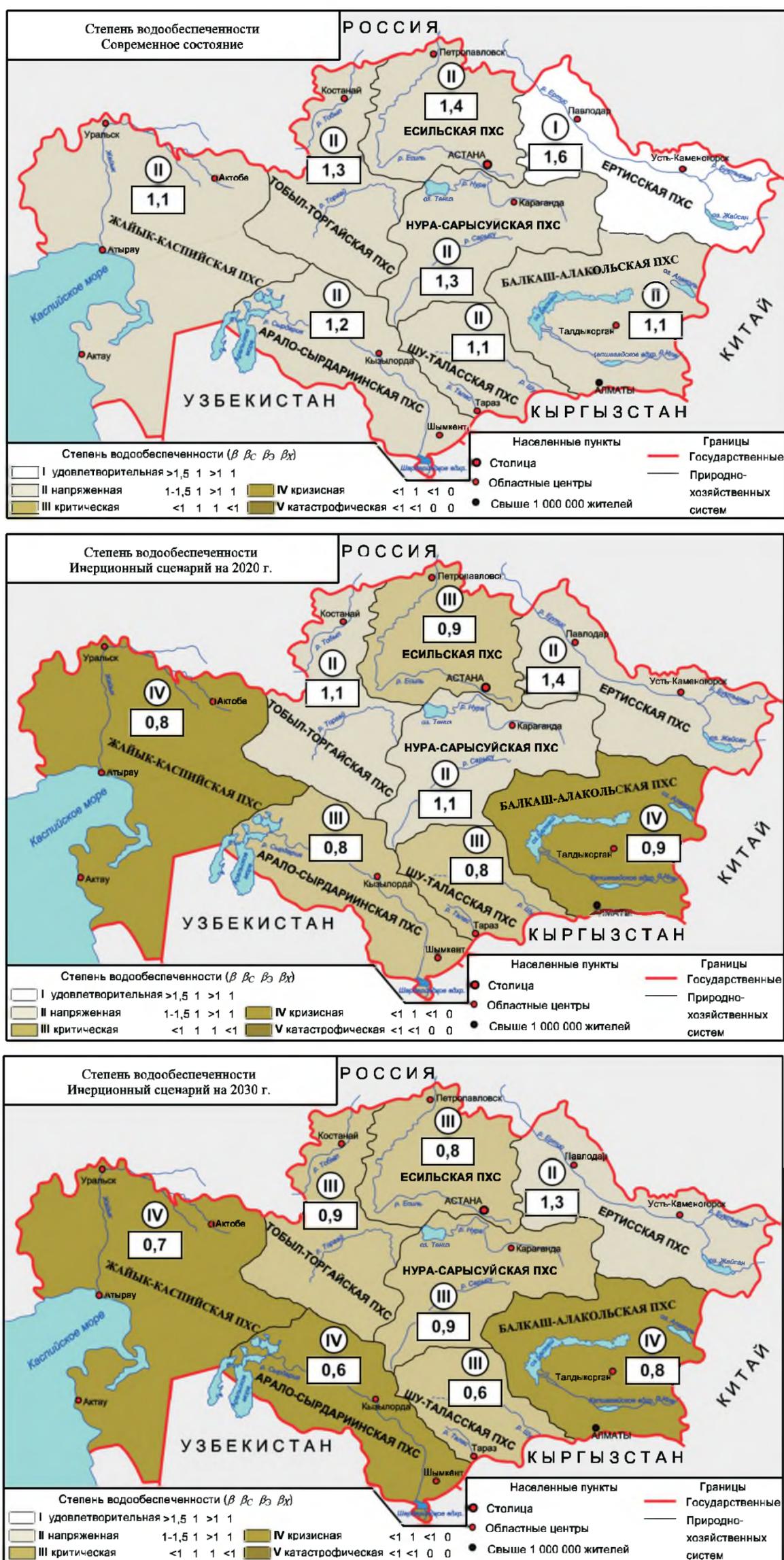


Рис. 7. Оценка ПХС Казахстана по показателю степени водообеспеченности (инерционный сценарий)

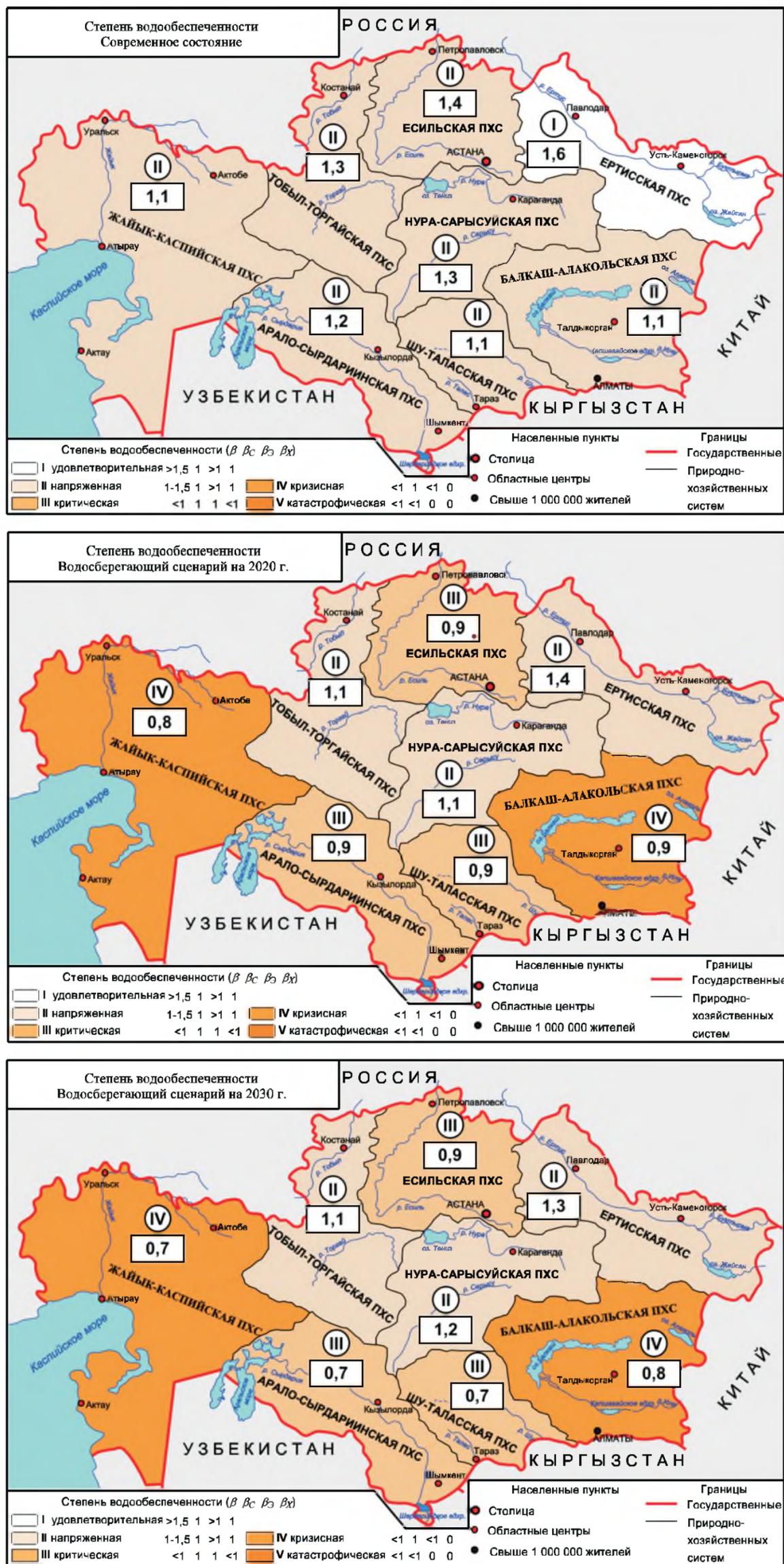


Рис. 8. Оценка ПХС Казахстана по показателю степени водообеспеченности (водосберегающий сценарий)

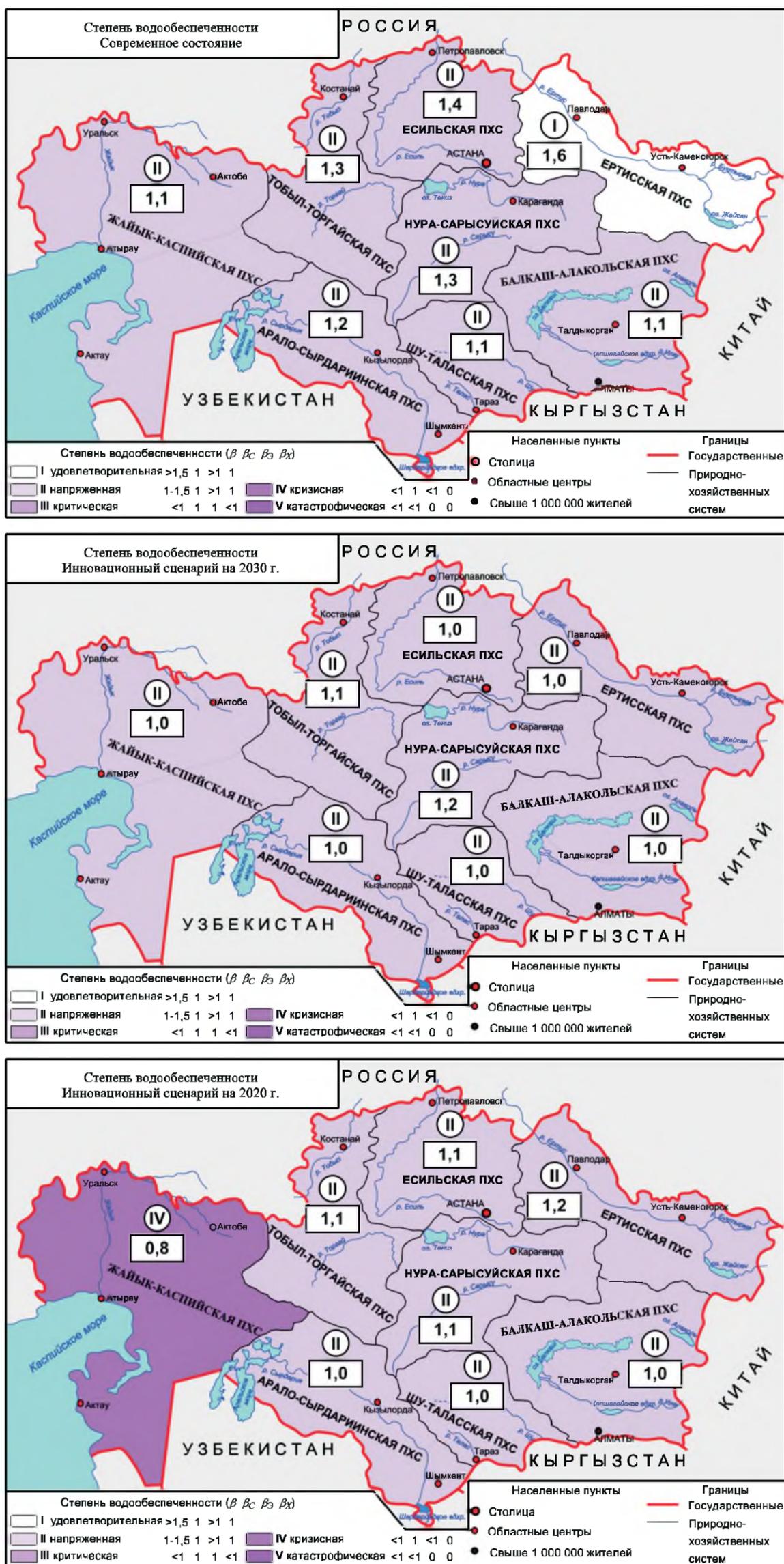


Рис. 9. Оценка ПХС Казахстана по показателю степени водообеспеченности (инновационный сценарий)

подземных водных ресурсов. В перспективе по сценарию хозяйственное водопотребление будет расти на 15% каждые 10 лет при стабильности экологических нормативов на воду. Развитие водопользования по инерционному сценарию чревато глубокими дефицитами пресной воды с тяжелыми экономическими ущербами и нарушениями природной среды.

В основу водосберегающего сценария (рис. 8) положены материалы схем комплексного использования и охраны водных ресурсов основных бассейнов Казахстана до 2020 г. с условной экстраполяцией тенденций до 2030 г. Сценарий предполагает проведение комплексной реконструкции и модернизации ирригационных и коллекторных сетей и гидротехнических сооружений; создание оптимального мелиоративного режима, повышение технического уровня гидро-мелиоративных систем и их КПД до 0,75, обеспечивающее экономию водных ресурсов; внедрение современных автоматизированных систем водоучета, водораспределения и полива. Суммарное хозяйственное водопотребление, а также экологические и обязательные затраты стока стабилизируются к 2020 г., а к 2030 г. за счет внедрения передовых технологий хозяйственное водопотребление уменьшится на 10%. Сценарий не исключает вероятности формирования дефицита

пресной воды в отдаленной перспективе, что определяет необходимость реализации программы территориального перераспределения водных ресурсов за пределами 2020 г.

Инновационный сценарий (рис. 9) предполагает реализацию в республике стратегии инновационного преобразования водного сектора экономики на принципах устойчивого развития, в том числе формирования Единой системы водоснабжения Республики Казахстан. По сценарию суммарное водопотребление стабилизируется и в перспективе не будет превышать уровня 2010 г. Водоемкие отрасли производства будут развиваться за счет интенсификации использования водных ресурсов. Ожидаемое сокращение располагаемых водных ресурсов в республике в значительной степени будет компенсировано трансграничными и межбассейновыми перебросками речного стока. Широкое применение современных водосберегающих технологий в отраслях экономики, совершенствование межгосударственных водных отношений, межбассейновые и трансграничные переброски речного стока могут стать реальной основой обеспечения водной безопасности Республики Казахстан. Инновационный сценарий обеспечивает сбалансированность водопользования во всех восьми бассейновых природно-хозяйственных системах республики.

## Выступления

---



**Н. К. КИПШАКБАЕВ**, *к.т.н.*

**Уважаемые коллеги!**

Труд огромный, труд очень полезный. Очень нужная работа. Есть вопросы.

Первое. Уменьшение ресурсов речного стока вследствие сокращения трансграничного стока. За сто лет наблюдений мы видим, что сток Сырдарии по отношению к среднеестественному сокращался в 2,5 раза. Однако мы находили пути решения. А если мы перейдем эту черту? Этот вопрос надо раскрыть.

Здесь прозвучала оценка, что вследствие климатических изменений речной сток может сократиться на 20%. Эти проценты подтверждаются другими государствами, расположенными в этом бассейне? По всем трансграничным бассейнам нужен межгосударственный подход.

Следующий вопрос – вопрос водопотребления. В докладах прозвучало, что потребность Казахстана составляет 21–29 миллиардов кубометров воды ежегодно. Учтен ли здесь экологический спрос? Мировая тенденция такова, что первыми водопотребителями являются природные комплексы. Это Балкаш, Каспий, часть Арала. А у нас сегодняшней государственный учет эти потребности относит к потерям. Хотим ли мы усугубления экологической обстановки?

К вопросам водопотребления относится восстановление орошаемых земель и пастбищ. Это очень важный и сложный вопрос в экономическом, экологическом и политическом плане. Какие здесь заложены принципы и подходы?

Я считаю, что работу надо считать положительной и нужной. Работу следует продолжить и идти дальше надо по бассейнам и областям, причем срочно. Как только мы откладываем, то сразу проигрываем.



**А. А. ТУРСУНОВ**, *д.т.н., профессор*

**Уважаемые участники круглого стола!**

Следует отметить действительно большую и разностороннюю работу, которая была выполнена в процессе написания данной монографии. Но мне хотелось бы остановиться на некоторых проблемах, которые не были затронуты в процессе работы над монографией и которые необходимо рассмотреть в процессе дальнейших научных исследований в этом направлении для более полного освещения не только текущей ситуации, но и перспектив искусственного увеличения количества водных ресурсов.

Во-первых, о проектировании и строительстве гигантского Трансказахстанского канала. При протяженности более двух тысяч километров этот самотечный канал уже на первой стадии обеспечит подачу не менее 5 км<sup>3</sup> Ертысской воды в год, а в перспективе из этой реки Казахстан имеет право забирать не менее 10 км<sup>3</sup> в год. Канал пройдет по подножию Сарыарки, мимо городов: Екибастуз, Кокшетау и других крупных населенных пунктов Целинного края, пересечет русла Шидерты, Оленты, Селеты и других пересыхающих рек Северного и Центрального Казахстана, позволит обводнить земли многих зерносеющих районов и промышленных горнодобывающих предприятий. Все эти объекты уже в настоящее время испытывают нужду в речной воде надлежащего качества.

Во-вторых, необходимо обратить внимание на технологию по искусственному увеличению осадков. Работы в этом направлении ведутся с семидесятых годов прошлого столетия. На Украине и Узбекистане эти работы продолжаются и в настоящее время. В Узбекистане уже сейчас путем запуска метеорологических ракет с определенными

ингредиентами удалось увеличить количество выпадающих в предгорной зоне осадков на 20%. Данную технологию наши соседи используют для обводнения предгорных пастбищ. В Казахстане также необходимо начать вести работы в этом направлении.



**В. А. СМОЛЯР, д.г.-м.н.**

#### **РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА, ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ИМИ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Выполненные исследования по состоянию ресурсов подземных вод и обеспеченности ими территории республики – результат трехгодичного цикла разноплановых работ, проведенных под руководством Института географии в разрезе фундаментальной программы «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений».

Цель выполненных работ состояла в выявлении основных закономерностей формирования и распространения подземных вод и оценке состояния прогнозных эксплуатационных ресурсов и эксплуатационных запасов различного типа подземных вод с учетом их взаимосвязи с поверхностными водами, а также в оценке степени обеспеченности населения РК ресурсами пресных подземных вод хозяйственно-питьевого назначения в разрезе водохозяйственных бассейнов и административных областей.

Обобщение и анализ значительного по объему фактического материала позволили с достаточной полнотой и достоверностью установить основные закономерности распространения и формирования подземных вод применительно к гидрогеологическому районированию Казахстана. Была создана картографическая гидрогеоло-

гическая модель, состоящая из комплекса карт: гидрогеологической карты с гидрогеологическими колонками-разрезами по каждому гидрогеологическому бассейну; прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов ПВ; минеральных и термальных подземных вод; загрязнения подземных вод; карты оценки влияния эксплуатации подземных вод на поверхностный сток; карты трансграничных бассейнов подземных вод; месторождений подземных вод с электронной информационной базой; карт обеспеченности республики и административных областей пресными подземными водами, отражающая основные закономерности формирования и распространения подземных вод по территории РК, их прогнозных ресурсов и эксплуатационных запасов в разрезе гидрогеологических и водохозяйственных бассейнов, административных областей ПВ, степень обеспеченности территории РК пресными подземными водами и позволяющая оценить влияние эксплуатации подземных вод на окружающую среду.

Суммарная величина прогнозных ресурсов подземных вод в целом по Республике Казахстан с учетом их уточнения составляет, тыс. м<sup>3</sup>/сут (км<sup>3</sup>/год): 176 105 тыс. м<sup>3</sup>/сут (64,28), в том числе с минерализацией до 1 г/л – 110 789 (40,44); 1–3 г/л – 44 943 (16,4); 3–10 г/л – 20 373 (7,44).

На 01.01.2009 г. в Казахстане разведано 1282 месторождения подземных вод различного целевого назначения. Общая величина эксплуатационных запасов подземных вод – 42 306,44 тыс. м<sup>3</sup>/сут (15,44 км<sup>3</sup>/год).

Среди эксплуатационных запасов пресные воды составляют 37 042,93 тыс. м<sup>3</sup>/сут (13,52 км<sup>3</sup>/год), или около 88 % их общего количества. По целевому назначению разведанные запасы подземных вод распределяются следующим образом, тыс. м<sup>3</sup>/сут: хозяйственно-питьевое водоснабжение (ХПВ) – 15 793,87 (5,76); производственно-техническое водоснабжение (ПТВ) – 3 835,35 (1,4); орошение земель (ОРЗ) – 22 639,84 (8,264); бальнеологические цели (минеральные воды) – 37,38 (0,014). Для орошения разведаны в основном пресные воды, пригодные для ХПВ.

Проведена оценка обеспеченности каждой области пресными подземными водами с представлением комплекса карт и схем, наглядно характеризующих обеспеченность населения и основных отраслей промышленности подземными водами как в целом по республике, так и по административным областям.

Современное использование подземных вод для различных целей не превышает 10% от их

выявленных эксплуатационных запасов. Прогнозные ресурсы, эксплуатационные запасы подземных вод, так же, как и ресурсы поверхностных вод, распределены крайне неравномерно. Многие населенные пункты испытывают острый дефицит в качественной питьевой воде. Поэтому на повестке дня может встать вопрос о перераспределении целевого назначения подземных вод, разведанных для орошения в южных районах Казахстана, и переброски части их ресурсов в районы с дефицитом пресных вод. Такая проработка выполнена в данной работе.

Представленная работа подводит итог определенного этапа в решении проблемы оценки ресурсного потенциала подземных вод и водно-ресурсного потенциала Казахстана в целом. Она позволяет оценить возможности республики в рациональном комплексном использовании ресурсов подземных и поверхностных вод для обеспечения населения, отраслей промышленности и сельского хозяйства пресными водами; перспективы использования минеральных, термальных (теплоэнергетических) и промышленных подземных вод; оценить экологическое состояние подземных вод, особенно пресных, пригодных для питьевого использования; акцентирует внимание на важности проблемы оценки воздействия эксплуатации подземных вод на окружающую среду, подчеркивает необходимость детального изучения проблемы трансграничных подземных вод, дает ясное представление о степени обеспеченности территории Казахстана пресными подземными водами.

Данная работа была выполнена только благодаря четкому, грамотному научному руководству процессом исследований со стороны руководителей Института географии. И здесь, несомненно, огромна роль директора Института географии, д.г.н., профессора Медеу А. Р., который сумел мобилизовать научный коллектив в количестве более 300 человек на успешное выполнение поставленной задачи! По сути, был создан «Общественный научный институт водных проблем Казахстана»!!

