



ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ  
Государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования города Москвы  
«Московский городской педагогический университет»  
(ГАОУ ВО МГПУ)

Институт математики, информатики и естественных наук  
Кафедра безопасности жизнедеятельности и прикладных технологий

#### Суздалева Antonina Львовна



Профессор кафедры инженерной экологии и охраны труда Московского энергетического института, доктор биологических наук, академик МАНЭБ, автор более 170 научных работ. Имеет многолетний опыт работы в экологических подразделениях крупных проектных организаций (Гидропроект, Атомэнергоспроект и др.). Область научных интересов: технологии окружающей среды, научные и созданные управляемые природно-технологические системы.

#### Горюнова Светлана Васильевна

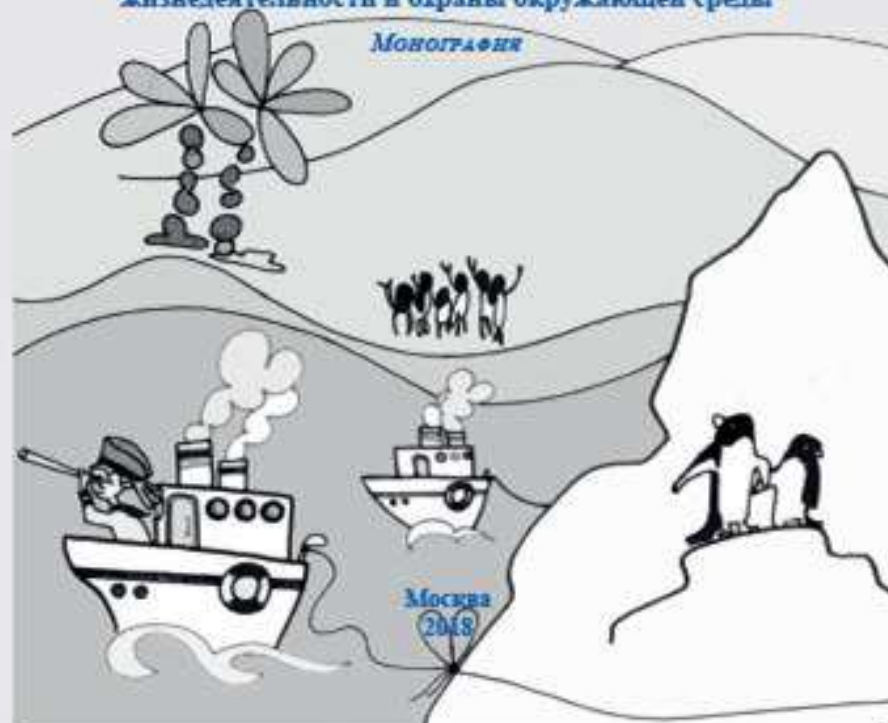


Профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и прикладных технологий Московского городского педагогического университета, доктор биологических наук, академик МАНЭБ, академик РСА, автор более 180 научных публикаций и научно-методических работ. Область научных интересов: экологическая безопасность и научные последствия антропогенного воздействия на окружающую среду.



### А.Л. Суздалева, С.В. Горюнова МИРОВОЙ КРИЗИС ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ: проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды

Монография



Москва  
2018

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ**  
**Государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования города Москвы**  
**«Московский городской педагогический университет»**  
**(ГАОУ ВО МГПУ)**

**Институт математики, информатики и естественных наук**  
*Кафедра безопасности жизнедеятельности и прикладных технологий*

**А.Л. Суздалева, С.В. Горюнова**

**МИРОВОЙ КРИЗИС ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ:**  
**проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности**  
**и охраны окружающей среды**

*Монография*

**С другими нашими публикациями по данной тематике можно ознакомиться, а также скачать бесплатно и без регистрации на авторском сайте проф. А.Л. Суздалевой**  
**[www.ntsyst.ru](http://www.ntsyst.ru)**

**Москва**

**2018**

УДК 504.4.062.2; 626.01; 327.8  
ББК 20.1  
С 893

*Печатается по решению  
Редакционно-издательского совета ГАОУ ВО МГПУ*

### **Авторы**

доктор биологических наук, профессор *А.Л. Суздалева*,  
доктор биологических наук, профессор *С.В. Горюнова*

### **Рецензент:**

*профессор кафедры инженерной экологии и охраны труда ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», доктор технических наук, профессор В.Т. Медведев.*

**Суздалева А.Л., Горюнова С.В.** Мировой кризис водопотребления: проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды: монография – М.: МГПУ, 2018. – 172 с.

Мировой кризис водопотребления на современном этапе представляет одну из главных угроз, способных нарушить социально-экономические и экологические условия жизни большинства населения планеты. Формально момент наступления кризиса, прогнозируемый специалистами на 2026-2045 гг., произойдет в момент пересечения трендов, отражающих снижение общего объема доступных запасов пресных вод и увеличение их потребления. Но в реальности развитие мирового кризиса водопотребления происходит уже в настоящее время. По этой причине его предотвращение – это задача сегодняшнего дня. В монографии анализируются как процесс развития кризиса, так и различные меры по его предотвращению. Кризисные явления в сфере водопотребления усугубляются глобальными климатическими изменениями. Поэтому особое внимание в монографии уделяется вопросам организации гидротехнических систем по межрегиональному перераспределению водных ресурсов. Рассматриваются технические, экологические, социально-экономические и геополитические аспекты этой деятельности. Анализируются и другие возможности увеличения запасов доступных водных ресурсов.

Монография предназначена для широкого круга специалистов, занимающихся проблемами рационального использования водных ресурсов. Ее материалы могут быть также использованы в учебном процессе различных вузов.

**ISBN 978-5-243-00530-2**

© Суздалева А.Л., Горюнова С.В., 2018  
© ГАОУ ВО МГПУ, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	6
I. МИРОВОЙ КРИЗИС ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ, ФАКТОРЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЕГО РАЗВИТИЯ.....	10
1.1. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ДЕФИЦИТ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	10
1.2. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	21
1.3. МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО КРИЗИСА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ДЕЙСТВИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ЕГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ.....	26
II. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	35
2.1. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ДОСТУПНОСТЬ.....	35
2.2. ВОДНЫЙ, ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ И ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНСЫ.....	42
2.3. УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ.....	50
2.4. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ КАК РАЗНОВИДНОСТЬ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	56
III. ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ МИРОВОГО КРИЗИСА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ.....	61
3.1. ОСНОВНЫЕ СЦЕНАРИИ СФЕРЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ КРИЗИСА.....	61
3.2. ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	67
3.3. МЕЖБАССЕЙНОВОЕ (МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ) ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЧНОГО СТОКА.....	71
3.4. ОПРЕСНЕНИЕ МОРСКИХ ВОД.....	82
3.5. ТРАНСПОРТИРОВКА АЙСБЕРГОВ.....	84
IV. ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО РЫНКА РЕСУРСОВ ПРЭСНЫХ ВОД.....	87
4.1. КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	87
4.2. ВОДНАЯ ГЕОПОЛИТИКА.....	101
4.3. ВОДНАЯ ДИПЛОМАТИЯ.....	113
4.4. МЕЖДУНАРОДНАЯ ТОРГОВЛЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ КАК АСПЕКТ ГЛОБАЛИСТИКИ.....	119
4.6. МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЫНОК РЕСУРСОВ ПРЭСНЫХ ВОД И КОНЦЕПЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОДНЫХ СИСТЕМ.....	136
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	141
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	145
СЛОВАРЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ.....	146
ИСТОЧНИКИ.....	155

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Водопотребление в настоящее время представляет собой реальную проблему комплексного использования водных ресурсов в целях экологического, экономического и социально-политического регулирования. На протяжении нескольких последних десятилетий эта проблема проявляется в непрерывном разрастании так называемых региональных кризисов водопотребления, которые приобретают глобальный масштаб. Авторы не только анализируют причины возникновения проблемы, но и показывают пути ее решения.

Причины и возможные сценарии развития мирового кризиса уже достаточно детально рассмотрены в многочисленных, ранее опубликованных работах. Монография дает основу для внедрения в практику результатов фундаментальных исследований. Как это ни парадоксально звучит, кризис водопотребления, даже достигнув глобального масштаба, на практике во многих отношениях будет продолжать носить не глобальный, а фрагментарный, региональный характер. Однако его осязаемое влияние на социальную и социально-политическую сферы вскоре действительно приобретет всемирный характер. Наряду с участками, где нехватка воды станет катастрофической, сохранятся территории, которые будут испытывать лишь косвенные, но вместе с тем осязаемые последствия этих событий. Более того, весьма вероятно, что в это же время на других участках будут происходить катастрофические наводнения. В этой ситуации закономерно возникает идея об интеграции доступных водных ресурсов, путем транспортировки избытка вод из одних регионов в другие, испытывающие их острый дефицит. Конечным итогом этой деятельности должна стать управляемая система перераспределения водных ресурсов. Эта мысль занимает в монографии центральное место. Несомненно, большинству читателей памятли острейшие дискуссии, развернувшиеся во второй половине XX века по поводу переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию. В то время этот проект в

значительной мере был осужден как наносящий природе непоправимый ущерб. Предлагаемые авторами методы предотвращения мирового кризиса водопотребления также вызывают серьезные сомнения. Но нельзя отрицать и того, что условия в современном мире претерпевают принципиальные изменения. Некоторые страны (например, Китай и США) уже активно реализуют проекты по межбассейновому (межрегиональному) перераспределению речного стока. Причем такая деятельность осуществляется не только на территориях этих государств, но и за их пределами. Строительство подобных систем превращается в мощнейший инструмент геополитического влияния. Некоторые из них затрагивают трансграничные водные бассейны нашей страны и ее ближайших соседей. Отказ России от какого-либо участия в этой сфере был бы непоправимым просчетом. Все это обуславливает острую необходимость комплексного решения экологических, инженерно-технических, социально-экономических проблем, связанных с водопотреблением как в России, так и за ее пределами.

Насколько продуктивны идеи, выдвигаемые авторами монографии, покажет будущее. Но бесспорно, они уже сейчас требуют пристального внимания и непредвзятого обсуждения. Можно предположить, что монография А.Л. Суздалевой и С.В. Горюновой вызовет интерес у широкого круга специалистов. Ее материалы целесообразно использовать в учебном процессе различных вузов по широкому кругу вопросов, включая охрану и рациональное использование водных ресурсов, гидротехническое строительство и геополитику. Это будет способствовать формированию междисциплинарного видения проблем, развитию самостоятельного научного мышления, способности выходить в своей деятельности за рамки сложившихся стереотипов.

**Академик РАН**

**М.П. Федоров**

## ВВЕДЕНИЕ

Мировой кризис водопотребления можно определить как наступление момента, когда постоянно возрастающие потребности человечества в пресной воде не смогут быть удовлетворены за счет ее запасов, имеющихся на Земле. Однако подобное понимание проблемы носит излишне упрощенный характер. На протяжении длительных периодов существуют обширные регионы, население которых уже испытывает острую нехватку в питьевой воде удовлетворительного качества. Одновременно с ними имеются страны, в которых подобные проблемы не возникали. Несмотря на это, существует реальная угроза мирового кризиса водопотребления, проявления которого в обозримой перспективе приобретут глобальные масштабы. Но это будет не распространившаяся на весь мир нехватка воды в системах водоснабжения, а сложный комплекс явлений и процессов, одновременно затрагивающих практически все важнейшие аспекты существования нашей цивилизации — от экологического до геополитического. Для понимания истинных причин и закономерностей развития кризиса водопотребления необходимо исследовать внутреннюю сущность данного феномена, закономерности и факторы его развития. Только на этой основе можно предложить реальные пути его предотвращения. Способствовать достижению этих целей призвана настоящая монография.

Чтобы понять природу мирового кризиса водопотребления, необходимо вспомнить, что развитие человеческой цивилизации на всех этапах сопровождалось освоением все большего количества природных ресурсов. В значительной степени этот процесс носил необратимый характер. В полной мере это относится и к ресурсам, считавшимся «возобновляемыми». В предшествующие исторические эпохи человек, исчерпав доступные ресурсы на одном участке планеты, перемещал свою деятельность на другие. При этом потребности постоянно росли как вследствие увеличения народонаселения Земли, так и объемов производства. Подобная стратегия природопользования,

называемая экстенсивной (лат. *extensivus* — *расширяющий, удлиняющий*), рано или поздно должна была закончиться, столкнувшись с ограниченностью ресурсной базы. Несмотря на многочисленные прогнозы специалистов и декларативные заявления международных организаций, человечество не спешит сходить с пути, наиболее экономически выгодного для достижения сиюминутных целей. Проблема осложняется тем, что природные ресурсы распределены неравномерно. В то время, когда одни страны их практически лишены, другие еще обладают **их** значительными запасами. Но современное человечество представляет собой единую социальную систему. Экономический или социально-политический кризис, обусловленный нехваткой ресурсов в одной из ее частей, неминуемо сказывается на всех других.

Особенностью водных ресурсов являются то, что их нехватка создает непосредственную угрозу для жизни человека. По этой причине глобальная нехватка доступных ресурсов питьевой воды представляет собой наиболее опасный аспект мирового кризиса водопотребления. Наличие значительных объемов доступных ресурсов пресной воды является необходимым условием сельскохозяйственного производства. Поэтому развитие мирового кризиса водопотребления неразрывно связано с другой глобальной угрозой — мировым продовольственным кризисом. Ресурсы пресной воды необходимы и для многих видов промышленного производства. Наконец, наличие воды в среде — это важнейший фактор существования практически всех существующих экосистем. Все случаи, когда человек пытается решить проблемы в сфере своего водопотребления, забирая необходимые ему водные ресурсы, *и не оценивает последствий своих действий для окружающей среды*, неминуемо заканчиваются экологической катастрофой.

Значительное место в монографии отведено анализу вопросов, связанных с поиском реальных путей решения мирового кризиса водопотребления. В настоящее время в этой области, как и в других направлениях деятельности по обеспечению рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, господствующее положение занимает «ограничительная



парадигма»<sup>1</sup>. В соответствии с ней основным путем является ужесточение мер контроля за расходованием водных ресурсов и разработка мер их экономии. Эта деятельность в целом обозначается как «стратегия интенсивного водопотребления» (от лат. *intensio* — *напряжение, усиление*). Не отрицая полезного эффекта от подобных мер, авторы монографии руководствуются «креативной парадигмой». В контексте рассматриваемых проблем подобный подход подразумевает активное вмешательство в распределение на планете водных ресурсов, строительство инженерно-технических систем по межрегиональной транспортировке вод и организацию на этой основе международного рынка по их продаже. Необходимость разработки научного обоснования этой деятельности обусловлена тем, что в существующей социально-политической и демографической ситуации ряд стран (например, США и Китай) уже приступил к реализации подобных проектов. В других странах начата их интенсивная разработка.

Проблему водного дефицита также пытаются решить путем строительства систем по промышленному опреснению морских вод. Все эти меры позволяют увеличить объем доступных для потребления водных ресурсов за счет ранее недоступных. Для обозначения данного пути авторами монографии предложен термин «мобилизационная стратегия водопотребления» (от фр. *mobiliser* — *приводить в движение*).

Несомненно, реализация проектов по межрегиональному перераспределению водных ресурсов, так же как и деятельность по другим направлениям развития мобилизационной стратегии водопотребления, неминуемо будет сопровождаться крупномасштабным воздействием на окружающую среду. Но эти проекты уже реализуются, а в ближайшем будущем в ходе усиления катастрофических явлений в сфере водопотребления будут осуществляться в спешном, авральном порядке. Их целью станет ликвидация чрезвычайных ситуаций, несущих угрозу массовой гибели людей. В этих

---

<sup>1</sup> Этот вопрос детально рассматривается в ранее опубликованной нами монографии (Суздалева, Горюнова, 2017).

условиях сопутствующие экологические проблемы будут игнорироваться, да и времени на поиски их решения уже не будет. Здесь уместно вспомнить известное стихотворение Н.А. Некрасова. Стал бы дед Мазай продолжать спасать тонущих зайцев, если бы увидел, что в том же бедственном положении оказались люди? Вероятно, нет. Поэтому проблемы минимизации негативного воздействия на окружающую среду при реализации проектов развития мобилизационной стратегии водопотребления должны решаться своевременно, то есть уже сейчас. Выполнение этих работ необходимо осуществлять на междисциплинарной основе в ходе совместной работы экологов со специалистами в области технических наук, экономистами, социологами и политологами. Очевидно, что подобное плодотворное сотрудничество возможно только при непредвзятом отношении к анализу рассматриваемых проблем и их синкретическом восприятии.

Книга предназначена для широкого круга читателей, не только занимающихся вопросами водопотребления, но и интересующихся современными проблемами развития нашей цивилизации. Ее материалы могут быть использованы при подготовке занятий по учебным дисциплинам: «Безопасность жизнедеятельности», «Геоэкология», «Экология и безопасность жизнедеятельности», «Экология и природопользование», «Инженерная экология», «Техносферная безопасность», «Природообустройство и охрана окружающей среды», «Экология техносферы», «Экологическая безопасность процессов и производств» и др.

Описание затронутых в монографии проблем потребовало введения некоторых новых понятий и уточнения определений употребляемых терминов. Кроме того, в тексте содержатся различные сокращения и аббревиатуры. По этим причинам мы сочли целесообразным включить в монографию в качестве приложений список употребляемых сокращений и словарь специальных терминов.

# I. МИРОВОЙ КРИЗИС ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ, ФАКТОРЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЕГО РАЗВИТИЯ

## 1.1. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ДЕФИЦИТ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Согласно определению, данному в статье 1 Водного кодекса Российской Федерации (ВК РФ), «водопотребление — потребление воды из систем водоснабжения». Однако далеко не все население имеет доступ к подобным системам. По этой причине в других нормативных актах это понятие трактуется более широко. Например, в пункте 6 ГОСТ 19185-73<sup>2</sup> под водопотреблением понимается «использование водных ресурсов с безвозвратным изъятием воды из водоисточника». Но в некоторых случаях какая-то часть потребляемой воды впоследствии возвращается в источник, из которого она была изъята. В связи с этим существует и другой общепринятый термин — *«безвозвратное водопотребление»*, определяемое как водопотребление без возврата воды в водный объект (ГОСТ 17.1.1.01-77, пункт 18)<sup>3</sup>. Следовательно, в обобщенном смысле понятие «водопотребление» включает более широкий спектр процессов. Одним из них является поступление вод в природные объекты в объеме, необходимом для их существования, что можно рассматривать как *«водопотребление природной среды»* (см. раздел 1.2). Поэтому в монографии под термином *«водопотребление»* подразумевается потребление воды из систем водоснабжения и других источников с целью удовлетворения различных нужд человека, включая сохранение благоприятных экологических условий. На практике приоритетное значение, как правило, имеют не экологические, а социальные аспекты водопотребления. Кризисные явления в этой сфере начинаются с того, что из водопроводного крана перестает течь вода

---

<sup>2</sup> ГОСТ 19185-73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения.

<sup>3</sup> ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.

или ее количество в колодце становится недостаточным для удовлетворения нужд человека.

В конце XX века человечество ежегодно потребляло 9000 км<sup>3</sup> воды (Helmer, 1997). И этот показатель постоянно растет. По прогнозам, только в Российской Федерации к 2020 году водопотребление составит 90 – 100 км<sup>3</sup>/год (Водная стратегия..., 2009).

Понятие «**водопотребление**» следует отличать от термина «**водопользование**», имеющего значительно более широкое значение. Под водопользованием понимается вся совокупность разнообразных способов использования водных объектов. Например, оно включает отведение в водные объекты сточных вод, а также использование речных сетей в качестве путей транспортных перевозок.

Водопотребление отличается от других форм водопользования прежде всего тем, что непосредственно обуславливает саму возможность существования человека. Изменение условий водопотребления, даже далекое от критического уровня, вызывает мгновенную острую реакцию всего населения. Примером может служить ограничение подачи воды в системы коммунального водоснабжения определенными временными интервалами. Комфортность существования людей резко снизится и в том случае, если объем доставляемой им воды не покрывает все их нужды. Таким образом, недопущение ухудшения условий водопотребления — это важнейшая задача обеспечения **безопасности жизнедеятельности** населения.

Основной объем потребляемой воды используется для (Данилов-Данильян, 2012):

– производства сельскохозяйственной продукции («**сельскохозяйственное водопотребление или водопотребление в сфере сельского хозяйства**»);

– производства энергии и промышленной продукции («**промышленное водопотребление или водопотребление в производственной сфере**»);

– потребления воды для питья, приготовления пищи и удовлетворения санитарно-гигиенических потребностей — обеспечения бесперебойной работы канализационных систем и т. п. (*бытовое водопотребление или водопотребление в социально-бытовой сфере*)

В конце XX века основная часть мирового водопотребления (65 – 70 %) приходится на сельское хозяйство. При выращивании кукурузы для получения урожая с 1 га требуется 3000 м<sup>3</sup>, капусты — 8000 м<sup>3</sup>, риса — от 12 000 до 20 000 м<sup>3</sup> воды (Алексеевский, Гладкевич, 2003). Для получения одной тонны пшеницы необходимо 1500 м<sup>3</sup> воды, хлопка — 10 000 м<sup>3</sup>. Еще более значительны затраты воды, необходимые для производства продукции в сфере птицеводства и животноводства. На получение одной тонны куриного мяса уходит 3500 – 5700 т воды, а говядины — от 15 000 до 70 000 т. Значительная часть сельскохозяйственного водопотребления связана с ирригацией земель в засушливых регионах.