Огромную благодарность хочется выразить Лидии Сергазиевне Толеубаевой за постоянное внимание к процессу выполняемых работ; Ирине Борисовне Скоринцевой, много сделавшей для улучшения текста монографии и подготовке ее к изданию; всем девушкам из группы компьютерной картографии, без которых трудно представить успешное выполнение многолетних исследований!



*Р. И. ГАЛЬПЕРИН, д.г.н., профессор*

### **ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЧНОГО СТОКА**

Фактически общепризнано и озвучено на самом высоком международном уровне, что наиболее чувствительной головной болью человечества в XXI веке будет дефицит водных ресурсов. Более того, в ряде случаев не избежать серьезных разногласий в вопросах использования ресурсов трансграничных водных объектов, и в итоге в тупиковых ситуациях проблема может стать источником международных конфликтов.

Совершенно очевидно, что для каждой страны очень важна адекватная оценка наличных водных ресурсов. А поскольку у нас в основном используются именно поверхностные воды (почти на порядок больше, чем подземные), поскольку мы исключительно бедны ими (объем речного стока на каждый квадратный километр площади впятеро меньше, чем в среднем по СНГ, и значительно меньше, чем в любой другой стране Содружества), поскольку еще недавно трансграничные реки давали более 40 % стока наших рек, для нас это исключительно актуально. Между тем именно в данном аспекте у нас налицо были серьезные пробелы.

Во-первых, массовые и проведенные на единой методической основе подсчеты речного стока рек Казахстана, как и всего СССР, выполнены лишь в 60–70-х годах прошлого столетия (а по отдельным бассейнам даже в 50-е годы), то есть почти полвека назад. Очевидно, с этого времени накопился довольно объемный исходный материал, позволяющий ввести существенные уточнения в расчетные характеристики. Отдельные локальные проработки последних десятилетий, естественно, не решали проблемы.

Во-вторых, в 60–70-х годах прошлого века произошли определенные, иногда значительные,

изменения условий накопления и расходования влаги на водосборах за счет антропогенного фактора (распашка земель и пр.); а главное, именно в этот период создано немалое количество прудов и водохранилищ. Последние регулируют сток и, следовательно, меняют гидрологическую статистику. В подавляющем большинстве случаев это не могло быть учтено в проведенных ранее расчетах.

В-третьих, существенно изменились наши воззрения, определяющие методологические основы оценок стока. Концепция стационарности климата и его производной – речного стока – оказалась в значительной степени скомпрометированной. Климат потеплел, изменился и сток. Это сказывается и в равнинном Казахстане, где прогрессирует опустынивание территорий, и в горных бассейнах, где деградация ледников дает определенную добавку к стоку. Следовательно, использование возможно более длительных рядов гидроклиматических характеристик не обеспечивает надежной оценки современной ситуации, как это считалось в прошлом. Современную ситуацию характеризуют данные некоего ограниченного периода на определенной фазе меняющегося климата. При этом речь идет не только об изменившейся величине годового стока, но и о его многолетней изменчивости, особенностях внутригодового распределения стока.

Однако, хотя продолжающееся изменение климата признается большинством ведущих ученых мира, хотя ожидается не только продолжение, но и усиление этого процесса, есть место и для определенного скепсиса. Если причина потепления не антропогенная, в будущем можно ожидать даже смены знака процесса – похолодания, а отсюда – возврата к старым значениям гидрометеорологических характеристик. Полностью пренебрегать такой возможностью опасно, и целесообразна вторая, дополнительная, оценка ситуации – по длительным рядам наблюдений.

Итак, задача исследований в данном направлении заметно усложнилась в сравнении с той, которая стояла перед составителями известных обобщений «Ресурсы поверхностных вод СССР».

Для оценки современного годового стока требовалось решение следующих задач:

использовать максимум накопленной исходной информации;

оценить тенденции многолетнего хода речного стока и на этой основе выбрать расчетный период, характеризующий современную гидрологическую ситуацию;

реконструировать гидрологические ряды, в подавляющем большинстве своем содержащие значительные пропуски;

оценить норму стока в створах гидропостов в вариантах: 1) за период, характеризующий современную гидрологическую ситуацию, 2) за длительный период, 3) за период, предшествующий современному, большая часть предшествующего периода характеризуется условно-естественным стоком;

оценить другие характеристики стока в створах гидропостов: многолетнюю изменчивость, статистические законы временного распределения, обеспеченные значения стока, внутригодовое его распределение в характерные по водности годы;

оценить сток с неизученных участков рек и с неизученных водосборов;

с учетом данных по использованию речных вод по возможности восстановить естественный, климатический сток;

выявить территориальные закономерности стока, вывести расчетные зависимости для его оценки в неизученных створах, построить карты стока для водохозяйственных бассейнов;

оценить в конечном итоге суммарный сток и его характеристики для водохозяйственных бассейнов в целом.

Кроме того, исследователи по возможности должны были дать прогноз годового стока на последующие десятилетия.

Решение этих задач, учитывая казахстанскую специфику, представляло очень значительные трудности, прежде всего, из-за совершенно недостаточной гидрологической изученности нашей территории, весьма неоднородной в физико-географическом отношении – с горными и равнинными водосборами, с областями формирования и рассеивания стока. В распоряжении наших ученых преобладали короткие ряды наблюдений, но и более длительные обычно содержали значительные пропуски. А вот одна из характеристик наших условий, особенностей гидрологической изученности территории: после распада СССР число гидрологических постов сократилось в России на 30 %, в странах Средней Азии – в 1,3–1,8 раза, а в Казахстане – в 3,2 раза!

Определенные трудности обуславливают и некоторые особенности гидрологического режима рек Казахстана. Как следует из карты значений коэффициента годового стока рек континента, составленной В. А. Румянцевым и И. В. Бovyкиным, в равнинных бассейнах республики

самая большая на континенте изменчивость водности рек. Следовательно, относительная погрешность расчетных характеристик стока сравнительно высока и для надежной его оценки требуется более объемная исходная информация, чем в других районах. А она-то как раз у нас и скудна.

И наконец – сами условия выполнения исследований. Работа над «Ресурсами поверхностных вод СССР» выполнялась последовательно для отдельных бассейнов в течение более десятка лет совместно очень солидными коллективами Государственного гидрологического института (Всесоюзный научный и методический гидрологический центр), Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института, Управления гидрометслужбы КазССР. Конечно, в этих изданиях показан ряд гидрологических характеристик – твердый сток, ледовый режим, режим озер и т.д. Но основное внимание все-таки уделялось речному стоку. Поэтому просто с трудом верится, что сейчас такому небольшому коллективу сотрудников Института географии и кафедры гидрологии КазНУ в течение всего трех лет удалось выполнить столь объемную работу, результаты которой основаны практически на всей накопленной исходной информации.

Были предприняты и попытки прогноза стока. Они сделаны как путем экстраполяции многолетних тенденций, так и на основе прогноза метеофакторов, прежде всего температуры воздуха и осадков, проведенного с использованием известных моделей МОЦАО. В результате в дальнейшем можно ожидать некоторого (очень небольшого) увеличения речного стока. Но следует учесть, что даже в отношении атмосферных осадков модели дают большой разброс результатов, вплоть до разных знаков аномалий. Прогноз же на этой основе речного стока вряд ли имеет большую степень надежности. Ведь модели не учитывают рельеф, их применение для прогноза стока в бассейнах менее 1 млн км<sup>2</sup> вообще проблематично.

А вот выполненный прогноз стока на ближайшую перспективу (2012–2021 гг.) на основе прогноза циркуляции атмосферы тревожен. Должен преобладать восточный тип циркуляции, характеризующийся маловодьем в большинстве районов Казахстана. И в пяти водохозяйственных бассейнах северной половины РК ожидается снижение стока на 15,5 % относительно многолетней нормы.

Речная вода не только несет благо, но и представляет собой серьезную угрозу, в частности

наводнения. В сводном отчете ряда международных организаций «Инициатива по управлению риском бедствий в Центральной Азии и на Кавказе» охарактеризованы основные природные опасности, угрожающие этим странам. Самые большие опасности в разных странах различны. В Казахстане же по частоте проявления и причиненному материальному ущербу наиболее опасны наводнения. С увеличением плотности населения, застройкой прибрежных территорий, износом гидросооружений риск увеличивается. Исключительно важна адекватная оценка максимальных расходов воды редкой повторяемости. Эта характеристика лежит в основе оценки опасности наводнений, она необходима в конкретном проектировании. Занижение расчетного расхода грозит очень серьезными последствиями, его завышение неоправданно удорожает строительство. При этом основой для всех оценок, для вывода территориальных зависимостей, уточнения параметров расчетных формул служат данные гидропостов.

Приводимые в «Ресурсах поверхностных вод СССР» расчетные характеристики максимального стока по гидропостам явно нуждались в уточнении. Во-первых, накопился новый объемный исходный материал. Во-вторых, появилась возможность использования новых методов расчета. В-третьих, после создания водохранилищ многолетнего и сезонного регулирования стока максимальные расходы воды очень значительно изменились и старые расчетные данные оказались совершенно непригодны.

В исследовании по рекам пяти водохозяйственных бассейнов были вновь рассчитаны значения максимальных расходов воды редкой повторяемости. В некоторых случаях полученные величины значительно различаются от приводимых в «Ресурсах ...» в ту или другую сторону. Нередко в упомянутом источнике расчетные расходы воды были завышены – даны «с запасом». Использование этих данных при проектировании привело бы к излишним материальным затратам. В других случаях недостаток исходной информации явился причиной недооценки опасности в данном справочном издании. А использование опубликованных ранее данных для зарегулированных водохранилищами рек вообще невозможно. По проведенным расчетам максимальные расходы воды повторяемостью раз в сто лет оказались в 1,5–3 раза ниже, чем до создания водохранилищ.

Для ряда бассейнов для максимального стока уточнены и районные расчетные зависимости.

Впервые приводится главная характеристика угрозы затоплений – максимальные уровни воды редкой повторяемости.

Итак, всего за три года сравнительно небольшим коллективом проведена (не боюсь сказать) колоссальная работа с использованием практически всей пригодной для этой цели информации. В части годового стока результаты сравнимы с теми, которые были достигнуты много лет назад при составлении соответствующих томов известных справочников «Ресурсы поверхностных вод СССР», которые исключительно широко использовались в гидрологических исследованиях и расчетах. Есть основания полагать, что такая же судьба ожидает и результаты настоящих исследований и расчетов.



**М. Ж. БУРЛИБАЕВ, д.т.н., профессор**

**Уважаемый председатель,  
уважаемые коллеги!**

Я вас и себя поздравляю с выходом в свет этого фундаментального труда. До сих пор Правительство ориентировалось на 100–120 кубокилометров воды, которые были подсчитаны еще в 50–60-х годах прошлого века. Сегодня речной сток на 10–20 кубокилометров меньше. Надеюсь, теперь при разработке инновационных проектов Правительство внесет коррективы, потому что у нас этих 100–120 кубокилометров в среднемноголетнем исчислении больше нет.

Наш прославленный классик, водник, профессор Турсунов Абай Абдурахманович еще в 70-е годы прошлого века предлагал заняться активным воздействием на гидрометеорологический фактор. По предварительным оценкам наших гидрометеорологов ежегодно над территорией Казахстана пролетает 400 кубокилометров воды.

Это в 4 раза больше всего годового стока Казахстана. Я считаю, что именно главный потенциал поиска водных ресурсов лежит в активном воздействии на гидрометеорологический фактор. Поэтому наравне с предложениями Наримана Кипшакбаевича, Абая Абдурахмановича, других коллег в решении круглого стола должно найти предложение Правительству обратить внимание на активное воздействие на гидрометеорологический фактор.

Еще раз поздравляю вас с выходом этого фундаментального труда. Это новый этап, веха, на которую мы еще долгое время будем ориентироваться.



**А. Г. РАУ, академик**

**Уважаемые коллеги!**

Я согласен со всеми выступающими в том, что Казахстан ущемлен водными ресурсами. Как ученый, мелиоратор, водник я благодарен Институту географии во главе с директором за проделанный огромный труд по такой важной проблеме.

Вопрос переброски сибирских рек не снимается и Россией, и нашим Президентом. Этот вопрос будируется, может, не так активно, как раньше, но проблема такая есть и решение этой проблемы может серьезно увеличить водность Казахстана. Каналы такие имеются в мире. Вот, например, в Индии большой канал с пропуском 300 м<sup>3</sup> в секунду имеет протяженность более 200 км. Так что вопрос переброски сибирских вод в Среднюю Азию и Казахстан должен найти отражение в решении круглого стола. Следует дальше прорабатывать этот вопрос в связи с нарастающим дефицитом воды в республике.

**Л. Н. ДМИТРИЕВ****Уважаемые коллеги!**

Спасибо за предоставленную возможность сказать несколько слов представительному сообществу. Спасибо за большую работу, проделанную учеными республики во главе с Институтом географии.

Проектировщики, низко склоняя голову над столом, решая текущие прикладные задачи, не всегда имеют время и возможность задуматься над возникающими серьезными вопросами. С нашей стороны мы просто благодарны Институту географии за то, что они позволили нам взглянуть более масштабно, я бы сказал глобально, на многие проблемы, которые были подняты в этой работе. Это для нас очень важно.

**Д. Ш. НУРМАГАМБЕТОВ, к.т.н.****Уважаемые коллеги!**

Хочу поблагодарить за приглашение на этот круглый стол.

Действительно, следует согласиться со всеми выступившими: наши казахстанские водники сделали очень большое дело.

Я хорошо помню 2008 год, когда этот проект только начинался. Мы вместе с руководством института отстаивали его на ВНТК. И сегодня меня переполняет гордость за наших ученых, которые за такие небольшие деньги (тогда начальная сумма была один миллиард тенге) сумели проделать такой огромный труд и завершить его так хорошо. Это самое главное.

Надеюсь, что вы и дальше будете хорошо дружить и плодотворно работать.

Спасибо!

**И. В. СЕВЕРСКИЙ, академик****Уважаемые коллеги!**

Это действительно уникальный труд. Я не припомню в истории академической науки Казахстана ничего подобного. 30-томное издание – это основа для будущих размышлений и поисков. Впервые собран такой уникальный материал по всем аспектам проблемы воды. Я думаю, что на ближайшие десятилетия монография будет настольной книгой всех, кто имеет отношение к решению проблем воды. Высказывались самые разные опасения, но мы это сделали!

Я поздравляю всех, кто принимал участие в работе. И вот, что я хочу еще сказать. Это, конечно, успех всего коллектива, но прежде всего заслуга директора. Он сумел организовать, мобилизовать коллектив института, вовлечь в этот процесс всех, кто имеет отношение к проблеме, и создать действительно творческую атмосферу. Я его поздравляю!



**Н. А. ИСКАКОВ, д.э.н., профессор**

**Уважаемый председательствующий!  
Уважаемые участники круглого стола!**

Несомненно, проблема воды в Казахстане, да и во всем Азиатском регионе, с точки зрения водной безопасности страны, имеет чрезвычайное значение. Поэтому данный сборник трудов по водной проблеме представляет как научный, так и практический интерес. Необходимо отметить, что впервые в стране на основе многолетних научных исследований отечественных ученых водной проблеме дана комплексная оценка. Вы знаете, что данный труд был рассмотрен и одобрен на Совете безопасности страны. Думаю, что результаты научных исследований по данной проблеме необходимо учесть при разработке Генерального плана развития Казахстана, а также при реализации основных стратегических программ страны, прежде всего государственной Программы форсированного индустриального инновационного развития.

Хочу поблагодарить организаторов данного круглого стола, своих коллег и присутствующих за содействие и плодотворное сотрудничество на благо устойчивого развития нашей страны.



**А. Ш. ЧИКАНАЕВ**

**Уважаемые коллеги!  
Уважаемые участники круглого стола!**

Я хотел бы высказать свое мнение о монографии как проектировщик, который занимается разработкой Генеральной схемы организации территории Казахстана. И поэтому сразу же скажу, что был потрясен тем, что увидел и услышал. Я очень рад, что у нас в Казахстане сохранились такого уровня специалисты, которые за такой короткий срок сделали фундаментальную работу. Этот труд имеет не только теоретическую и познавательную ценность, но и огромную практическую значимость. Как проектировщик я говорю, что результаты этой работы будут положены в основу будущей Генеральной схемы организации территории Казахстана. Для Генеральной схемы нужно, чтобы на таком же профессиональном уровне были разработаны предложения по водообеспечению вододефицитных регионов. Откуда, из каких подземных источников, какие групповые водопроводы, какие водохранилища надо спроектировать и построить, чтобы все это мы могли внести в Генеральную схему. Я хотел бы очень тесно с вами сотрудничать, чтобы в нашей Генеральной схеме были заложены не абстрактные, а конкретные решения, которые опираются на научные труды.



***В. Г. САЛЬНИКОВ, д.г.н., профессор***

**Уважаемые коллеги!**

Здесь все правильно говорили о значении водных ресурсов для Казахстана. Вода в XXI веке — это нефть, это потенциальная возможность для конфликтов. И от того, насколько грамотно мы

сейчас в этой проблеме разберемся, во многом будет зависеть не только водная безопасность, но и национальная безопасность Республики Казахстан.

Конечно же, формирование водных ресурсов во многом зависит от изменений климата. Мы это прекрасно понимаем. И вот нашей группой, в составе которой были представители Национального университета им. аль-Фараби, Казгидромета, Института географии, была сделана попытка оценить, как поведет себя климатическая система.

Будем все-таки инициировать в нашей стране бережное отношение к водным ресурсам, водосберегающим технологиям. Независимо, даже если воды на каком-то этапе станет много, ничего плохого в этом не будет. Так что мы идем в правильном направлении.

Ахметкал Рахметуллаевич! Вам отдельное спасибо. Я надеюсь, что это не последняя крупная государственная программа, которая будет выполняться в нашем сотрудничестве. И конечно же, хочу всем пожелать дальнейших успехов.



*Гальперин Р. И.,  
д.г.н., профессор*

### ЭТИМ МОЖНО ГОРДИТЬСЯ! ПРОДОЛЖИМ?

**Р. И. ГАЛЬПЕРИН**

Научный руководитель тематического задания

Это, по-моему, надо постоянно повторять, просто шуметь об этом, напоминать «всем и вся», что главной проблемой человечества в XXI веке будет проблема водных ресурсов. Это практически общепризнанно. Более того, «некоторые уже видят призрак будущих войн за воду» (из послания Генерального директора ЮНЕСКО, г-на Коитиро Мацууры по случаю Всемирного дня водных ресурсов – 2009 г.). Количество водных ресурсов ограничено, оно не увеличивается параллельно росту человечества, а интенсивность их использования во всех сферах жизнедеятельности стремительно повышается.

Да, об этом следует всегда помнить и работать в данном направлении.

И весьма отраднo, что во многих ответственных инстанциях, научных кругах нашей республики это хорошо понимают. В частности, Институт географии главным приоритетом в исследованиях последнего десятилетия определил именно водную тематику. Так, в 2009–2011 гг. под его эгидой в рамках крупного научно-прикладного проекта в этом направлении работал ряд научных организаций и подразделений. Результаты работы изложены в 21 томе и 30 книгах монографии «Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление». Она не имеет аналогов в научном пространстве СНГ. Научную и практическую значимость проделанной работы просто трудно переоценить. И трудно поверить, что в

такой короткий срок перелопачено, систематизировано, обобщено, научно осмыслено и доведено до возможности научного и практического использования такое огромное количество исходного материала. То, на что раньше тратились десятилетия, выполнено в считанные годы. Что это: нещадная эксплуатация интеллектуального потенциала или чрезвычайно умелая организация труда ученых?

Коснусь тематики поверхностных водных ресурсов, а именно речного стока. Именно он основной поставщик драгоценной влаги для народного хозяйства, поэтому связанные с ним вопросы особенно важны. И не просто важны, они — увы — болезненны. Здесь и беспримерно скудная среди стран СНГ обеспеченность огромной территории водными ресурсами, и неудобная исключительно большая временная их изменчивость, и очень существенная зависимость от воды трансграничных рек, которую неизбежно все в большем количестве будут забирать за пределами нашей страны. А тут еще угрозы в связи с меняющимся климатом...

Естественно, в таких условиях, прежде всего, надо иметь четкое представление о наличных водных ресурсах. Но надежные расчеты советского периода имеют полувековую давность. Те оценки выполнялись в течение более полутора десятков лет, постепенно, мощными коллективами, включая знаменитый Государственный

гидрологический институт. Сейчас же нам пришлось обходиться без ГГИ. И не существует больше специализированного Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института. Исследователей теперь привлечено во много раз меньше. В частности, наша рабочая группа – сотрудников кафедры гидрологии суши КазНУ им. аль-Фараби – включала всего 6 человек. На их долю пришлось 5 водохозяйственных бассейнов из восьми – примерно две трети территории Казахстана. И на все – три года, и без отрыва от преподавания. А ведь был использован максимум накопленной фактической информации – объем, куда больший в сравнении с тем, с каким имели дело наши предшественники 40–50 лет назад. Из нее, из этой информации, «выжато» практически все, что только было можно. Я бы назвал эту работу научным подвигом...

Да, сделано много полезного. Результаты могут быть непосредственно использованы в проектировании, во всех отраслях экономики, связанных с использованием водных ресурсов, в долгосрочном планировании, в выработке политики при международных переговорах по трансграничным водным объектам, в вопросах экологии. Ведь по данным известного документа «Казахстан-2030» 20 % смертей у нас связаны с экологическими причинами, и водная обстановка в

этом плане играет далеко не последнюю роль. В плане выполненного результаты работы, возможность их широкого использования можно сравнить с изданием серии известных обобщений «Ресурсы поверхностных вод СССР». Но... только в части стоковых характеристик. А там были и твердый сток, и ледовый режим, и термика, и гидрохимия и т.д. Эти вопросы также исключительно важны. И их нужно осветить на основе новой накопленной информации, причем для сегодняшних, изменившихся условий – в сравнении с теми, какие имели место полвека назад. А водные опасности? Постоянно озвучивается и обосновывается статистикой, что при современном, меняющемся климате опасные природные явления стали интенсивнее, повторяемость их проявления увеличилась. Маловодье, высокие половодья и наводнения, селевые потоки, а также и угроза разрушения уже обветшалых гидротехнических сооружений (также под напором большой воды при высоких половодьях) – вопрос не менее важный, чем оценка водных ресурсов.

Итак, водная тематика далеко не исчерпана. Соответствующие проблемы продолжают требовать к себе повышенного, может быть, первостепенного внимания. Углубленные исследования должны быть продолжены. И хочется надеяться, что так и будет.



*Абдибеков У. С.,  
д.ф.-м.н., профессор*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ СОЛЕННОСТИ СЕВЕРНОГО АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

**У. С. АБДИБЕКОВ<sup>1</sup>, Д. Б. ЖАКЕБАЕВ<sup>2</sup>, А. К. ХИКМЕТОВ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Научный руководитель тематического задания

<sup>2,3</sup>Исполнители тематического задания

Казахстан относится к категории стран с большим дефицитом водных ресурсов. В настоящее время водные объекты интенсивно загрязняются предприятиями горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, коммунальными службами городов и представляют реальную экологическую угрозу. Современное индустриальное производство оказывает значительное воздействие на природу в глобальных масштабах.

Основа стратегической концепции экологической безопасности Республики Казахстан должна базироваться на определении главных задач и путей ее решения. Казахстан географически расположен в относительно благополучном регионе планеты, его умеренный климат также не вызывает опасений глобального масштаба. Отрицательное влияние, исходящее из-за пределов республики, также минимально, так как вокруг территории Казахстана отсутствуют объекты, которые могли бы наносить вред экологии. Самую же главную экологическую опасность для Казахстана представляет деятельность человека.

Серьезную экологическую проблему глобального международного значения представляет усыхание Аральского моря. Это крупнейшая экологическая катастрофа современности, которая в силу резкого ухудшения условий проживания местного населения, возрастания уровней заболеваемости и смертности, в особенности детской,

превращается также в крупную гуманитарную катастрофу. Вследствие значительного сокращения водной поверхности и соответственно значительного увеличения пустынных пространств изменились климатические условия в регионе, став еще резче континентальными.

Также стоит обратить внимание на экологические проблемы загрязнения окружающей среды, связанные с добычей и транспортировкой нефти. Из буровых установок, нефтяных танкеров и других источников происходят выбросы химических веществ и отработанных вредных жидкостей в открытое море. При аварийных выбросах нефти, взрывах и пожарах на нефтепроводах происходит распространение опасных газовых смесей, что увеличивает степень загрязнения близлежащих населенных пунктов и городов.

Разработка и освоение месторождений нефти на Каспийском шельфе и газоконденсата в Западном Казахстане представляют производство повышенного риска, загрязняют Каспийское море и окружающую среду прилегающих территорий. Любое высокотехнологическое производство не застраховано от аварий, а последствия могут вызвать необратимые процессы в окружающей среде. Поэтому необходимо прогнозирование, а в некоторых случаях введение контроля над экологическими инцидентами в начале их развития в целях предотвращения необратимых

процессов в окружающей среде, связанных с нефтедобычей.

Все эти процессы допускают математическое описание в виде систем уравнений в частных производных с поставленными краевыми и начальными условиями. Теоретическое и экспериментальное исследование сложных и многопараметрических нелинейных процессов традиционными методами затруднено или невозможно. На современном этапе научных исследований применяется новый мощный научный метод – вычислительный эксперимент. На первом этапе вычислительного эксперимента формируется математическая модель, которая существенно зависит от конкретного природного явления. Однако очень трудно охватить все физическое многообразие, поэтому необходимо упростить проблему и охватить только основные процессы. Адекватно построенная математическая модель, в свою очередь, может быть рассчитана и смоделирована на ЭВМ.

Рассматриваемые нами задачи моделирования динамики загрязнения Северного Каспия и изменения солености Северного Аральского моря решаются на основе уравнений гидродинамики. Наиболее экономичный в вычислительном отношении и поэтому достаточно универсальный подход в решении этих задач основан на моделировании усредненных по Рейнольдсу уравнений Навье–Стокса (RANS). Численные методы, ос-

нованные на этом подходе, позволяют моделировать исследуемые процессы во всем диапазоне масштабов – от локальных до глобальных. При моделировании загрязнения можно с опережением в нестационарном режиме следить за развитием событий, реально происходящих в водной среде, поскольку исследования ведутся современными компьютерными средствами с применением параллельных вычислительных технологий, а быстроедействие современных компьютеров позволяет опережать реальный физический процесс.

Результаты данных исследований могут быть применены для экологической оценки загрязнения водной среды. Разработанные модели позволяют исследовать нестационарные процессы в водной среде с учетом сил плавучести и турбулентных характеристик, без привлечения экспериментальных данных. В то же время исследования по выбранной тематике имеют выраженную практическую значимость, поскольку в перспективе конечным продуктом будут программные пакеты, в основе которых будут лежать математические компьютерные модели расчета экологических задач. Эти программные пакеты позволят наглядно имитировать состояние водной среды и проводить ее мониторинг. Пакеты прикладных программ будут разработаны на основе трехмерных моделей турбулентности для водной среды.



*Амиргалиев Н. А.,  
д.г.н., профессор*

## **РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО КАЗАХСТАНА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

***Н. А. АМИРГАЛИЕВ***

Научный руководитель тематического задания

Продовольственная безопасность государства – важнейшая составная часть экономической безопасности, которая, в свою очередь, является частью общественной безопасности страны. Главная цель рыбного хозяйства – обеспечение продовольственной независимости и продовольственной безопасности Казахстана в области потребления рыбной продукции. Целями управления рыбного хозяйства служит обеспечение физической и экономической доступности рыбы и рыбной продукции в размере более 80% годовой потребности населения в соответствии с физиологическими нормами потребления.

В XIV томе приводятся данные по гидрологическому режиму, гидрохимическим параметрам и эколого-токсикологическому состоянию крупнейших бассейнов Казахстана, таких, как Жайык-Каспийский, Арало-Сырдаринский, Балкаш-Алакольский, Ертис-Жайсанский. Для всех основных водоемов изложены характеристика современного экологического состояния, данные о популяции основных промысловых видов рыб, а также разработаны меры по рациональному использованию рыбных запасов и рекомендации по развитию рыбного хозяйства в бассейнах.

Для каждого из бассейнов ситуация анализируется с учетом специфики региона. Так, для Каспийского бассейна приведены сведения о кризисном состоянии водных экосистем, причины катастрофического сокращения численности

осетровых и меры по поддержанию и восстановлению их численности. Для оз. Балкаш дан анализ воздействия сбросов и выбросов компании «Балхашмыс» на экосистему озера.

Разработан прогноз уловов основных промысловых видов рыб до 2030 г. При условии сохранения существующего гидрологического режима уловы рыбы в 2030 г. будут близки к сегодняшним, но для большинства ценных видов рыб уловы снизятся. Представлены мероприятия по сохранению редких видов рыб. Разработаны меры по развитию аквакультуры, в том числе по совершенствованию нормативной базы.

Впервые предложена система управления рыбным хозяйством, базирующаяся на международном опыте, обобщенном в «Кодексе ведения ответственного рыбного хозяйства», разработанном ФАО в 1995 г., внедрены Планы управления рыбными ресурсами.

Все эти усилия по мониторингу экологического состояния главных рыбохозяйственных водоемов и управлению рыбным хозяйством должны завершиться увеличением потребления рыбных продуктов до 14,6 кг/душу/год.

Перспективы дальнейших исследований заключаются в создании научных основ следующих направлений:

системы мониторинга уровня загрязнения водных ресурсов и объектов водных экосистем, оценки качества рыбосырьевых ресурсов, потребляемых населением страны;

системный мониторинг и оценка последствий трансграничного переноса загрязняющих веществ, проникновения чужеродных гидробионтов в трансграничные водные бассейны;

долгосрочное прогнозирование состояния рыбных ресурсов на основе долгосрочного прогноза развития гидрологической ситуации на основных водоемах Республики Казахстан;

управление водными биологическими ресурсами Казахстана на основе «Кодекса ведения ответственного рыбного хозяйства» и экосистемного подхода;

устойчивое развитие аквакультуры.

В настоящее время долгосрочное прогнозирование развития рыбных ресурсов сталкивается с проблемой отсутствия алгоритма прогнозирования изменения популяционных параметров с колебаниями основных параметров окружающей среды на срок до 15–25 лет с достаточным уровнем достоверности.

Управлению рыбными ресурсами государственные органы недостаточно уделяют внимания. В этой связи отсутствует возможность создания модели управления рыбными ресурсами. Совершенно очевидно, что оно должно осуществляться с учетом глобального тренда сокращения биоразнообразия и «качества» рыбных ресурсов, а также преимущественного развития аквакультуры.

Аквакультура является единственным источником увеличения производства рыбы и рыбопродуктов как источников белка для растущего населения. Основные проблемы лежат в области внедрения передовых технологий.

В целом общее впечатление о завершенной программе: впервые в Республике Казахстан выполнен крупномасштабный проект по водным ресурсам страны с объективной дифференциацией главных этапов – оценки, прогноза и управления водными ресурсами.

Руководству Института географии удалось объединить усилия и интеллектуальный потенциал ведущих научных коллективов, ученых и специалистов в области водных проблем и издать 30 томов научных трудов. Этот неоценимый энциклопедический труд окажется ценным достоянием для молодых ученых и грядущего поколения ученых-водников, так как подобного рода крупные обобщения создаются и издаются нечасто.

Реализация имеющихся в трудах научно обоснованных рекомендаций по вопросам совершенствования межгосударственных водных отношений по трансграничным бассейнам, территориального перераспределения водных ресурсов в Казахстане, совершенствования водосберегающих технологий в отраслях экономики и некоторым другим окажется существенным подспорьем в обеспечении водной безопасности Республики Казахстан.



*Мирсаитов Р. Г.,  
к.э.н.*

## **ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

***Р. Г. МИРСАИТОВ***

Научный руководитель тематического задания

На современном этапе экономического развития республики проблема рационального использования водных ресурсов – важнейшая и неотложная природно-хозяйственная задача. Она важна еще и потому, что в условиях Казахстана водные ресурсы территориально распределены неравномерно и в таких условиях водохозяйственный баланс речных бассейнов, как правило, отрицательный. Это сдерживает наращивание производительных сил в ряде отраслей народного хозяйства и приводит к неэффективному использованию ресурсов природно-хозяйственного комплекса.

Продовольственная обеспеченность любого государства как гарантия устойчивого удовлетворения потребностей его населения в разнообразных и высококачественных продуктах питания, главным образом за счет собственных источников, является неотъемлемой частью национальной безопасности.

Общеизвестны роль и значение орошаемого земледелия в обеспечении продовольственной безопасности страны. Рациональное использование воды в орошаемом земледелии должно стать основным направлением, определяющим водохозяйственную политику при осуществлении мелиоративных мероприятий.

В этой связи весьма актуальными становятся проблемы оценки экономической эффективности

использования водных ресурсов в орошаемом земледелии и установления обоснованного прогноза развития орошаемого земледелия.

Общая площадь орошаемых земель в республике составляет чуть более 2,1 млн га, из которых используется около 65 %. Основные причины вывода орошаемых земель из сельскохозяйственного оборота и их деградации связаны с организационно-хозяйственными, социально-политическими и природными факторами. Ежегодно по различным причинам остаются неиспользованными и неполютыми значительные площади орошаемых земель, в среднем 727,9 тыс. га, из них по причинам: засоления – 7,5 %, подтопления и заболачивания – 8,4 %, не обеспеченности водой – 3,5 %, неисправности оросительной и коллекторно-дренажной сети – 20,8 % и по прочим – 59,8 %.

В целом по растениеводству доля объема производства на орошаемых землях за последние годы составила 28,7–32,3 %, а площади орошаемых земель – всего 10,7 % и использованных – 6,8 % от общей площади посева по РК.

Урожайность сельхозкультур на орошаемых землях все еще остается низкой и не достигла уровня дореформенного периода.

Развитие орошаемого земледелия связано с изъятием значительных объемов водных ресурсов из водоисточников. В Казахстане на долю

орошаемого земледелия приходится более 70 % забора воды отраслями экономики, а значит оно является той подотраслью экономики, в которой необходимо сделать акцент на эффективное использование водных ресурсов.

Эффективность использования водоземельных ресурсов в орошаемом земледелии во многом определяется техническим уровнем оросительных систем и в целом сельскохозяйственного производства. Техническое состояние оросительных систем из года в год ухудшается. Отдельные элементы оросительных систем изношены почти на половину и даже на 80–90 %. Необходимо незамедлительно принять меры по их восстановлению путем реконструкции и нормальной эксплуатации.

Низкая эффективность нынешней водохозяйственной деятельности на орошаемых землях объясняется также тем, что она направлена на достижение промежуточных целей, которые не обеспечивают целостного решения водохозяйственных задач. Устойчивое водопользование здесь должно характеризоваться балансом экономических, социальных и экологических сфер жизни, балансом между экономическими инте-

ресами водопользователей (экономическая сфера), рациональным использованием водных ресурсов (в большей степени это социальная сфера), воспроизводством и защитой водных ресурсов (экологическая сфера).

Анализ состояния и проблем орошаемого земледелия позволяет наметить ряд перспективных направлений повышения эффективности водопользования на данном этапе развития рыночных отношений в стране (см. табл. 1).

Речные бассейны аридной зоны развиваются в условиях дефицита водных ресурсов, который в значительной мере обусловлен антропогенным воздействием на сокращение речного стока. Водные ресурсы, их качество зачастую лимитируют дальнейшее развитие промышленности, сельского хозяйства и других отраслей экономики. В связи с этим *при прогнозировании развития орошаемого земледелия* необходимо исходить из наличия водных ресурсов в каждом конкретном бассейне рек, для которого составляется прогноз.

Дальнейшее развитие орошаемого земледелия требует проведения комплексной реконструкции оросительных систем, основной задачей которой является повышение коэффициента полезного

Таблица 1. Основные показатели эффективности использования водных и земельных ресурсов по бассейнам рек

№ п/п	Показатели	Ед. измер.	Арало-Сырдар.	Шу-Талас	Балкаш-Алаколь	Р. Ертис
1	Наличие орошаемых земель	тыс. га	730,32	226,5	652,79	273,996
2	Использовано	тыс. га	591,79	166,27	497,0	68,794
3	Не использовано	тыс. га	138,55	61,23	155,79	205,20
4	Полиито орошаемых земель	тыс. га	582,54	139,98	439,9	36,834
5	Водозабор на орошение, факт.	млн м <sup>3</sup>	6594,23	1116,65	3021,79	130,15
15	Продуктивность земель	тыс. тт/га	105,65	113,09	110,01	234,995
22	КПД систем		0,59	0,52	0,60	0,86
23	Продуктивность воды	тг/м <sup>3</sup>	9,725	14,129	27,791	73,093
25	Размеры прибыли на 1м <sup>3</sup> воды	тг/м <sup>3</sup>	0,260	1,339	4,322	21,588

Таблица 2. Располагаемый сток, водопотребление отраслей экономики и возможные площади орошения в Южном регионе

Показатели		Современное состояние	2012-2015	2016-2020	2020-2030
Располагаемый сток, млрд м <sup>3</sup> :	50% обеспеченности	17,1	15,93	15,26	14,68
	95% обеспеченности	13,34	12,42	11,91	11,41
Водопотребление в отраслях экономики, млрд м <sup>3</sup>		1,19	3,09	3,49	4,07
Водопотребление на орошение, млрд м <sup>3</sup> :	50% обеспеченности	14,01	12,44	11,47	10,61
	95% обеспеченности	10,25	8,93	8,12	7,34
КПД систем после их реконструкции		0,55	0,65	0,73	0,75
Оросительная норма с учетом реконструкции систем, м <sup>3</sup> /га		9250	7900	7100	6500
Возможные площади орошения, тыс. га:	50% обеспеченности	1514,6	1574,6	1615,5	1632,3
	95% обеспеченности	1107,0	1130,4	1143,7	1129,2

Таблица 3. **Необходимые мероприятия по реконструкции и улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель по югу РК**

№ п/п	Мероприятия и показатели	Ед. изм.	Всего 2012–2020 гг.	В том числе	
				1 этап 2012–2015 гг.	2 этап 2016–2020 гг.
1	Восстановление и реконструкция орошаемых земель:	тыс. га	970,1	617,42	352,68
	реконструкция оросительных систем и коллекторно-дренажных сетей, ГТС	млрд тг	814,8	518,6	296,20
	внедрение механизированных поливов и микроорошения:	тыс. га	970,1	617,42	352,68
	поверхностный полив	млрд тг	416,3	264,2	152,1
		тыс. га	970,1	617,42	352,68
	дождевание	млрд тг	398,5	254,3	144,2
		тыс. га	696,9	447,38	249,52
	капельное орошение	млрд тг	156,2	106,10	50,10
		тыс. га	179,80	113,92	65,88
		млрд тг	72,6	45,90	26,70
2	Улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, в том числе:	тыс. га	231,7	148,28	83,42
	капитальная промывка	млрд тг	23,4	14,80	8,60
		тыс. га	166,00	103,17	62,83
	химмелиорация	млрд тг	13,70	8,60	5,10
		тыс. га	65,70	42,05	23,65
		млрд тг	9,70	6,20	3,50
Итого		млрд тг	838,20	533,40	304,80

действия оросительных систем и снижение оросительной нормы за счет внедрения водосберегающих технологий.

Своевременное решение указанных проблем в совокупности должно обеспечить возрождение устойчивой и высокоэффективной отрасли, оперативно реагирующей на потребности обслуживаемых ею секторов экономики и, прежде всего, аграрного, восприимчивой к достижениям науки и техники и заинтересованной в их незамедлительном использовании, а также ориентированной на обеспечение продовольственной безопасности и решение социально-экономических проблем страны.

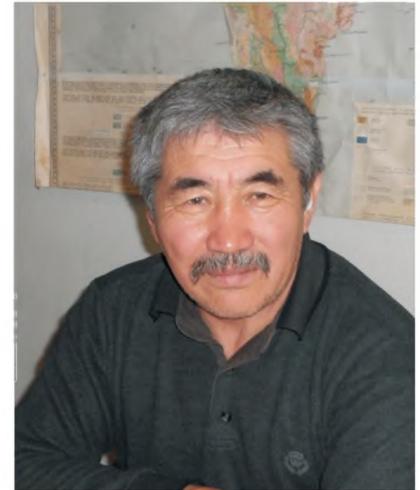
Современный этап экономического развития республики характеризуется повышением требований к рациональному использованию природных ресурсов во всех отраслях экономики страны. В условиях аридного климата это требование более всего необходимо по отношению к водным ресурсам, которые в настоящее время практически во всех сферах хозяйственной деятельности становятся лимитирующими.

Обострение дефицита водных ресурсов в речных бассейнах юга Казахстана (аридная зона) послужило причиной развития здесь процессов деградации и опустынивания, что привело к нарушению экологического равновесия природных экосистем и значительному снижению природно-экономического потенциала этого региона. Поэтому устойчивое обеспечение населения и

экономики республики необходимым объемом водных ресурсов гарантированного качества является актуальной проблемой водохозяйственного производства страны. В связи с этим стратегия развития водного хозяйства и орошаемого земледелия должна быть направлена на обеспечение системных преобразований на основе рационального использования водных и земельных ресурсов и охраны окружающей среды в зоне орошаемого земледелия.

Несмотря на то, что происходит постоянное совершенствование методов исследований, проектирования, изысканий и строительства водохозяйственных объектов, системы управления водными ресурсами и водопользованием, водосберегающих технологий и техники полива, системы водоснабжения, многие проблемы сохраняются. Для их решения необходимо продолжить исследования эколого-экономического механизма воспроизводства водных ресурсов в речных бассейнах юга Казахстана.

Научная новизна исследований будет заключаться в комплексном подходе при разработке методологических положений стратегии развития природно-хозяйственного комплекса южных регионов Казахстана на основе рационального природопользования в орошаемом земледелии и повышения водообеспеченности в бассейнах рек с учетом эколого-экономических проблем в зоне орошаемого земледелия.



*Бекбаев Р. К.,  
д.т.н., профессор*

## **ТЕХНОЛОГИИ ВОДОСБЕРЕЖЕНИЯ И РОСТА ПРОДУКТИВНОСТИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

***Р. К. БЕКБАЕВ***

Научный руководитель тематического задания

Опыт эксплуатации ирригационных систем Казахстана показывает, что современные системы управления водными ресурсами и защиты водоземельных ресурсов от истощения и загрязнения на ирригационных системах приводят к нарушению природного равновесия в агроэкосистемах, ускоряют процессы загрязнения поверхностных и подземных вод, повышают уровень деградации орошаемых земель и неустойчивость функционирования орошаемого земледелия. Например, в условиях Южного Казахстана, где орошаемые земли расположены в бассейнах трансграничных рек, водообеспеченность действующих ирригационных систем колеблется от 75 до 95 %, а в маловодные годы опускается до 50–60 %. В то же время огромные объемы коллекторно-сбросных и сточных вод, формирующиеся на речных бассейнах (до 30–50 % от водоподдачи), сбрасываются, загрязняя водные источники и ухудшая окружающую среду на прилегающих территориях.

В связи с этим ухудшается почвенно-экологическое состояние ирригационных систем, что приводит к снижению плодородия почв и выпадению их из сельхозоборота. В настоящее время из 2,36 млн га орошаемых земель регулярно орошается около 1,3 млн га. Анализ почвенно-экологического состояния ирригационных систем показывает, что 40–50 % орошаемых земель подверглось засолению, а 30 % – осолонцеванию,

ощелачиванию, потерям запасов питательных веществ. Это привело к снижению урожайности сельскохозяйственных культур в 1,5–2 раза.

Загрязнение природной среды, истощение ее основных ресурсов – земли, воды – отрицательно влияет на продуктивность и устойчивость развития орошаемого земледелия в различных природно-климатических зонах Казахстана. Это негативно сказывается на конечных результатах хозяйственной деятельности, социального положения населения, почвенно-экологической ситуации в природно-хозяйственных комплексах бассейнов трансграничных рек. В таких условиях проблема снижения темпов протекания деграционных процессов и улучшения экологической обстановки на ирригационных системах и речных бассейнах различных природно-климатических зон Казахстана имеет большое практическое значение.