В промышленном производстве используется 20 % мирового водопотребления. И только 10 % направляется в коммунальное хозяйство (Состояние..., 2000). Из них основная часть (77 %) расходуется на санитарно-гигиенические нужды (Алексеевский, Гладкевич, 2003). Для сравнения: на питье и приготовление пищи затрачивается всего 5 % потребляемой человеком воды, мытье посуды — 6 %, стирку — 4 %, уборку помещений — 3 %, прочие нужды — 5 %.

Однако в отдельных регионах структура водопотребления существенно отличается от приведенных выше мировых показателей. Так, в странах Западной Европы, в Российской Федерации, Канаде и Австралии преобладает промышленное водопотребление. Наиболее водоемкими отраслями промышленности являются: сталелитейная, химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и пищевая. На них уходит почти 70 % всей воды, затрачиваемой в промышленности (Чернявский, 2011).

В США объемы воды, потребляемой в промышленности и в сельском хозяйстве, находятся приблизительно на одном и том же уровне. В остальных регионах основная часть водопотребления приходится на сельское хозяйство.

Стремительный рост народонаселения и объемов мирового производства во многих регионах опережает возможности их водоснабжения. В результате возникает нехватка воды в различных сферах водопотребления, или **водный дефицит**.

В этих условиях нарушается работа многих объектов, относящихся к системам жизнеобеспечения. Примером может служить приостановка работы водоочистных сооружений, а также систем водоотведения сточных вод (канализации). В совокупности с недостатком воды, необходимой для бытового водоснабжения, это неминуемо создает угрозу ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки. Острая нехватка водных ресурсов для удовлетворения бытовых и сельскохозяйственных нужд становится причиной возникновения чрезвычайных ситуаций, нередко сопровождающихся дестабилизацией социально-политической ситуации и вынужденной массовой миграцией населения.

**Хронический дефицит водных ресурсов**, то есть постоянно ощущаемый населением недостаток воды, необходимой для обеспечения нормальных условий жизни людей и их деятельности, в локальных масштабах многократно возникал на различных участках планеты на протяжении всей истории человеческой цивилизации. Но в последние десятилетия он стал приобретать небывалые масштабы. Потребление пресной воды за последние полвека возросло в 3 раза, а площадь орошаемых земель — в 2 раза (Каширин, 2014).

Переломным моментом можно считать 50-е годы XX века, когда водопотребление резко возросло во всем мире (Семенов, 1996). Если в период с 1900 года по 1950 год среднее увеличение водопотребления составляло 15,6 км<sup>3</sup>/год, в 1950–1960 годах оно достигло 63,0 км<sup>3</sup>/год, то есть возросло в 4 раза. В последующие годы отмечался рост мирового водопотребления на 80 – 100 км<sup>3</sup>/год.

Этот огромный скачок связан, прежде всего, с демографическим ростом. По статистическим подсчетам, население планеты сегодня составляет 6,6 млрд. человек, ежегодный прирост — 80 млн. Это предполагает ежегодный рост потребности в пресной воде в объеме 64 млн. м<sup>3</sup>. При этом 90 % прироста населения в период до 2050 года будет наблюдаться в развивающихся странах, в которых уже сегодня ощущается нехватка ресурсов пресной воды.

Согласно данным ООН, к 2000 году уже свыше 1,2 млрд человек существовали в условиях постоянного дефицита пресной воды, около 2 млрд испытывали его периодически (в засушливый сезон) (Данилов-Данильян, 2012). Через 15 – 20 лет число людей, существующих в условиях водного дефицита, превысит 4 млрд., а к 2050 году достигнет 5,4 млрд (Орлеанская, 2012). Эти явления развиваются неравномерно, затрагивая определенные области, для обозначения которых можно использовать термин **«региональные кризисы водопотребления»**.

Дефицит воды может возникать вследствие разных по своей природе причин. В связи с этим различают следующие формы возникновения водного дефицита (ФАО..., 2012):

– **физический дефицит воды** обусловлен ее недостаточным количеством в данном регионе (стране, административном образовании и т.п.) для удовлетворения насущных потребностей;

– **инфраструктурный дефицит воды**, связанный с нарушением функционирования объектов инфраструктуры (систем водоснабжения и др.);

– **институциональный дефицит воды**, обусловленный особенностями действующего законодательства или целенаправленными действиями государственных или общественных институтов (в том числе основанных на стереотипах массового сознания<sup>4</sup>), препятствующих бесперебойному и

---

<sup>4</sup>Например, общественные экологические организации, как правило, активно выступают против проектов межрегионального перераспределения речного стока, основываясь именно на устоявшихся стереотипах мышления, а не на результате непредвзятого подхода к анализу

равноправному доступу потребителей к необходимым им водным ресурсам (например, дефицит воды, связанный с лишением доступа к водным объектам, переданным в частную собственность).

К ним можно добавить *химический дефицит воды*, возникающий при высоком уровне загрязнения водных объектов — источников водоснабжения, в результате чего их воды становятся непригодными для потребления, прежде всего в бытовых целях. Например, из-за сильного загрязнения 70 % водных ресурсов нельзя использовать даже в технических целях (Чернявский, 2011).

Нехватка чистой питьевой воды заставляет людей употреблять воду неудовлетворительного качества. Это неминуемо оказывает негативное воздействие на здоровье населения (Назаров, 2010). Так, в развивающихся странах из 37 болезней, оказывающих значимое влияние на смертность, 21 болезнь связана с потреблением недоброкачественной воды. В целом в этих регионах низкое качество питьевой воды ежегодно становится причиной смерти приблизительно трех миллионов человек (Каширин, 2014).

Наиболее трудно разрешимые проблемы, как правило, создает *физический дефицит воды*, охватывающий значительные по своим размерам территории. Как правило, он начинает ощущаться, когда безвозвратный забор воды достигает 20 % (ФАО..., 2012). Отбор воды более 40 % рассматривается как критический уровень. В ряде регионов Ближнего Востока, Северной Африки и Центральной Азии этот уровень уже превышен. В целом в настоящее время физический дефицит воды испытывает более 40 % сельского населения Земли.

В большинстве случаев региональный водный кризис развивается постепенно, последовательно проходя ряд фаз (таблица 1.1). Характер угроз безопасности жизнедеятельности человека, социальные и экологические последствия на каждой из них имеют свои специфические особенности. Началом данного процесса нередко служат события, которые можно

---

экологических последствий приостановления этой деятельности (Суздалева, Горюнова, 2015).



обозначить как *кризисные явления в сфере потребления*. Они возникают спорадически или периодически, но непродолжительны и носят локальный характер. Например, это временные отключения системы питьевого водоснабжения в отдельных районах города при нехватке водных ресурсов в период засухи, недопустимое с санитарно-медицинской точки зрения ухудшение качества вод в системе питьевого водоснабжения.

**Таблица 1.1**

**Фазы развития регионального кризиса водопотребления**

<b>Фаза кризиса</b>	<b>Характерные особенности водопотребления</b>	<b>Основные угрозы безопасности жизнедеятельности населения</b>	<b>Экологические последствия</b>
<i><b>Кризисные явления</b></i>	Временные ограничения доступа в воде	Ухудшение санитарно-гигиенических условий	Негативные и ненормируемые воздействия при попытках решить проблему в авральном режиме
<i><b>Водный стресс</b></i>	Вынужденное употребление воды ненадлежащего качества	Возникновение социальной напряженности; распространение инфекционных и паразитарных заболеваний	Деградация экосистем из-за отбора человеком необходимой для их существования воды и накопления загрязнителей
<i><b>Кризис водопотребления</b></i>	Постоянный острый водный дефицит	Дестабилизация социально-политической обстановки; нехватка продовольствия; массовая миграция населения	Гибель экосистем вследствие естественной или спровоцированной человеком хронической засухи

Подобные события могут быть обусловлены как физическим, так и инфраструктурным дефицитом воды (например, отсутствием надлежащего внимания властей к своевременной реконструкции водозаборных и

водоочистных сооружений). Хроническое возникновение кризисных явлений в сфере водопотребления типично для стран со слаборазвитой экономикой. Согласно статистическим данным, число людей, имеющих доход менее чем 1,25 доллара в день, приблизительно совпадает с числом людей, лишенных доступа к питьевой воде удовлетворительного качества (Каширин, 2014).

Следующим этапом становится постоянная нехватка водных ресурсов удовлетворительного качества (химический дефицит водных ресурсов), соответствующего требованиям Всемирной программой оценки воды (WWAP). Для него характерно накопление в окружающей среде различных загрязнителей. Подобная ситуация обозначается как *водный стресс*.

Собственно *кризис водопотребления* — это постоянный острый недостаток необходимого количества воды, которая может удовлетворить потребность населения в питьевой воде, вне зависимости от ее качества. В этих условиях производство сельскохозяйственной продукции становится невозможным. От засухи деградируют наземные и водные экосистемы. Закономерно возникает дефицит продовольствия. Во многих случаях региональный кризис водопотребления можно рассматривать как институциональную форму водного дефицита, поскольку первостепенное значение в практическом решении проблем имеет доставка воды и водоемкой продукции<sup>5</sup> из других стран, а в экстренных случаях — и эвакуация населения. Эти меры регулируются законодательством, а их осуществление нередко зависит от позиции общественных организаций. В глобальном масштабе проблемы в сфере водопотребления развиваются неравномерно. В одних регионах они уже приблизились к критическому уровню (водному кризису), тогда как в других проблемы водного дефицита не существует.

Отличается и природа подобных явлений. Дефицит водных ресурсов возникает не только при сокращении объемов их поступления (физического и

---

<sup>5</sup> Т. е. продукция, требующая для своего получения значительных затрат водных ресурсов. К ней, например, относится большинство видов продуктов питания (более подробно — см. раздел 3.1).

инфраструктурного дефицита), но и в результате снижения качества вод, ограничивающего их использование. Проблема химического дефицита воды существует на территориях некоторых интенсивно эксплуатирующихся нефтяных месторождений. Их поверхностные и подземные водные объекты загрязнены фенолами, а также другими токсичными веществами, и непригодны для использования в качестве источников бытового водоснабжения (Московченко, 1998). Обострение данной проблемы прогнозируется и при освоении месторождений сланцевой нефти (Щерба, 2013). В целом ежегодно в мире загрязняется от 12 до 17 тыс. км<sup>3</sup> поверхностных вод, то есть порядка половины доступной для населения пресной воды. По мнению некоторых известных ученых, именно загрязнение водных объектов на современном этапе является основным фактором, обуславливающим водный дефицит (Rodda, 1997; Данилов-Данильян, Лосев, 2006).

Кризисные явления в сфере водопотребления могут носить различный масштаб. Например, это может быть проблема местного характера, обусловленная непригодностью конкретного водного объекта или даже его части для удовлетворения потребности населения в воде. Региональные кризисы водопотребления связаны главным образом с климатическими изменениями. Прежде всего, это сокращение количества осадков. Рассматривая причины и масштабность подобных кризисных явлений, следует обратить внимание на их отличие от чрезвычайных гидрометеорологических ситуаций — *засух*. Засухи по своему происхождению — это природные или природно-техногенные явления<sup>6</sup>, тогда как кризисные явления и кризисы в сфере водопотребления порождаются демографическими, социально-экономическими и инфраструктурными причинами. Они могут возникнуть и в отсутствие значимых изменений в качестве и количестве водных ресурсов. Например, в основе кризисных явлений может лежать резкое увеличение численности

---

<sup>6</sup> Многие современные ученые связывают повышение частоты засух в ряде регионов с развитием парникового эффекта, т. е. совокупным воздействием природных и техногенных факторов.

населения, удовлетворить нужды которого существующая система водоснабжения уже неспособна. Они могут возникнуть и в результате нарушений работы системы водоснабжения, приобретающих хронический характер. Вместе с тем нередко кризисы водопотребления вызываются или усугубляются именно засухами. Например, наиболее трагичный по числу человеческих жертв кризис водопотребления произошел во второй половине XX века вследствие хронической засухи в Восточной Африке. Только в 1970 – 1974 годах количество людей, погибших в этом регионе от голода, обусловленного нехваткой воды для ведения традиционных форм сельского хозяйства, составило около 1,2 млн человек (Осипов, 1995).

Социальная значимость и пространственная неравномерность развития кризисных событий в сфере водопотребления неизбежно оказывает влияние на политическую ситуацию в затронутых ими странах (Данилов-Данильян, Хранович, 2010). В ряде случаев, которые мы рассмотрим в IV главе, данный фактор порождает острые геополитические проблемы, создает угрозу возникновения «войн за воду» (Жильцов, Зонн, 2008; Голицын, 2009; Крусиян, 2010). На протяжении последних 50 лет отмечено 507 случаев возникновения напряженности в отношениях между отдельными странами и регионами из-за распределения между ними ресурсов пресной воды, из них 37 привели к острым конфликтам, в том числе 21 сопровождался военными акциями (Liebscher, 2004).

В 1995 году вице-президент Международного банка реконструкции и развития Исмаил Серагельдин выразил уверенность в том, что войны в XXI веке, в отличие от предшествующего периода, будут вестись не за нефть, а за воду (Белозеров, 2009).

Люди, сталкиваясь с кризисными явлениями в сфере водопотребления, не могут удовлетвориться рассуждениями специалистов о причинах нехватки воды и возможных путях исправления ситуации в будущем. Многие из них не обладают необходимым для восприятия этой информации уровнем образования. Общественное сознание требует решения проблемы «здесь и

сейчас». Каким образом это будет достигнуто, становится вопросом второстепенным, а для многих людей – просто незначимым. Этим пользуются политические деятели, мгновенно обретающие широкую популярность. Причем это происходит не только тогда, когда они предлагают популистские и реально невыполнимые пути решения кризисных явлений. Желаемой популярности можно добиться и простым указанием на реальных или мнимых виновников кризиса водопотребления. Дискредитация власти, хаос в управлении страной в этих условиях могут иметь весьма трагические последствия. Поэтому важность своевременных усилий по недопущению подобных событий очевидна. Не менее очевидно и то, что назревающие проблемы в сфере водопотребления желательно по возможности упреждать, а не решать в ходе развития кризиса. Подобная задача становится реальной при выполнении следующих условий.

Во-первых, угрозы возникновения кризиса водопотребления должны заранее прогнозироваться. Причем подобные прогнозы должны носить максимально конкретизированный характер, позволяющий использовать эти материалы для разработки практических решений.

Во-вторых, меры по противодействию кризиса водопотребления должны быть экономически обоснованы. Как ни парадоксально это звучит, деятельность по упреждению подобных катастрофических событий должна приносить коммерческую выгоду<sup>7</sup>. Если предлагаемые проекты лишены инвестиционной привлекательности, то их осуществление, как правило, нереально. Так, борьба с кризисом водопотребления в развивающихся странах, осуществляемая на средства, выделяемые международными организациями, перерождается в пиар-кампании, сопровождающиеся расхищением этих средств местными властями.

В-третьих, предлагаемые способы решения проблемы должны носить долгосрочный характер, т.е. гарантировать «ненаступление» кризиса в неограниченной по времени перспективе. Если эти проекты рассчитаны на

---

<sup>7</sup> Возможные пути решения данной задачи рассматриваются в главе V.

временный эффект, то их следует рассматривать как средства спасения населения в чрезвычайной ситуации, а не как пути преодоления кризиса.

## **1.2. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Рассматривая возможные пути преодоления кризиса водопотребления, невозможно не обратить внимания на неразрывно связанные с ним экологические проблемы. Вода — это природный ресурс, необходимый не только для жизни человека, но и других организмов. Возникновение ее недостатка в окружающей среде обозначается обобщающим понятием *«истощение вод»*, под ним мы понимаем сокращение количества пресной воды, сосредоточенной в поверхностных и подземных водных объектах, качество которой пригодно для обеспечения условий нормальной жизнедеятельности человека и сохранения благополучной экологической ситуации (Суздалева, 2016а). Различают:

– *количественное истощение вод*, то есть уменьшение объема запасов пресных вод;

– *качественное истощение вод*<sup>8</sup>, причиной которого является их загрязнение, в результате которого часть водных запасов пресных вод становится непригодной для обеспечения нужд человека и существования питаемых этими водами природных объектов.

На современном этапе масштабы обеих форм истощения вод, вызывающие соответственно физический и химический дефицит их ресурсов, неуклонно возрастают.

Важнейшим фактором *количественного истощения вод* является увеличение объемов водопотребления, что неизбежно при непрекращающемся росте народонаселения планеты. *Человек, увеличивая собственное водопотребление, в ряде случаев лишает воды природные экосистемы и*

---

<sup>8</sup> Данный термин был предложен А.В. Поддубным (2002).

*впоследствии сам испытывает негативные последствия их деградации.* В этом плане наиболее известна экологическая катастрофа в бассейне Аральского моря, вызванная интенсивным развитием ирригационных систем, осуществлявшимся без должного учета воздействия этой деятельности на окружающую среду. Экологическая деградация, вызванная дисбалансом различных сфер водопотребления, коснулась не только Приаралья, а распространилась на значительную часть Центрально-Азиатского региона. Как указывается в докладе «Окружающая среда, вода и безопасность в Центральной Азии», подготовленном в 2002 году группой экспертов Европейской экономической комиссии (ЕЭК ООН) при участии местных специалистов, : «В результате хозяйственной деятельности, не учитывающей естественные пределы экосистем, более половины территории Центральной Азии подвержено процессам опустынивания. Доля засоленных орошаемых площадей достигла 50 % в Узбекистане и 37 % в Туркменистане. В связи с ветровой, водной эрозией и вторичным засолением площади сельскохозяйственных угодий в Центральной Азии сократились на 16.4 миллионов гектаров. Площадь опустыненных и деградированных земель в Казахстане составляет 179.9 миллионов гектаров или 66 % ее территории, а в Туркменистане и Узбекистане — до 80 %» (Валентини и др., 2004)

Но это далеко не единственный пример. Так, еще раньше аналогичные явления в меньших масштабах наблюдались в США в бассейне р. Колорадо еще в начале 1950-х годов, хотя и не привлекли особого внимания экологов (Данилов-Данильян, 2009). В результате возведения 10 плотин и забора значительных объемов воды на орошение сток реки в ее нижнем течении упал с 9 млрд м<sup>3</sup> в 1922 году до 2–3 млрд м<sup>3</sup> в год в 1950-х годах. Начиная с 1965 года сток воды на этом участке практически прекратился, вода в русле появляется только в годы с необычно большими осадками (Gleick, 2003).

Экологическая катастрофа наблюдается и на озере Чад в Северной Африке, что также связано с забором воды на орошение из питающих его рек. За последние 40 лет площадь озера сократилась с 25000 км<sup>2</sup> до 1359 км<sup>2</sup>, а его

глубина с 10 до 1–2 м. Около 50 % площади сохранившейся акватории озера Чад заросло. В его бассейне началось засоление почв, вызвавшее гибель посевов. В совокупности с исчезновением рыболовства это вызвало обнищание местного населения (Косарев, Костяной, 2003).

По той же причине уже несколько десятилетий отмечается катастрофическое уменьшение стока и пересыхание в сухой сезон на реке Ганг (Индия). Избыточное водопотребление на сельскохозяйственные нужды приводит к деградации и менее крупных рек, например, р. Иордан на Ближнем Востоке (Brown, Ayres, 1998).

В целом, по данным Всемирной комиссии по воде (World Commission on Water), к настоящему времени более половины крупных рек мира «серьезно истощены и загрязнены, деградируют и отравляют окружающие их экосистемы, угрожая здоровью и жизнеобеспечению зависящего от них населения» (Глобальная ..., 2002).

Проблема в значительной степени усугубляется происходящими глобальными климатическими изменениями, сопровождающимися сокращением количества осадков во многих регионах (Сафаров, 2000; Алексеевский, Гладкевич, 2003). Значительно повышается потребность в орошении земель (Fischer et al., 2007; Bates et al., 2008). Это в свою очередь приводит к увеличению забора воды на сельскохозяйственные нужды и росту ее физического дефицита в природных экосистемах.

Не менее катастрофичны последствия забора речных вод на хозяйственно-бытовые и производственные нужды: уже сейчас во многих больших реках сохраняется всего 5 % от ранее существовавшего объема водотока, а некоторые из них, например, Хуанхэ (Китай), даже не достигают моря в течение всего года (ФАО..., 2012). Из-за увеличения забора воды сокращаются размеры озер и болот. Так, к настоящему времени главным образом по причине индустриального водопотребления половина водно-болотных угодий Европы и Северной Америки уже прекратила свое существование.



**Основной причиной качественного истощения вод** (химического водного дефицита) является прогрессирующее загрязнение водных объектов, происходящее на фоне снижения способности водных объектов к естественному самоочищению (Суздалева, Горюнова, 2014а).

Многие речные системы используются как средства транзита различных загрязнителей производственного и хозяйственно-бытового происхождения (Данилов-Данильян, 2009). В водных объектах в течение десятилетий, а в некоторых случаях — столетиями, осуществлялось захоронение отходов. По ориентировочным подсчетам, во всем мире в водную среду ежегодно сбрасывается 2000 км<sup>3</sup> сточных вод. Для сохранения приемлемого качества воды требуется разбавление этих стоков (даже если они прошли предварительную обработку на очистных сооружениях) в 10 – 50, а в отсутствие очистки — в 100 – 1000 раз. По оценкам, сделанным в конце XX века (Rodda, 1997), суммарный объем вод, загрязненных выше допустимого уровня, за год составлял 17 тыс. км<sup>3</sup>. Это приблизительно половина от доступного объема ресурсов пресной воды. Оснований полагать, что ситуация к настоящему времени принципиально улучшилась, пока нет.

На фоне качественного и количественного истощения водных ресурсов рост населения планеты обуславливает все большую потребность увеличения их общего объема, расходуемого на собственные нужды. Все острее становится **проблема сохранения допустимого соотношения «водопотребления человека» и «водопотребления природной среды»**. К решению этого вопроса необходимо подходить крайне взвешенно, основываясь не только на водохозяйственных расчетах (как бы тщательно они ни были обоснованы), но и на результатах глубоких экологических исследований. В противном случае возможны весьма нежелательные последствия. Так, на юго-востоке Австралии в бассейнах рек Муррей и Дарлинг на основе равенства прав водопользователей было разработано соглашение, предусматривавшее выделение значительной части водных ресурсов для местных экосистем и их природных обитателей (Каширин, 2014). Позже выяснилось, что того количества воды, которое авторы

плана выделили на поддержание окружающей среды, оказалось недостаточно — это стало очевидным лишь во время периодически наступающих засух. Территория бассейна рек Муррей и Дарлинг высохла, и в последние годы там стали возникать пожары.

Таким образом, принятие решений, способных реально предотвратить развитие кризиса водопотребления в человеческом обществе, неизбежно требует определения *«экологической цены вопроса»*, т. е. честного и научно-обоснованного ответа на вопросы: Что мы можем потерять? И что мы при этом приобретем? Однако всегда следует помнить, что промедление в выработке решений по этим вопросам и их практическом воплощении может в определенный момент свести на нет все ранее предпринятые усилия. При возникновении чрезвычайной ситуации времени для разработки обоснования воздействия на природу осуществляемых мер уже не будет. Экологические проблемы нередко теряют значимость, когда речь идет о спасении жизни людей. В подобных условиях экологический ущерб от осуществляемых мероприятий может быть многократно большим, чем при решении той же проблемы, предвещающей наступление кризиса водопотребления. Кроме того, большинство решений, принимаемых в чрезвычайных ситуациях, носит паллиативный характер, направленный не на решение проблемы как таковой, а на смягчение катастрофических последствий ее проявления в данный момент времени и в пределах данной конкретной территории. Поэтому *«экологический популизм»*<sup>9</sup>, опирающийся на стереотипы, укоренившиеся в массовом сознании, в данном случае может нанести непоправимый вред окружающей среде.

Особо следует отметить *необходимость альтернативного похода к экологическому обоснованию решений*. Адекватная оценка конечных

---

<sup>9</sup> Наиболее распространенной формой подобного «экологического популизма» является выдвижение требования «не прикасаться к природе» ни при каких обстоятельствах. Сюда же относятся различные альтернативные проекты, более «экологичные», но абсолютно нереальные. Это один из главных факторов развития институционального водного дефицита.

результатов предлагаемых действий не должна строиться на простом определении сопутствующего им экологического ущерба. Выводы должны основываться на сравнении данных по возможной величине ущерба, который будет нанесен при иных сценариях развития ситуации, включая отказ от реализации предлагаемых проектов. При этом анализ возможных последствий должен носить всесторонний характер<sup>10</sup> и основываться на видении долгосрочной перспективы.

Именно такой подход следует рассматривать как практическую реализацию принятой ООН «концепции устойчивого развития»<sup>11</sup>.

### **1.3. МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО КРИЗИСА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ДЕЙСТВИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ЕГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ**

Понятие «*мировой кризис водопотребления*» появилось в результате сопоставления двух тенденций глобального масштаба. Первая из них — неуклонный рост общего объема водопотребления, обусловленный демографическими факторами и расширением производственной сферы. Вторая тенденция — сокращение мировых запасов водных ресурсов, которые используются для удовлетворения данной потребности. В обобщенной форме феномен мирового кризиса водопотребления графически иллюстрируется двумя трендами, отражающими описанные выше тенденции. Их пересечение, приходящееся по разным оценкам на период от 2025 до 2045 года (Rodda, 1997; Данилов-Данильян, 2012), рассматривается как возникновение мирового кризиса водопотребления. В научной литературе это событие нередко представляется как некий переломный момент в жизни человечества, который почти неизбежно будет сопровождаться катастрофическими явлениями

---

<sup>10</sup> Экологические, социальные и экономические аспекты предлагаемых решений следует рассматривать в их неразрывном единстве.

<sup>11</sup> «Концепция устойчивого развития», принятая на конференции ООН в Рио-де-Жанейро в июне 1992 г., подразумевает необходимость бесконфликтного развития мировой экономики с учетом экологических и социальных интересов будущих поколений (Марфенин, 2006).

глобального масштаба. Однако подобное упрощенное видение проблемы носит чисто умозрительный характер и не в полной мере отражает существующие реалии. Расхождение между теоретическими построениями и практикой в данном случае носит многоплановый характер:

1. Запасы водных ресурсов распределены неравномерно. В одних регионах уже давно, за многие годы до наступления момента мирового кризиса, ощущается катастрофический дефицит воды. Их с полным основанием можно рассматривать как *региональные кризисы водопотребления*. Дефицит воды может быть обусловлен различными факторами. В одних случаях — это истощение водных ресурсов, вызванное увеличением их потребления и загрязнением. В других случаях дефицит водных ресурсов связан с климатическими явлениями — катастрофическими засухами. Одновременно с регионами, испытывающими острый дефицит воды, сосуществуют регионы, в которых обильные атмосферные осадки периодически вызывают катастрофические наводнения. Избыток вод в них наносит громадный экономический и экологический ущерб. Эти воды почти не используются человеком, а основная проблема заключается в их скорейшем отводе в Мировой океан или другие крупные водные объекты. Причем по прогнозам специалистов, масштабы и частота как наводнений, так и засух в различных регионах существенно увеличатся в будущем вследствие происходящих глобальных климатических изменений (Голицын, 2001; Осипов, 2009).

2. Характер демографических процессов, нередко определяющих возникновение и последующую динамику кризисных явлений в сфере водопотребления, также принципиально отличен в разных регионах планеты. Несмотря на усиление миграционных процессов, эти различия сохранятся и в ближайшем будущем. В ряде регионов прогнозируется значительный рост населения, усугубляющий дефицит водных ресурсов. Это один из факторов, не позволяющий преодолеть некоторые региональные кризисы водопотребления.

3. Социально-экономические и экологические последствия кризисных явлений в сфере водопотребления нельзя рассматривать в отрыве от

региональных проблем нехватки продовольствия. Засухи и истощение запасов водных ресурсов сокращают объем сельскохозяйственной продукции пищевого назначения. Засухи вызывают деградацию и естественных экосистем. Поэтому в условиях региональных кризисов водопотребления снижаются и возможности удовлетворения потребностей населения в пище за счет так называемых *экосистемных услуг*<sup>12</sup>. Особенно острый характер эта проблема приобретает в развивающихся странах, для населения которых эксплуатация экосистемных услуг — один из основных способов жизнеобеспечения (ФАО..., 2012). Кроме того, голод стимулирует хищнические и противоправные способы использования природных ресурсов (браконьерство на территориях заповедников и др.). Эти явления также следует рассматривать как последствия региональных кризисов водопотребления.

4. Уже давно региональные кризисы водопотребления, в большинстве случаев сопряженные с районами, ощущающими острую нехватку продовольствия, оказывают влияние на глобальные политические и геополитические процессы. Все большую значимость приобретает массовая миграция людей из неблагоприятных регионов. Возрастают объемы необходимой гуманитарной помощи и размеры кризисных территорий. Очевидно, что эти процессы протекают на фоне военных, межэтнических и иных конфликтов, которые и являются главными факторами нарушения безопасности жизнедеятельности населения. Однако в развитии многих из них кризисные явления в сфере водопотребления, прямо или косвенно вызвавшие резкое ухудшение жизни людских масс, несомненно, сыграли важную роль.

В краткой форме изложенное выше можно резюмировать следующим образом:

---

<sup>12</sup> Потребности населения, удовлетворяемые за счет использования компонентов природной среды. В данном контексте — это рыболовство, различные формы лесного и охотничьего хозяйства (Сохранение ..., 2015).

– в настоящее время кризисные явления в сфере водопотребления уже получили широкое распространение в форме различных региональных кризисов;

– по ряду причин (демографические факторы, глобальные климатические изменения и др.) в существующих условиях следует ожидать планомерного усиления этих явлений;

– региональные кризисы водопотребления уже давно оказывают влияние на ход глобальных социально-политических и геополитических процессов.

***Так что же изменится в момент наступления прогнозируемого мирового кризиса водопотребления?*** Характер негативных явлений останется прежним. Собственно, сами кризисы водопотребления будут продолжать носить региональный характер: острый дефицит воды будет наблюдаться лишь в отдельных участках планеты. Наряду с ними сохранятся регионы, находящиеся под угрозой периодических наводнений, способных нанести значимый социально-экономический и экологический ущерб.

Уменьшение или увеличение размеров кризисных участков, а также степень дискомфорта условий существования в них населения будут определяться комплексом разнородных факторов, среди которых основное значение имеют:

– демографические процессы (рост народонаселения и неконтролируемая миграция);

– утрата запасов водных ресурсов в результате загрязнения водных объектов и нерационального природопользования (сведение лесов и т.п.);

– климатические изменения, сопровождающиеся уменьшением количества выпадающих атмосферных осадков;

– результативность мер по предотвращению (смягчению) кризисных явлений.

Эти меры, как и сейчас, будут заключаться:

– в поставке воды и водоемкой продукции из других регионов;

– в организации переселения людей (контролируемой миграции).

В обоих случаях это не что иное, как удовлетворение потребности в воде населения кризисных регионов за счет водных ресурсов регионов, не испытывающих их острого дефицита. Очевидно, что эта **дополнительная водопотребительская нагрузка**, как и дефицит водных ресурсов, будет в силу геополитических и географических причин распределяться неравномерно. Одни страны смогут в большей степени участвовать в попытках преодоления кризиса, другие — в меньшей. Поэтому для анализа происходящих процессов целесообразно выделять собственно **регионы кризиса водопотребления** (которые принципиально не будут отличаться от уже существующих районов региональных кризисов водопотребления) и **зоны дополнительной водопотребительской нагрузки**.

Таким образом, **мировой кризис водопотребления будет заключаться в том, что в определенный момент водных ресурсов «зон дополнительной водопотребительской нагрузки» станет заведомо недостаточно для улучшения условий жизнедеятельности людей (или хотя бы их сохранения на прежнем уровне) в районах, испытывающих острый дефицит водных ресурсов.**

По прогнозам специалистов, к 2035–2045 годам экономически доступная, но еще не вовлеченная в хозяйство пресная вода сохранится только в Канаде, России и Бразилии (Данилов-Данильян, 2009). Вместе с тем маловероятно, что развитие кризиса будет выражаться в глобальном нивелировании водопотребления, когда благополучные страны, в ущерб собственным интересам, перейдут к жесткой экономии водопотребления для того, чтобы поддержать безостановочный рост народонаселения в других странах и провоцируемое им усиление неконтролируемой миграции. Более реальным представляется катастрофический сценарий развития событий, сопровождающийся острыми межнациональными конфликтами и многочисленными человеческими жертвами. Устоявшиеся стереотипы «гуманистического мышления» затрудняют восприятие подобного прогноза. В массовом сознании доминирует установка, что все как-то разрешится само

собой. Формируется «синдром голого короля» и высказывание реалистичных взглядов, противоречащих сложившимся стереотипам мышления, лишает их носителей поддержки научного сообщества (Суздалева, Горюнова, 2015). Более популярными становятся паллиативные методы, направленные на смягчение наиболее острых симптомов кризисных явлений (например, в форме акций гуманитарной помощи). Но они не способны предотвратить развитие кризиса, а лишь создают иллюзию возможности его решения, не требующего пересмотра укоренившихся взглядов на проблему.

Закономерно возникает вопрос: а можно ли в принципе избежать катастрофического сценария развития мирового кризиса водопотребления? Авторы монографии убеждены, что такая возможность существует, но реализовать ее можно лишь при соблюдении ряда условий:

1. Увеличение доступных для использования запасов пресной воды на основе строительства инженерно-технических сооружений по ее сбору, депонированию и очистке, а также создание сети крупномасштабных объектов по опреснению морских вод.

2. Строительство систем межбассейнового (межрегионального) перераспределения ресурсов пресной воды.

3. Организация международного рынка водных ресурсов.

4. Создание управляемых природно-технических систем с целью рационального комплексного распределения воды по отдельным категориям водопотребителей.

5. Формирование устойчивого баланса мировых ресурсов воды и объема водопотребления, необходимого для обеспечения безопасности жизнедеятельности как населения во всех регионах планеты, так и сохранения всех других форм жизни.

В оптимальном варианте реализация перечисленных задач должна согласованно осуществляться на трех уровнях:

– межгосударственном (принятие решений по перераспределению водных ресурсов между различными странами);



- государственном (принятие аналогичных решений внутри страны);
- местном (решение проблем по распределению между конкретными водопотребителями).

В этом направлении уже предпринимались различные меры, в том числе осуществлявшиеся на самом высоком международном уровне. Но их результаты в большинстве своем носят декларативный или рекомендательный характер.

Так, в целях упорядочения деятельности по регулированию водопотребления в пределах конкретных регионов, испытывающих водный дефицит, в 1992 г. по результатам Международной конференции по водным ресурсам, проведенной в Дублине под эгидой ООН, был принят ряд принципов, подучивших название «*дублинские принципы*». Наиболее важными из них являются следующие (Терновая и др., 2008; Литуев, 2008а):

- *институциональный принцип* заключается в том, что регулирование «водопотребления на местах» следует по возможности осуществлять на самом низком (первичном) уровне административного управления и при максимальном участии населения региона;

- *экологический принцип* декларирует необходимость комплексного подхода к распределению водных ресурсов, с учетом необходимости «водопотребления природной среды» (см. раздел 1.2);

- *инструментальный принцип* предусматривает распространение на сферу водопотребления правил регулирования, применяющихся для управления экономическими ресурсами: вода во всех конкурирующих видах ее использования обладает экономической ценностью и должна быть признана в качестве экономического блага.

Дублинские принципы носят рекомендательный характер и в большей степени применимы не в регионах с неустойчивой социально-политической и социально-экономической ситуацией, в которых проблема водного дефицита

стоит особенно остро<sup>13</sup>, а в развитых странах с устойчивыми традициями местного самоуправления, не приводящими к возникновению конфликтов с соседними общинами (регионами). Так, в качестве примера успешного внедрения в практику дублинских принципов приводится деятельность водных парламентов во Франции, которые и решают местные проблемы управления водными ресурсами. Состав этих водных парламентов формируется таким образом, чтобы они могли ограничить влияние государственных органов на принятие решений, повысить роль представителей населения.

Крупнейшей неправительственной организацией (НПО), занимающейся водной проблематикой, до сих пор остается созданный еще в 1948 году во Франции *Международный союз охраны природы и природных ресурсов*, (Куденева, 2011). Значительную известность также имеет образованное в 1996 году *Глобальное водное партнерство*<sup>14</sup>. Оно существует в виде международной сети организаций (государственных, частных, региональных, научных, проектных и т. п.), занимающихся проблемами управления водными ресурсами. В своей работе эта организация руководствуется рассмотренными выше дублинскими принципами, а в качестве основной цели выдвигает идею установления Единого управления водными ресурсами (Integrated Water Resources Management). Основные методы работы — это обмен опытом и распространение информации, способствующей развитию общего видения проблем.

Авторитетной неправительственной организацией, также занимающейся решением кризисных явлений в сфере водопотребления, является основанный в 1991 г. *Глобальный экологический фонд*. Значительные усилия в этой области предпринимаются в рамках работы международной сети НПО «The Freshwater Action Network», которая координирует деятельность различных сравнительно

---

<sup>13</sup> Именно в странах с наиболее слабо развитой экономикой проживает 62 % людей, испытывающих водный стресс (Литуев, 2008а).

<sup>14</sup> Подробную информацию о деятельности данной НПО можно найти в интернете: сайт Глобального водного партнерства: <http://www.gwpcasena.net/ru/global.htm>

небольших инициативных групп, объединяющих экспертов и общественность, и принимает участие во Всемирных водных форумах. Существует еще ряд крупных международных НПО, занимающихся аналогичной деятельностью, например, «Совет Земли».

Перечисленные неправительственные организации, как и другие негосударственные объединения и движения различного профиля, пытаются участвовать в предотвращении развития мирового кризиса водопотребления. Вместе с тем их деятельность по своим масштабам уступает работе межправительственных организаций (МПО), среди которых ведущее значение принадлежит ООН (Куденева, 2011). В настоящее время в рамках Координационного совета руководителей системы Организации Объединенных Наций (КСР) учрежден специальный орган *«Механизм «ООН — водные ресурсы»»*<sup>15</sup>. Среди его членов присутствуют: ФАО, МАГАТЭ, ЮНКТАД, ПРООН, ЮНЕП, ЮНЕСКО, ЮНИСЕФ, ВОЗ, ЮНИДО, Всемирный банк. Руководство осуществляется на основании их ротации. Функции секретариата Механизма «ООН — водные ресурсы» выполняет Департамент по экономическим и социальным вопросам Организации Объединенных Наций (ДЭСВ ООН).

---

<sup>15</sup> Подробную информацию о деятельности этой организации можно найти в интернете: сайт Механизм «ООН – водные ресурсы». URL: <http://www.un.org/russian/waterforlifedecade/unwater.html>

## II. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

### 2.1. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ДОСТУПНОСТЬ

Суммарный объем воды, присутствующий в *гидросфере* Земли, составляет 1390 млн км<sup>3</sup> (Михайлов и др., 2007). Из них 1338 млн. км<sup>3</sup> приходится на долю Мирового океана (96,4 %). Из водных объектов суши наибольшее количество воды сосредоточено в ледниках (1,86 %). Объем подземных вод составляет 1,68 %. В озерах, водохранилищах и реках содержится всего около 0,02 %. Атмосферная влага составляет 0,001 %. Общие запасы пресной воды оцениваются в 36,7 млн км<sup>3</sup>, что составляет 2,64 % от общего объема гидросферы.

Согласно определению, данному в статье 1 ВК РФ, ***«водные ресурсы — поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы».***

Оценивая водные ресурсы и водопотребление, необходимо иметь в виду, что значительная часть воды в биосфере постоянно переходит из одной формы существования в другую, формируя так называемые круговороты воды, объединенные в *глобальный гидрологический цикл* (Эдельштейн, 2005). Далеко не на всех фазах этого цикла вода может использоваться человеком и другими организмами. Например, недоступными для них являются полярные и горные ледники и подавляющая часть паров воды в атмосфере. Человек может использовать лишь слабоминерализованные (пресные) воды, в течение определенного срока присутствующие в поверхностных и подземных водных объектах. Они постоянно пополняются благодаря поступлению вод, ранее находившихся в других фазах гидрологического цикла (например, переход влаги из воздушной среды в поверхностные водные объекты в процессе выпадения атмосферных осадков). Одновременно постоянно происходит

потеря части объема доступных водных ресурсов в результате естественного круговорота воды.

На современном этапе глобальные климатические изменения сопровождаются существенными изменениями планетарного круговорота воды. Так, по прогнозам специалистов к концу XXI века среднегодовое количество осадков для Земли в целом повысится на 3 % (Мелешко и др., 2004). Увеличение количества осадков на территории России значительно превысит это усредненное значение (Мохов, 2009). Это в свою очередь вызовет значительное увеличение стока на большинстве водосборов многих российских рек, особенно входящих в бассейн Северного Ледовитого океана (Семенов, 2009; Шикломанов, Георгиевский, 2009).

Таким образом, **возобновляемость водных ресурсов** — это баланс между процессами пополнения и расхода поверхностных и подземных водных объектов, воды которых в данный момент доступны для потребления человеком. Любое значимое нарушение глобального гидрологического цикла приводит к **нарушению режима возобновляемости водных ресурсов**, к которому в ходе естественного исторического развития приспособились не только существующие естественные экосистемы, но и человек. На одних участках планеты нарушение этого режима обуславливает уменьшение количества воды в среде, проявляющееся в форме засух, сокращения стока рек и объема поверхностных водоемов, а также истощения подземных вод. На других участках возникает избыток вод, в результате чего происходят наводнения и подтопление территорий, приводящих к их заболачиванию. Таким образом, практически любые нарушения гидрологического цикла влекут весьма нежелательные экологические и социально-экономические последствия.

Рассмотрим основные процессы, составляющие глобальный гидрологический цикл. Скорость циркуляции вод в отдельных круговоротах неодинакова. Поэтому время их расходования и возобновления конкретных форм существования водных ресурсов существенно различается. В таблице 2.1. представлены данные по запасам вод на территории Российской Федерации и

их динамике (скорости возобновления). Особенно быстро возобновляются запасы биологической воды, атмосферной влаги и воды в руслах рек.