Поиск методов совершенствования технических средств и технологических операций по снижению антропогенного воздействия ирригационных систем (средств производства сельхозкультур) на природную среду приобретает первостепенное значение в системе орошаемого земледелия. Данная проблема может решаться на уровне административной части территории, государства или группы государств, особенно в области использования водных ресурсов, когда хозяйственная деятельность зачастую приводит

к истощению и загрязнению природного ресурса – воды. Конечной целью наших исследований являются выбор и обоснование технических и технологических решений по рациональному управлению водоземельными ресурсами для создания комфортных условий проживания. Однако выбор параметров систем орошения, обеспечивающих динамическое равновесие в природе, существенно зависит от климата, качества почв, поверхностных и грунтовых вод, культуры земледользования. Отсюда следует, что методы технического совершенствования ирригационных систем и их эксплуатация не должны вести (на локальном или региональном уровне) к изменению свойств оболочки земли, т.е. необходимо сохранять природную среду.

На современном этапе развития ирригации многие страны мира начали применять методы интегрированного управления водными ресурсами (поверхностными, грунтовыми). В орошаемых регионах мира водные ресурсы используются для энергетики и ирригации. В большинстве случаев предпочтение отдается второму варианту. Индия, богатая подземными водами, широко использует водохранилища, шахтные колодцы и скважины для орошения. В данной стране третья часть орошаемых земель поливается подземными водами. В Италии преимущественно используется машинный водоподъем, противофильтрационные мероприятия на оросительной сети и дождевание. Израиль лидирует в мире по экономии водных

ресурсов в орошаемом земледелии. В частности, доставка воды к орошаемым землям осуществляется по закрытым трубопроводам, а поливы проводят капельным орошением или дождеванием (в основном ночью). Различия в выборе приоритетов регламентируются природными условиями (климат, вода, почва), экономическими и техническими возможностями каждой страны.

На современном этапе развития Казахстан располагает достаточными финансовыми и техническими ресурсами для решения стратегических задач: обеспечение продовольственной независимости страны, улучшение качества жизни населения, удовлетворение растущей потребности в различной биопродукции (продукты питания, корма для животных, сырье для промышленности и т.д.). Реализация поставленных задач возможна за счет орошаемого земледелия.

Поэтому разработка и адаптация водосберегающих технологий интегрированного управления водоземельными ресурсами на ирригационных системах с учетом их почвенно-климатических условий обеспечат повышение водообеспеченности ирригационных систем и защиту водоземельных ресурсов от истощения и загрязнения. В этой связи требуется продолжение исследований по установлению и адаптации параметров технологий водосбережения и повышения плодородия почв для конкретных речных бассейнов РК по данной программе.



Алиев А. И.,  
к.т.н.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

А. И. АЛИЕВ<sup>1</sup>, В. А. ТУМЛЕРТ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ответственный исполнитель задания

<sup>2</sup>Научный руководитель тематического задания

Полупустынные территории юга Казахстана в границах Алматинской, Жамбылской, Южно-Казахстанской и Кызылординской областей представляют собой огромный массив преимущественно пустынных пастбищных земель общей площадью более 70 млн га, характеризующийся большим количеством мелких животноводческих хозяйств, недостаточной обводненностью, низкой естественной кормовой продуктивностью – 1,5–3,5 ц/га и необходимостью дальнейшего развития животноводства.

Почвенно-мелиоративное районирование показало, что в исследуемой зоне (полупустынные и пустынные ландшафты Казахстана) площади почв, которые могут быть использованы в земледелии локальных участков, составляют 34,8 млн га, из которых 14,9 млн га не требуют проведения сложных мелиораций.

Высокий биоклиматический потенциал территории – среднегодовые температуры воздуха 7,5–12,3 °С, существенная продолжительность безморозного периода – 160–190 дней, значительная 3500–4600 °С сумма эффективных температур – позволяет интенсифицировать на пастбищах животноводство на основе устойчивого водообеспечения сельскохозяйственных объектов и повышения кормоемкости с использованием орошения.

На территории полупустынных пастбищ ресурсы поверхностных вод крайне ограничены. В то же время в этом регионе разведаны большие объемы пресных и слабоминерализованных подземных вод, вековые запасы которых составляют более 2000 км<sup>3</sup>, ежегодные возобновляемые ресурсы – 133 м<sup>3</sup>/с. Прогнозные эксплуатационные запасы превышают 450 м<sup>3</sup>/с. Регион обладает значительными ветроэнергетическими ресурсами. На большинстве территорий режим воздушных потоков приемлем для использования ветроэнергетики в качестве замещающей в структуре энергетического баланса.

Из-за неравномерности освоения территорий возрастает пастбищная нагрузка. Так, экологически потребная площадь на единицу поголовья по регионам колеблется в соответствии с нормативами от 4,0 до 4,9 га, в то время как фактически сложившаяся для Алматинской области составляет 0,8–1,2 га; Жамбылской – 0,63–1,50; Южно-Казахстанской – 0,7–3,17 и Кызылординской – 0,78–1,35 га. Наиболее остро экологические проблемы возникают в районах селитебных зон, что приводит к увеличению концентрации животных вокруг населенных пунктов и мест водопоя животных.

Водохозяйственные мероприятия, направленные на устойчивое водоснабжение объектов

сельскохозяйственного комплекса, должны носить комплексный характер и включать в себя мероприятия по реконструкции существующих и строительству новых обводнительных сооружений, увеличению их дебита, механизации водоподъема, улучшению эксплуатации обводнительных сооружений.

При повышении кормоемкости пастбищ перспективным мероприятием является коренное улучшение травостоя, внедрение пастбищеоборотов, развитие оазисного орошения.

Для использования участков оазисного орошения предложены организационно-технологические мероприятия, включающие оптимальные размеры участков кормопроизводства, структуру посевов кормовых культур, режимы орошения при различной водообеспеченности, способы и технику поливов, которые обеспечивают получение высокой (7000–8000 корм. ед/га) продуктивности растительных кормов и решение кормовых проблем фермеров. Технологически эффективными и экономически целесообразными являются бороздковые способы полива. При наличии самонапорных высокодебитных артезианских скважин оправдано применение дождевальных комплексов. Удельные затраты воды на производство 1 ц продукции составляют по кормовым культурам от 70–80 до 120–136 м<sup>3</sup>/ц.

В оазисном орошении себестоимость производства кормов по принятой структуре составляет по южным регионам страны 7,1–10,2 тенге за 1 корм. ед., что в 1,8–2,1 раза ниже по сравнению с затратами при завозной схеме обеспечения. Экономический эффект при этом равен 12,0–19,0 тыс. тенге на 1 га посевов кормовых культур.

Наиболее энергоемкой технологической операцией в повышении водообеспеченности пастбищ является водоподъем.

Для водоподъема перспективно использование следующих технических средств: на пастбищах – ленточные и шнуровые водоподъемники ВЛМ-100, ВШП-50, электронасосы погружного типа с автономными бензоэлектрическими генераторами; на скотопрогонных трассах – передвижные насосные установки; в фермерских хозяйствах – ветроводоподъемники различных конструкций, электронасосы с электрогенераторами; в населенных пунктах – ветроводоподъемники, погружные электронасосы типа ЭЦВ.

Изучение условий работы водозаборных скважин показало возможность интенсификации забора подземных вод путем увеличения водоотдачи водоносного грунта за счет большего гидравлического градиента, возникающего при вакууме в фильтрационном потоке подземных вод.

Анализ известных конструктивных решений устройств разделения скважины на зоны всасывания-нагнетания с изоляцией водоприемной части позволил сформулировать основные требования к подобным устройствам и исходные данные для их разработки.

Прогнозные оценки показывают, что экономически целесообразными на перспективу являются исследования по упомянутому кругу вопросов для каждого региона в отдельности, так как отличительные параметры и хозяйственная направленность областей Казахстана требуют дифференцированного подхода к решению конкретных задач хозяйственного развития.



*Б. М. Баджанов,  
к.т.н.*

## БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ КАЗАХСТАНА: МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА

**Б. М. БАДЖАНОВ**

Ответственный исполнитель задания

Основополагающей концепцией системы безопасности гидротехнических сооружений является предотвращение угрозы жизни, деятельности населения и экономических территорий от вредного воздействия окружающей среды.

Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений, с учетом международного опыта, представляется как системный процесс, включающий ряд взаимосвязанных процедур, ориентированных на предотвращение аварийных ситуаций, локализацию аварий при их возникновении, а также устранение их последствий. Меры предупреждения аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях должны рассматриваться как непрерывная совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых этапов от проек-

тирования, строительства и эксплуатации и до эффективного управления этими объектами, в чем и заключается актуальность данной проблемы.

Основными факторами, влияющими на безопасность гидротехнического сооружения, для Казахстана являются длительность эксплуатации, техническое состояние сооружения и состояние его основания. Длительность эксплуатации гидротехнических сооружений оказывает прямое влияние на техническое состояние сооружения и состояние его основания. В Республике Казахстан большое количество ГТС имеют период эксплуатации от 30 лет и более. В настоящее время крайне обострились проблемы состояния технического и технологического оборудования ГТС.

Вид собственности эксплуатирующих предприятий	Количество		В том числе находятся в неудовлетворительном техническом состоянии	
	ед.	%	ед.	% от общего количества сооружений, находящихся в неудовлетворительном техническом состоянии
Республиканские	66	12	17	15,04
Коммунальные	175	31	54	47,80
Частные	211	38	17	15,04
Бесхозные	108	19	25	22,12
Всего	560	100	113	100

Анализ аварий, происходивших в мире за 150 лет, свидетельствует о том, что их можно разделить на четыре характерные группы:

недостаточная прочность или устойчивость сооружений, оснований и берегов на сдвиг, а также большие деформации – осадки, смещения, пучения, необратимые деформации;

длительное воздействие поверхностного и фильтрационного потоков, вызывающее механическую суффозию, эрозию материалов сооружений и оснований; внутреннее давление воды (поровое, фильтрационное противодействие), поверхностное давление воды, в том числе волновое, химическая суффозия, действие агрессивных вод, старение материала сооружений, ухудшение его свойств со временем, выветривание пород, засорение дренажей;

нарушение нормального функционирования сооружений гидроузлов, например из-за задержки пропуска при отказах затворов, при неправильном маневрировании ими, засорении водопропускных отверстий плавающим мусором, донными наносами, при превышениях уровня воды (переливы через гребень плотины);

экстраординарные воздействия типа землетрясений, взрывов, различных природных катастроф, ураганов и тому подобных явлений, а также при перегрузках, вызванных авариями гидроузлов, расположенных выше по течению.

Результаты анализа сведений об авариях плотин, происходивших по различным причинам, свидетельствуют о том, что преобладающая часть их (77%) происходила на плотинах из грунтовых материалов. Главными причинами аварии являлись потеря прочности, устойчивости, большие осадки, а также воздействие фильтрующей воды, суффозия, кольматация и т.п. На их долю приходится 80% зарегистрированных аварий больших плотин. При этом преобладающая часть разрушений и повреждений происходила в теле плотин (47 %) и в их основаниях (35%).

Большая часть этих аварий имела место на относительно низких плотинах высотой до 30 м (70%), а разрушение плотин высотой более 100 м в мире еще не происходило, что объясняется лучшим проектным обоснованием, высоким качеством строительства и применяемых материалов. Подавляющая часть (83%) аварий имела место на плотинах с объемом водохранилища менее 100 млн м<sup>3</sup>.

В Казахстане из 653 гидросооружений 268, в том числе 28 крупных, нуждаются в срочном

ремонте. При этом фактический износ водохозяйственных объектов составляет более 60 %. В республиканской собственности находится 24% крупных гидротехнических сооружений (61 водохранилище, 91 гидроузел и магистральный канал), остальные – на балансе коммунальных, промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Серьезной проблемой являются малые гидротехнические сооружения, часть которых заброшена, не имеет владельцев или эксплуатационную службу. Техническое состояние их крайне неудовлетворительное. Ежегодный ущерб от неудовлетворительного состояния регулирующих и защитных сооружений от вредного воздействия вод: от паводков, наводнений, подтоплений оценивается в целом по стране в десятки миллионов дол. США. Поэтому развитие системы мониторинга безопасности гидротехнических сооружений для Казахстана жизненно необходимо. Данная система мониторинга должна состоять из трех основных подсистем: контроля за безопасностью водохозяйственных сооружений; защиты территорий от вредного воздействия водной среды; предупреждения и ликвидации природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. Система должна основываться на современных достижениях микроэлектроники и компьютерной технологии с участием возможностей космических систем и наземных систем наблюдения, на основе дистанционных систем получения информации о состоянии компонентов сооружений и аналитических систем обработки полученной информации.

Необходимо также разработать систему оценки уровня безопасности гидротехнических сооружений, которая обеспечивала бы оперативность и воспроизводимость получаемых оценок уровня безопасности, учет количественных и качественных факторов при проведении анализа состояния эксплуатируемого сооружения. При этом оценка уровня безопасности гидротехнических сооружений должна проводиться исходя из детерминированной оценки возможного риска аварий и состояния гидротехнических сооружений в периоды их эксплуатации.

Исследования по программе «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений» необходимо продолжить. Необходимо также решение проблем рационального использования водных ресурсов малых рек и озерных систем в целях сохранения и восстановления экосистем.



Зәурбек Ә. К.,  
д.т.н., профессор

## РЕГУЛИРОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ КАЗАХСТАНА

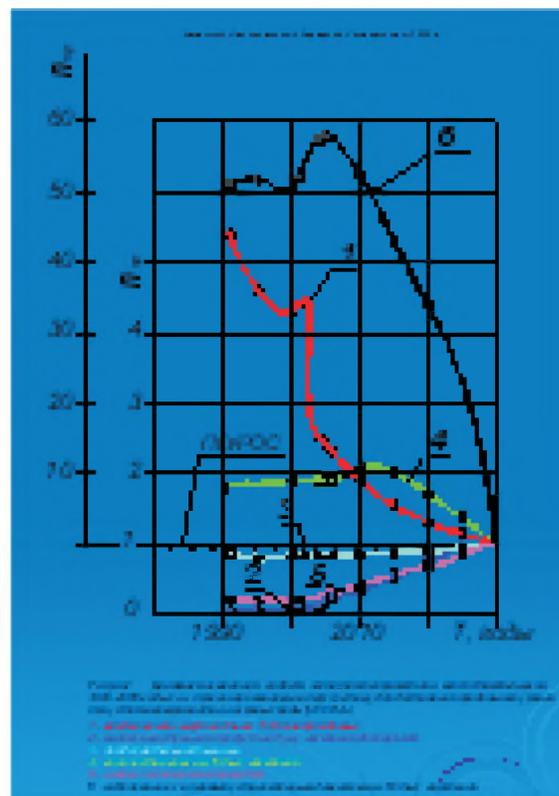
Ә. К. ЗӘУІРБЕК

Научный руководитель тематического задания

Устойчивое развитие отраслей экономики в водном секторе сдерживается из-за нарушения природного баланса между имеющимися водными ресурсами и потребностями в них. Количество речной воды постоянно сокращается, а загрязнение окружающей среды возрастает. В результате продуктивность сельскохозяйственных земель уменьшается, а их продукция не отвечает экологическим требованиям. И все это в конечном счете влияет на состояние здоровья населения. Например, младенческая смертность на 1000 живорожденных в 1991–2006 годы имела

тенденцию к снижению от 27,0 до 13,91. А валовой национальный продукт в долларах США на душу населения за 1995–2010 годы возрос от 1052,1 до 9000 \$ США. Указанные и все другие показатели приведены в относительных величинах от соответствующих показателей, достигнутых в развитых странах (рис. 1). Продолжительность жизни населения Казахстана за 1991–2009 годы остались в пределах 67,6–67,30 лет. Однако заболеваемость населения росла. Например, количество зарегистрированных случаев заболеваний с впервые установленным диагнозом

Рис. 1. Составляющие индекса человеческого развития сегодня и прогнозные данные



за 1990–2006 годы повысилось от 50 351,8 до 58 159,0 случаев на 100 тыс. населения. А по болезням крови, кроветворных органов и отдельным нарушениям с вовлечением иммунного механизма наблюдался рост в 6,7 раза.

Сегодня не разработана цельная стратегия использования воды, увязанная с наличными водными ресурсами и учитывающая требования природных комплексов. Не принимается во внимание загрязнение водных ресурсов. Не учитывается рост объемов забора воды на перспективу на территориях сопредельных государств.

Научно-методические основы социально-эколого-экономического обоснования проблем реконструкции бассейновых схем регулирования и распределения речного стока разработаны на основе впервые созданной научной методологии составления схемы КИОВР. При этом исследо-

вания и расчеты выполнены на основе разработанного нового критерия по обоснованию социально-эколого-экономической эффективности водохозяйственных и водоохраных мероприятий, которые учитывают не только положительные эффекты – доходы отраслей экономики от использования водных ресурсов, но и ущербы от истощения и загрязнения водного источника, затраты на водохозяйственные и водоохраные мероприятия, а также дополнительные экономические эффекты (рис. 2). Полученные результаты по оптимальному использованию и охране водных ресурсов бассейна реки Иле в РК: итого водопотребление на долгосрочную перспективу – 2490 млн м<sup>3</sup> (Казгипроводхоз – 7460 млн м<sup>3</sup>); оптимальный уровень водопользования – 40% (Казгипроводхоз – не обоснован); уровень озера Балкаш – на отметках не ниже ↓ 341,0 м (Казгипроводхоз – не выделяется).

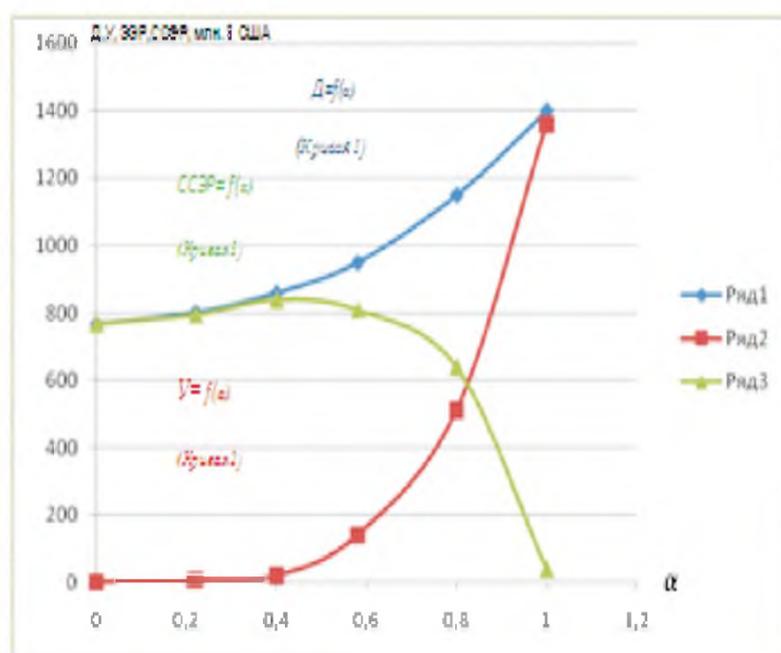


Рис. 2. Социально-эколого-экономическая эффективность использования водных ресурсов в бассейне реки Иле

Научно-исследовательские работы за 2009–2011 годы показывают, что достигнуты определенные результаты, разработаны логическая модель взаимосвязи и взаимозависимости природных процессов, влияющих на состояние водных ресурсов; усовершенствованы научно-методические основы составления схемы КИОВР и экономико-математическая модель по обоснованию оптимальных параметров водорегулирования. Однако необходимо продолжить и решить глобальную проблему: достижение устойчивого раз-

вития отраслей экономики и обеспечение безопасности сохранения природных комплексов в бассейне реки. Эта цель подчеркнута в Водном кодексе РК 1993 (2009) года: экологически безопасный и экономически оптимальный уровень водопользования.

Таким образом, целесообразно продолжить дальнейшие исследования в этом направлении и разработать научно-методические основы экологически безопасного и экономически оптимального уровня водопользования в бассейнах рек.



*Нурмамбетов Э. И.,  
К.г.-м.н.*

## **ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕЖБАССЕЙНОВОГО И ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**Э. И. НУРМАМБЕТОВ**

Научный руководитель тематического задания

Современный подход к осуществлению проектов перебросок стока требует повышенной осторожности. Поэтому в комплексе исследований была предусмотрена оценка всех компонентов геолого-геоморфологической среды, необходимая для последующей разработки технического замысла подачи воды на значительные расстояния.

Масштаб исследований, исходя из протяженности предполагаемых трасс каналов, был 1:1 000 000, как и новая топографическая основа Казахстана. Тематические материалы использованы применительно к масштабам 1:500 000 и крупнее. По всем трассам каналов были картографически в аналоговом и векторизованном видах отображены данные по топографии, геологии, неотектонике, четвертичным отложениям, геоморфологии и по процессам современного геоморфогенеза.

Поскольку намеченные линии каналов не всегда соответствовали элементам рельефа региональных и локальных площадей, исследованные полосы имели ширину 100 км, что позволит выбрать оптимальные варианты каналов и гидроузлов при дальнейших разработках.

Геологическое строение и состав пород рассмотрены в соответствии с современными геохронологическими построениями. Описаны различные по возрасту осадочные, метаморфические, эффузивные и интрузивные образования. Приведены геологические карты со снятым четвертичным чехлом.

Проекты каждого из предполагаемых каналов столкнутся с необходимостью изучения четвертичного покрова. Приводится характеристика морских, озерных, аллювиальных и делювиальных отложений равнинных территорий; элювиальных, делювиально-пролювиальных и аллювиально-пролювиальных образований в пределах мелкосопочника; флювиогляциальных и коллювиальных толщ нагорных площадей. Отмечены гранулометрические разности пород: псефиты, псаммиты, алевролиты, пелиты и их сочетания.

Исследованы новейшие тектонические движения, которые обусловили особенно на заключительном верхнеплиоцен-четвертичном этапе протяженностью около 3,5 млн лет создание основных черт современного рельефа Казахстана. В геоморфологическом облике отражены как новые, так и унаследованные структуры, развивающиеся в прямом и инверсионном режиме, а также разрывные нарушения.

Вертикальные обоих знаков и горизонтальные современные тектонические движения по инструментальным наблюдениям геодезической службы составляют первые миллиметры, но в общих чертах отражают движения земной коры, а следовательно, и направленность денудационных и аккумулятивных процессов.

Рельеф является основой выбора оптимальных вариантов переброски водных ресурсов. Рассмотрены морфометрия и морфография рельефа, его генезис и возраст.

Типы горного рельефа имеют место только в районе канала Катунь—Буктырма, где абсолютные отметки местности достигают 2000 м. Вдоль трасс каналов «Казахстан» и Буктырма—Балкаш преобладают слабоволнистые денудационные равнины с участками мелкосопочного рельефа разной высоты и плановых очертаний.

Отмечены тектонические и денудационные уступы. Трассы каналов Волга—Сырдария и Каратал—Иле пролегают главным образом по аккумулятивным равнинам морского, озерно-аллювиального и делювиально-пролювиального происхождения. В долинах рек, пересекаемых каналами, выделены пойменные и надпойменные террасы.

По всем предполагаемым трассам каналов были выявлены и картографически отображены ведущие и сопутствующие процессы современного геоморфогенеза, их интенсивность и площадное распространение, что позволяет определить риски строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений в зонах относительно увлажненного, сухого и очень сухого климатов. Среди

денудационных экзогенных процессов преобладают плоскостной смыв и все виды линейной эрозии. Локально отмечаются карст, механическая и химическая суффозия. Сравнительно в небольших масштабах проявлены гравитационные процессы: оползни, обвалы и осыпи, крип и солифлюкция. Повсеместна работа ветра, причем в опустыненных районах дефляция нередко становится солевой. Процессы аккумуляции, участвующие в рельефообразовании, имеют аллювиальный, делювиальный, пролювиальный и эоловый генезис, а в пустынных районах — соры и такыры.

При определении интенсивности экзогенных процессов учитывалось антропогенное, промышленное и сельскохозяйственное воздействие на рельеф. Сама интенсивность проявления процессов установлена путем использования первоначальных и производных космических данных на основе специализированных программных продуктов, а также разновременных (1999—2009 гг.) многозональных и панхроматических снимков.



*Оразов Е. Т.,  
к.ф.-м.н.*

## ТЕОРИЯ ИГР ПРИ РАЗРЕШЕНИИ КОНФЛИКТОВ В ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ

*Е. Т. ОРАЗОВ<sup>1</sup>, Э. Е. ЕРИК<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Научный руководитель тематического задания

<sup>2</sup>Исполнитель задания

Том XX коллективной монографии «Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление» посвящен в основном моделированию геополитических и социально-экономических аспектов территориального перераспределения речного стока в Казахстане. Методологической основой

такого моделирования является теория игр, поскольку по своей сути перераспределение речного стока — конфликтное явление.

Геополитический аспект возникает тогда, когда два соседних государства, расположенные на берегах трансграничной реки, планируют

осуществить переброску части стока реки в глубь своей территории независимо друг от друга. Если при этом сток реки формируется на территории обоих государств, а суммарный объем переброски превысит допустимую норму изъятия водных ресурсов реки, то может возникнуть дипломатический скандал, связанный с нарушением права использования суверенных вод. Таким образом, возникает необходимость в заключении межгосударственного соглашения о взаимном сокращении объемов переброски, обеспечивающих равную водную безопасность обоих государств.

В монографии рассматриваются два сценария разрешения конфликтов, могущих возникнуть в бассейне Кара Ертыс между Казахстаном и Китаем. Первый сценарий, названный авторами книги как «Сценарий сохранения положения *status quo*», основан на идее бартерного обмена вод, формируемых на территории Казахстана, на воды, формируемые на территории Китая, с учетом качества их воды. Рассматриваются также вопросы страхования такого обмена от одностороннего отклонения от условий соглашения. Второй сценарий основан на идее переброски части стока реки Кара Коба в озеро Маркаколь и далее по реке Кальджир в реку Кара Ертыс. Как известно, река Кальджир вытекает из оз. Маркаколь и впадает в реку Кара Ертыс, но уже на нашей территории. Построена соответствующая этой идее бескоалиционная игра с взаимно связанными ограничениями и исследованы все ее ситуации равновесия.

Социально-экономический аспект переброски стока рек возникает тогда, когда она осуществляется только на территории одного государства и не затрагивает интересы других государств. Но и в этом случае она может вызвать социальный протест населения регионов-доноров, если в результате резко снизятся показатели их водообеспеченности. Как известно, расчет показателей водообеспеченности административно-территориальных единиц районного уровня является сложной и трудоемкой задачей, требующей создания специального картографического интерфейса. Такой программный продукт был создан, и в результате его использования нам удалось впервые в Казахстане рассчитать показатели

водообеспеченности для всех 196 административных районов.

Что касается перспективы наших исследований, заметим следующее. Как известно, около 48% водных ресурсов в Казахстан поступает из-за границы. В то же время неизвестно, сколько из этих 48% вод имеет казахстанское происхождение, поскольку большинство малых рек, составляющих так называемую «боковую приточность» главной трансграничной реки, как правило, не охвачены сетью систематических комплексных наблюдений. Эта неопределенность, а также смутное представление стран-партнеров о стратегических планах использования суверенных вод друг друга являются источником конфликтов при переговорах о совместном управлении водными ресурсами. Поэтому научно обоснованное соглашение по этому вопросу должно быть основано на теоретико-игровом моделировании принятия решений в условиях неопределенности и конфликта. Не случайно, Казахстанско-Китайская комиссия по совместному использованию водных ресурсов трансграничных рек уделяет столь повышенное внимание вопросам гидрометрических измерений малых рек, а также согласованию методик оценки полученных данных.

По этому поводу заметим следующее. Как известно, альтернативным методом прямых гидрометрических измерений водности малых рек являются картографические методы, основанные на использовании модуля поверхностного стока. Однако необходимое для точной оценки этого модуля точное геоморфологическое районирование площади водосбора малых рек представляет собой сложную задачу (особенно в гористой местности). Тем не менее успехи компьютерных методов обработки изображений, ГИС-технологий, ДЗЗ и др. позволяют надеяться и на успехи в области высокоточной оценки водных ресурсов малых рек картографическими методами. Заметим, что разрабатываемый в 2012 году грантовый проект по программе ПФИ Института математики и моделирования предусматривает разработку программного комплекса для работы с пространственно-распределенными характеристиками природной среды.



*Петраков И. А.*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

***И. А. ПЕТРАКОВ***

Научный руководитель тематического задания

Управление водными ресурсами привлекает все большее внимание общественности. Распределение ограниченных водных ресурсов для сельскохозяйственного, коммунального пользования наряду с требованиями окружающей среды теперь требует полного взаимного учета наличия воды, потребностей в воде, качества и прочих экологических характеристик воды.

В представленном материале (том VII, книга 4) на основе юридического анализа национального водного права рассматриваются проблемные вопросы системы управления водными ресурсами, предлагаются конкретные шаги по совершенствованию структуры и функций уполномоченного органа по управлению использованием и охраной водных ресурсов Республики Казахстан.

Достоинством тома является то, что на основе глубокого анализа состояния дел по использованию и охране водных ресурсов по всем направлениям предлагаются рекомендации по совершенствованию законодательных основ системы управления водными ресурсами.

Всемирный саммит по устойчивому развитию (г. Йоханнесбург, 2002 год) призвал все страны «разработать планы интегрированного управления водными ресурсами и эффективного использования воды к 2005 году». На третьем (Киото, 2003 год) и четвертом (Мехико, 2006 год) Всемирных водных форумах отмечено, что водные кризисы являются, прежде всего, кризисами управления, несогласованности действий заинтересованных сторон и недостаточного финансирования.

В Казахстане водные проблемы имеют аналогичные причины и требуют применения новых

подходов к их решению. Как известно, водные ресурсы относятся к динамичным ресурсам, состояние и характер их формирования и использования зависят от глобальных и местных климатических условий и круговорота воды. В связи с тем, что водные ресурсы страны крайне неравномерно распределены по территории и изменчивы в многолетнем и внутригодовом разрезах, использование их в отраслях экономики сопряжено с большими трудностями. Поэтому подходы к управлению водными ресурсами коренным образом отличаются от управления стационарно расположенными ресурсами.

Водные ресурсы Казахстана ограничены, и особое внимание необходимо уделять тому, что страна в значительной мере зависит от притока воды из соседних стран. Другим фактором является чрезмерный забор воды. Все это приводит к выводу о том, что необходимо усилить управление водными ресурсами. Водные ресурсы должны защищаться от загрязнения, а их использование должно быть тщательно управляемым.

Казахстану необходимо пересмотреть водную политику как в межгосударственном, так и во внутригосударственном контексте, принять соответствующие меры по адаптации водохозяйственной инфраструктуры и системы управления водными ресурсами к новым условиям.

Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) является в настоящее время наиболее прогрессивной системой управления и входит в число приоритетов Международного десятилетия действий «Вода для жизни» (2005–2015 годы). Глобальным водным партнерством ИУВР опре-

делен как процесс, способствующий скоординированному развитию и управлению водными, земельными и связанными с ними ресурсами, с целью максимизировать показатели социального и экономического развития на равноправной основе без нарушения устойчивости жизненно важных экосистем.

В настоящее время в республике управление водным сектором экономики осуществляют несколько министерств и ведомств. Такое положение привело к несогласованности действий по управлению водными ресурсами, строительству и эксплуатации водохозяйственных объектов, а также к тому, что в конечном счете ни одна из организаций не несет полной ответственности за управление водным сектором страны.

Многие государственные органы, занятые охраной окружающей среды, недр, рыбных запасов, растительного и животного мира, ведущие гидрометеорологический контроль и прогнозирование, санитарный и ветеринарный надзор, также ответственны в пределах своей компетенции за использование и охрану вод.

Водное хозяйство в силу своих объективных природно-экологических условий является естественным монополистом, и принцип создания конкурентной среды в этой сфере может быть применен далеко не всегда.

Несмотря на проводимую организационно-структурную реорганизацию, все еще сохраняется многоведомственность в решении задач управления водными ресурсами страны. Зачастую управление водными ресурсами не учитывает особенностей этих ресурсов, к которым следует отнести их пространственное взаимовлияние, отсутствие локальных границ, изменчивость стока во времени. Их игнорирование ведет к тому, что во всех речных бассейнах водопользователями, расположенными в верховьях, ущемляются интересы водопользователей низовий. В результате вода к последним поступает в ограниченном количестве и, как правило, низкого качества.

В целом существующая организационная структура управления водным сектором экономики страны все еще не решает проблем сохранения водных источников, рациональной эксплуатации и воспроизводства водных ресурсов. Многоведомственность в решении задач управления водными ресурсами не способствует экономической ответственности за результаты использования воды.

Особая роль водных ресурсов в экономике страны диктует необходимость осуществления

последовательной политики устойчивого водопотребления. Для реализации этих задач требуется адекватная структура водного хозяйства, соответствующая каждому уровню управления.

Управление водными ресурсами – это искусство подачи требуемого количества воды в необходимое место в необходимый момент времени.

Имеются три ключевые компонента устойчивого развития на основе водопользования как способа достижения эффективности и гармонии: социальная справедливость, экономическое развитие, экологическая устойчивость. Практическим инструментом этих компонентов является должное внедрение ИУВР.

Даны практические рекомендации по внедрению и продвижению интегрированного управления водными ресурсами в Казахстане. Основопологающей при этом является аксиома, что Комитет по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства РК в нынешнем усеченном положении не в состоянии заниматься и внедрить интегрированное управление водными ресурсами.

Предлагаемый труд рассматривает совершенствование структуры и функций уполномоченного органа по управлению использованием и охраной водных ресурсов республики. Даны практические рекомендации по внедрению и продвижению интегрированного управления водными ресурсами в Казахстане.

Впервые проведен анализ проблем управления водными ресурсами на бассейновом уровне и даны рекомендации по его совершенствованию с использованием ИУВР.

Одним из важнейших вопросов, рассмотренных в труде, являются анализ и выработка рекомендаций по совершенствованию водного законодательства и, в частности, по вопросам совершенствования нормативной методической базы по управлению использованием и охраной водных ресурсов Республики Казахстан.

Авторами также разработаны рекомендации по системе показателей устойчивого водопользования для Казахстана.

Предлагаемый труд призван привлечь внимание к существующим проблемам в системе управления водными ресурсами страны и способствовать проведению реформ на основе научного анализа и рекомендаций.

Широкий круг читателей найдет ответы на многие вопросы, связанные с законодательными основами организации системы управления водными ресурсами в Республике Казахстан.



*Плохих Р. В.,  
д.г.н.*

## ПРИРОДНОЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕЖБАССЕЙНОВОГО И ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

*Р. В. ПЛОХИХ*

Научный руководитель тематического задания

Мировой и отечественный опыт показывает, что сооружение и работа гидротехнических сооружений (ГТС) связаны с многоаспектным трансформирующим воздействием как на отдельные компоненты ландшафтной (природной) среды, так и на ее организацию и функционирование в целом не только в зоне строительства, но и на прилегающей территории. Именно поэтому проблема ограниченности водных ресурсов Казахстана и их перераспределение как возможный путь решения предопределили проведение научных аналитико-оценочных и картографических исследований вероятных изменений в ландшафтной среде и экологической обстановке на трех территориях: Катунь – Буктырма – Балкаш; Ертис – Шу; Каратал – Иле. В выполнении темы приняли участие специалисты разных профилей: ландшафтоведение, биоразнообразии, ботаника, зоология, геоэкология, почвоведение, картография и др. Из их числа следует отметить: к.б.н. Т. А. Басову; к.г.н. Т. С. Гуляеву; д.б.н., проф. Т. М. Брагину; к.б.н. Е. А. Брагина; к.б.н. О. Г. Ерохину; к.г.н., доц. Т. И. Будникову; к.г.н. В. С. Крылову; д.б.н., проф. В. А. Кашеева и др.

При выполнении в 2009–2011 годах научно обосновывающих исследований были получены следующие результаты: 1) анализ в странах СНГ и дальнего зарубежья опыта оценки и прогноза вероятных изменений ландшафтной среды и экологической обстановки при перераспределении

водных ресурсов; 2) методики оценки и картографирования современного состояния и прогноза изменений ландшафтной среды с акцентом на ее пространственную организацию и экологическую изменчивость отдельных компонентов (климатические и метеоусловия, почвы и почвообразовательные процессы, растительность и животное население); 3) анализ опыта проектирования, организации и использования специальной информационной базы по ландшафтообразующим характеристикам, экологическому состоянию, природоохранной деятельности и ее предварительный вариант согласно вариантам перераспределения водных ресурсов; 4) оценка и картографические модели современного состояния и экологии ландшафтной среды на изучаемой территории; 5) оценка вероятных изменений в ландшафтно-экологической обстановке согласно вариантам перераспределения водных ресурсов при разных водохозяйственных сценариях; 6) анализ опыта разработки действий по управлению ландшафтно-экологическим состоянием территории перераспределения водных ресурсов; 7) возможная структура системы управления ландшафтно-экологическим состоянием и необходимые изменения в приоритетах выполняемых и планируемых природоохранных работ; 8) предварительные управленческие рекомендации и картографические модели, отражающие комплексы действий по ограничению или нейтрализации негативных

изменений в ландшафтно-экологическом состоянии возможных участков перераспределения водных ресурсов в Казахстане.

Полученные результаты способствуют развитию науки по следующим направлениям: дальнейшее формирование методических основ исследования ландшафтно-экологических закономерностей на территориях с ГТС; разработка методик изучения обратимых и необратимых трансформаций ландшафтов в условиях гидротехнического воздействия с использованием системы специальных диагностических показателей; анализ внутренних ограничений и внешних факторов для экологически безопасного освоения ландшафтной среды территорий возможного перераспределения водных ресурсов в Казахстане.

Перспективы прикладного использования полученных результатов связаны с актуальностью в Казахстане следующих вопросов: обеспечение пространственно равномерного и безопасного с ландшафтно-экологических позиций распределения водных ресурсов; планирование и реализация водохозяйственных и природоохранных мероприятий в рамках целевых программ и проектов; формирование комплексной информационной системы диагностики и обеспечения

надежной ландшафтно-экологической информацией о территориях с объектами водного хозяйства; повышение эффективности государственного управления водным хозяйством в контексте предупреждения ущербов от ухудшения ландшафтно-экологического состояния.

Проведенные исследования являются предварительными и важными в комплексе возможных действий по повышению водной безопасности в Республике Казахстан. На перспективность дальнейших работ указывают инновационные тенденции в ландшафтном планировании (Landscape planning), закрепленные в «European Landscape Convention» (ЕС) и «National Environmental Policy Act» (США). В Казахстане она связана с неотложностью решения трех ключевых задач: развитие научных методов проектирования жизненно удобной, хозяйственно полезной и экологически безопасной ландшафтной среды; подготовка научного информационно-аналитического обеспечения в случае реализации проектов перераспределения водных ресурсов как одного из направлений обеспечения национальной водной безопасности; формирование научных основ управления ландшафтно-экологическим состоянием территорий с ГТС.



*Соколов С. Е.,  
д.т.н., профессор*

## **ГИДРОЭНЕРГЕТИКА КАЗАХСТАНА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**С. Е. СОКОЛОВ**

Научный руководитель тематического задания

**Водные ресурсы Казахстана.** Весь гидроэнергетический потенциал Казахстана сегодня оценивается примерно в 163,0 млрд кВт·ч, технически возможный для использования — 62,0 млрд кВт·ч, а экономически целесооб-

разный к освоению — около 27,0 млрд кВт·ч, из которых освоено только 8 млрд кВт·ч. Степень освоения составляет всего 26 %, тогда как в экономически развитых странах она равна от 50 до 90 %.

Основной гидроэнергетики являются средне-годовые стоки рек, которые чуть больше 100 км<sup>3</sup> в год. Примерно половину этого стока обеспечивают малые реки.

На восточную часть республики приходится 41,8 % всех энергоресурсов страны, на юго-восточную – 41,5 %, на северную – 0,8 %, на центральную – 0,8 %, на южную – 13,4 %, на западную – 1,6 %. Из общего количества рек (874) Юго-Восточного Казахстана только 66 рек, или 7,6%, потенциально могут быть использованы для строительства гидроэлектростанций малой и средней мощности: по бассейну р. Иле – 25 из 379 рек (6,6%), а по восточной части бассейна оз. Балкаш и Алакольской впадины – 41 из 495 рек (8,3%). Наиболее перспективными для гидроэнергетического использования являются реки Шарын, Шелек, Каратал, Коксу, Тентек, Талгар, Улькен и Киши Алматы, Усек, Аксу и Лепсы.

*Энергетическое и водохозяйственное использование рек Иле, Ертис и Сырдария.* Три проблемы Иле-Балкашского водного бассейна:

1. Экологическое состояние р. Иле и озера Балкаш.

2. Повышение эффективности работы Капшагайской ГЭС.

3. Состояние стока р. Иле на долгосрочную перспективу.

Первые две проблемы решаются строительством Кербулакской ГЭС мощностью 50 МВт. Третья проблема является государственной. Пока ее решения нет. Возможным решением может быть проект переброски части воды р. Катунь в р. Буктырму как способ ликвидации дефицита стока в связи с увеличением безвозвратных отъемов воды в Казахстане и Китае.

Те же три проблемы и аналогичные пути решения в Ертисском водном бассейне: строительство Булакской ГЭС позволит полностью использовать регулирующие способности Шульбинской ГЭС и обеспечить регулирование пусков в нижнем течении Ертиса. При увеличении забора воды рассмотрение вопроса переброски стока р. Катунь может стать необходимым.

Основные проблемы водохозяйственного использования р. Сырдария связаны с изменением режима работы Токтогульской ГЭС и затоплением населенных пунктов и объектов. Возможно увеличение зимней выработки электроэнергии Шардаринской ГЭС на 20–25% и повышения уровня воды в Малом Арале за счет строительства Коксарайского водохранилища.

*Перспективы энергетического использования малых ГЭС Южного региона.* Алматинская область: реконструкция каскада Алматинских ГЭС. Р. Шелек: ГЭС-19, 20, 21, 22, 29. Р. Каскелен – 3 ГЭС суммарной установленной мощностью 26 МВт. Р. Есик – ГЭС-1 и ГЭС-3 установленной мощностью 8,7 МВт. Р. Коргас – 2 ГЭС установленной мощностью 3,25 МВт. Р. Каратал – ГЭС-5 мощностью 5 МВт, р. Баскан – 6 ГЭС установленной мощностью 7 МВт. Р. Чиже – шесть ГЭС мощностью 36 МВт. Р. Шарын – Мойнакская ГЭС мощностью 300 МВт и Бестомакская ГЭС ориентировочной мощностью 39–78 МВт. Р. Коксу – каскад ГЭС 250 МВт. Р. Тентек – каскад ГЭС из 8 станций установленной мощностью более 230 МВт. Возможно строительство малых ГЭС на реках Усек, Аксу, Кескентерек, Текес, Борохудзир и других.

Жамбылская область: каскады ГЭС на р. Талас (Таразская ГЭС-1 – 13 МВт и Таразская ГЭС-2 – 3,0 МВт; р. Мерке (ГЭС-I, ГЭС-II по 10 МВт, ГЭС-III 15 МВт). Р. Аксай 3 ГЭС (3,74 МВт каждая). Р. Коксай – каскад из трех ГЭС (5,6 МВт каждая). Гидростанции: Тасоткельская ГЭС – 14,0 МВт; Каракыстакская ГЭС – 2,0 МВт; Георгиевская ГЭС – 1,7 МВт, Терс-Ашибулакская ГЭС – 2,4 МВт.

Южно-Казахстанская область: каскад ГЭС на реке Угам (50–80 МВт); каскад ГЭС на реке Майдантал – 120 МВт. Энергопотенциал других рек Южно-Казахстанской области значительно ниже.

*Законодательство и проблемы развития гидроэнергетики.* Гидроэнергетические ресурсы Республики Казахстан невелики. Уже сейчас гидроэлектростанции не обеспечивают покрытие пиковых нагрузок и вряд ли смогут обеспечить в будущем. Малая гидроэнергетика не окажет существенного влияния на баланс мощности энергосистемы и ее развитие. Многие из материалов прошлых лет устарели и нуждаются в переработке.

Общая установленная мощность малых ГЭС (существующих и перспективных) не превышает 10 %, и ее относительное значение будет уменьшаться.