**Таблица 2.1**

**Запасы пресных вод на территории Российской Федерации и периоды их возобновления (по: Государственный доклад ..., 2015)**

<b>Виды запасов</b>	<b>Запасы, км<sup>3</sup></b>	<b>Периоды возобновления</b>
Большие озера	24855	120 лет
Вода в руслах крупнейших рек	116,5	Несколько дней
Почво-грунты	6430	1 год
Подземные воды в верхней части земной коры	2874124	1400 лет
Биологическая вода	130	Несколько часов
Атмосферная влага	180	8 часов

Естественное пополнение объема воды в основных источниках ее водопотребления, обусловленное ненарушенным гидрологическим циклом, позволяло долгое время считать ее воспроизводимым, возобновляемым ресурсом. Это означало, что из водных объектов в течение относительно непродолжительного времени вода может быть использована повторно (множественно). В настоящее время подобный взгляд на воспроизводимость водных ресурсов претерпевает кардинальные изменения ((ESCO-WWAP, 2006; Данилов-Данильян, 2009; 2012). Считается, что нарушения естественного гидрологического цикла, нередко влекущие практически необратимую утрату исторически сложившегося режима возобновляемости доступных водных ресурсов, обуславливаются следующими основными причинами:

1. Превышением темпов забора воды из наземных и подземных водных объектов над скоростью их естественного пополнения.

2. Изменением характера водосборных бассейнов (сведение лесов, осушение болот и т. п.).

3. Глобальными климатическими изменениями, спровоцированными выбросами парниковых газов, сопровождающими различные виды человеческой деятельности.

Утрата значительной доли доступных водных ресурсов также происходит в результате загрязнения водных объектов, делающего их воды непригодными для использования в хозяйственно-бытовых, сельскохозяйственных, а иногда и в промышленных целях. Кроме того, загрязнение вод — это одна из основных причин деградации природных экосистем (Суздалева, Горюнова, 2014а).

Согласно данным ФАО<sup>16</sup> (ФАО ..., 2012), современный объем глобального гидрологического цикла (объем возобновляемых водных ресурсов) составляет 42000 км<sup>3</sup> в год. Мировое водопотребление составляет около 3900 км<sup>3</sup> или менее 11 % этого объема. Вода, отбираемая из наземных и подземных источников, идет на следующие нужды: около 2710 км<sup>3</sup> (70 %) используется для орошения, 19 % потребляет промышленность и 11 % используется для хозяйственно-бытового обеспечения населения (муниципальным сектором). При этом, по расчетам ФАО, более 60 % всего объема отбираемых вод возвращается в местные гидрологические системы путем обратного стока воды в реки или подпочвенные воды. Предполагается, что оставшаяся часть воды потребляется растениями или испаряется.

Согласно расчетам, к началу XXI века **человечество может использовать для собственных нужд (включая различные формы экономической деятельности) лишь 0,3 % (93 тыс. км<sup>3</sup>) от общего объема планетарных запасов воды** (Данилов-Данильян, 2004; Чернявский, 2011; Алексеева, 2015). Это так называемые **доступные водные ресурсы**. Остальные водные ресурсы либо недостижимы для освоения на современном этапе (например, вода, сосредоточенная в ледниках Антарктиды), либо непригодны для питья из-за высокого содержания солей.

Распределение водных ресурсов в мире и их водопотребление носит весьма неравномерный характер (Данилов-Данильян, Лосев, 2006 Wang et al., 2008). В одних странах человеком используется лишь незначительная часть доступных водных ресурсов, тогда как в других их количество уже достигло

---

<sup>16</sup> Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) (англ. Food and Agriculture Organization, FAO).

критического уровня, за который принята водообеспеченность населения 1700 м<sup>3</sup>/чел./год. Отметим, что средний мировой уровень водообеспеченности сейчас составляет 7400 м<sup>3</sup>/чел./год, т. е. более чем в 4 раза больше. Но в разных странах значение данного показателя сильно отличается. Наименее обеспечены ресурсами пресной воды такие страны, как Кувейт (всего 11 м<sup>3</sup> воды в год на душу населения), Египет (43 м<sup>3</sup>), Сектор Газа в Израиле (52 м<sup>3</sup>), Объединенные Арабские Эмираты (58 м<sup>3</sup>); Ливия (113 м<sup>3</sup>); Саудовская Аравия (118 м<sup>3</sup>), Мальта (129 м<sup>3</sup>) (Чернявский, 2011). Наиболее обеспечены пресной водой Исландия (609319 м<sup>3</sup>), Суринам (292566 м<sup>3</sup>), Конго (275679 м<sup>3</sup>), Папуа – Новая Гвинея (166563 м<sup>3</sup>), Канада (94353 м<sup>3</sup>), Новая Зеландия (86554 м<sup>3</sup>). В России на каждого жителя приходится 31900 м<sup>3</sup> пресной воды в год.

Основная причина неравномерности в водообеспечении различных регионов заключается в том, что численность их населения не согласуется с количеством водных ресурсов, которыми они располагают. Так, в Европе и Азии сосредоточено 77 % населения мира и всего около 33 % мировых запасов пресных вод (Савичев, Токаренко, 2014). Во второй половине XX века на каждого жителя Земли в среднем приходилось 11,6 тыс. м<sup>3</sup> в год. Но в Европе эта величина составила 4,9 тыс. м<sup>3</sup> в год, в Азии – 6,0 тыс. м<sup>3</sup> год, а в Южной Америке 54,4 тыс. м<sup>3</sup> в год (Гопченко, Гушля, 1989).

Естественные ресурсы пресных вод Российской Федерации оцениваются в размере 10803 км<sup>3</sup>/год, причем основной объем приходится на долю речного стока (45 %) и почвенные воды (33 %) (Государственный доклад..., 2009). Это составляет более чем 20 % мировых ресурсов пресных вод. Страна занимает второе место (после Бразилии) по их абсолютной величине, а по водообеспеченности населения находится на третьем месте (после Бразилии и Канады) (Данилов-Данильян, 2009). На одного жителя Российской Федерации приходится 29,94 тыс. м<sup>3</sup> речного стока в год. Это приблизительно в 5,5 раза больше среднемирового уровня, в 2,5 раза больше, чем в США и в 14 раз больше, чем в Китае. По данным ООН, к 2025 году только Россия,



Скандинавия, Южная Америка и Канада сохраняют показатель водообеспеченности на уровне, превышающем 20 тыс. м<sup>3</sup>/чел./год.

Можно сделать заключение, что мировое водопотребление в настоящее время составляет лишь очень небольшую часть от общего объема водных ресурсов планеты. Оставшегося количества должно хватить для обеспечения нужд населения и производственной сферы при их прогнозируемом увеличении. Следовательно, ***первопричина кризиса водопотребления кроется не в недостатке воды в гидросфере, а в ее доступности.***

Вследствие неравномерности распределения атмосферных осадков и разнообразия форм существования воды в биосфере в обозримой перспективе даже при самых катастрофических кризисах водопотребления будут существовать значительные объемы водных ресурсов, неиспользуемых человеком вследствие их недоступности для потребления в данный момент времени. Но их недоступность относительна. Так, на основе опреснительных систем можно включить в сферу водопотребления определенную часть объема Мирового океана.

Степень доступности водных ресурсов может зависеть от нескольких различных факторов, природа которых определяет главное направление деятельности по предотвращению кризисов водопотребления. В соответствии с этим можно выделить несколько гипотетических сценариев развития событий (табл. 2.2).

Выделение основных направлений деятельности не следует рассматривать как отказ от других видов мероприятий, направленных против факторов, также снижающих доступность водных ресурсов. Например, межбассейновое перераспределение речного стока во многих случаях должно сопровождаться мерами по очистке вод, высокий уровень загрязненности которых ограничивает возможность их потребления в бытовых и сельскохозяйственных целях.

Таблица 2.2

**Гипотетически возможные сценарии развития мирового кризиса водопотребления и основные направления деятельности по их ликвидации (предотвращению)**

<b>Сценарий кризиса</b>	<b>Характер ограничения доступности водных ресурсов</b>	<b>Основное направление деятельности по их ликвидации (предотвращению)</b>
Развитие региональных кризисов <sup>17</sup> , обусловленных физическим дефицитом водных ресурсов	Недостаток водных ресурсов в отдельных регионах	Строительство систем по транспортировке вод из регионов, расположенных в пределах того же континента и обладающих избытком водных ресурсов, способных нанести ущерб в периоды паводков
Развитие региональных кризисов, обусловленных химическим дефицитом водных ресурсов	Высокий уровень загрязненности вод	Строительство систем по очистке вод и их депонированию
Развитие континентальных <sup>18</sup> кризисов водопотребления	Недостаток водных ресурсов в пределах континента	Строительство систем по крупномасштабному опреснению морских вод

Несмотря на различие характера основных направлений деятельности, при всех рассматриваемых сценариях мирового кризиса водопотребления неизбежно:

– строительство крупномасштабных гидротехнических систем, выполняющих функции очистки, транспортировки и опреснения больших объемов воды;

<sup>17</sup> В таблице 2.2. выражение «развитие регионального кризиса» подразумевает достижение им уровня, оказывающего глобальное социально-экономическое и геополитическое воздействие (см. раздел 1.3).

<sup>18</sup> В данном случае для покрытия физического водного дефицита в кризисных регионах ресурсов «зон дополнительной водопотребительской нагрузки», расположенных в пределах того же континента, заведомо недостаточно. В качестве мирового кризиса данную форму кризиса следует рассматривать по той причине, что подобное явление неминуемо серьезно повлияет на глобальные социально-политические, геополитические и демографические процессы.

– целенаправленный техногенез окружающей среды в региональном, межрегиональном и, в конечном счете, в глобальном масштабах, приводящий к созданию управляемых природно-технических систем (Суздалева, 2016).

Таким образом, *предотвращение мирового кризиса водопотребления — это деятельность по превращению естественной биосферы, деградирующей под воздействием избыточной антропогенной нагрузки, в управляемую биотехносферу*, способную в этих условиях обеспечивать безопасность жизнедеятельности человечества и сохранение биоразнообразия земной биоты (Суздалева, Горюнова, 2017).

Очевидно, что высказываемые авторами монографии идеи вступают в противоречие со сложившимися стереотипами «экологического мышления». Вероятно, их восприятие научным сообществом будет происходить поэтапно по мере осознания необходимости перехода к действиям, способным дать реальный результат (Суздалева, Горюнова, 2015). Чем раньше это произойдет, тем меньшим будет ущерб, наносимый окружающей среде. Поэтому следует еще раз напомнить о том, что при доведении развития кризиса водопотребления до состояния чрезвычайной ситуации решению природоохранных проблем будет уделяться значительно меньшее внимание. На это просто может не хватить времени. *Мировой кризис водопотребления желательно не ликвидировать, а по возможности предотвратить.*

## **2.2. ВОДНЫЙ, ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ И ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНСЫ**

*Напряженность ситуации в сфере водопотребления*<sup>19</sup> конкретного региона в общих чертах можно определить на основе сравнительного анализа нарушений их водного, водохозяйственного и водно-энергетического балансов.

---

<sup>19</sup> Под *напряженностью* в данном случае понимается степень угрозы развития кризиса водопотребления в данном регионе (частота кризисных явлений, вероятность возникновения различных форм водного дефицита и т. п.).

**Водный баланс** — это соотношение прихода и расхода воды с учетом изменения ее запасов за выбранный интервал времени для рассматриваемого объекта. Водный баланс может быть рассчитан для водосбора или участка территории, для водного объекта, страны, материка<sup>20</sup>. На суше расходную часть водного баланса составляют: испарение, просачивание воды в почву и сток в водные объекты. Приходную часть водного баланса составляет главным образом выпадение атмосферных осадков. В ряде случаев заметную роль играет таяние ледников.

**Водохозяйственные балансы** — это расчеты потребностей водопользователей в водных ресурсах по сравнению с доступными для использования водными ресурсами в границах речных бассейнов, подбассейнов, водохозяйственных участков при различных условиях водности (Методика расчета водохозяйственных..., 2007). Таким образом, водохозяйственный баланс отражает соотношение между количеством водных ресурсов, необходимых для осуществления различных видов деятельности (включая природоохранные мероприятия), и их доступностью.

В отсутствие серьезных нарушений сопоставление водного и водохозяйственного балансов необходимо для сравнительного анализа природного и техногенно трансформированного круговоротов воды (Маркин и др., 2015). В качестве основных задач этого анализа рассматриваются:

- уточнение имеющегося объема доступных водных ресурсов;
- оценка влияния на их количество и качество человеческой деятельности;
- определение закономерностей в формировании водных ресурсов в условиях их эксплуатации, в т. ч. возможности их воспроизводства;
- выявление соотношения между приходом и расходом влаги на территории в процессе ее техногенеза.

---

<sup>20</sup> Определение термина приводится по ГОСТ 19179-73, п. 103.

Разграничение понятий «водный» и «водохозяйственный баланс» в настоящее время носит весьма условный характер. По этой причине необходимо уточнить, что в монографии *водный баланс понимается как характеристика существующего гидрологического цикла, позволяющая определить количество доступных водных ресурсов и их возобновляемость.* В отличие от этого *водохозяйственный баланс отражает состояние водохозяйственной системы (ВХС)<sup>21</sup>.* Он позволяет оценить степень рациональности использования в ней водных ресурсов, в том числе *характер водопотребления.*

В условиях глобального техногенеза водный и водохозяйственный балансы становятся все более взаимосвязаны. Если путь развития нашей цивилизации не претерпит существенных изменений, то в конечном итоге различие между ними исчезнет. Глобальный гидрологический цикл будет определяться характером водохозяйственных балансов. Но в настоящее время этот процесс еще далек от завершения.

Параметры процессов, определяющие как приходную, так и расходную части водного и водохозяйственного балансов, подвержены постоянным изменениям. Поэтому эти балансы практически всегда характеризуются высокой динамичностью. Между балансами различных времен года и месяцев наблюдаются существенные различия. В связи с этим необходимо отметить, что под *нарушением водного или водохозяйственного баланса мы понимаем выход их показателей за пределы многолетних колебаний.*

Причины нарушений водного и водохозяйственного балансов могут носить как сходный и взаимосвязанный, так и принципиально отличный, независимый друг от друга характер. Нарушение исторически сложившегося водного баланса на современном этапе часто происходит в результате глобальных климатических изменений. Согласно статистическим данным МЧС

---

<sup>21</sup> Структурно-функциональная организация ВХС рассматривается в следующем разделе монографии.

РФ, только за два года (2012–2014) паводков стало больше почти в 5 раз (Государственный доклад ..., 2014).

В нарушении водохозяйственного баланса нередко более значимую роль играют демографические процессы и иные антропогенные факторы (рост индустриального водопотребления, зарегулирование речного стока, загрязнение вод и т. п.). Для удобства анализа эти различные по своей природе и последствиям явления могут быть разбиты на несколько категорий (табл. 2.3). Негативные социально-экономические и экологические последствия каждой группы явлений существенно отличаются. Различен и набор возможных мер по их предотвращению.

Анализируя материалы таблицы 2.3, следует обратить внимание, что мероприятия по предотвращению негативных явлений можно разделить на следующие группы:

**1. Рационализационные меры,** основанные на оптимизации водопотребления и экономичного расходования водных ресурсов населением, а также объектами сельскохозяйственного и промышленного производства.

**2. Регуляторные меры,** которые заключаются в целенаправленном изменении режима стока (организованный пропуск паводковых вод, депонирование запасов воды в водохранилищах и т. п.) и не подразумевают внесения принципиальных изменений в структуру водохозяйственных систем.

**3. Модификационные меры,** основанные на перестройке водохозяйственных систем, введении в эксплуатацию новых гидротехнических сооружений (например, систем по межрегиональному перераспределению речного стока).

**4. Эколого-мелиоративные мероприятия (экологическая мелиорация)** — осуществление комплекса специальных мер с целью сохранения благополучного состояния окружающей среды и ее улучшения. К ним, в частности, относятся любые активные действия, направленные на улучшение экологической ситуации в водосборных бассейнах.

Таблица 2.3

**Основные формы нарушения водного и водохозяйственного баланса (функционирования водохозяйственной системы), негативные последствия и меры по их предотвращению**

<b>Формы нарушений</b>	<b>Социально-экономические последствия</b>	<b>Экологические последствия</b>	<b>Меры по предотвращению негативных последствий</b>
<i><b>Водный баланс</b></i>			
Аномальное уменьшение приходной части водного баланса в результате сокращения количества атмосферных осадков (засуха)	Физический дефицит водных ресурсов. Ухудшение бытовых условий жизни населения. Экономический ущерб, обусловленный ограничением водопользования.	Деграция водных и наземных экосистем вызванная засухой.	Поставки воды и влагоемкой продукции. Перераспределение речного стока. Оптимизация водопотребления.
Аномальное уменьшение приходной части водного баланса в результате деграции водосборных бассейнов	Лишение населения экосистемных услуг, связанных с использованием биологических ресурсов водных объектов и окружающих их территорий.	Деграция наземных экосистем на территории водосборных бассейнов. Деграция водных экосистем при сокращении объема и высыхании водных объектов.	Поставки воды и влагоемкой продукции. Перераспределение речного стока. Оптимизация водопотребления. Эколого-мелиоративные мероприятия на территории водосборного бассейна.
Аномальное увеличение приходной части водного баланса в результате повышения количества атмосферных осадков (наводнение)	Затопление и подтопление территорий, разрушение объектов инфраструктуры. Нарушение жизнедеятельности населения. Химический дефицит водных ресурсов, обусловленный их загрязнением.	Деграция наземных экосистем в зонах затопления и подтопления.	Организация пропуска паводковых вод для минимизации зон затопления.

<i>Водохозяйственный баланс (функционирование водохозяйственных систем)</i>			
Количественное истощение водных ресурсов в результате их отбора в другие водохозяйственные системы (ВХС)	Физический, химический или институциональный дефицит водных ресурсов. Ухудшение экономической ситуации. Рост социальной напряженности.	Нарушение естественного режима наземных и подземных водных объектов, сопровождающееся деградацией водных и наземных экосистем	Внутри- и межгосударственное регулирование квот водопотребления ВХС, расположенных в пределах одного и того же водного бассейна
Качественное истощение водных ресурсов в результате загрязнения водных объектов		Экологическая деградация водных объектов и прилегающих к ним территорий при росте их загрязненности	Контроль потоков загрязнителей. Строительство систем по очистке водных объектов и их деэвтрофированию.
Разрушение объектов ВХС при природных и техногенных чрезвычайных ситуациях	Нарушение условий жизнедеятельности населения при негативном воздействии вод; Инфраструктурный водный дефицит; Ухудшение санитарно-эпидемиологической ситуации	Гибель организмов и загрязнение окружающей среды при прорывах объектов-накопителей сточных вод и канализационных систем	Придание объектам ВХС средозащитных функций и включение в структуру ВХС специальных объектов и систем, выполняющих эти функции; Санитарно-эпидемиологические мероприятия
Превышение расхода водных ресурсов в ВХС над скоростью их пополнения при демографическом взрыве	Ухудшение социально-экономической ситуации в условиях физического водного дефицита и водного стресса	Деградация экосистем при нарушении баланса водопотребления человека и водопотребления природной среды	Межбассейновое и внутрибассейновое перераспределение речного стока. Оптимизация водопотребления. Переселение людей.



**5. Средозащитные меры** — действия, способствующие снижению риска нанесения ущерба окружающей среде в результате негативного воздействия природных и техногенных явлений и процессов, а также снижения размеров этого ущерба. В контексте рассматриваемой проблемы это мероприятия по предотвращению и снижению различных форм так называемого «негативного воздействия вод»<sup>22</sup>, под которым в действующей редакции ВК РФ (ст.1, п. 16) понимается «затопление, подтопление, разрушение берегов водных объектов, заболачивание и другое негативное воздействие на определенные территории и объекты».

**6. Санитарно-эпидемиологические мероприятия.** Известно, что практически любые серьезные нарушения водного баланса (как засухи, так и наводнения) создают угрозу распространения инфекционных и паразитарных заболеваний (Эльпинер, 2003; 2009). Ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки происходит и при нарушениях водохозяйственных балансов, например, при нехватке вод для обеспечения нормальной работы водоочистных сооружений и канализационных систем. Игнорирование данного аспекта может иметь катастрофические последствия. Так, в 1968 году при наводнении на р. Тапти (Индия, штат Гуджарат) утонуло свыше 1000 человек. Приблизительно такое же количество людей вскоре погибло во время спровоцированной этим наводнением эпидемии холеры (Дэвис, 1996).

**7. Меры социальной поддержки,** включающие различные формы оказания непосредственной помощи населению в экстремальных условиях (от поставки бутилированной воды до организации переселения людей в другие регионы).

Очевидно, что граница между перечисленными видами деятельности носит условный характер. Так, для увеличения запасов воды в период засух или

---

<sup>22</sup> Ранее в научной литературе и нормативных документах (например, в ст. 1 ВК РФ от 16.11.1995 г. № 167-ФЗ (недейств.)) употреблялся аналогичный термин «вредное воздействие вод».

задержки стока паводковых вод (т. е. для осуществления регулирующих мероприятий) нередко требуется экстренная реконструкция гидротехнических сооружений, регулирующих речной сток. Одной из целей модификационных мероприятий может быть оптимизация водопотребления. Поэтому разделение мероприятий по предотвращению нарушений водного и водохозяйственного балансов скорее отражает не состав мер, а общую стратегию действий. Наблюдающееся на современном этапе существенное увеличение частоты и силы чрезвычайных ситуаций гидрометеорологического характера, связанных с глобальными климатическими изменениями, вынуждает правительства многих стран вкладывать все большие средства в мероприятия по предотвращению нарушений водного и водохозяйственного балансов. Например, в РФ в период 2005–2014 годов в целях обеспечения безопасности населения и объектов экономики от негативного воздействия вод проведены мероприятия (Государственный доклад ..., 2014):

- по строительству и реконструкции более 620 объектов инженерной защиты общей протяженностью свыше 910 км;

- по дноуглублению и руслорегулированию более чем на 1038 участках общей протяженностью свыше 4,4 тыс. км, на которые было затрачено 61,8 млрд руб.