Все крупные реки Казахстана: Ертис, Сырдария и Иле фактически зарегулированы. Особенно актуальна проблема сохранения экологического состояния поймы р. Иле и озера Балкаш. Строительство Кербулакской ГЭС не сможет полностью ее решить.

Перспективное развитие малой гидроэнергетики требует анализа и обоснования целесообразности строительства малых ГЭС. Целесообраз-

ность их строительства должна определяться экологическими факторами, наличием инвестиций, желаниями потенциальных застройщиков и др., а уже потом увеличением выработки электроэнергии. Необходимо учитывать и развитие электрических сетей.

Принятый Закон РК «О поддержке возобновляемых источников энергии» является хорошим стимулом для развития малой гидроэнергетики. При этом следует учитывать то, что энергоресурсы малой гидроэнергетики в основном сосредото-

чены в Алматинской области, которая по природно-климатическим условиям является уникальной для Республики Казахстан.

Назрела необходимость в уточнении «Программы 2030» (а возможно, и необходимость разработки новой программы) в части перспектив развития малой гидроэнергетики с учетом не только уменьшения парниковых газов и увеличения выработки электроэнергии, но и целесообразности такого развития с точки зрения сохранения природных балансов регионов



*Цхай А. А.,  
академик*



*Тастанов К. Х.,  
к.х.н.*

## ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*А. А. ЦХАЙ<sup>1</sup>, К. Х. ТАСТАНОВ<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Научный руководитель тематического задания

<sup>2</sup> Ответственный исполнитель задания

Природоохранная деятельность субъектов хозяйствования РК, в том числе предприятий и производств металлургического, горнорудного, теплоэнергетического и нефтехимического комплекса, осуществляется во избежание их негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения и регламентируется:

законодательством (международные конвенции, соглашения и другие акты; законы РК, указы президента, постановления правительства);

нормативной базой (государственные и отраслевые стандарты, нормативы, нормы, правила);

методической базой (стандарты, методические указания, руководящие документы, правила и др.).

Разработана новая триединая концепция устойчивого развития, в основу которой положен принцип комплексного равнозначного учета экономических, социальных и экологических факторов развития.

Одним из ключевых принципов перехода РК к устойчивому развитию является расширение области практического использования безотходных и малоотходных технологий, в том числе в сферах водоснабжения и водоотведения (бессточные технологии).

Основным фактором, определяющим работу всех элементов системы водоснабжения, является режим расходования воды потребителями,

который может быть изображен в виде суточных графиков водопотребления.

Суточный график технического водопотребления более равномерен. Из-за разного количества оборудования, работающего в разное время, расход воды несколько изменяется.

Расчетная потребность предприятия в технической воде в значительной мере зависит от типа используемого оборудования и принятой схемы технологического процесса и может определяться только по технологическим данным водопотребляющего оборудования.

По экономическим соображениям, требованиям экологии, а также ограниченным запасам воды в природных источниках на промышленных предприятиях рекомендуется сооружать оборотные системы технического водоснабжения. В оборотных системах технического водоснабжения вода используется многократно.

В зависимости от изменения качества воды в процессе ее использования оборотное водоснабжение подразделяется на:

1) «**чистые циклы**» — для воды, которая при использовании только нагревается;

2) «**грязные циклы**» — для воды, которая только загрязняется;

3) «**смешанные циклы**» — для воды, которая при использовании одновременно и нагревается, и загрязняется.

*Рекомендации по внедрению оборотных и замкнутых систем водоснабжения в отраслях промышленности.* Проблемы устойчивого развития занимают центральное место в долгосрочной программе развития Республики Казахстан «Стратегия-2030».

Необходимо разработать единые правовые и экономические механизмы создания оборотных и замкнутых систем водоснабжения в отраслях экономики, для этого необходимо:

1. Глубоко изучить технологии с целью применения маловодных и безводных процессов.

2. Уменьшить удельные нормы водопотребления и водоотведения на единицу продукции, на отдельные операции и т.п.

3. Установить нормативные требования к качеству воды используемых производств, оборудования и т.п.

4. Сгруппировать водопотребителей по требованиям к качеству потребляемой воды и нормам водопотребления.

5. Изучить условия стокообразования, их количественные и качественные характеристики.

6. Сгруппировать сточные воды по составу и свойствам.

7. Разработать эффективные и экономичные методы очистки сточных вод и кондиционирования оборотных вод.

8. Разработать рациональные схемы очистки и использования сточных вод.

9. Разработать рациональные системы оборотного водоснабжения.

10. Провести технико-экономическую оценку предложенных схем и систем оборотного водоснабжения.

Существенное влияние на повышение водооборота может оказать внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод, в частности физико-химических, а в ближайшей перспективе намечается внедрение мембранных методов для очистки вод.

При дефиците водных ресурсов в мире, проведении политики сохранения чистоты вод необходимы научные исследования по созданию оборотных или замкнутых систем водопользования на промышленных предприятиях. Помимо этого, необходимо проведение мероприятий по повторному использованию очищенных сточных вод в промышленности и частичному использованию воды при отдельной системе водоотведения в жилом фонде, как это проектируется уже не первый год в США.

При выборе способа обезвреживания сточных вод необходимо учесть опыт развитых стран, применяющих метод очистки с учетом повторного, оборотного использования очищенных сточных вод и утилизации осадков. При этом предпочтение должно отдаваться методам, использующим нанотехнологии и биотехнологии.

*Проблемы, которые необходимо решить в будущем:*

Решение проблемы очистки природных и технических вод для питьевых целей.

Реализация проблемы комплексной переработки минерализованных шахтных вод горнодобывающей промышленности.

Разработка процесса производства эффективного реагента на основе активного гидрофильного оксида кальция, получаемого с применением технологии низкотемпературной плазмы.

Разработка технологии безреагентной очистки подземных вод от токсичных компонентов путем ультразвуковой коагуляции электрохимически осажденных наночастиц загрязнений.

Решение комплекса технологических санитарно-гигиенических проблем создания структурной

физиологически полноценной питьевой воды из природных поверхностных и подземных источников высокоминерализованных вод, опресненных методами дистилляции, обратного осмоса, электролиза, а также конденсатов, полученных из воздуха в условиях аридных зон.

Разработка современных технологических решений очистки подземных вод от лимитирующих компонентов для питьевого водоснабжения: биологически активного бора и брома; стабильного стронция; нитритов и фторидов; железа, марганца, сероводорода; мышьяка; тяжелых металлов с санитарно-токсикологическим признаком вредности 1 и 2 классов опасности.

Исследование барьерных характеристик различных технологических схем очистки воды и возможностей их усовершенствования в условиях техногенных нагрузок на подземные водоисточники за счет внедрения передовых отечественных и зарубежных разработок в области водоподготовки.

Разработка методологии отбора и применения новейших технологий в секторе водоснабжения на основе создания комплекса программно-математического и информационно-методологического подхода к технологическому процессу очистки подземных вод от загрязнений природного и техногенного происхождения (классификатор технологии очистки природных вод).

Разработка экологически надежных безотходных технологий подготовки воды из поверхностных источников и создание эффективных отечественных установок и станций для питьевого водоснабжения.

Разработка технологии получения атмосферного воздуха и его кондиционирования для питьевых целей для чрезвычайных ситуаций в условиях полного отсутствия источников водоснабжения.

Разработка экологически надежных безотходных технологий удаления избыточного азота и фосфора из очищаемых сточных вод.

Исследование возможных путей обработки и утилизации осадков сточных вод с целью сни-

жения их объемов и полной утилизации в народном хозяйстве страны.

Исследование барьерных характеристик различных технологических схем очистки сточной воды и возможностей их усовершенствования в условиях техногенных нагрузок для улучшения санитарно-гигиенических показателей.

Решение проблемы надежности систем водоснабжения и водоотведения.

Поиски путей управления процессами очистки питьевых и сточных вод.

Решение проблемы полной автоматизации процессов подготовки воды питьевого качества и очистки сточных вод.

Разработка методик расчета предельно допустимого значения нормативов сброса в водоем.

Устойчивое развитие промышленности неразрывно связано с решением проблемы обеспечения экологической безопасности производства. В условиях ограниченности свободных водных ресурсов и ухудшения качественного состояния водных объектов при ужесточении требований к качеству вод оценка масштабов воздействия предприятий горной металлургии, теплоэнергетики и нефтехимии на водные объекты становится одним из основных факторов прогноза развития промышленного сектора экономики РК. В связи с этим разработка и внедрение эффективных технологических схем производственного водоснабжения и водоотведения, учитывающих природно-климатические и социально-экономические условия страны, представляется весьма актуальной научно-практической задачей.

Материалы наших исследований могут быть использованы государственными органами при разработке отраслевых водоохранных мероприятий, руководством промышленных предприятий при разработке планов оптимизации систем водоснабжения предприятий, их реконструкции и модернизации для обеспечения их эффективной эксплуатации и снижения вредного воздействия на окружающую среду, в первую очередь на водные объекты.



*Шиварёва С. П.,  
к.т.н.*

## ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОЙ И ПРОГНОЗНОЙ ДИНАМИКИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ОЗЕРА БАЛКАШ, КАСПИЙСКОГО И АРАЛЬСКОГО МОРЕЙ

*С. П. ШИВАРЁВА<sup>1</sup>, В. И. ЛИ<sup>2</sup>, Н. И. ИВКИНА<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Научный руководитель тематического задания

<sup>2,3</sup> Исполнители задания

Изменение уровня озера Балкаш в современных условиях зависит не только от природных факторов, определяющих величину речного стока, но и от режима работы Капшагайской ГЭС и безвозвратного водопотребления в верхней части бассейна р. Иле на территории КНР, а также в средней и нижней частях ее бассейна и бассейнов рек Каратал, Лепсы и Аксу в пределах территории Республики Казахстан. Установлено, что в рядах многолетних колебаний годового стока рек озера Балкаш можно выделить два однородных периода: 1929–1986 и 1987–2009 гг. Период 1929–1986 гг. отражает климатические условия XX века, а второй – 1987–2009 гг. – конца XX и начала XXI века, а также значительные изменения климата, в первую очередь, температуры воздуха и атмосферных осадков. В этот период в бассейне р. Иле наблюдались значительное повышение температуры воздуха и деградация горного оледенения. Кроме того, начиная с 1987 года сток р. Иле уменьшается за счет увеличения водопотребления в верхней части ее бассейна на территории СУАР КНР в среднем за год до 2,5 км<sup>3</sup>. Проведено моделирование уровня озера Балкаш с учетом хозяйственной деятельности при различных значениях водопотребления в бассейне р. Иле и с учетом изменения климата. Результаты оценки показывают, что если изменения климата до 2040 г. будут происходить в соответствии со

сценарием А2, то водные ресурсы в горном бассейнах рек Каратал, Коксу увеличатся в среднем на 17 и 22 %, а в бассейне р. Иле – на 14 %. Сценарий В2 оценивается климатологами как более «жесткий». Согласно этому сценарию в бассейнах рек Каратал и Коксу водные ресурсы увеличатся на 9 %, а в бассейне Иле – на 12 %. Некоторый подъем уровня от 50 до 70 см можно ожидать за счет климата и, как следствие, за счет увеличения стока. Результаты моделирования уровня озера Балкаш на перспективу показывают, что при достигнутом уровне водопотребления в СУАР КНР и возможном его увеличении до 3,0 км<sup>3</sup> уровень оз. Балкаш может снизиться до критической отметки 341,0 м и ниже уже через 5–7 лет. Сокращение поступления воды в Западный Балкаш за счет увеличения водопотребления даже только на территории КНР приведет к падению уровня озера ниже критической отметки 341 м и к значительному увеличению минерализации этой части озера выше 2 мг/л, что осложнит использование воды для водоснабжения города Балкаша, Балкашского медеплавильного комбината и других производств, требующих использования пресной воды. В этих условиях для увеличения поступления воды в Западный Балкаш, в первую очередь, возникнет необходимость сокращения объема водохранилища Капшагайской ГЭС и поддержания его уровня

на отметке 475 м, что соответствует объему 13,5 км<sup>3</sup>. Для сохранения озера Балкаш и поддержания его уровня на критической отметке необходимо внедрить водосберегающую технологию использования речного стока бассейна, решить трансграничные вопросы вододеления с КНР, учитывая водность года и уникальность озера Балкаш, начать проектные и изыскательские работы по строительству Узун-Аральской плотины.

Результаты работ по оз. Балкаш могут быть использованы при разработке комплексной схемы использования водных ресурсов в бассейне оз. Балкаш, задач оперативного управления водными ресурсами бассейна, при решении вопросов вододеления с КНР, для проектирования гидротехнических сооружений в бассейне и на озере, при долгосрочном прогнозировании водоснабжения города Балкаша, Балкашского горно-металлургического комбината и других производств, требующих использования пресной воды, для решения экологических проблем, для принятия решений по сохранению озера Балкаш как уникального водоема, чтобы не повторить судьбу Аральского моря.

В результате проведенных исследований по Каспийскому морю оценен гидрологический режим его казахстанской части, включая ледовый режим, режим ветра и течения, уровенный режим, а также сгонно-нагонные явления; определен суммарный сток, поступающий в Каспийское море по р. Волге, Уралу, Тереку, Куре и Самуру на перспективу; рассчитаны варианты возможного изменения уровня Каспийского моря до 2035 года с учетом хозяйственной деятельности и изменения климата; построены модельные карты затопления северо-восточной части Каспийского моря для различных положений фонового уровня с учетом нагонов. В 1977 г. уровень моря достиг самой низкой отметки за период наблюдений — минус 29,01 м. В I квартале 2011 г. уровень моря находился на отметке минус 27,50 м. В случае если антропогенные изменения климата будут развиваться в соответствии со сценарием А2, то уровень моря будет повышаться до отметки минус 25,7 м до 2022 г., затем он станет ниже этой отметки с последующей тенденцией к стабилизации к 2034–2035 гг. на отметке, близкой к минус 26,0 м. В связи с возможным подъемом

уровня Каспийского моря и усилением роли нагонов необходимо решить вопросы по берегозащитным мероприятиям и возможному затоплению нефтяных амбаров и других производственных и хозяйственных объектов, находящихся в зоне затопления и воздействия нагонных вод. Результаты работ по Каспийскому морю могут быть использованы при краткосрочном и долгосрочном планировании бесперебойной работы нефтегазового комплекса, морского флота и берегозащитных мероприятий, при долгосрочном прогнозировании водоопреснительных сооружений г. Актау, для экологической оценки уязвимых зон, решения экологических проблем, оценки распространения загрязняющих веществ, сохранения биоразнообразия флоры и фауны, для разработки долгосрочной концепции развития региона.

Гидрологический режим Малого Аральского моря зависит от изменений в его бассейне, в частности в бассейне реки Сырдарии. В 1990 г. Аральское море разделилось на два водоема: Северное Аральское море (Малое) и Большое море. С помощью строительства в 2001 г. Кок-Аральской плотины удалось сохранить Малое море, в котором уровень в 2007–2009 гг. колеблется около отметки 42,0 м абс ( $\pm 20$  см). По прогнозу до 2050 года водные ресурсы за счет изменения климата не значительно уменьшатся. Так, в маловодный период они снизятся на 7 %, а поступление в Северное Аральское море за счет хозяйственной деятельности сократится на 77 % и уровень моря упадет до отметки 36,37 м. Сделан вывод, что под влиянием изменения климата и при сохранении такой же антропогенной нагрузки на речной сток р. Сырдарии, которая наблюдалась в последние десятилетия, не удастся в маловодные годы поддержать уровень Северного Аральского моря на современной отметке. Для сохранения этого моря нужна переброска вод из других водообеспеченных бассейнов.

Результаты работ по Аральскому морю могут быть использованы при решении вопроса сохранения Северного Аральского моря в маловодные годы, задач оперативного управления водными ресурсами бассейна, при разработке схемы использования водных ресурсов, решении вопросов трансграничного характера, для долгосрочного прогнозирования водообеспеченности региона.

# РЕШЕНИЕ

## круглого стола

### «Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление»

Впервые в истории суверенного Казахстана выполнена междисциплинарная научно-техническая программа, нацеленная на решение всего комплекса актуальных водных проблем республики, в том числе оценку и прогноз водных ресурсов, разработку перспектив водосбережения в водоемких отраслях производства, обоснование стратегии устойчивого водообеспечения республики на средне- и долгосрочную перспективу.

С учетом выявленных климатических тенденций оценены норма годового стока и расчетный минимальный сток, формирующийся в Казахстане и поступающий с территорий сопредельных государств. Исходя из возможности неблагоприятной реализации климатических и трансграничных гидрологических угроз в перспективе показана реальность уменьшения ресурсов речного стока в бассейновых природно-хозяйственных системах и в целом по Казахстану.

Показано, что в Казахстане планируется восстановить на водосберегающем режиме до 2 млн га орошаемых земель с увеличением более чем в 2 раза современной продуктивности воды на основе полной реконструкции гидромелиоративной инфраструктуры и внедрения прогрессивных водосберегающих технологий полива. Интенсивный рост промышленного производства в Казахстане должен быть в максимальной степени обеспечен развитием систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения.

Даны предложения по совершенствованию межгосударственных водных отношений Казах-

стана с сопредельными странами в трансграничных бассейнах (Китаем, Россией, центральноазиатскими государствами). Установлен экологический спрос природно-хозяйственных систем на воду как ограничение производственного использования водных ресурсов. Рассмотрены объективные предпосылки территориального перераспределения водных ресурсов в Казахстане. Предложена трасса Трансказахстанского канала как основы формирования единой системы водообеспечения Республики Казахстан. Обоснована целесообразность взаимовыгодного использования стока российских рек по Верхне-Катунскому направлению. Разработаны сценарии водообеспечения природно-хозяйственных систем по трем вариантам развития водопользования (инерционный, водосберегающий, инновационный) на 2010, 2020, 2030 гг., оцененные по предложенным критериям водной безопасности, характеризующим фундаментальные свойства взаимоотношений «общество – водная среда».

Установлено, что широкое применение современных водосберегающих технологий в отраслях экономики, совершенствование межгосударственных водных отношений, межбассейновые и трансграничные переброски речного стока могут стать реальной основой обеспечения водной безопасности Республики Казахстан.

Результаты выполнения программы рассмотрены и одобрены на заседании Совета безопасности РК с участием Президента Республики Казахстан.

#### КРУГЛЫЙ СТОЛ ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Принять итоги выполненной программы «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений» (далее Программа) как крупное достижение, не имеющее аналогов в странах СНГ.

2. Рекомендовать практические результаты Программы к широкому использованию государственными и частными организациями республики, занимающимися вопросами планирования, проектирования и управления водными ресурсами Казахстана.

3. Учитывать особую важность и актуальность исследований по водной тематике при формировании государственных, отраслевых и региональ-

ных программ социально-экономического развития, в том числе «Программы ускоренного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан до 2020 г.», программы «Развитие регионов» и др.

4. Рассмотреть вопрос оптимизации государственного управления водными ресурсами и водным фондом страны с учетом ограниченности возобновляемых водных ресурсов и трансграничности основных речных бассейнов.

5. Рекомендовать внедрение системы интегрированного управления водными ресурсами как фактора обеспечения экономически эффективного и экологически безопасного развития республики.

6. Рекомендовать количественное и качественное развитие системы гидрометеорологических наблюдений в республике для повышения эффективности прогнозирования, планирования и управления водными ресурсами.

7. Рекомендовать повысить качество подготовки специалистов водного профиля в республике на основе интеграции вузовской и академической науки в рамках выполнения крупных междисциплинарных проектов.

8. Рекомендовать широкую пропаганду бережного отношения к водным ресурсам в средствах массовой информации, образовательных программах средних и высших учебных заведений.

9. Продолжить исследования по разработке стратегических основ водообеспечения и водопользования Республики Казахстан в разрезе административных субъектов (областей, районов, крупных городов, сельских округов) с оценкой по техническим, социально-экономическим, экологическим и другим критериям.

10. Разработать проблемно ориентированную геоинформационную систему коллективного пользования «Водохозяйственный комплекс Республики Казахстан» для повышения обоснованности принимаемых решений в области управления водными ресурсами.

11. Разработать научное обоснование совершенствования существующей системы мониторинга качества вод и безопасности гидротехнических сооружений.

12. Провести комплекс исследований по профилактике и ликвидации последствий водообусловленных чрезвычайных ситуаций, вызванных экстремальными явлениями природного и антропогенного генезиса в природно-хозяйственных системах Казахстана.

13. Разработать научное обоснование сохранения и восстановления озерного фонда республики в условиях климатически и антропогенно обусловленных изменений возобновляемых водных ресурсов.

14. Продолжить исследования по оценке перспектив широкомасштабного освоения подземных вод для питьевого водоснабжения и производственных целей с учетом экономических и экологических факторов.

15. Рекомендовать проведение исследований по оценке эффективности и безопасности активного воздействия на элементы гидрометеорологического режима с целью стимуляции выпадения осадков.

16. Рекомендовать продолжить исследования в области территориального перераспределения водных ресурсов Казахстана в условиях ожидаемых изменений возобновляемых ресурсов с учетом политических, экономических и экологических последствий перебросок речного стока.

17. Рекомендовать возобновить исследования по проблеме переброски сибирских вод в Центральную Азию в условиях новой геополитической обстановки, требований экологической безопасности и возросших технических возможностей.

## АННОТАЦИИ 30-ТОМНОЙ МОНОГРАФИИ

### «ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КАЗАХСТАНА: ОЦЕНКА, ПРОГНОЗ, УПРАВЛЕНИЕ»

*А. Р. МЕДЕУ, И. М. МАЛЬКОВСКИЙ, Л. С. ТОЛЕУБАЕВА*

***Т. I: Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (концепция) / Медеу А. Р., Мальковский И. М., Тoleубаева Л. С. – 94 с.***

Книга посвящена одной из наиболее актуальных проблем перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию – стратегическим основам обеспечения водной безопасности страны.

Показано, что Республике Казахстан присущ полный спектр гидрологических угроз, связанных с истощением и загрязнением водных ресурсов. Следствиями реализации гидрологических угроз могут стать обострение межгосударственных противоречий, развитие новых очагов экологической нестабильности, срыв программ социально-экономического развития республики.