Социальный эффект этих работ заключался в том, что численность защищенного населения составила более 3,0 млн чел. Экономический эффект мероприятий — вероятный предотвращенный ущерб 395,7 млрд руб.

***Водноэнергетический баланс*** отражает соотношение водных ресурсов, требующихся для обеспечения работы объектов гидроэнергетики, и их объема, необходимого для удовлетворения нужд других водопользователей того же речного бассейна. Некоторые категории водопользователей, вступающие с объектами гидроэнергетики в конкурентные отношения, могут быть удалены от них на значительные расстояния. По этой причине водноэнергетические расчеты могут осуществляться как в пределах конкретной ВХС (в этом случае

они являются частью водохозяйственного баланса), так и для значительного большего участка речного бассейна.

Наиболее значимые негативные социально-экономические последствия нарушения водно-энергетического баланса происходят на трансграничных реках, верхние и нижние части бассейнов которых находятся на территориях различных государств (Боришполец, 2011). Существует две основные разновидности этих явлений. Во-первых, это организация водохранилищ ГЭС в верховьях реки, обуславливающая нехватку вод для сельскохозяйственных нужд в ее нижнем течении. Например, угроза возникновения кризисных явлений в сфере сельскохозяйственного водопотребления Узбекистана связывается с планами возведения Рогунской ГЭС на р. Вахш в Таджикистане. Это создает напряженность в отношениях между этими странами. Во-вторых, это увеличение отбора воды в верховьях реки, приводящее к ее недостатку для производства электроэнергии на ГЭС, построенных ниже по течению. Подобная угроза в настоящее время, например, существует в Египте: страны, расположенные выше по течению р. Нил, добиваются пересмотра ранее установленных квот водопользования в сторону их увеличения (Демин, 2015).

### **2.3. УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

Наличие доступных запасов пресной воды является неременным условием существования как отдельного человека, так и государства, его экономического развития и социально-политической стабильности. Вместе с тем вода может наносить различные виды значимого экономического и экологического ущерба. В совокупности эти явления обозначаются термином *«негативное воздействие вод»*, под которым понимается затопление, подтопление, разрушение берегов водных объектов, заболачивание и другое нежелательное воздействие вод на общее состояние территории и расположенные на ней техногенные, природно-техногенные и природные объекты.

Водные ресурсы распределены неравномерно, являются наиболее динамичным видом природных ресурсов. Они весьма изменчивы во времени и чутко реагируют на климатические изменения как регионального, так и глобального характера. На современном этапе гидроклиматические флуктуации приобретают все больший размах, что, в частности, проявляется в увеличении как силы, так и частоты чрезвычайных ситуаций, обусловленных катастрофическими засухами в одних регионах и одновременно не менее катастрофическими наводнениями в других (Осипов, 2009).

Следует также отметить, что поскольку вода является универсальным растворителем, в ней аккумулируются различные загрязнители. Помимо этого, в водной среде под воздействием человеческой деятельности нередко создаются условия для самопроизвольного образования новых видов загрязнителей. Эти явления в совокупности обозначаются как *«вторичное загрязнение вод»* (Безносков и др., 2006; Суздалева, Горюнова, 2014а). В результате различных форм загрязнения значительные объемы водных ресурсов становятся непригодными для использования не только в бытовых, но в технических целях.

Вместе с тем рост народонаселения планеты сопровождается увеличением его потребности в воде. Это происходит не только в ходе развития производства, но и на бытовом уровне. В последние десятилетия в странах, где происходит наибольший прирост населения, отмечаются принципиальные изменения в образе жизни людей и структуре их питания (Каширин, 2014). Например, значительно повысилось потребление мяса и молочных продуктов. Но если для производства одного килограмма пшеницы требуется от 800 до 1000 л воды, то на производство килограмма говядины тратится от 2000 до 16000 л. В то же время житель Китая в 1985 году в среднем употреблял 20 кг мяса, а в настоящее время ежегодно съедает около 50 кг. Это вызывает дополнительную потребность воды в 390 км<sup>3</sup>/год (для сравнения: в 2002 г. потребление мяса среднестатистическим жителем Швеции составляло 76 кг, США — 125 кг). В настоящее время Китай обладает большими ресурсами

пресной воды, следовательно, рост водопотребления в этой стране в процессе дальнейшего увеличения благосостояния его населения может возрасти еще в 1,5-2 раза.

В результате всех этих процессов в мире стремительно растет разрыв между запасами доступных ресурсов и потребностями в них. Следовательно, **возникновение водного дефицита является закономерным результатом развития современного общества.** Происходящие глобальные климатические изменения вносят в этот процесс существенные коррективы, но не определяют общей тенденции его развития. Если возникновение кризисных явлений в сфере водопотребления во многом обуславливается неконтролируемыми процессами в человеческом обществе, то управление ими является обязательным условием их преодоления. Таким образом, на современном этапе **управление водными ресурсами — это не вторжение человека в природную среду, а деятельность, необходимая для дальнейшего развития нашей цивилизации,** в т. ч. создания и сохранения на многих участках планеты благоприятной или хотя бы приемлемой экологической ситуации<sup>23</sup>. Круг проблем, обуславливающих необходимость управления водными ресурсами в современном мире, весьма широк (Алексеева, 2015; Суздалева, Горюнова, 2017). В качестве основных направлений следует указать:

**1. Нивелирование (сглаживание) временной и пространственной неравномерности в доступности водных ресурсов.** Эта деятельность призвана решить широкий круг проблем. К ним относятся: обеспечение устойчивого водоснабжения населения, объектов сельского хозяйства, промышленности и энергетики, а также поддержание уровня обводненности участков природной среды, необходимого для сохранения существующих на них экосистем.

Наиболее распространенными путями решения этой проблемы на современном этапе являются: регулирование речного стока, организация

---

<sup>23</sup> Под приемлемой экологической ситуацией мы понимаем совокупность условий окружающей среды, при которых высокий уровень антропогенной нагрузки не вызывает ухудшения здоровья населения и не сопровождается снижением природного биоразнообразия.

водохранилищ-накопителей водных ресурсов, а также систем водоснабжения и ирригационных систем, осуществляющих рациональное распределение этих ресурсов с охватом максимальной площади, на которой ощущается недостаток вод.

Под *регулированием стока* подразумевается контролируемое изменение естественного продвижения вод по руслу реки в соответствии с нуждами водопотребления и водопользования (Иванов, Неговская, 1979; Железняков и др., 1984; Савичев и др., 2009). Основными регуляторами стока служат водохранилища, создаваемые подпруживанием рек плотинами с сооружениями, осуществляющими контролируемый попуск вод. Следует отметить, что к настоящему времени сток большинства крупных рек уже зарегулирован (Данилов-Данильян, Лосев, 2006; Сухоруких, 2006). Для обеспечения растущих потребностей в воде и энергии построено свыше 45 тыс. больших плотин (Каширин, 2014). Из них 45 % (22 тыс.) — возведено в Китае.

Существует два уровня нивелирования неравномерности распределения водных ресурсов: внутрибассейновый (региональный) и межбассейновый (межрегиональный). В последнем случае избыток вод из одного речного бассейна по системе гидротехнических сооружений транспортируется в другой речной бассейн, сток которого катастрофически сократился<sup>24</sup>.

**2. Предотвращение негативного воздействия вод.** Наибольшей остроты эта проблема достигает в периоды аномальных паводков. Важность развития деятельности по предотвращению негативного воздействия вод указана среди основных целей «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года»<sup>25</sup>. На практике решение этой задачи также осуществляется на основе сезонного и многолетнего регулирования речного стока, главным образом на основе использования для этой цели гидроэнергетических систем и водохранилищ иного назначения.

---

<sup>24</sup> Подробно этот вопрос рассматривается в разделе 3.3.

<sup>25</sup> Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г. № 1235р.

**3. *Предотвращение утраты водных ресурсов вследствие их истощения и загрязнения.*** Согласно определению, данному в п. 15 ст. 1 ВК РФ, *истощение вод* — постоянное сокращение запасов и ухудшение качества поверхностных и подземных вод. Данное определение носит обобщающий характер и включает обширную группу разнородных процессов. Подразумевается, что запасы воды — это та их часть, которая может быть использована человеком и непосредственно обеспечивает благоприятные условия среды его существования. Поэтому на практике данный термин обычно понимается более конкретно как сокращение водных ресурсов, доступных для использования в бытовых и иных целях. Истощение вод проявляется как возникновение их физического или химического дефицита. Последнее из этих явлений связано с загрязнением водных объектов. Развитие как физического, так и химического дефицита вод, как правило, представляет собой потенциально контролируемые процессы. Их предотвращение также возможно на основе реализации мероприятий по управлению водными ресурсами.

**4. *Увеличение количества доступных водных ресурсов.*** Как уже указывалось в разделе 2.1, человечеству доступно всего лишь 0,3 % объема вод, содержащихся в гидросфере. В условиях усугубляющихся региональных кризисов водопотребления и угрозы возникновения подобного кризиса планетарного масштаба весьма перспективным направлением управления водными ресурсами представляется увеличение их доступного объема (например, на основе промышленного опреснения морских вод). Различные способы решения этой задачи, в совокупности обозначенные нами как «развитие сценария мобилизационного водопотребления», рассматриваются в разделе 3.1, 3.4 – 3.5.

**5. *Разработка системного подхода к управлению водными ресурсами.*** Очевидно, что рассмотренные выше области деятельности по управлению водными ресурсами нередко перекрываются. Например, предотвращение негативного воздействия вод возможно на основе нивелирования водных ресурсов, т. е. их задержки в водохранилищах или частичного отвода в другие

бассейны. Проблема предотвращения истощения водных ресурсов может решаться в комплексе с мероприятиями по увеличению их доступного объема.

Не стоит также забывать, что все воды гидросферы находятся в постоянном движении в рамках единого гидрологического цикла. Кроме того, количество воды в окружающей среде и во многом определяемый им характер существующих экосистем — это важнейшие климатообразующие факторы (Букварева, 2010). Недооценка данных обстоятельств при управлении водными ресурсами может иметь весьма нежелательные последствия. Например, крупномасштабная ирригация пустынь, сопровождающаяся увеличением испарения воды<sup>26</sup> и изменением альбедо<sup>27</sup> земной поверхности, гипотетически может повлиять на изменение атмосферной циркуляции, вызывающей катастрофические явления.

Для того чтобы наглядно проиллюстрировать масштаб возможных последствий, можно вспомнить, например, о широко известном феномене «пыльного котла» (Dust Bowl) — периода сильнейших ураганов (иногда называемых «черными») на севере США и в Канаде в 1930–1936 годах. Они также были спровоцированы изменением свойств земной поверхности в результате сельскохозяйственного освоения североамериканских прерий. Эти события, ставшие причиной гибели тысяч людей, рассматриваются в истории США как одна из национальных катастроф.

Таким образом, при управлении водными ресурсами необходим системный подход, основанный на комплексном учете не только непосредственных задач, но и на анализе смежных проблем, а также побочных эффектов, в т. ч. и прогнозируемых в отдаленной перспективе.

В заключение следует отметить, что, рассматривая основные направления в сфере управления водными ресурсами, авторы не обсуждают в данной главе такие важные задачи, как оптимизация гидроэнергетического и

---

<sup>26</sup> В настоящее время в регионах интенсивной ирригации поступление пара в атмосферу увеличилось на 2600 км<sup>3</sup> в год (Gordon et al., 2005).

<sup>27</sup> Альбедо (от лат. albedo — белизна) — способность поверхностей или отдельных тел отражать солнечную радиацию.



воднотранспортного потенциалов гидрографических сетей, а также проблемы регулирования трансграничного водопользования. Этим вопросам посвящены отдельные разделы главы IV.

## **2.4. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ**

### **КАК РАЗНОВИДНОСТЬ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Согласно определению, данному в Водном кодексе РФ от 3.06.2006 г. №74-ФЗ (ВК РФ ст. 1, п.11), *водохозяйственная система (ВХС) — это комплекс водных объектов и предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны водных ресурсов гидротехнических сооружений.*

Создание ВХС является основой рационального управления водными ресурсами. В РФ это один из базовых принципов действующего водного законодательства. Так, в статье 3 ВК РФ «Основные принципы водного законодательства» в качестве одного из них (пункт 11) указывается «регулирование водных отношений исходя из взаимосвязи водных объектов и гидротехнических сооружений, образующих водохозяйственную систему». Аналогичный подход в управлении водными ресурсами практикуется и во многих других странах.

От состояния ВХС зависит работа комплекса систем, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности населения (систем водоснабжения и водоотведения (канализации), водоочистных сооружений, оросительных систем).

Функционирование ВХС и устойчивость к внешним воздействиям, как и любой другой системы, определяется ее структурно-функциональной организацией, т. е. определенным порядком взаимодействия ее структурных и функциональных элементов, обеспечивающих их системное единство.

*Структурными элементами ВХС* являются все входящие в нее материальные объекты. Их состав весьма разнороден. Они включают как

различные формы существования водных ресурсов (наземные и подземные водные объекты), так и использующиеся для их эксплуатации гидротехнические сооружения. **Функциональные элементы ВХС** включают всю совокупность связей между ее структурными элементами. ВХС — это искусственно создаваемые системы, предназначенные для выполнения определенных задач. Поэтому основу функциональных связей между структурными элементами ВХС составляет координация деятельности по обеспечению водохозяйственного баланса. Как уже указывалось в предшествующем разделе, эти балансы рассчитываются на разных уровнях:

- в границах речных бассейнов;
- их подбассейнов<sup>28</sup>;
- водохозяйственных участков, под которыми понимается «часть речного бассейна, имеющая характеристики, позволяющие установить лимиты забора (изъятия) водных ресурсов из водного объекта и другие параметры использования водного объекта (водопользования)» (ВК РФ, ст. 1, п. 12).

Таким образом, в пределах крупных речных бассейнов нередко формируется **иерархия ВХС**. Примером может служить регулирование водохозяйственной сферы гидроэнергетическим каскадом, в границах которого при каждой из ГЭС формируются отдельные ВХС (Суздалева, Горюнова, 2014а).

Водные ресурсы — это один из основных видов природных ресурсов. По этой причине мы рассматриваем ВХС, формирующиеся как системное единство природных, а также природно-техногенных водных объектов<sup>29</sup> и гидротехнических сооружений (ГТС), как **разновидность управляемых или потенциально управляемых природно-технических систем**.

**Природно-техническая система (ПТС)** — любая совокупность природных, природно-техногенных и техногенных объектов, состояние и

---

<sup>28</sup> Под этим термином понимается бассейн притока основной реки (ВК РФ статья 32 «Гидрографическое и водохозяйственное районирование территории Российской Федерации».

<sup>29</sup> Водоохранилища, каналы и т. п.

функционирование которых взаимосвязаны и/или взаимозависимы (Суздалева, 2016 а,б). В *управляемых ПТС* экологическая ситуация постоянно контролируется и корректируется функционированием специального объекта, выполняющего функцию *экологического регулятора* (Федоров, Суздалева, 2014 а, б).

*Потенциально регулируемые ПТС* имеют в своем составе объект, который может быть превращен в регулятор данной системы путем экологической оптимизации<sup>30</sup>.

Остальные объекты, входящие в состав ПТС, помимо ее экологического регулятора, обозначаются в монографии обобщающим термином *стейкхолдеры*. Следует отметить, что понятие *стейкхолдеры* или *причастные лица*, имеет более широкое значение. К ним относится вся совокупность юридических и физических лиц, условия существования которых либо зависят от функционирования какого-то объекта (в рассматриваемом случае это экологический регулятор), либо они сами способны оказать на него значимое воздействие. Таким образом, состав стейкхолдеров весьма разнороден и может быть разделен на несколько отдельных категорий (Суздалева, 2016в). При анализе структурно-функциональной организации ВХС как разновидности ПТС основное значение имеют:

– *территориальные стейкхолдеры*, расположенные в пределах участка, на котором проявляется воздействие экологического регулятора;

– *социальные стейкхолдеры*, у которых функционирование экологического регулятора оказывает значимое влияние на условия жизнедеятельности.

Границы водохозяйственной системы и формирующейся на ее основе природно-технической системы не совпадают. Как правило, ПТС объединяют более широкий круг стейкхолдеров, связь которых с экологическим

---

<sup>30</sup> Под экологической оптимизацией в данном случае подразумевается модернизация режима работы технических объектов и инженерно-технических систем, а также и их конструктивно-компоновочных особенностей, позволяющая регулировать условия окружающей среды.

регулятором не ограничивается сферой водопотребления. По этой причине они охватывают более значительные участки окружающей среды. Так, гидротехнические сооружения, формирующие основу ВХС, нередко защищают расположенные в их верхнем и нижнем бьефах различные объекты от затопления и подтопления. Эти объекты могут находиться на значительном удалении и не включаются в состав ВХС<sup>31</sup>. Вместе с тем они являются элементами ПТС, центральное положение в которых занимает водохозяйственная система.

На современном этапе основным видам экологических регуляторов ПТС, формирующихся на основе ВХС, являются объекты гидроэнергетики. По этой причине остальные объекты ВХС в некоторых источниках обозначаются термином *«неэнергетические участники водохозяйственных систем»* (Асарин, Бестужева, 1986). К ним, например, относятся предприятия промышленного и коммунального водоснабжения, рыбное хозяйство и другие категории водопотребителей.

Следует обратить внимание на то, что стейкхолдеры подобных ВХС (ПТС) не просто зависят от экологического регулятора, а функционально взаимосвязаны с ним. Между ними и объектами гидроэнергетики существует не только прямая, но и обратная связь. Территориальные и социальные стейкхолдеры не только зависят от режима сработки водохранилища ГЭС, но и сами нередко определяют этот режим. Поясним это на следующем примере. На практике удовлетворение в полном объеме всех требований различных стейкхолдеров-водопотребителей практически невозможно не только при возникновении водного дефицита, но нередко и в «средневодных условиях»<sup>32</sup>. В подобных ситуациях режим эксплуатации ГЭС и регулирующих

---

<sup>31</sup> Например, это территории и расположенные на них объекты, затопление которых предотвращается благодаря регулированию речного стока водохозяйственными системами, расположенными выше по течению.

<sup>32</sup> Т. е. в условиях, когда динамика сложившегося водного баланса не нарушается.

гидротехнических сооружений<sup>33</sup> приобретает компромиссный характер, основанный на учете и соблюдении интересов всех других участников ВХС (ПТС) (Асарин, 1982; Вода России .., 2000).

---

<sup>33</sup> К ним относятся различные гидротехнические сооружения, регулирующие сток без выработки электроэнергии (Суздаева, Горюнова, 2014а).

### III. ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ МИРОВОГО КРИЗИСА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

#### 3.1. ОСНОВНЫЕ СЦЕНАРИИ СФЕРЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ КРИЗИСА

Для обобщения и сравнительного анализа возможных путей преодоления мирового кризиса необходимо предварительно остановиться на основных *сценариях развития ситуации в сфере водопотребления*, т. е. последовательности событий, прогнозируемых на ближайшее будущее (табл. 3.1). Под *сферой водопотребления* подразумевается совокупность всех видов и форм бытового, промышленного и сельскохозяйственного водопотребления, существующих в пределах определенного участка окружающей среды (региона).

На протяжении всего периода существования человеческой цивилизации, включая и современный этап, практиковалось так называемое *экстенсивное водопотребление* (Данилов-Данильян, 2012). Этот сценарий развития подразумевал удовлетворение возрастающей потребности человека в воде за счет увеличения объемов ее изъятия из окружающей среды. На начальном этапе развития цивилизации низкая плотность населения и значительные запасы воды обуславливали возможность свободного использования воды на большинстве участков ареала расселения человека. Водные ресурсы в большинстве регионов не ограничивали рост численности населения. Но объем водопотребления непрерывно возрастал, в связи с чем возникала необходимость освоения все новых и новых водных объектов. Происходило *пространственное и количественное расширение сферы водопотребления*, т. е. увеличение площади участков, на которых водные объекты постоянно использовались для удовлетворения потребности в воде, и увеличение объема изымаемых из них вод.

Таблица 3.1

## Основные сценарии развития сферы водопотребления

Сценарий	Характер мер по предотвращению кризисных явлений	Конечный результат
<i>Экстенсивное водопотребление</i>	Нормирование водопотребления; повышение платы за воду	Развитие кризисных явлений (водного стресса, региональных кризисов) при исчерпании в регионе доступных водных ресурсов
<i>Интенсивное водопотребление</i>	Разработка и внедрение водосберегающих технологий и водоохраных мер; импорт водоемкой продукции	Снижение темпов развития кризисов водопотребления и смягчение их негативных последствий
<i>Мобилизационное водопотребление</i>	Искусственное увеличение ресурсной базы сферы водопотребления, включая: – межбассейновое перераспределение речного стока; – опреснение морских вод; – буксировку айсбергов	Преодоление региональных и мирового кризисов водопотребления на основе создания глобальной управляемой природно-технической системы, способной обеспечить устойчивый водохозяйственный баланс при прогнозируемых изменениях демографической и геополитической ситуации

Становление и развитие производства обусловило возникновение новых видов водопотребления, т. е. стало причиной *качественного расширения сферы водопотребления*.