Определены два пути устранения дефицита воды в республике: снижение нагрузки на водные ресурсы и увеличение ресурсов пресной воды. Первый путь предусматривает реализацию комплекса мероприятий по уменьшению темпов развития водоемких производств и внедрению современных водосберегающих технологий в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве. Второй предполагает увеличение ресурсов пресной воды за счет совершенствования межгосударственных водных отношений, регулирования речного стока, использования запасов подземных пресных вод, опреснения соленых и солоноватых вод, искусственного увеличения осадков, территориального перераспределения водных ресурсов.

Установлено, что в сочетании с широким применением современных водосберегающих технологий в отраслях экономики межбассейновые и трансграничные переброски речного стока могут стать реальной основой обеспечения водной безопасности Республики Казахстан.

***Т. II: Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз / Достай Ж. Д. – 330 с.***

Книга посвящена проблемам изучения и оценки возобновляемых водных ресурсов Казахстана (поверхностных, подземных вод и их качества), распределению их по территории и изменению во времени за многолетний период и на ближайшую перспективу (2020–2030 гг.) в условиях развития хозяйственной деятельности и антропогенных изменений глобального климата.

Рассмотрены теоретические и прикладные аспекты современных климатических вариаций для территории Казахстана с детализацией по основным водохозяйственным бассейнам.

Оценены современные и прогнозные изменения снежно-ледовых ресурсов региона и их влияние на гидрологический режим и региональные водные ресурсы.

На основе обобщения практически всех накопленных материалов наблюдений за стоком рек оценены и приведены его характеристики, необходимые при решении стратегических и текущих задач народного хозяйства республики: норма стока, его значения в годы различной водности рек, распределение по сезонам и месяцам внутри характерных лет. Впервые с 50–70-х годов прошлого века на единой современной методологической основе и с учетом динамики климата дана полная характеристика стока рек и суммарных водных ресурсов бассейнов (ВХБ).

Приведены результаты сравнительного анализа международных стандартов качества поверхностных вод с методами оценки их качества поверхностных вод, применяемыми в Казахстане. В результате изучения динамики изменения гидрохимического режима и качества вод рек республики впервые определена тенденция изменения качества речных вод и дан прогноз изменения качества поверхностных вод на 2020 и 2030 гг. Приведены сведения об основных источниках загрязнения водных объектов.

Даны практические рекомендации по внедрению и продвижению интегрированного управления водными ресурсами в Казахстане. На основе глубокого анализа состояния дел по использованию и охране водных ресурсов по всем направлениям предлагаются рекомендации по совершенствованию законодательных основ системы управления водными ресурсами.

Выявлены основные закономерности формирования и распространения ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод, их экологическое состояние. Показана необходимость детального изучения проблем трансграничных подземных вод и влияния изменения климата на ресурсы подземных вод.

Проведено моделирование уровня оз. Балкаш при различном поступлении в него речного

стока; сделана прогнозная оценка уровня озера на ближайшую и более отдаленную перспективу до 2040 г. Рассчитаны варианты возможного изменения уровня Каспийского моря до 2035 г. с учетом хозяйственной деятельности и изменения климата. Дан вероятностный прогноз уровня Северного Аральского моря до 2040 года.

Приведены математические модели, позволяющие моделировать взаимодействие моря и локальных очагов загрязнения, прогнозировать дальнейшее развитие антропогенного воздействия.

Методами нелинейной динамики обнаружены связи уровня Каспия с некоторыми климатическими и солнечно-обусловленными индексами.

***Т. III: Водопотребление отраслей экономики Казахстана: оценка и прогноз / Сатенбаев Е. Н., Ибатуллин С. Р., Балгабаев Н. Н. – 262 с.***

В книге рассмотрена проблема обеспечения водной безопасности Республики Казахстан в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений. Авторы с позиций обеспечения водной безопасности страны и стабильного социально-экономического развития предлагают пути сохранения и восстановления природных водоисточников, технического совершенствования существующих водохозяйственных объектов (систем водоснабжения, водохранилищ, водозаборных узлов и т.д.) и рационального использования водных ресурсов в отраслях экономики РК.

Отражено современное состояние и перспективы развития рыбохозяйственных водных объектов, системы обеспечения энергонезависимости Казахстана, безопасности гидротехнических сооружений на основе системы мониторинга безопасности водохозяйственных сооружений. Приведены мероприятия по снижению риска аварий и защите территорий от вредного воздействия вод.

Эффективное развитие отраслей экономики в условиях широкомасштабного технологического перевооружения в большей мере зависит от водообеспеченности территории и рационального использования водных ресурсов. В книге приводятся результаты исследований ряда научно-исследовательских институтов, направленных на ресурсосбережение в инновационном аспекте.

***Т. IV: Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы и решения / Медеу А. Р., Мальковский И. М., Толеубаева Л. С., Исков Н. А. – 200 с.***

Книга посвящена проблеме обеспечения водной безопасности Республики Казахстан,

состоянию защищенности жизненно важных интересов общества (здоровья людей, среды обитания, производства) от гидрологических угроз. Рассматривается наиболее важный аспект комплексной водной проблемы Казахстана – дефицит пресной воды, от которого во многом зависит реализация стратегии устойчивого развития республики с ее огромной территорией и особенностями социально-экономического развития.

Дан анализ водных угроз, проявляющихся на глобальном, региональном и национальном уровнях с выявлением их причин и следствий.

Предложена концепция водной безопасности природно-хозяйственных систем республики как фактора перехода к устойчивому развитию. Проанализированы этапы формирования водных кризисов в аспекте развития водопользования. Предложены пути устранения дефицита воды.

Показано, что приоритетами национальной стратегии обеспечения водной безопасности Казахстана являются: 1) совершенствование межгосударственной системы водodelения в трансграничных бассейнах; 2) рационализация использования собственных возобновляемых водных ресурсов на основе водосбережения и территориального перераспределения речного стока.

Даны предложения по совершенствованию межгосударственных водных отношений Республики Казахстан с Китаем, Россией, Узбекистаном и Кыргызстаном в трансграничных бассейнах с учетом географического положения Казахстана, его социально-экономических и экологических особенностей.

Рассмотрены объективные предпосылки территориального перераспределения водных ресурсов в Казахстане. Предложена трасса Трансказахстанского канала как основы формирования единой системы водообеспечения республики. Обоснована целесообразность взаимовыгодного использования стока российских рек по Верхнекатунскому направлению.

Представлены методические подходы к разработке сценариев водообеспечения Казахстана на основе научных гипотез развития водопотребления и динамики располагаемых водных ресурсов в разрезе отдельных бассейнов, в том числе разработана система критериев оценки водной безопасности.

Разработаны сценарии водообеспечения природно-хозяйственных систем на средне- и долгосрочную перспективу (2020, 2030 гг.) по трем вариантам развития водопользования (инерционный, водосберегающий, инновационный). Ре-

комендован инновационный сценарий, сочетающий водосбережение и территориальное перераспределение водных ресурсов, обеспечивающий устойчивое водообеспечение всех бассейновых природно-хозяйственных систем в условиях неблагоприятных антропогенно и климатически обусловленных изменений ресурсов речного стока.

**Т. V: Климат Казахстана – основа формирования водных ресурсов / Под науч. ред. Сальникова В. Г. – 430 с.**

Рассмотрены теоретические и прикладные аспекты современных климатических вариаций для территории Казахстана с детализацией по основным водохозяйственным бассейнам. Обсуждены проекции изменений климата республики до середины текущего столетия на основе реализации мультимодельного подхода с учетом закономерностей атмосферных процессов. Обозначен альтернативный подход к интерпретации изменения региональных возобновляемых водных ресурсов по среднемесячным данным состояния климатической системы.

**Т. VI: Северский И. В. Снежно-ледовые ресурсы Казахстана / Северский И. В., Кокарев А. Л., Пиманкина Н. В. – 246 с.**

В общей системе задач обеспечения водной безопасности Казахстана, как и стран всего Центрально-Азиатского региона, особый приоритет принадлежит оценке снежно-ледовых ресурсов: именно они играют решающую роль в формировании возобновляемых водных ресурсов, составляя до 70–75 % годового стока главных рек региона. Оценить современные и прогнозные изменения снежно-ледовых ресурсов региона и их влияние на гидрологический режим и региональные водные ресурсы – вот главные целевые задачи исследований по данной теме. Результаты этих исследований составляют основное содержание монографии.

Среди угроз водной безопасности стран аридной зоны одной из наиболее значимых является деградация оледенения. По мнению авторов многочисленных публикаций, это может привести к значительному сокращению водных ресурсов и неблагоприятному в хозяйственном отношении изменению гидрологического режима с резким сокращением стока в вегетационный период. Понять, насколько обоснованы эти опасения и как сокращение ледниковых ресурсов может проявиться в гидрологическом режиме и региональ-

ных водных ресурсах, – одна из задач данного исследования и существенная часть данного обобщения.

**Т. VII: Ресурсы речного стока Казахстана.**

**Кн. 1: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / Под науч. ред. Гальперина Р. И. – 684 с.**

**Кн. 2: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод юга и юго-востока Казахстана / Достай Ж. Д., Алимкулов С. К., Сапарова А. А. – 360 с.**

Книга 1 посвящена проблемам изучения и оценки возобновляемых водных ресурсов поверхностных вод (то есть речного стока) северной части территории Казахстана, а именно Жайык-Каспийского, Тобыл-Торгайского, Есильского, Нура-Сарысусского, Ертисского водохозяйственных бассейнов (ВХБ); книга 2 – юга и юго-востока Казахстана, а именно Арало-Сырдаринского, Шу-Таласского и Балкаш-Алакольского водохозяйственных бассейнов.

На основе обобщения практически всех накопленных материалов наблюдений за стоком рек оценены и приведены его характеристики, необходимые при решении стратегических и текущих задач народного хозяйства республики: норма стока, его значения в годы различной водности рек, распределение по сезонам и месяцам внутри характерных лет. 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 гидроклиматические реалии, для предшествующего ему периода, в значительной части которого режим рек был «условно естественным».

Оценены суммарные водные ресурсы ВХБ за многолетний и последний периоды в вариантах: наблюдаемые («бытовой») и восстановленные (с учетом хозяйственной деятельности) естественные ресурсы, а также суммарный и местный сток. Для каждого ВХБ приведены карты модуля годового стока и расчетные зависимости, позволяющие оценивать его значения для неизученных водотоков и территорий.

С использованием различных методов даны сценарные прогнозы водных ресурсов на уровне 2020, 2030, 2050 гг., а также для ближайшего 10-летия – 2012–2021 гг. Для основных рек приведены максимальные расходы воды редкой повторяемости, для ряда районов выведены

расчетные зависимости для оценки максимального расхода воды повторяемостью раз в 100 лет. Впервые с 50–70-х годов прошлого века на единой современной методологической основе и с учетом динамики климата дана полная характеристика стока рек и суммарных водных ресурсов бассейнов (ВХБ).

**Т. VII: Ресурсы речного стока Казахстана. Кн. 3: Качество поверхностных вод Казахстана и вопросы международного вододелия / Достай Ж. Д., Романова С. М., Турсунов Э. А. – 216 с.**

Рассмотрены территориальные закономерности формирования качества поверхностных (речных) вод Казахстана и проблемы его трансграничных водных ресурсов (оценка, прогноз и основы совместного использования) в контексте все возрастающей антропогенной деятельности в экосистемах. Подробно проанализированы природно-климатические и антропогенные факторы формирования гидрохимического режима и качества поверхностных вод.

Приведены результаты сравнительного анализа международных стандартов качества поверхностных вод с методами оценки их качества, применяемыми в Казахстане. В результате изучения динамики изменения гидрохимического режима и качества вод рек республики впервые определена тенденция изменения качества речных вод и дан прогноз изменения качества поверхностных вод на 2020 и 2030 гг. Приведены сведения об основных источниках загрязнения водных объектов.

Обоснованы приоритеты обеспечения экологической безопасности водных объектов в трансграничных бассейнах и основы межгосударственного использования трансграничных рек на принципах интегрированного управления водными ресурсами.

**Т. VII: Ресурсы речного стока Казахстана. Кн. 4: Совершенствование государственных механизмов управления водными ресурсами / Петраков И. А., Кеншимов А. К. – 192 с.**

Проблема управления водными ресурсами привлекает все большее внимание общественности. На основе юридического анализа национального водного права рассмотрены вопросы управления водными ресурсами, предложены конкретные шаги по совершенствованию структуры и функций уполномоченного органа по управлению использованием и охраной водных ресурсов Республики Казахстан. Даны практические рекоменда-

ции по внедрению и продвижению интегрированного управления водными ресурсами в Казахстане. основополагающей при этом является аксиома, что Комитет по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства РК в нынешнем усеченном положении не в состоянии внедрить интегрированное управление водными ресурсами.

На основе глубокого анализа состояния дел по использованию и охране водных ресурсов по всем направлениям предложены рекомендации по совершенствованию законодательных основ системы управления водными ресурсами.

**Т. VIII: Ресурсы подземных вод Казахстана / Смоляр В. А., Буров Б. В., Мустафаев С. Т. – 634 с.**

Представленная работа является законченным исследованием, подводящим итог определенного этапа в решении проблемы оценки ресурсного потенциала подземных вод в сравнении с ресурсным потенциалом поверхностных вод. Проведенное исследование позволяет оценить возможности республики в рациональном комплексном использовании ресурсов подземных и поверхностных вод для обеспечения населения, отраслей промышленности и сельского хозяйства пресными водами, перспективы использования минеральных, термальных (теплоэнергетических) и промышленных подземных вод. Характеризует основные закономерности формирования и распространения ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод, их экологическое состояние. Обращает внимание на важность проблемы по оценке воздействия эксплуатации подземных вод на окружающую среду и, прежде всего, на поверхностный сток. Показывает необходимость детального изучения проблем трансграничных подземных вод и влияния изменения климата на ресурсы подземных вод.

**Т. IX: Внутренние и окраинные водоемы Казахстана (Арал, Балкаш, Каспий). Кн. 1: Оценка современной и прогнозной динамики гидрологического режима озера Балкаш, Каспийского и Аральского морей / Шиварёва С. П., Ли В. И., Ивкина Н. И. – 456 с.**

По оз. Балкаш дано описание гидрологического режима в естественных условиях и условиях антропогенной деятельности; определено поступление воды по р. Иле; дана оценка сокращения годового стока, поступающего в РК по р. Иле с учетом водопотребления в верхней части ее бассейна на территории СУАР КНР;

проанализировано изменение стока основных рек бассейна оз. Балкаш под влиянием климата, деградации горного оледенения и хозяйственной деятельности в бассейне в конце XX и начале XXI века; проведено моделирование уровня оз. Балкаш при различном поступлении в него речного стока; сделана прогнозная оценка уровня озера на ближайшую и более отдаленную перспективу до 2040 года.

По Каспийскому морю описан гидрологический режим моря; определен суммарный сток, поступающий в Каспийское море по рекам Волге, Жайыку, Тереку, Куре и Самуру на перспективу; рассчитаны варианты возможного изменения уровня Каспийского моря до 2035 года с учетом хозяйственной деятельности и изменения климата; построены модельные карты затопления северо-восточной части Каспийского моря для различных положений фонового уровня с учетом нагонов до 2035 года.

По Аральскому морю оценен современный режим Северного Аральского моря; определено поступление воды по р. Сырдария в РК в естественных условиях и в условиях устойчивого водопотребления; рассчитано изменение водных ресурсов бассейна Северного Аральского моря с учетом антропогенных изменений климата и хозяйственной деятельности; установлено изменение стока по длине р. Сырдарии; дан вероятностный прогноз уровня Северного Аральского моря до 2040 года.

**Т. IX: Внутренние и окраинные водоемы Казахстана (Арал, Балкаш, Каспий). Кн. 2: Математическое моделирование динамики загрязнения Северного Каспия и изменения солености Северного Аральского моря / Абдибеков У. С., Жакебаев Д. Б., Хикметов А. К. – 130 с.**

Рассмотрены математическое моделирование динамики загрязнения Северного Каспия, численная оценка масштабов загрязнения моря и береговой зоны северной части Каспийского моря и моделирование изменения солености Северного Аральского моря. Подробно описываются методы вычислительной гидродинамики: статистическое моделирование турбулентности на основе усредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса и прямое численное моделирование. Приведены математические модели, позволяющие моделировать взаимодействие моря и локальных очагов загрязнения, прогнозировать дальнейшее развитие антропогенного воздействия.

**Т. IX: Внутренние и окраинные водоемы Казахстана (Арал, Балкаш, Каспий). Кн. 3: Динамика уровня Каспийского моря: модели из временных рядов / Макаренко Н. Г., Каримова Л. М., Круглун О. А. – 156 с.**

Книга посвящена разработке оптимальной методики для нелинейного среднесрочного прогноза уровня Каспийского моря. Такие прогнозы были получены в рамках топологической динамики и нейросетевых технологий как эпигнозы с достаточно хорошей точностью. Методами нелинейной динамики были обнаружены связи уровня Каспия с некоторыми климатическими и солнечно-обусловленными индексами.

**Т. X: Орошаемое земледелие Казахстана: состояние и перспективы / Ибатуллин С. Р., Балгабаев Н. Н., Мирсаитов Р. Г., Мухамеджанова С. Н. – 366 с.**

Рассмотрены вопросы использования водных ресурсов в орошаемом земледелии и основные проблемы его развития в современных условиях. Дана экономическая оценка и приведены показатели эффективности использования водных ресурсов при орошении сельскохозяйственных культур по бассейнам рек основной зоны орошаемого земледелия РК. Выполнен прогноз развития орошаемого земледелия до 2030 года. Рассмотрены вопросы управления водохозяйственным производством на орошаемых землях и предложены основные направления повышения его эффективности: организационно-правовые, экономические и технико-технологические механизмы эффективного использования водных ресурсов для сельскохозяйственного производства на орошаемых землях. Определены необходимые объемы инвестиций на реконструкцию и улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель по бассейнам рек Южного региона и бассейну р. Ертис.

**Т. XI: Ирригация Казахстана: управление и водосбережение. Кн. 1: Комплекс мер по управлению и рациональному использованию водных ресурсов в орошаемом земледелии / Ибатуллин С. Р., Балгабаев Н. Н., Калашников А. А., Кван Р. А. – 230 с.**

В работе отмечается, что Республика Казахстан обладает богатыми агроклиматическими, значительными земельными и определенными водными ресурсами, способными стабильно обеспечивать население разнообразной сельскохозяйственной продукцией. Рассмотрены проблемы в

орошаемом земледелии и научно-технические меры по их решению. Выполнен прогноз развития орошаемого земледелия до 2020 года с перспективами видения до 2030 года. Рассмотрены модернизация и создание новой автоматизированной оросительной системы с закрытой напорной и ресурсосберегающей самонапорной сетью. На основе оценки мировой практики ирригации определены современные и перспективные способы орошения и виды поливной техники.

Выполнено районирование орошаемых площадей по режиму и способам орошения, типам оросительных систем и видам поливной техники. Разработаны рациональные параметры элементов и КПД техники полива различных способов орошения. Уточнены оросительные нормы сельскохозяйственных культур в современных условиях. Рассмотрены принципы по планированию и управлению водными ресурсами в агроформированиях.

Настоящая работа подготовлена на основе результатов исследований по программе «Оценка ресурсов и прогноз использования природных вод Казахстана в условиях антропогенно и климатически обусловленных изменений», а также с использованием материалов многолетних НИР по нормированию, технике и технологии орошения сельскохозяйственных культур, апробированных во всех зонах поливного земледелия страны.

***Т. XI: Ирригация Казахстана: управление и водосбережение. Кн. 2: Технологии водосбережения и роста продуктивности орошаемых земель при комплексной реконструкции ирригационных систем / Ибатуллин С. Р., Балгабаев Н. Н., Бекбаев Р. К., Вышпольский Ф. Ф. — 202 с.***

Проанализированы природно-хозяйственные условия ирригационных систем и предлагаются приемы совершенствования технических средств и технологических операций по снижению антропогенного воздействия систем орошения на природную среду орошаемых ландшафтов. Закономерности формирования антропогенных факторов показали, что основные гидротехнические сооружения (каналы, дрёны, водохранилища и т.д.) относятся к технологической базе, которая обеспечивает высокую эффективность гидромелиоративных, агротехнических, химических, лесотехнических и других мероприятий по сокращению норм орошения и затрат воды на получение единицы сельхозпродукции, созданию управляемых агроэкосистем в условиях нехватки воды.

Путем обобщения мирового опыта развития ирригации, экспериментальных исследований КазНИИВХ и данных гидрогеолого-мелиоративных экспедиций Казахстана установлены размеры возможного сокращения норм изъятия водных ресурсов из источников орошения за счет совершенствования основных способов полива (поверхностного, дождевания, капельного орошения), технического перевооружения оросительной сети, повышения культуры земледелия, увеличения посевов многолетних трав и бобовых культур, интегрированного управления поверхностными и грунтовыми водами.

Представленный в книге материал позволяет находить экономически и технически приемлемые решения по водосбережению, повышению продуктивности орошаемых земель, получению экономически приемлемых урожаев, улучшению экологической обстановки в речных бассейнах.

***Т. XII: Технологии и технические средства обводнения пастбищ Казахстана / Ибатуллин С. Р., Балгабаев Н. Н., Алиев А. И., Тумлерт В. А. — 296 с.***

Рассмотрены проблемы совершенствования технологий и технических средств для повышения водообеспеченности пастбищных территорий полупустынь Казахстана. Авторы с позиций водной безопасности страны и стабильности социально-экономического развития предлагают пути рационального использования водных ресурсов территорий и пути технического совершенствования водохозяйственных объектов (пастбищных мелиоративных систем, систем водоснабжения, водозаборных узлов и т.д.). Приведены результаты исследований новых технологических приемов сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения пастбищ, технических средств водоподъема и способов освоения.

Водоснабжение более чем 80% населенных пунктов осуществляется из подземных источников. 40% гидрохимических источников подземных и поверхностных вод, распространенных в аридной зоне, имеет повышенную минерализацию (1,5–3,5 г/дм<sup>3</sup>) и нуждается в обезжелезивании. Эффективное хозяйственное освоение пастбищ в засушливых полупустынных природно-климатических зонах во многом зависит от степени обводненности. Обводнение как важнейший фактор рационального использования кормовых ресурсов в настоящее время характеризуется крайне низким уровнем фондооснащенности.