Благодаря многоплановому расширению сферы водопотребления на последующих этапах сценария ее экстенсивного развития возникла необходимость строительства специальных гидротехнических сооружений (начиная с рытья колодцев, снабженных простейшими устройствами для

подъема вод) с целью все более полного освоения водных ресурсов региона. Постепенно стали возникать системы водоснабжения в форме открытых каналов, а затем и трубопроводов для транспортировки воды на значительные расстояния (Фюрон, 1966). Так, в Ассирии по приказу легендарной царицы Семирамиды (VIII–VII вв. до н. э.), были построены водопроводы Экбатана. Водопроводы также существовали в Иерусалиме (VII–VI вв. до н. э.), в Карфагене (IV–III вв. до н. э.). В Керчи обнаружен водопровод, возраст которого превышает 2000 лет. Самая мощная система водоснабжения в античном мире была создана в Древнем Риме. В период его расцвета в нем проживало, по разным сведениям, от шестисот тысяч до миллиона человек, на каждого из которых приходилось до 1000 л воды в сутки, что превышает водопотребление в современном Риме почти в 3 раза. (Алексеевский, Гладкевич, 2003).

В странах Центральной Азии на протяжении тысячелетий создавалась система арыков и подземных каналов (кяризов) (Колодин, 1981). В Средние века протяженность магистральных каналов, например таких как Кырк-Кыз и Чермен-Яб в Хорезме, достигала сотен километров (Валентини и др., 2004). Благодаря строительству сети искусственных водотоков возникли крупномасштабные системы поливного земледелия. Но их непрекращающееся расширение, обусловленное ростом народонаселения, требовало все большего и большего количества воды, запасы которой в пределах конкретного бассейна всегда ограничены. Поэтому уже на первых этапах инженерно-технического обустройства источников водоснабжения возникла необходимость **нормирования водопотребления**, т. е. контролируемого отпуска определенного количества воды на те или иные нужды физических лиц или их объединений (общин и др.).

Однако в ряде стран Древнего мира водопотребление рассматривалось как не подлежащее отчуждению естественное право каждого человека, аналогичное возможности пользоваться солнечным светом. В Римском праве текущая вода (*aqua profluens*) считалась общим достоянием. Поэтому, подводя



воду за десятки километров в сфере бытового водопотребления, римляне не использовали кранов и водозапорных устройств (Беляков, 1998). Вода, проходя через город, население которого достигало 1 млн. человек (Лаппо, 1997), не только удовлетворяла потребности в ней его жителей, но и уносила в р. Тибр большую часть нечистот. Постоянный поток воды шел даже через общественные уборные.

Однако строительство гидротехнических сооружений для накопления запасов воды, систем водоснабжения и водоотвода, а также ирригационных систем требовало затрат, для компенсации которых устанавливалась, как правило, косвенная оплата водопотребления (например, посредством сбора налогов). Так, при императоре Веспасиане в античном Риме был введен налог на уборные, породивший часто употребляемое до сих пор выражение «деньги не пахнут» (Алексеевский, Гладкевич, 2003).

В последующий период ограниченность запасов пресной воды и возрастающие затраты по ее доведению до потребителей вызвали необходимость прямой оплаты.

Нормирование отпуска воды потребителям и повышение платы за воду остаются вплоть до настоящего времени основными инструментами управления сферой водопотребления при ее развитии по экстенсивному сценарию. Они лежат и в основе разработки мер по предотвращению кризисных явлений.

На определенном этапе непрекращающееся экстенсивное развитие сферы водопотребления закономерно достигало предельного уровня, который мог быть обеспечен водными ресурсами данного региона. Это неизбежно порождало возникновение кризисных явлений (водных конфликтов и т. п.). В этих условиях любая сколько-нибудь значимая гидрометеорологическая флуктуация в форме засухи становилась причиной жестоких региональных кризисов водопотребления, сопровождающихся массовым голодом, а нередко и вспышками инфекционных заболеваний (Дэвис, 1996). Таким образом, в

классическом сценарии развития экстенсивного водопотребления можно выделить следующие фазы:

- фаза свободного использования доступных водных ресурсов;
- фаза расширения сферы водопотребления;
- фаза инженерно-технического обустройства сферы водопотребления;
- фаза предельного использования ресурсов данного водного бассейна (возникновение кризисных явлений и стрессов в сфере водопотребления);
- фаза регионального кризиса водопотребления.

В целом аналогичная схема развития экстенсивного водопотребления наблюдается не только при сельскохозяйственном, но и при промышленном освоении региона, а также в ходе его урбанизации, сопровождающейся многократным увеличением плотности населения.

Во всех случаях развитие экстенсивного водопотребления вследствие ограниченности объема доступных водных ресурсов рано или поздно создает условия для образования водного дефицита. Именно этот сценарий водопотребления на современном этапе обуславливает увеличение частоты и углубление региональных кризисов в данной области, создавая угрозу возникновения аналогичного явления мирового масштаба. Следовательно, предотвращение мирового кризиса водопотребления невозможно без отказа или хотя бы ограничения традиционного экстенсивного водопотребления. Но растущие потребности человечества в воде требуют незамедлительного удовлетворения. По этой причине единственно возможным способом решения проблемы является переход на другие сценарии развития данной сферы.

Некоторые специалисты полагают, что альтернативой экстенсивному водопотреблению может стать только развитие **интенсивного водопотребления**, подразумевающее широкое внедрение водосберегающих технологий и водоохраных мер, позволяющих не только экономно расходовать водные ресурсы, но также оберегать от истощения и загрязнения водные объекты (Данилов-Данильян, Хранович, 2010). В идеальном варианте при этом сценарии развития на базе рационального расходования воды, ее

экономии и регенерации должен возникнуть устойчивый баланс между потребностями человека в воде и ее доступными запасами. На практике эта деятельность при непрекращающемся росте народонаселения способна в современных условиях лишь несколько замедлить развитие кризисных явлений и смягчить наиболее негативные их последствия, организовав, например, импорт водоемкой продукции (см. раздел 3.2).

Возможен и третий сценарий развития сферы водопотребления, основанный на увеличении доступности водных ресурсов, которые в настоящее время по тем или иным причинам не могут быть использованы. Сейчас доступные для человека водные ресурсы составляют всего лишь 0,3 % от общего объема запасов воды, которыми обладает Земля (см. раздел 2.1). Данный сценарий можно обозначить как **«мобилизационное водопотребление»**, которое заключается в покрытии (компенсации) дефицита воды на различных участках планеты за счет включения в сферу водопотребления неиспользуемых человеком ресурсов гидросферы.

Подобная стратегия решения проблемы подразумевает, прежде всего, строительство **инженерно-технических систем по межбассейновому (межрегиональному) перераспределению водных ресурсов**. В этом случае в первую очередь речь идет о перемещении паводковых вод, оказывающих негативное воздействие (затопление и подтопление территорий).

Когда же решение проблемы водного дефицита путем межбассейнового перераспределения речного стока невозможно, стратегия мобилизационного водопотребления может основываться на создании **систем по промышленному опреснению морских вод** (Колодин, 1981). Возможны и иные пути решения, например **буксировка антарктических айсбергов** (Burt, 1956; Аль Мурейш, Фруммин, 2006).

Необходимо отметить принципиальное отличие между сценариями экстенсивного и мобилизационного водопотребления. В первом случае это непрекращающееся увеличение потребления доступных водных ресурсов, во втором — это контролируемое расширение объема доступных водных

ресурсов. Важно подчеркнуть, что развитие сценария мобилизационного водопотребления — это вынужденная мера, основанная на выборе между контролируемым углублением техногенеза гидросферы и неконтролируемыми катастрофическими последствиями мирового кризиса водопотребления.

Необходимо также отметить, что авторы монографии не рассматривают ни один из описанных выше сценариев как единственно приемлемый, отвергая все остальные. Трудно представить, что в обозримой перспективе человечество повсеместно откажется от экстенсивного сценария водопотребления. Несмотря на возрастающие экологические риски, развитие инфраструктуры многих регионов Земли идет именно в этом направлении. Вместе с тем роль стратегии интенсивного водопотребления также заметно возрастает. В особенности это касается экономически развитых стран, которые располагают средствами для внедрения водосберегающих технологий и импорта водоемкой продукции. Значительную роль играет менталитет их населения, легко воспринимающего идею о необходимости бережного расходования водных ресурсов. В странах с менее развитой экономикой и более низким образовательным уровнем населения подобные идеи, по наблюдениям авторов монографии, на современном этапе не находят, как правило, массовой поддержки в обществе. Вместе с тем, несомненно, следует развивать и пропагандировать деятельность по организации интенсивного водопотребления.

Рассмотрим различные способы предотвращения водного дефицита и их реальную возможность влияния на развитие мирового кризиса водопотребления более подробно.

### **3.2. ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Внедрение технологий, позволяющих существенно снизить объемы водопотребления, в настоящее время осуществляется во всех основных областях использования ресурсов пресной воды.

*В сфере бытового водопотребления* значительная часть потерь воды (до 25 %) связана с утечками в устаревших и обветшавших водопроводных системах (Каширин, 2014). Лидерами в этом отношении являются такие крупные города, как Лондон, Пекин, Париж, Москва, Мехико, Чикаго, Рио-де-Жанейро.

Вместе с тем в сфере бытового водопотребления активно внедряются новые типы посудомоечных и стиральных машин, при работе которых используется всего несколько литров (Руководство..., 2004). В Израиле разработан проект о вторичном использовании воды из кондиционеров для полива (Задохин, 2014). В экономически развитых странах, где значительная часть населения озабочена экологическими проблемами, все большее распространение получают специальные виды сантехники. К ним можно отнести бесконтактные датчики включения/выключения водопроводных кранов для мытья рук; смесители с аэрацией, позволяющие при минимальном расходе воды подавать ее из крана в виде объемной струи; унитазы, снабженные функцией «смыв – стоп» и др. Ожидается, что подобные технологии смогут сократить расходы воды в коммунальном хозяйстве на 50–70 %. Стимулом для их внедрения является не только сознательное отношение населения к проблемам водосбережения, но и повышение платы за воду в коммунальном секторе.

В Западной Европе ведущей страной по внедрению бытовых водосберегающих технологий является Германия, которая вышла в лидеры сберегающих технологий. Благодаря этим мерам средний суточный расход воды на одного ее жителя снизился до 127 л (Алексеевский, Гладкевич, 2003). Для сравнения, в США этот показатель существенно выше — 296 л. В среднем по России на человека приходится 278 л в день, однако в Москве суточный расход на человека достигает 400 литров. Вероятно, подобное расхождение во многом объясняется не различием в подходе к проблеме водосбережения, а лучшими условиями для бытового водопользования в столице (централизованная подача горячей воды и др.).

***В области сельскохозяйственного водопотребления*** основное значение имеют сокращение потерь воды при их перемещении по оросительным системам и экономичные способы полива (Проект Программы..., 2007). Без принятия специальных мер потеря воды от ее просачивания (инфильтрации) через стенки и дно каналов нередко достигает 30–50 % от общего объема вод, поступающих в оросительную систему. Снижение этих потерь может происходить при уменьшении проницаемости каналов (при бетонировании или уплотнении грунта их ложа, при искусственном заиливании, повышающем гидроизоляцию и др.).

К основным водосберегающим технологиям полива относятся: капельное, дождевальное, импульсное орошение. При *капельном орошении* вода небольшими порциями подается к корням растений через отверстие поливных шлангов, проложенных в толще почвы. Это не только позволяет существенно сократить расход воды, но создает неблагоприятные условия для развития сорняков.

Замена традиционного полива сельскохозяйственных культур *дождевальным орошением* в ряде случаев позволяет снизить расход поливной воды в 2–2,5 раза. Позитивным аспектом использования данной технологии также является отсутствие почвенной эрозии.

*Импульсный (прерывистый) полив* заключается в подаче воды в оросительные борозды через определенные временные интервалы. В период между ними почвенные частицы набухают, закупоривая поры, и фильтрация воды в нижележащие слои снижается. В результате при одном и том же объеме израсходованной воды площадь полива возрастает. Экономия воды при использовании данного метода составляет 15–30 %.

В качестве одного из путей водосбережения в сельском хозяйстве рассматривается использование в этой сфере очищенных сточных вод (Каширин, 2014). Но этот способ, вызывающий сомнения с медицинской и санитарно-эпидемиологической точки зрения, в настоящее время используется только в регионах и странах, уже испытывающих острую нехватку водных

ресурсов. Так, сточные воды составляют 40 % сельскохозяйственного водопотребления в секторе Газа на палестинских территориях, 15 % — в Израиле и 16 % — в Египте.

**В сфере промышленного водопотребления** основными направлениями водосбережения являются внедрение технологий, требующих меньших затрат водных ресурсов для изготовления одной и той же категории продукции, и повторное использование воды в производственном цикле (рециклирование вод, оборотное водоснабжение). Так, к концу XX века в промышленном секторе США каждый кубометр воды использовался в среднем 17,1 раза (Helmer, 1997). В настоящее время в РФ почти половина промышленных систем водоснабжения также являются оборотными, позволяющими осуществлять рециклирование потребляемых вод (Данилов-Данильян, Лосев, 2006). Вместе с тем в целом рециклирование вод в мире не превышает 10 % от ежегодно отбираемого объема водных ресурсов.

В качестве одного из перспективных направлений водосбережения также рассматривается концепция организации рынка **виртуальной воды** (Allan, 1998). В данном случае минимизация водопотребления в регионах, испытывающих дефицит воды, достигается импортом в них **водоемкой продукции** (т. е. продукции, изготовление которой требует затрат значительного количества водных ресурсов) из стран, которые дефицита воды не испытывают. В связи с этим в геоэкологии в качестве индикатора водопотребления предлагалось использовать интегральный показатель «**водный след**», определяемый как суммарное количество воды, используемое в той или иной стране (регионе), включая воду, необходимую для производства определенных товаров и услуг (Орлеанская, 2012). **Общий водный след страны или региона**<sup>34</sup> определяется двумя параметрами (Догановский, Малинин, 2004):

---

<sup>34</sup> В составе общего водного следа также различают «**зеленый водный след**» — объем хранимой в почве дождевой воды, которая испаряется с полей, используемых в сельском хозяйстве; «**голубой водный след**» — объем пресной воды, безвозвратно забираемой из

– внутренний водный след — объем воды, необходимый для получения товаров и услуг, которые производятся и потребляются внутри данной страны;

– внешний водный след — объем воды, затраченный для производства товаров, поставляемых на экспорт (т. е. экспортируемой виртуальной воды). Он не учитывается в составе водного следа страны-экспортера.

Анализируя проблему водосбережения и контроля за использованием водных ресурсов в целом, можно сделать заключение, что, несмотря на обнадеживающие результаты внедрения новых технологий и предпринимаемых мер, совокупный эффект этой деятельности не способен покрыть стремительно растущие потребности человечества. Подобные действия не способны предотвратить наступление мирового кризиса водопотребления. Но они могут снизить остроту кризисных явлений в сфере водопотребления и водных стрессов. Это дает дополнительное время для разработки и реализации других антикризисных мероприятий.

### **3.3. МЕЖБАССЕЙНОВОЕ (МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ) ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЧНОГО СТОКА**

Данный способ предотвращения кризисных явлений в сфере водопотребления уже много лет вызывает острые противоречия между специалистами различных областей. Высказываемые мнения нередко приобретают излишнюю эмоциональность и категоричность, что обуславливает трудности в непредвзятом и всестороннем анализе проблемы. По этой причине в целях объективного восприятия высказываемых авторами монографии суждений необходимо дать некоторые предварительные пояснения.

---

водных объектов (ее основная часть используется в поливном земледелии и испаряется с полей) и *«серый водный след»* — объем воды, загрязненной в процессе производства (он рассчитывается как количество воды, необходимое для разбавления сбрасываемых загрязняющих веществ до такого состояния, при котором качество воды отвечает приемлемым нормативам).



Что представляют собой инженерно-технические системы по межрегиональной переброске водных ресурсов? Это — не что иное как «антиреки», упоминание о проектировании которых автоматически вызывает бурное сопротивление научного экологического сообщества и возмущение широкой общественности. В значительной мере подобная реакция обоснована. Создание антирек, действительно, может вызвать изменение экологических условий в весьма значительных масштабах. Но такими же последствиями сопровождались практически все аспекты развития человеческой цивилизации. Например, обширные участки природной среды подверглись антропогенной деградации еще в эпоху «мотыжного» земледелия (Суздалева, Горюнова, 2014а). Межбассейновое перераспределение вод осуществлялось еще в период становления цивилизаций Древнего мира (Березнер, 1985). В первой половине XX века в этой области был разработан и реализован ряд крупномасштабных проектов, не вызвавших осуждения общества, например «All-American Canal» в США. Другой крупномасштабный проект — «North American Water and Power Alliance» (NAWAPA) — разрабатывался для переброски стока рек Аляски для водоснабжения засушливых районов США и Мексики (Kelly, 1966).

В России еще в последней трети XIX века был предложен проект переброски воды из бассейна р. Оби и р. Иртыша в бассейн Аральского моря (Быстрова, 2013). Автором этой идеи стал выпускник Киевского университета Я.Г. Демченко (1842–1912). В 1871 году была опубликована его книга «О наводнении Арало-Каспийской низменности для улучшения климата прилежащих стран».

Интенсивная работа над проектами по межбассейновому перераспределению речного стока с целью предотвращения водного дефицита осуществлялась в течение многих лет в СССР (Герарди, 1975; Воропаев, 1976; Львович, 1977; Зиядуллаев и др., 1979; Колодин, 1981; Березнер, 1985). В некоторых работах вместо термина «антирека» употреблялось название реки-донора водных ресурсов с добавлением частицы «анти-», например, Анти-Печора, Анти-Сухона и др.

Но затем проекты переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию вызвали масштабное протестное движение. Именно в эти годы и получил широкое распространение термин «антирека», воспринимаемый как нечто, направленное против природной среды и в конечном счете против интересов человека. Это понятие, первоначально обозначающее один из гидрологических феноменов<sup>35</sup>, в настоящее время трактуется весьма широко и не имеет общепринятого определения. В целях конкретизации обсуждаемых проблем нами была предложена следующая терминология. *Антирека — это управляемая природно-техническая система (ПТС), создаваемая для средне- и крупномасштабного межбассейнового или межрегионального перераспределения речного стока* (соответственно, годовой объем перебрасываемого стока 1–5 км<sup>3</sup> и более 5 км<sup>3</sup>) (Суздалева, 2015: Suzdaleva et al, 2016). В соответствии с данным определением можно выделить следующие виды антирек:

- *межбассейновые антиреки* — осуществляющие переброску речного стока в смежные бассейны;
- *межрегиональные (межзональные) антиреки* — осуществляющие переброску вод в бассейны других физико-географических регионов (климатических зон);
- *бессточные антиреки* — осуществляющие переброску вод в бессточные бассейны. С функциональной точки зрения к бессточным антирекам можно отнести крупномасштабные системы водоснабжения (ирригации), создаваемые на базе промышленных опреснителей морских вод<sup>36</sup>.

---

<sup>35</sup> Согласно нормативному документу «Временные методические указания к изучению санитарных условий водопользования и жизни населения при территориальном перераспределении речного стока» (Утв. 31.03.1983г. №2685-83), «*антирека*» — это «водоем с обратным течением», возникающий (в т. ч. временно) благодаря функционированию специальных гидротехнических сооружений. Используя это определение, «антирекой» именовали, например, участок канала, в котором в периоды забора воды на полив происходило изменение направления движения воды.

<sup>36</sup> Использование частицы «анти- » в данном случае отражает то, что в отличие от рек, текущих в море, ток воды, произведенной в опреснителях, идет из моря.

Дискуссия, развернувшаяся по проекту переброски стока сибирских рек, была политизирована и происходила на фоне кардинальной смены государственной идеологической доктрины. По этой причине данное событие приобрело устойчивый имидж «победы экологического мышления над бюрократической машиной тоталитарного государства». Произошла подмена экологического обоснования мировоззренческими установками. Благодаря этому, обсуждение проекта межбассейнового перераспределения вод в России сразу приобретает эмоциональную окраску, что серьезно осложняет объективную оценку целесообразности предлагаемых технических решений. Следует обратить внимание, что в других странах подобный подход не практикуется. Следовательно, задачей первостепенной важности развития гидротехнического строительства в Российской Федерации является изменение его экологического имиджа (Суздалева, 2015). Это можно сделать с помощью популяризации фактов, наглядно свидетельствующих о наличии позитивных аспектов реализации проектов антирек и их неразрывной связи с интересами нашей страны. Для этого необходимо обратиться к истокам проблемы. В данном контексте следует отметить, что сам по себе термин «антирека» весьма неудачен, поскольку частица «анти-» уже изначально вызывает психологическое неприятие подобных действий. Можно представить, как бы относилось общество к искусственно посаженным лесам, если бы они обозначались как «антилес»!

В качестве фактической основы, формировавшей негативное отношение к проекту перераспределения стока сибирских рек, использовались главным образом два аргумента, которые преподносились как «незыблемые истины». Во-первых, «изъятие части речного стока приведет к деградации водных и прибрежных (особенно пойменных) экосистем». Во-вторых, «произойдет повышение солености и изменение гидрологической структуры Северного Ледовитого океана, что позволяет говорить уже о возможном глобальном масштабе ожидающихся последствий». Аналогичные предположения

используются и для формирования негативного экологического имиджа проектов антирек в современной России.

Но к настоящему времени произошло принципиальное изменение условий окружающей среды, позволяющих рассматривать экологические последствия создания антирек с иных позиций. В результате потепления климата и перераспределения количества осадков происходят устойчивые тенденции как увеличения, так и уменьшения стока рек, расположенных в различных регионах (Семенов, 1996; Алексеевский, Гладкевич, 2003; Баатов, Архангельская, 2015).

Согласно данным Росгидромета (Оценочный доклад, 2008), на значительной части территории Российской Федерации за период 1978–2005 годов, по сравнению с периодом 1946–1977 годов, произошло заметное увеличение годового стока. Аналогичный вывод сделан и многими другими исследователями (Шикломанов, 1994; Георгиевский и др., 1996; Arnell, 1999; Peterson et al., 2002)

В реках европейской части склона Северного Ледовитого океана этот показатель к настоящему времени увеличился более чем на 30 % (Georgievski et al., 2002). В азиатской части страны значительное увеличение водности (20–40 %) в тот же период времени отмечено на реках, сток которых формируется на восточном склоне Уральских гор (левые притоки Тобола и Иртыша), на значительной части бассейна Лены и в бассейнах рек северо-востока Сибири (бассейны рек Анабар, Оленёк, Яна, Индигирка).

В целом ежегодный приток пресных вод в Северный ледовитый океан повысился на 10–35 % (Водные ресурсы, 2008; Георгиади и др., 2011, Хон, Мохов, 2012). Его общий объем к началу XXI века по сравнению с тридцатыми годами XX века увеличился на 128 км<sup>3</sup> (Bates, et al., 2008).

Несмотря на то что изменение стока рек в большинстве работ связывается специалистами с глобальным потеплением, их конкретные причины могут иметь разную природу. Например, повышение зимнего стока Лены на 25–90 % в разных частях бассейна произошло как вследствие увеличения количества

выпадающего снега, так и в результате оттаивания многолетнемерзлых пород (Berezovskaya et al., 2005).

Следует отметить, что существуют и иные мнения, также основанные на основе анализ результатов многолетних наблюдений. Например, в фундаментальной коллективной монографии «Водные ресурсы России» (2008) содержится вывод об отсутствии значимых трендов годового стока для всех крупнейших рек Арктического бассейна (Обь, Енисей, Лена, Яна, Индигирка, Колыма). Некоторые исследователи полагают, что изменения стока сибирских рек вызваны их регулированием крупными каскадами водохранилищ (Yang et al., 2004a, b).

Но если по поводу наличия устойчивых трендов увеличения речного стока высказываются сомнения, то нельзя отрицать увеличения в последние десятилетия силы и частоты паводковых явлений (Осипов, 2009). Причем эти события отмечаются не только на реках Арктического бассейна, но и на других участках планеты, например на реках Западной Европы, Северного Кавказа, Сибири и Дальнего Востока.

Катастрофичными являются не только экономические и социальные, но и экологические последствия этих событий. Происходит уничтожение фауны и флоры затапливаемых земель, увеличивается заболоченность речных бассейнов, интенсивность эрозионных и других процессов, усложняющих хозяйственную деятельность.

Таким образом, в любом случае все более актуальной становится проблема отвода избытка вод на пиках водности рек, особенно в периоды аномальных паводков. Сейчас она решается в форме организации хотя бы частично контролируемого спуска избытка речных вод в морские бассейны. С экологической точки зрения это также весьма опасно. Опреснение морских акваторий способно вызвать массовую гибель обитающих в них организмов.

Одновременно со значительным увеличением речного стока в одних регионах наблюдается его закономерное сокращение в других, сопровождающееся деградацией водных и наземных экосистем на обширных

участках планеты. По прогнозам, эта тенденция сохранится и в дальнейшем (Сидорова, 2010).

Непредвзятый анализ ситуации закономерно приводит к заключению о том, что катастрофические социально-экономические и экологические последствия глобального потепления, выражающиеся в изменениях количества осадков и речного стока, можно было бы нивелировать на основе организации антирек, отводящих избыток водных ресурсов, возникающий в одних регионах, в регионы, ощущающие постоянно усугубляющийся физический водный дефицит.

Вместе с тем намерение по разработке и реализации подобных проектов сейчас преподносится обществу как желание узкого круга лиц нажать на разбазаривании ресурсов страны, попутно вызвав в ней экологическую катастрофу. Сформировалось мнение односторонней заинтересованности перераспределения речного стока, т. е. его необходимости только странам-реципиентам, испытывающим дефицит воды. Как уже указывалось выше, в действительности это не так. Аномальное повышение речного стока вызывает катастрофические наводнения, и проблема отвода избытка вод весьма актуальна также и для стран, способных играть роль доноров водных ресурсов.

Закономерен вопрос: какой объем вод может быть переброшен по антирекам без нанесения значительного экологического ущерба и как его оценить. Основой управления водоресурсными системами служат водохозяйственные балансы — сопоставление располагаемых водных ресурсов с потребностями в воде. В некоторых случаях в ходе их разработки определяется свободный объем воды, оставшийся в реке, для использования его за пределами рассматриваемой территории (Арсеньев, 2003). В основе лежат водохозяйственные расчеты (ВХР), порядок которых определен нормативными документами. Таким образом, уже существует основа для создания методик определения объемов воды, изъятие которых из одного бассейна для переброски в другой не наносит донору антиреки экологического ущерба, а, напротив, обеспечивает его экологическую безопасность и безопасность

жизнедеятельности проживающего в данном регионе населения. Для обозначения этого объема нами ранее был предложен термин *«мобильные водные ресурсы»* (МВР) (Суздалева, Горюнова, 2014б).

В Российской Федерации определение объема МВР и путей их изъятия могут быть включены в *«Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО)»*, разработка которых предусмотрена статьей 33 ВК РФ. Они включают в себя систематизированные материалы о состоянии водных объектов и об их использовании и являются основой осуществления водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов, расположенных в границах речных бассейнов. СКИОВО устанавливают «водохозяйственные балансы, предназначенные для оценки количества и степени освоения доступных для использования водных ресурсов в границах речных бассейнов и представляющие собой расчеты потребностей водопользователей в водных ресурсах по сравнению с доступными для использования водными ресурсами в границах речных бассейнов, подбассейнов, водохозяйственных участков при различных условиях водности». Цели этой деятельности, помимо прочего, включают «определение основных направлений деятельности по предотвращению негативного воздействия вод». С нашей точки зрения, именно такой деятельностью и является отвод из речного бассейна МВР, объем которого должен определяться в ходе расчета водохозяйственного баланса. Следует обратить внимание, что, по мнению специалистов в области водного хозяйства (Григорьев и др., 2008), СКИОВО является «прогнозом развития водопользования в увязке с перспективами социально-экономического развития». По этой причине устанавливаемые в СКИОВО показатели и параметры должны постоянно корректироваться в соответствии с меняющимися условиями. Следовательно, объем МВР не может устанавливаться в форме какой-то постоянной нормы, а должен рассчитываться для каждого конкретного паводкового периода, исходя из водного, водохозяйственного и водно-энергетического баланса реки-донора.

Обобщенная схема антиреки может быть представлена в виде следующей цепи функционально связанных гидротехнических сооружений (Суздалева, 2015)<sup>37</sup>:

- гидротехнические сооружения (ГТС), осуществляющие функцию первичных накопителей и отвода МВР из донора антиреки;
- промежуточные накопители (депозитарии) МВР, создание которых необходимо для обеспечения бесперебойной (регулярной) подачи воды реципиенту<sup>38</sup>;
- транспортирующие ГТС (каналы, водоводы, дюкеры и т. п.), связывающие донора МВР с их депозитарием и реципиентом;
- распределительные ГТС реципиента, доводящие воду до конечных потребителей (системы питьевого и технического водоснабжения, ирригационные системы и пр.);
- ГТС воднотранспортной инфраструктуры (шлюзы и др.) и сопряженные с антирекой объекты гидроэнергетики.

Очевидно, что строительство подобных гидротехнических систем потребует огромных средств. По этой причине их создание может осуществляться в несколько этапов, каждый из которых преследует свои цели, что и определяет экономическую целесообразность этой деятельности. Так, на ликвидацию последствий недавнего наводнения на р. Амур было затрачено свыше 40 млрд рублей. Судя по тенденциям происходящих климатических изменений, вероятность повторения подобных событий достаточно велика. Возникает вопрос: может быть, затрата существенно меньших средств на строительство водохранилищ-депозитариев МВР, способных хотя бы частично

---

<sup>37</sup> Данная принципиальная схема, отражающая последовательность и назначение объектов, из которых создается антирека, на практике может быть и более сложной (см. раздел. 4.4).

<sup>38</sup> Такие водоемы и связанные с ними ГТС планировались и при разработке проекта переброски стока сибирских рек. Например, для «перерегулирования равномерного режима канала» в сезонный пиковый режим водопотребления планировалось построить Тегизское водохранилище с полезной емкостью до 14 км<sup>3</sup>. Для той же цели предполагалось использовать и Туямуюнское водохранилище полезной емкостью около 5 км<sup>3</sup> (Зиядуллаев и др., 1979).



снизить разрушительный эффект подобных наводнений, экономически оправдана уже сейчас? Данная проблема рассматривается в настоящее время например, но лишь как перспектива строительства каскада Нижнезейских ГЭС (Граматыхинской и Инжанской). Их основное назначение — выработка электроэнергии для продажи в КНР. Но их водохранилища могли бы проектироваться, одновременно предусматривая и функцию накопителей МВР (т. е. участков будущих антирек).

Сопряженность объектов гидроэнергетики с ГТС антирек может носить и иной характер. Например, организация на базе накопителей МВР гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС)<sup>39</sup>. Кинетическая энергия вод на некоторых участках транспортирующих ГТС антирек может быть использована для строительства на них ГЭС. Например, несколько ГЭС функционировало на упоминавшемся ранее All-American Canal. Отдельные участки антирек могут первоначально выполнять функции водных транспортных коммуникаций.

Однако вне зависимости от программы строительства антиреки или ее «сборки» из отдельных фрагментов, несших иные функции, данная работа невозможна без предварительного проведения обширного комплекса исследований. Непременным условием продуктивности этих работ является не только их междисциплинарный характер, но синкретический подход к выбору целей и оценке результатов. Важность данной проблемы требует дополнительных пояснений. *Синкретичность* — это соединение или различных, или даже противоположных взглядов. Например, принятие природоохранными органами и экологической общественностью точки зрения, что управляемое изменение природной среды — значительно лучшее решение

---

<sup>39</sup> Целью работы этих объектов гидроэнергетики является манипулирование количеством энергии, вырабатываемой в крупных энергетических системах. В них периодически (во время снижения энергопотребления) вода насосами поднимается в специальные резервуары (бассейны ГАЭС), расположенные на возвышениях рельефа. В периоды интенсивного энергопотребления (его пиков) вода из них под действием гравитации движется в обратном направлении, проходя через гидроагрегаты, вырабатывающие электроэнергию. Таким образом, во время пиковых нагрузок в энергосистему подается дополнительное количество электроэнергии.

сложившихся проблем, чем ее неуправляемая деградация. Но для этого необходимо поступиться рядом базовых принципов, существующих в сознании людей в форме весьма устойчивых стереотипов мышления (Суздалева, Горюнова, 2015; Суздалева, 2016б). Процесс их разрушения и замена на новые потребует не только времени (которого в условиях наступающего кризиса водопользования катастрофически не хватает), но активных усилий по формированию нового позитивного экологического имиджа антирек (Суздалева, 2016в).

Достаточно часто, без предоставления каких-либо доказательств, утверждается, что межбассейновые переброски воды не имеют перспективы, поскольку пересечение водоразделов делает их экономически неоправданными. Но в современном мире не существует крупных водоразделов (за исключением Антарктиды и Гренландии), через которые не проложены транспортные или транспортирующие коммуникации. Как показывает история развития сети нефте- и газопроводов, если возникает спрос на углеводороды, то прокладываться они могут не только через горные массивы, но и через морские акватории. В ряде случаев уже сейчас аналогичные системы создаются и для транспортировки вод. Например, таким образом осуществляется переброска воды в Гонконг и Сингапур. Как способ преодоления водной блокады Крыма рассматривался проект переброски вод в Северо-Крымский канал из р. Кубань, который по предварительным расчетам, обойдется в 75-100 млрд. руб. Это существенно дороже, чем, например, планируемая прокладка газопроводов по тому же пути (через Керченский пролив) (Суздалева, Горюнова, 2014б).

В России несколько лет назад Правительством г. Москвы был предложен проект по межрегиональному перераспределению стока р. Оби. С этой целью предлагалось прорыть канал длиной 2550 км и шириной 200 м от Ханты-Мансийска до Узбекистана через территорию Казахстана. Целью проекта являлась поставка в Центральную Азию в объеме 27–30 км<sup>3</sup>/год воды, что приблизительно составляет 7 % годового стока р. Оби. Согласно проекту, трасса канала будет проходить по пересеченной местности, что потребует

сооружения восьми насосных станций (Алексеевский, Гладкевич, 2003). По границе Омской области и Казахстана проходит природный водораздел, на границе которого предусматривается организация водохранилища-накопителя, из которого вода будет проходить через линию возвышенностей по подземным тоннелям (Быстрова, 2013). Следует также отметить, что перераспределение стока р. Оби, наблюдающееся увеличение которого, как уже указывалось ранее, приводит к катастрофическим наводнениям, необходимо не только центральноазиатским государствам, но и ряду регионов России. Так, современная версия проекта предусматривает ликвидацию водного дефицита, усиливающегося в Омской, Челябинской и Курганской областях. Проект позволит в одной только России вовлечь в сельскохозяйственный оборот 1,5 млн гектаров плодородных земель, запустить сотни промышленных предприятий и создать тысячи рабочих мест.

### **3.4. ОПРЕСНЕНИЕ МОРСКИХ ВОД**

Под *опреснением морской воды* понимаются способы ее обработки, в результате которой концентрации растворенных в воде солей снижаются до уровня (обычно до 1 г/л), что делает ее пригодной для использования в качестве пресной воды в бытовых и хозяйственных целях (Слесаренко, 1991).

По масштабам опреснение морской воды можно разделить на локальное и промышленное. *Опреснение морской воды в локальных масштабах* проводится с целью обеспечения потребностей в воде относительно небольших, как правило, изолированных групп людей. Примером являются опреснительные установки на морских судах. *Промышленное опреснение морской воды* осуществляется с целью водоснабжения крупного населенного пункта или региона.

К настоящему времени разработано достаточно много различных технологий опреснения, целесообразность применения которых определяется масштабами и характером конкретных задач (Апельцин, Клячко, 1968;

Колодин, 1981; Слесаренко, 1999; Мосин, 2012). Их можно разделить на две категории:

– опреснение воды, сопровождающееся изменением ее агрегатного состояния (дистилляция, замораживание);

– опреснение воды, не требующее изменения ее агрегатного состояния (электродиализ, гиперфльтрация, или обратный осмос, ионный обмен, экстракция воды органическими растворителями, экстракция воды в виде кристаллизационной воды кристаллогидратов, нагрев воды до определенной температуры, сорбция ионов на пористых электродах, биологическое опреснение, основанное на способности некоторых видов водорослей поглощать соли на свету и отдавать их в темноте и др.).

Из всего объема получаемой в мире опресненной воды 96 % приходится на долю дистилляционных опреснительных установок, работающих на традиционных источниках энергии. На протяжении длительного периода дистилляция остается единственным практически значимым способом промышленного опреснения. Его главный недостаток заключается в больших энергозатратах. Поэтому в будущем можно ожидать внедрения в практику и других методов промышленного опреснения. Разрабатываются и новые, более экономичные дистилляционные установки. Так, расход энергии на получение 1 кг пресной воды в одноступенчатом дистилляционном опреснителе составляет около 2400 кдж. Использование технологии многоступенчатой дистилляции позволяет снизить расход энергии на 1 кг пресной воды до 250–300 кдж. Однако создание подобных устройств стоит значительно дороже, а их техническое обслуживание — намного сложнее.

Несмотря на высокие затраты, промышленное опреснение морских вод для решение региональных проблем может быть экономически более выгодным, чем доставка воды по трубопроводам. Например, в Республике Йемен при водопотреблении до 1000 м<sup>3</sup>/сут опреснение морской воды на месте выгоднее, чем подача пресной воды на расстояние, превышающее 40–50 км, а

при водопотреблении 100 000 м<sup>3</sup>/сут — выгоднее, чем подача пресной воды на расстояние более 150–200 км (Аль Мурейш, Фруммин, 2006).

Уже в настоящее время работа промышленных опреснителей используется для получения питьевой и технической воды в таких странах, как Саудовская Аравия, Израиль, Египет, Кипр (Каширин, 2014).

Опреснение морских вод увеличивает объем доступных ресурсов пресной воды. По этой причине дальнейшее развитие данного направления перспективно не только для предотвращения региональных кризисов водопотребления, но является одним из реальных путей недопущения развития глобального кризиса в этой сфере.

Реальный эффект от промышленного опреснения определяется не только объемом вырабатываемой пресной воды, но и результативностью работы подключенной к опреснителям системы водоснабжения, обеспечивающей стабильность социально-экономической и экологической ситуации. На практике — это создание управляемых природно-технических систем, в роли регулятора которых выступает единая система производства и распределения пресной воды.

Опреснение морских вод может быть совмещено с добычей из них ценных элементов. Вместе с тем расширение масштабов этой деятельности необходимо осуществлять с учетом возможных негативных экологических и климатических последствий. Сброс в море отработанных рассолов способен привести к массовой гибели обитающих в них организмов. Крупномасштабная ирригация пустынных районов, сопровождающаяся изменением свойств земной поверхности и приземного слоя атмосферы (альбедо, влажность и др.), на определенном этапе может вызвать нежелательные макроклиматические изменения.

### **3.5. ТРАНСПОРТИРОВКА АЙСБЕРГОВ**

В ледниках Антарктиды, Арктики и Гренландии в форме льда сосредоточено около 85–90 % мировых запасов пресной воды (Михайлов и др.,

2007; Бабина, Островский, 2008). Несмотря на развитие в современном мире кризисных явлений в сфере водопотребления, эти огромные ресурсы воды до сих пор не используются по причине их удаленности от районов, пригодных для жизни людей.

Идея о транспортировке по морю айсбергов из полярных областей в регионы, испытывающие водный дефицит, возникла уже достаточно давно. Анализ предлагаемых способов свидетельствует о принципиальной возможности их реализации для решения региональных проблем в сфере водопотребления. Например, высказывалась мысль об использовании антарктических айсбергов для водоснабжения безводных прибрежных районов Америки, Африки и Австралии (Burt, 1956; Колодин, 1981). При этом их перемещение на значительной части пути должно было осуществляться попутными морскими течениями. Например, для водоснабжения южной части Калифорнии предполагалось отбуксировать антарктический айсберг в южную ветвь Перуанского течения. Затем вдоль американского побережья айсберг будет продвигаться самостоятельно и лишь в районе экватора, когда течение начнет отклоняться от берега на запад, буксир должен переместить его в Северное пассатное течение, движущееся к берегам Калифорнии.

Антарктические айсберги достигают весьма значительных размеров и, даже попадая в относительно теплые воды, способны сохраняться в течение продолжительного времени. Так, в 1951–1953 годах были проведены наблюдения за дрейфом гигантского айсберга длиной 146 км и шириной 40 км (Назаров, 1962). В 1958 году советская антарктическая экспедиция обнаружила громадный айсберг площадью 2700 км<sup>2</sup> и высотой надводной части 40 м (Шильников, 1960). Объем заключенного в нем пресного льда превышал 850 км<sup>3</sup>, т. е. он вмещал в себе количество воды, превышающее годовой сток Енисея или трехлетний сток Волги. В конце 70-х годов XX века у берегов Антарктиды был зафиксирован айсберг, содержащий не менее 900 км<sup>3</sup> воды (Колодин, 1981). Подобные гигантские айсберги образуются относительно редко. Но менее крупные отколовшиеся части антарктических ледников,

способные перемещаться на значительные расстояния, встречаются постоянно и в значительном количестве. Так, в ходе одного исследования только в прилегающей к Антарктиде акватории на площади 2 млн км<sup>2</sup> было зафиксирована 31 тысяча айсбергов с общим объемом льда 4165 км<sup>3</sup> (Горский, 1962; Шильников, 1960).

В Арктике ежегодно образуется около 15 тысяч айсбергов, но большинство их тает в полярных водах (Колодин, 1981), и лишь около 400 наиболее крупных в год айсбергов переносятся Лабрадорским течением на юг, достигая острова Ньюфаундленд. Однако по сравнению с антарктическими, эти айсберги невелики по своим размерам (самые крупные из них имеют объем в несколько десятков миллионов кубометров).