**Т. XIII: Коммунально-бытовое и промышленное водоснабжение Казахстана. Кн. 1: Оценка и прогноз использования водных ресурсов в коммунально-бытовом и промышленном водоснабжении / Малый Л. А., Акимова Т. И., Есиркепова А. Ж. – 106 с.**

Развитие жилищно-коммунального комплекса, ориентированного на обеспечение населения питьевой водой, рассматривается как задача общегосударственного масштаба и является ключевым фактором социальной стабильности и национальной безопасности страны.

Дан анализ состояния коммунально-бытового и промышленного водоснабжения Казахстана, инфраструктуры водопроводно-канализационного хозяйства, приведены объемы заборов и эффективность использования водных ресурсов.

Отмечен высокий временной и физический износ систем водоснабжения, обуславливающий высокую аварийность, ухудшение качества воды, перебои в подаче и большие транспортные расходы и соответственно высокую водоемкость коммунального хозяйства в целом экономики Казахстана.

Приведена обеспеченность источниками водоснабжения всех городов и крупных промышленных центров. В целом обеспечение водными ресурсами коммунально-бытовых и промышленных нужд и всех отраслей экономики вполне удовлетворительное.

На перспективу водообеспеченность коммунально-бытовых и промышленных нужд как приоритетного потребителя будет гарантирована при любых угрозах, связанных с антропогенными и климатическими факторами, трансграничным характером основных рек.

**Т. XIII: Коммунально-бытовое и промышленное водоснабжение Казахстана. Кн. 2: Оборотные и замкнутые системы водоснабжения промышленных предприятий Казахстана: оценка, совершенствование, прогноз / Джумабеков А. А., Абдураманов А. А., Жангужинев Е. М., Ибраева Н. А. – 324 с.**

Приведены обзор, анализ и оценка современного состояния оборотных и замкнутых систем водоснабжения в странах ближнего и дальнего зарубежья, а также материалы натурных исследований систем водоснабжения и водоотведения на промышленных предприятиях Казахстана. Приведены технологические схемы, дается оценка оборудования для подготовки оборотной воды и очистки сточных вод, отмечены перспективы адаптации зарубежных технологий для оборотных и замкнутых систем водоснабжения в Казахстане.

Предложены и исследованы новые средства подготовки воды для систем оборотного водоснабжения, разработаны вопросы оптимизации функционирования и прогноза развития оборотных и замкнутых систем в водоемких отраслях промышленности, имитационные системы в оборотном и замкнутом водоснабжении. Рассмотрены инновационные системы принятия управленческих решений для различных отраслей промышленного производства.

**Т. XIII: Коммунально-бытовое и промышленное водоснабжение Казахстана. Кн. 3: Оценка и прогноз развития систем водоснабжения в отраслях промышленности / Цхай А. А., Тастанов К.Х. – 484 с.**

Рассмотрены вопросы законодательного и правового обеспечения природоохранной (водоохранной) деятельности в Республике Казахстан, включая общее законодательство, международные соглашения (универсальные, региональные, двусторонние), кодексы, законы, указы Президента, распоряжения Правительства, общие и специальные нормативные требования. Проанализированы перспективы перехода Казахстана к устойчивому развитию. Исследованы основные принципы организации и планирования безотходных технологических систем. Дан обзор производственных схем водоподготовки, очистки оборотных и сточных вод на основе инновационных технологий.

**Т. XIV: Амиргалиев Н. А. Рыбное хозяйство Казахстана: состояние и перспективы / Амиргалиев Н. А., Тимирханов С. Р., Исбеков К. Б. – 670 с.**

Приведены результаты мониторинга среды обитания гидробионтов, состояния ихтиоценозов исследуемых водоемов и популяций промысловых видов рыб. Дана оценка среды обитания гидробионтов, уровня влияния гидрологического режима водоемов на формирование биоразнообразия рыб. Проведена комплексная оценка экологического состояния рыбохозяйственных водоемов и степени использования биоресурсов на основе предосторожного подхода, а также в прогнозировании рыбных запасов главных рыбопромысловых водоемов Казахстана на перспективу, в разработке схемы управления рыбного хозяйства. Проанализированы законодательство в области рыбного хозяйства, состояние аквакультуры и промысловая обстановка на водоемах республиканского и международного значения Республики Казахстан, а также промышленные

уловы и оснащенность промысла. Разработаны меры по управлению рыбным хозяйством, призванные обеспечить его устойчивое развитие.

***Т. XV: Гидроэнергетика Казахстана: состояние и перспективы / Соколов С. Е., Соколова И. С. – 284 с.***

Проведен анализ потребления и производства электрической энергии и сделан их прогноз, изучены графики нагрузки энергосистем, сохранения и улучшения экологического состояния Ертисского, Сырдаринского и Иле-Балкашского водных бассейнов. Рассмотрены пути повышения технико-экономических показателей крупных ГЭС Казахстана. Показаны энергетические возможности малых рек и перспективы развития малой гидроэнергетики, возможности применения микро-ГЭС.

***Т. XVI: Безопасность гидротехнических сооружений Казахстана: мониторинг и оценка / Ибатуллин С. Р., Балгабаев Н. Н., Сатенбаев Е. Н., Баджанов Б. М. – 340 с.***

Книга посвящена исследованию современного состояния и перспективам обеспечения безопасности гидротехнических сооружений Республики Казахстан на основе системы мониторинга безопасности водохозяйственных сооружений и защиты территорий от вредного воздействия вод. Система мониторинга безопасности гидротехнических сооружений состоит из трех составляющих компонентов: подсистемы контроля за безопасностью водохозяйственных сооружений; подсистемы защиты территорий от вредного воздействия водной среды (паводков); подсистемы предупреждения и ликвидации природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. На основе анализа риска аварий и определения размера вероятного ущерба при возникновении аварий на гидротехнических сооружениях РК разработаны мероприятия по снижению риска аварий и защите нижележащих территорий.

***Т. XVII: Регулирование и распределение водных ресурсов Казахстана / Заурбек А. К., Есполов Т. И., Калыбекова Е. М., Заурбекова Ж. А. – 282 с.***

Дана методология системного подхода к проблемам комплексного использования и охраны водных ресурсов, окружающей среды и влияния народнохозяйственных объектов на водохозяйственное и экологическое состояние. Научно-методические основы корректировки параметров функционирующих водохранилищ, обеспечивающих безопасность водных объектов особого

государственного значения, разработаны на основе существующих, а также усовершенствованных подходов и методов по установлению параметров водохранилищ в бассейнах бессточных рек. Учтены возможные варианты развития отраслей экономики как в сопредельных странах, так и на территории Республики Казахстан на различные перспективные периоды с учетом сохранения экологического равновесия в окружающей среде в соответствии с требованиями Водного и Экологического кодексов РК, основополагающего принципа Декларации, принятой в Рио-де-Жанейро в 1992 г., в которых развитие экономики рассматривается совместно с проблемами охраны окружающей среды.

***Т. XVIII: Территориальное перераспределение водных ресурсов Казахстана: возможность и целесообразность. Кн. 1: Межбассейновые и трансграничные переброски речного стока: состояние и перспективы / Под науч. ред. Мальковского И. М. – 414 с.***

Книга посвящена проблеме территориального перераспределения речного стока в Казахстане как стратегического приоритета обеспечения водной безопасности. Приведена концепция территориального перераспределения водных ресурсов, определившая основные направления переброски речных вод и методические подходы к водохозяйственному обоснованию трасс перераспределения водных ресурсов.

Показано, что в условиях ожидаемого сокращения трансграничного стока в республику реальным средством повышения водообеспеченности Центрального, Северного и Южного Казахстана является переброска части стока р. Ертиса в вододефицитные районы. Дано обоснование трансказахстанского канала Ертис – Южный Казахстан для устойчивого водообеспечения природно-хозяйственных систем республики.

На основании исследований процессов внутреннего водо- и солеобмена озера Балкаш разработана математическая модель управления уровнем и соленостью озера путем привлечения речного стока из бассейна Ертиса. Показана перспективность привлечения стока р. Волги из Волгоградского водохранилища для повышения водообеспеченности Западного и Южного регионов Казахстана.

Предложена обновленная схема взаимовыгодного использования стока российских рек по Верхнекатунскому направлению, позволяющая России компенсировать сокращение Ертисско-

го притока в Омскую область в связи с водозаборами в Китае и Казахстане, а также участвовать в освоении эффективных энергоресурсов при преодолении водораздела.

Дана укрупненная оценка социально-экономического развития регионов при межбассейновом и трансграничном перераспределении водных ресурсов, выполнено предварительное природно-экологическое и геолого-геоморфологическое обоснование межбассейнового и трансграничного перераспределения водных ресурсов.

**Т. XVIII: Территориальное перераспределение водных ресурсов Казахстана: возможность и целесообразность. Кн. 2: Магистральные водоводы и проблемы транспортировки воды на большие расстояния / Тастанов К. Х., Цхай А. А., Ивлева Г. А., Алексеев Л. С., Кунаев М. С. – 162 с.**

В настоящее время во многих регионах Казахстана остро ощущается дефицит пресной воды. Водоснабжение населения и промпредприятий в регионах, богатых природными ресурсами, но характеризующимися отсутствием вблизи расположенных источников водоснабжения, является достаточно сложной проблемой. Одним из путей ее решения является строительство магистральных водоводов комплексного назначения. При поступлении воды в магистральные водоводы большой протяженности следует ожидать существенных изменений ее качества по длине водовода.

В связи с ужесточением современных нормативных требований к качеству питьевой воды решение возникающих проблем представляется актуальной народнохозяйственной задачей. Детальному изучению качества транспортируемой воды (по сезонам года, длине водовода), обоснованию технологии подготовки воды, отбираемой из таких водоводов для технических и питьевых целей, посвящена данная работа.

**Т. XIX: Смоляр В. А. Подземные воды Казахстана: обеспеченность и использование / Смоляр В. А., Буров Б. В., Мустафаев С. Т. – 402 с.**

Дана оценка степени обеспеченности прогнозными ресурсами и эксплуатационными запасами подземных вод территории Казахстана в целом, а также в разрезе административных областей и водохозяйственных бассейнов. Проанализированы условия хозяйственно-питьевого водоснабжения городского и сельского населения. Установлена величина современного водоотбора подземных вод и перспективного водопотребления. Выявлены территории, надежно обес-

печенные подземными водами питьевого назначения и с острым водным дефицитом. Даны конкретные рекомендации и предложения по улучшению водоснабжения населения подземными водами питьевого качества путем перераспределения водных ресурсов из районов с их избытком в депрессивные регионы Казахстана. Рассмотрены условия водоснабжения предприятий основных отраслей экономики водами хозяйственно-питьевого и технического назначения.

**Т. XX: Теория игр при разрешении конфликтов в водопользовании / Оразов Е. Т., Твердовский А. И., Литвиненко Г. Г. – 280 с.**

Исследована методика оценки водообеспеченности территориальных образований при административном и бассейновом принципах районирования. Разработаны имитационные алгоритмы пересчета показателей водообеспеченности административно-территориальных единиц различного уровня по соответствующим данным водохозяйственных объектов (бассейнов, районов, участков). Разработан метод кластерного анализа, позволяющий осуществлять корректное «покрытие» водохозяйственных объектов административными. Отдельная глава посвящена актуальной для Казахстана теме – прогнозу поступлений водных ресурсов из-за границы.

**Т. XXI: Водообеспеченность Республики Казахстан: состояние и перспективы / Толеубаева Л. С. – 238 с.**

Предложена концепция водной безопасности природно-хозяйственных систем Республики Казахстан как фактора перехода к устойчивому развитию. Дан анализ водных угроз, их причин и следствий. Предложены пути и средства профилактики возникновения и ликвидации последствий реализации водных угроз: снижение нагрузки на водные ресурсы и увеличение располагаемых водных ресурсов.

Разработаны методические основы формирования Единой системы водообеспечения Республики Казахстан (ЕСВО РК) – стратегический приоритет обеспечения водной безопасности.

Предложены принципы и методы формирования сценариев водообеспечения республики с их комплексной оценкой по предложенным критериям. Обоснован комплекс мероприятий в рамках рекомендуемого (инновационного) сценария в разрезе 8 бассейновых ПХС на 2020 и 2030 гг. как основы Национальной стратегии обеспечения водной безопасности страны.

**ПРОГРАММА**  
**«ОЦЕНКА РЕСУРСОВ И ПРОГНОЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**  
**ПРИРОДНЫХ ВОД КАЗАХСТАНА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННО**  
**И КЛИМАТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ»**

Руководитель программы А. Р. МЕДЕУ, д.г.н., профессор  
Заместитель руководителя И. М. МАЛЬКОВСКИЙ, д.г.н., профессор  
Ученый секретарь Л. С. ТОЛЕУБАЕВА, д.г.н.

**Блок 1 «Дать оценку и разработать прогноз ресурсов, режима и качества природных вод в условиях изменения климата и хозяйственной деятельности»**

Научный руководитель: Ж. Д. Достай, д.г.н., профессор

Задание 1.1 «Оценить современные пространственно-временные тенденции изменения гидрометеорологического режима республики».

Руководитель: В. Г. Сальников, д.г.н., профессор

Задание 1.2 «Дать оценку современной динамики снежного покрова и оледенения как фактора формирования стока»

Руководитель: И. В. Северский, академик НАН РК

Задание 1.3 «Оценить возобновляемые водные ресурсы и качество поверхностных вод в речных системах с учетом влияния климатических и антропогенных факторов»

1.3.1 «Оценить и дать прогноз возобновляемых водных ресурсов поверхностных вод в речных системах бассейнов Восточного, Центрального, Западного и Северного Казахстана с учетом влияния климатических и антропогенных факторов»

Руководитель: Р. И. Гальперин, д.г.н., профессор

1.3.2 «Оценить и дать прогноз возобновляемых водных ресурсов поверхностных вод в речных системах бассейнов юга и юго-востока Казахстана с учетом влияния климатических и антропогенных факторов. Оценить качество поверхностных вод в речных системах»

Руководитель: Ж. Д. Достай, д.г.н., профессор

Задание 1.4 «Дать оценку ресурсов и качества подземных вод с учетом взаимодействия с поверхностными водами»

Руководитель: В. А. Смоляр, д.г.-м.н.

Задание 1.5 «Дать оценку современной и прогнозной динамики уровня и солевого режима озера Балкаш, Каспийского и Аральского морей»

1.5.1 «Дать оценку современной и прогнозной динамики гидрологического режима озера Балкаш, Каспийского и Аральского морей»

Руководитель: С. П. Шиварёва, к.т.н.

1.5.2 «Математическое моделирование динамики загрязнения Северного Каспия и изменения солёности Северного Аральского моря»

Руководитель: У. С. Абдибеков, д.ф.-м.н., профессор

1.5.3 «Разработать среднесрочные прогностические сценарии уровня Каспийского моря методами топологического вложения и нейрокмпьютинга»

Руководитель: Н. Г. Макаренко, д.т.н., д.ф.-м.н., профессор

**Блок 2 «Дать оценку современного и прогнозного водопотребления в отраслях экономики с учетом мероприятий по водосбережению»**

Научные руководители: С. Р. Ибатуллин к.т.н.; Ф. Ж. Акиянова, д.г.н., профессор

Задание 2.1 «Дать оценку экономической эффективности использования водных ресурсов для обоснования размещения и развития сельскохозяйственного производства»

Руководитель: Р. Г. Мирсаитов, к.э.н.

Задание 2.2 «Разработать импортозамещающие технологии и технические средства ирригации для обеспечения устойчивости сельскохозяйственного производства»

Руководители: А. А. Калашников, к.т.н.; Р. К. Бекбаев, д.т.н., профессор

Задание 2.3 «Разработать технические средства и технологии для устойчивого водообеспечения объектов сельскохозяйственного комплекса»

Руководитель: В. А. Тумлерт, к.т.н.

Ответственный исполнитель: А. И. Алиев, к.т.н.

Задание 2.4 «Дать оценку и прогноз развития оборотных и замкнутых систем водоснабжения в отраслях промышленности»

2.4.1 «Дать оценку и прогноз развития оборотных и замкнутых систем водоснабжения в

отраслях промышленности: черная, цветная металлургия, добывающая, нефтехимия, теплоэнергетика»

Руководитель: А. А. Цхай, академик

Ответственный исполнитель: К. Х. Тастанов, к.х.н.

2.4.2 «Дать оценку и прогноз развития оборотных и замкнутых систем водоснабжения в отраслях промышленности: легкая, пищевая, химическая, фармацевтическая, машиностроение»

Руководитель: А. А. Джумабеков, д.с.-х.н., профессор

2.4.3 «Дать оценку и прогноз использования водных ресурсов в коммунально-бытовом водоснабжении»

Руководитель: Л. А. Малый

Задание 2.5 «Дать оценку и прогноз развития гидроэнергетики в увязке с решением проблем водообеспечения населения и хозяйства»

Руководитель: С. Е. Соколов, д.т.н., профессор

Задание 2.6 «Дать оценку и прогноз развития рыбного хозяйства с учетом восстановления продуктивности естественных и искусственных водных объектов»

Руководитель: Н. А. Амиргалиев, д.г.н., профессор

Задание 2.7 «Разработать систему мониторинга безопасности гидротехнических сооружений в бассейнах рек»

Руководитель: Е. Н. Сатенбаев, к.т.н.

Ответственный исполнитель: Б. М. Баджанов, к.т.н.

**Блок 3 «Разработать Национальную стратегию обеспечения водной безопасности Республики Казахстан как основы перехода к устойчивому развитию»**

Научный руководитель: И. М. Мальковский, д.г.н., профессор

Задание 3.1 «Разработать водохозяйственные и экологические основы межгосударственных соглашений по трансграничным водным ресурсам»

Руководитель: Ж. Д. Достай, д.г.н., профессор

Задание 3.2 «Дать обоснование к совершенствованию бассейновых схем водорегулирования и водорапределения»

Руководитель: Ә. К. Зәуірбек, д.т.н., профессор

Задание 3.3 «Обосновать возможность и целесообразность межбассейнового и трансграничного перераспределения водных ресурсов»

3.3.1 «Водохозяйственное обоснование межбассейнового и трансграничного перераспределения водных ресурсов»

Руководитель: И. М. Мальковский, д.г.н., профессор

3.3.2 «Оценка социально-экономического развития регионов при межбассейновом и трансграничном перераспределении водных ресурсов»

Руководитель: И. Б. Скоринцева, д.г.н., доцент

3.3.3 «Природное и экологическое обоснование межбассейнового и трансграничного перераспределения водных ресурсов»

Руководитель: Р. В. Плохих, д.г.н., доцент

3.3.4 «Геолого-геоморфологическое обоснование межбассейнового и трансграничного перераспределения водных ресурсов»

Руководитель: Ә. И. Нурмамбетов, к.г.-м.н.

Задание 3.4 «Оценить перспективы широкомасштабного освоения подземных вод»

Руководитель: В. А. Смоляр, д.г.-м.н.

Задание 3.5 «Разработать сценарии устойчивого водообеспечения республики на ближайшую и отдаленную перспективу»

3.5.1 «Разработать сценарии развития водообеспечения республики для различных стратегий водопотребления и вероятных изменений водных ресурсов»

Руководитель: А. Р. Медеу, д.г.н., профессор

Ответственный исполнитель: Л. С. Толеубаева, д.г.н.

3.5.2 «Имитационное моделирование формирования и использования водных ресурсов РК в условиях изменения климата и стока трансграничных рек»

Руководитель: Е. Т. Оразов, к.ф.м.н.

Задание 3.6 «Дать обоснование к совершенствованию государственных механизмов управления водными ресурсами»

Руководитель: И. А. Петраков

Задание 3.7 «Разработать Водохозяйственный атлас Республики Казахстан»

Руководитель: Ф. Ж. Акиянова, д.г.н., профессор

## СОДЕРЖАНИЕ

От выпускающих редакторов.....	3
<b>Доклады</b>	
<i>Медеу А.Р.</i> Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление (вступительное слово).....	5
<i>Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С.</i> Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы и решения.....	7
<i>Достай Ж.Д., Гальперин Р.И., Давлетгалиев С.К., Алимкулов С.А.</i> Природные воды Казахстана: ресурсы, режим, качество и прогноз.....	18
<i>Калашиников А.А.</i> Водопотребление отраслями экономики Казахстана: оценка и прогноз.....	25
<i>Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С.</i> Водообеспеченность Республики Казахстан: состояние и перспективы.....	33
<b>Выступления</b>	
Кипшакбаев Н.К., к.т.н. ....	43
Турсунов А.А., д.т.н., профессор.....	43
Смоляр В.А., д.г.-м.н. ....	44
Гальперин Р.И., д.г.н., профессор.....	45
Бурлибаев М.Ж., д.т.н., профессор.....	48
Рау А.Г., академик.....	48
Нурмагамбетов Д.Ш., к.т.н. ....	49
Северский И.В., академик.....	49
Искаков Н.А., д.э.н., профессор.....	50
Чиканаев А.Ш. ....	50
Сальников В.Г., д.г.н., профессор.....	51
<b>Мнения специалистов</b>	
Гальперин Р.И., д.г.н., профессор.....	52
Абдибеков У.С., д.ф.-м.н., профессор.....	54
Амиргалиев Н.А., д.г.н., профессор.....	56
Мирсайтов Р.Г., к.э.н. ....	58
Бекбаев Р.К., д.т.н., профессор.....	61
Алиев А.И., к.т.н. ....	63
Баджанов Б.М., к.т.н. ....	65
Зәуірбек Ә.К., д.т.н., профессор.....	67
Нурмамбетов Э.И., к.г.-м.н. ....	69
Оразов Е.Т., к.ф.-м.н. ....	70
Петраков И.А. ....	72
Плохих Р.В., д.г.н. ....	74
Соколов С.Е., д.т.н., профессор.....	75
Цхай А.А., академик, Тастанов К.Х., к.х.н. ....	77
Шиварёва С.П., к.т.н. ....	80
Решение круглого стола.....	82
Аннотации 30-томной монографии.....	84
Программа.....	93

---

Редактор *Т. Н. Кривобокова*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 21.02.2013.  
Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная.  
Печать офсет. 6,0 п.л. Тираж 300.

---

*Отпечатано в типографии «Print-S»  
050002, г. Алматы, Жибек Жолы, 60/17.*