Современные технические средства позволяют организовать буксировку крупных айсбергов. Во второй половине XX века была создана франко-арабийская компания «Айсберг транспорт интернэшнл», которая разрабатывала технологию транспортировки на значительные расстояния (Колодин, 1981). Проект включал поиск айсбергов подходящего размера с помощью искусственных спутников Земли. Затем выбранному объекту придавали нужную форму. Предполагалось, что время буксировки айсберга от Антарктики до Саудовской Аравии составит не менее 7 месяцев. Скорость таяния, особенно в тропических водах, будет сокращать размеры айсберга более чем на 1 метр в сутки, поэтому без защиты айсберг толщиной 250–300 м почти весь растает. Для предотвращения этого его подводные и надводные части было предложено покрывать листами теплоизолирующего материала. Согласно расчетам, за 1 рейс можно было бы доставить более 100 млн м<sup>3</sup> воды. Но ее стоимость была бы довольно высока — 53,7 цента (Faisal, 1977).

Таким образом, этот способ предотвращения водного дефицита имеет определенные перспективы. Но для его практической реализации необходима разработка технологий, позволяющих существенно сократить объем требующихся финансовых затрат.

## IV. ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО РЫНКА РЕСУРСОВ ПРЕСНЫХ ВОД

### 4.1. КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Неравномерность распределения ресурсов пресной воды на планете и возникновение их дефицита в ряде регионов неизбежно приводят к возникновению международных рыночных отношений в данной области. В современной России эта проблема уже нашла отражение в основополагающем документе *«Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 г.»*<sup>40</sup>. Так, в пункте 6 раздела IV «Научно-техническое обеспечение реализации Стратегии» в числе поставленных целей указывается на необходимость определения *«направлений участия страны в формировании водного рынка»*.

Ряд экспертов полагает, что рынок воды будет подобен современному рынку нефти (Проблема..., 2011). Однако между нефтяным и водным рынками существует ряд принципиальных отличий (Суздалева, Горюнова, 2014б):

**1. Доступные ресурсы пресной воды формируются как одна из фаз ее глобального гидрологического цикла.** Их общее количество, так же как и запасов нефтяных месторождений, ограничено (см. раздел 1.1). Но запасы нефти закономерно (контролируемо) сокращаются по мере их добычи. В отличие от этого запасы пресной воды подвержены постоянным флуктуациям. В кратчайшие сроки они могут увеличиваться и сокращаться в результате естественных процессов. Кроме того, может резко меняться характер их динамики (водности речных бассейнов). Данные процессы интенсифицируются в периоды глобальных климатических изменений, один из которых происходит в настоящее время.

---

<sup>40</sup> Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г.



## **2. Наличие воды — это необходимое условие жизни человека.**

Человек, лишенный на несколько дней доступа к нефтепродуктам, будет лишь испытывать некоторые трудности, оставшись на тот же срок без воды — неминуемо погибнет. После прогнозируемого сокращения запасов нефти наступит так называемый *«постнефтяной период»*. Произойдет замена технологий, основанных на сжигании углеводородного топлива, на другие. Аналогичный *«постводный период»* невозможен. Таким образом, формирование водного рынка не может происходить по законам нефтяного рынка, где главным стимулом является финансовая выгода. Иными словами, нефтепровод строится только тогда, когда это выгодно, водопровод должен функционировать постоянно, даже в тех случаях, когда это приносит значительные убытки.

**3. Вода — это основа сельскохозяйственного производства.** Если в предшествующие эпохи основным фактором, определявшим уровень производства зерна, была ограниченность освоенных плодородных земель, то на современном этапе все большее влияние на него во многих регионах оказывает нехватка воды (Данилов-Данильян, Хранович, 2010). Особую важность данный фактор приобрел в Северной и Восточной Африке, а также на Ближнем Востоке.

Это также является веской причиной, по которой водный рынок не может развиваться и функционировать по законам нефтяного. При торговле нефтепродуктами можно приостановить их поставки, например, по причине задержки оплаты. Ограничение доставки воды на объекты сельского хозяйства вызовет гибель урожая и потери в животноводстве. Это повлечет за собой подорожание продуктов питания, а в странах со слаборазвитой экономикой — дестабилизацию социально-политической ситуации или даже массовый голод.

Многие современные специалисты, занимающиеся поиском путей предотвращения мирового кризиса водопотребления, придают большое значение развитию международной торговли *виртуальной водой*. Суть этой концепции, предложенной Дж. А. Аланом (Allan, 1998), состоит в минимизации

водопотребления в регионах, испытывающих дефицит воды, путем импорта ими из стран с достаточным количеством водных ресурсов так называемой *водоемкой продукции*. Под этим термином понимают любые виды продукции (как сельскохозяйственной, так и промышленной), включая электроэнергию, производство которой требует затрат значительных объемов воды. Целесообразность развития данной деятельности обычно обосновывают размерами затрат воды в различных отраслях. Так, производство 1 т азотной кислоты требует 80-180 т (м<sup>3</sup>) пресной воды, хлопчатобумажной ткани — 300 – 1100 т, синтетического волокна — 1000 т, целлюлозы — 200 – 400 т, резины — 2500 т, синтетических тканей — 2000 – 3000 т. (Чернявский, 2011) Еще большее количество воды необходимо для производства энергии. Так, работа ТЭС мощностью 1 млн кВт требует 1 – 1,6 км<sup>3</sup> воды в год, а для работы АЭС той же мощности необходимо 1,6 – 3 км<sup>3</sup>. Однако безвозвратно при работе ТЭС и АЭС используется не более 1/3 этого водного объема.

В качестве аргумента, подтверждающего перспективность развития международной торговли виртуальной водой, также приводят расчеты, свидетельствующие о том, что количество зерна и других продуктов питания, ввозимых в страны Северной Африки и Ближнего Востока, по водоемкости производства эквивалентно годовому стоку р. Нил (Данилов-Данильян, Хранович, 2010). Иными словами, для обеспечения возрастающих с ростом населения потребностей этих стран в продовольствии необходим еще один Нил (виртуальный).

Специалисты, придерживающиеся концепции рынка виртуальной воды, как правило, рассматривают его развитие и как фактор, который должен стимулировать внедрение в странах с дефицитом воды водосберегающих технологий как возможности сокращения затрат на импорт водоемкой продукции.

Вместе с тем по данному вопросу высказываются и иные мнения. Так, Национальная водная комиссия Австралии считает, что создание виртуального рынка воды не имеет принципиального значения в преодолении дефицита

ресурсов пресной воды (Перелет, 2010). Обращает на себя внимание тот факт, что идея замены продажи воды поставками водоемкой продукции находит своих приверженцев в странах, которые рассматривают себя в качестве потенциальных производителей водоемкой продукции и/или ее поставщиков, получающих прибыль. Со стороны стран-потребителей ее импорт, напротив, требует финансовых затрат. По этой причине наибольшую значимость поставки виртуальной воды приобретают в относительно небольших и одновременно достаточно экономически развитых странах. Примером может служить Иордания, ежегодное водопотребление которой составляет приблизительно только 1 км<sup>3</sup>. В то же время, согласно расчетам, это государство импортирует около 6 км<sup>3</sup> виртуальной воды, главным образом в форме ввозимой в нее сельскохозяйственной продукции (Hoekstra, Charagain, 2007).

Предполагается, что к 2025 г. основными экспортерами водоемкой продукции, в качестве основного вида которой рассматривается зерно, будут США, ЕС, Канада, Австралия, Аргентина, на территории которых его выращивание не требует искусственного орошения земель (Лемешев и др., 2011). Основными импортерами станут Китай, Япония, Египет, Индонезия, Южная Корея, Мексика, Иран и, возможно, Индия.

Однако руководство стран, испытывающих дефицит воды, как правило, придерживается несколько иной точки зрения на развитие рынка виртуальной воды. Они готовы получать водоемкую продукцию на льготных условиях, предоставляемых международными организациями, продвигающими данную идею. Но в качестве кардинального направления решения проблем водопотребления они рассматривают подведение воды в кризисные регионы или организацию в них ее производства (промышленное опреснение). Примером может служить Арабская Республика Египет (АРЕ): проблемы дефицита воды в ней типичны для стран с аридным климатом и высокими темпами роста народонаселения. В АРЕ широко практикуется импорт водоемкой продукции, прежде всего зерна. Дотационные цены на хлеб на современном этапе являются в этой стране важнейшим фактором стабилизации

социально-политической ситуации. Вместе с тем основная задача АРЕ в социально-экономическом плане — это освоение пустынных территорий, которое может быть осуществлено только на основе их ирригации. В современном АРЕ пригодной для жизнедеятельности является только 5 % территории, а население страны на протяжении последних десятилетий возросло в несколько раз. Поэтому, несмотря на смену политических режимов, проблема освоения новых территорий всегда оставалась в числе первоочередных задач. Ее острота еще более возросла после попыток пересмотра международных договоренностей по совестному (квотируемому) использованию вод реки Нил странами, через которые она протекает (Смирнова, 2012).

Таким образом, более реальным и перспективным, чем покрытие водного дефицита на основе импорта водоемкой продукции, представляется формирование водного рынка на основе использования гидротехнических систем, позволяющих осуществлять гарантированную доставку пресной воды и увеличивать ее доступные запасы на основе промышленного опреснения морских вод, сопряженных с системами их доставки конечным потребителям. Поскольку подобное решение проблемы водного дефицита подразумевает транспортировку воды на значительные расстояния и системность ее распределения как жизненно необходимого продукта, для обозначения данной концепции развития рынка нами был предложен термин *«системно-трансаквальная»* (Суздалева, Горюнова, 2014б).

Основные положения системно-трансаквальной концепции можно сформулировать в виде нескольких основополагающих принципов:

***1. Проблема мирового кризиса водопотребления может быть реально решена только на основе развития крупномасштабного межбассейнового (межрегионального) перераспределения речного стока, т. е. создания антирек.*** Виртуальный рынок вод следует рассматривать лишь как дополнительное средство решения отдельных аспектов предотвращения водного дефицита. Обосновывая данный принцип, необходимо повторно

затронуть некоторые проблемы, связанные с организацией антирек. Межбассейновое (межрегиональное) перераспределение речного стока — это только идея. С точки зрения анализа экологических последствий более важен характер объектов, которые возникают при ее реализации, и последствия их функционирования. Для обозначения пути, который проходит вода от донора до водопотребителя (включая в него всю совокупность устройств и сооружений, обеспечивающих и регулирующих ток воды), мы, как уже указывалось в главе III, предлагаем использовать термин «антирека». Бесспорно, создание антирек неминуемо вызовет крупномасштабные изменения окружающей среды. Авторы статьи полностью разделяют эти опасения и поддерживают идею перераспределения речного стока только как реальный способ преодоления нарастания катастрофического дефицита воды во многих регионах планеты. Данную проблему необходимо решать незамедлительно. По сути, мы поставлены перед альтернативой. С одной стороны, это социальные и геополитические конфликты, сопровождающиеся многочисленными жертвами. В этой ситуации поиск путей преодоления дефицита воды будет происходить без учета экологических последствий. С другой стороны, это управляемый техногенез гидросферы, позволяющий заблаговременно вырабатывать компромиссные решения на основе экологической оптимизации проектов. Под термином *«экологическая оптимизация»* мы понимаем комплекс мер по повышению позитивных экологических аспектов инженерно-технических систем и снижению негативных (Суздалева и др., 2010/2011).

В гидротехнике под антирекой понимают водоток, в котором вода, благодаря работе технических устройств, движется в обратном направлении (Временные..., 1978). Использование подобной трактовки термина в экологии нецелесообразно, поскольку вносит путаницу в интерпретацию осуществляемой деятельности. Если проект предусматривает временное движение воды в обратном направлении на небольшом участке естественного русла (например, во время забора вод в ирригационную систему) — это

«антирека». Но если передвижение воды в другом направлении и в другое место происходит по каналу — это «отвод вод». Мы рассматриваем в качестве антиреки любое искусственное перемещение потока вод из одной географической точки в другую. В целях удобства совокупного анализа всех видов межбассейновой переброски вод мы считаем целесообразным включить в данную категорию объектов и потоки вод (в том числе и заключенные в трубопроводы), идущие от опреснителей (т. е. перебрасываемые из морских бассейнов). Очевидно, что семантически использование понятия «антирека» для обозначения этих объектов — необоснованно. Но с функциональной точки зрения вполне оправдано: они играют ту же роль, что и другие виды антирек.

**2. Использование в качестве объекта продажи мобильных водных ресурсов.** Еще при проектировании первых систем межбассейновой переброски вод подразумевалось, что они будут осуществляться главным образом на основе перераспределения паводковых вод (Березнер, 1985). Экологическая роль скачков водности существенно отличается в зависимости как от их мощности, так и временной динамики. С природоохранной точки зрения периодическое аномальное увеличение водности (наводнение), так же как и постоянное затопление (подтопление) территории — явления негативные. Но граница между желательным и нежелательным воздействием на окружающую среду флуктуаций гидрологического режима весьма условна. Взгляды на данную проблему у экологов могут существенно отличаться. Для практического решения этой задачи мы предлагаем ввести понятие **«мобильные водные ресурсы» (МВР)**, подразумевая под ними часть стока, которая может быть изъята из донора антиреки с наименьшими негативными экологическими последствиями. Их объем (квотирование) для каждого конкретного донора должен определяться на основе специальных исследований. При оценке квот МВР необходимо учитывать временную динамику водности речных бассейнов, включая тенденции ее изменения, связанные с глобальными климатическими изменениями.

Однако поставки воды в регионы, испытывающие ее дефицит, не должны полностью зависеть от гидрологического режима донора антиреки. Следовательно, в систему межбассейновой переброски необходимо включить водохранилища-накопители МВР. Таким образом, антирека формируется из следующих частей (Суздалева, 2015): 1) донор МВР; 2) накопитель МВР; 3) реципиент МВР; 4) сооружения и технические объекты, используемые для переброски вод (ГТС антиреки); 5) объекты-водопотребители. Примерами объектов-водопотребителей являются системы питьевого и технического водоснабжения, ирригационные системы и пр.

***3. Формирование рынка ресурсов пресной воды, основанного на межбассейновом (межрегиональном) перераспределении вод, порождает возникновение управляемой природно-технической системы (ПТС).***

Напомним, что под управляемой природно-технической системой мы понимаем любую совокупность природных, природно-техногенных и техногенных объектов, состояние и функционирование которых взаимосвязаны и/или взаимозависимы, образуя единую систему (Федоров, Суздалева, 2014а,б)<sup>41</sup>. Основой управляемых систем является «экологический регулятор», т. е. один из элементов данной системы, благодаря работе которого становится возможным обеспечение экологических условий, благоприятных для всех остальных элементов данной системы. В субъективном аспекте управляемая ПТС представлена совокупностью физических и юридических лиц, обозначаемых термином «стейкхолдеры». Антирека во всех случаях является экологическим регулятором ПТС. Ее стейкхолдерами являются все субъекты, либо испытывающие ее воздействие, либо сами способные повлиять на ее работу. Значительная часть стейкхолдеров совмещает эти свойства. Крупные водопотребители, с одной стороны, зависят от режима переброски вод, с другой стороны, их требования во многом определяют этот режим.

---

<sup>41</sup> Более детально структурно-функциональная организация управляемых ПТС, формирующихся на основе водохозяйственных систем, рассматривается в разделе 2.5.

Состав стейкхолдеров управляемой ПТС, формирующейся на базе антиреки, крайне разнообразен. К ним следует отнести не только объекты бытового и промышленного водопотребления, но и природные объекты, состояние которых зависит от искусственного обводнения территории или иных гидромелиоративных мероприятий.

В контексте системно-трансактивной концепции формирования водного рынка данный принцип следует понимать и как необходимость системного подхода к проектированию и эксплуатации антирек. На практике выполнение данной задачи включает: 1) идентификацию всех водопользователей (стейкхолдеров ПТС)<sup>42</sup>; 2) определение характера функционального взаимодействия стейкхолдеров (в т. ч. возможности возникновения нежелательных конфликтов при дефиците поставляемых антирекой вод); 3) оптимизацию режима работы антиреки с целью удовлетворения потребностей всех стейкхолдеров.

Системный подход к созданию антиреки подразумевает идентификацию и учет интересов стейкхолдеров, использующих водные ресурсы не только реципиента антиреки, но и ее донора, которые могут быть двоякого рода. Во-первых, это дефицит воды, обусловленный чрезмерным объемом изымаемых вод. Подобные явления должны быть полностью исключены на основе квотирования объемов МВР. Во-вторых, это защита объектов (в том числе и природных) в регионе донора антиреки от вредного воздействия вод при аномальном увеличении водности речных систем. Развитие парникового эффекта сопровождается постоянным увеличением частоты и силы наводнений (Осипов, 1995). Эти явления приносят не только экономический, но и экологический ущерб, причем последний в ряде случаев невосполним. Например, процесс заболачивания участков леса после затопления или подтопления может принять необратимый характер. Мероприятия,

---

<sup>42</sup> При этом следует помнить, что практически у любого участка природной среды существует физическое или юридическое лицо, отвечающее за его состояние или контролирующее его. В структуре ПТС это лицо следует рассматривать как одного из стейкхолдеров.



непосредственно направленные на защиту объектов от вредного воздействия вод, также обходятся весьма дорого. Вместе с тем эта проблема может быть решена и отводом избытка вод в реципиентную часть антиреки, с последующей ее продажей и получением финансовой выгоды. Так, на Саяно-Шушенской гидроэлектростанции в 2000-х годах из-за увеличения водности р. Енисей возникла угроза разрушения плотины. Если бы это произошло, «волна прорыва» вызвала бы крупномасштабную катастрофу. Для повышения пропускной способности плотины в спешном порядке с большими финансовыми затратами был построен дополнительный береговой водосброс. Но эта задача могла бы быть решена и отводом избытка вод из водохранилища ГЭС.

Идеи отвода именно паводковых вод и лежали в основе отвергнутого проекта переброски части стока сибирских рек. С маркетинговой точки зрения в современных условиях подобный подход, помимо прочего, представляет интерес как новый сектор экологического страхования и рынка услуг по защите объектов от воздействия чрезвычайных ситуаций природного характера.

***4. Экологическое сопровождение формирования водного рынка на всех основных этапах его жизненного цикла.*** На практике возникновение водного рынка всегда начинается с создания системы гидротехнических сооружений, предназначенных для транспортировки воды. Согласно требованиям российских и международных стандартов, их воздействие на окружающую среду, как и любых других технических объектов, должно осуществляться на всех основных этапах их жизненного цикла. Следует подчеркнуть, что данный принцип в полной мере может быть реализован только в рамках системно-трансактивной концепции, рассматривающей в качестве основы развития водного маркетинга становление управляемых ПТС. Это позволяет в полной мере учитывать экологические и социально-экологические интересы всех заинтересованных сторон, а не только непосредственных участников рынка. В качестве основных этапов жизненного цикла ПТС, лежащей в основе водного рынка, мы рассматриваем:

– этап разработки прединвестиционной документации. Основными задачами на этой стадии являются определение наиболее экологически безопасного способа преодоления дефицита воды и идентификация состава стейкхолдеров и характер их потребности в водных ресурсах;

– этап разработки предпроектной документации, на котором определяется состав основных компонентов планируемой антиреки, оцениваются потенциальные экологические угрозы их функционирования с учетом интересов всех основных групп стейкхолдеров;

– этап разработки проектной документации подразумевает конкретизацию технических решений и, следовательно, возможность уточнения их экологических и социальных рисков. На этом этапе необходима разработка схемы ПТС и урегулирование взаимоотношений со всеми входящими в нее стейкхолдерами;

– этапы строительства и эксплуатации антиреки должны сопровождаться осуществлением комплексного эколого-социального мониторинга, программа которого разработана не по классической схеме (отслеживание воздействий на основные компоненты природной среды), а на основе учета соблюдения прав и потребностей различных групп стейкхолдеров. Компоненты природной среды (точнее, органы власти, ответственные за их состояние) рассматриваются как одна из групп стейкхолдеров;

– этап ликвидации (реконструкции) антиреки должен осуществляться не в форме распоряжения об останове транспортировки вод на основе изменения маркетинговых или иных условий<sup>43</sup>, а по специально разработанному проекту, учитывающему экологические и эколого-социальные потребности всех групп стейкхолдеров.

Многие аспекты этой деятельности регламентированы российскими законами и международными экологическими стандартами. Например,

---

<sup>43</sup> Например, о нецелесообразности продолжения транспортировки вод по данному пути в связи с организацией другой антиреки, функционирование которой более выгодно с экономической или геополитической точки зрения.

стандарты МФК (Руководства..., 2012) требуют учета на всех этапах планирования деятельности учета интересов стейкхолдеров в форме оценки используемых ими так называемых экосистемных услуг, т. е. их различных потребностей, связанных с использованием окружающей среды. Таким образом, основная задача в реализации данного принципа состоит в компоновке уже существующих природоохранных и иных требований на основе предлагаемого системно-трансактивной концепцией системного подхода с учетом структурно-функциональной организации природно-технической системы антропогенных, служащей основой формирующегося рынка ресурсов пресной воды.

Сравнительный анализ рассмотренных концепций развития международного рынка пресной воды представлен в таблице 4.1.

Следует обратить внимание на то, что целесообразность крупномасштабной межрегиональной транспортировки вод для покрытия их дефицита подвергается сомнению в научных кругах, в то время как такие системы уже давно функционируют. Примером может служить уже упоминавшийся All-American Canal — крупномасштабная многофункциональная ирригационно-гидроэнергетическая система, созданная в 1928–1942 гг. По ней отводится 90 % стока р. Колорадо (Калифорния).

По данным Международного комитета по ирригации и дренажу, в настоящее время функционирует еще 219 таких систем с объемом межбассейновой переброски вод 597 км<sup>3</sup>/год (Петраков, 2013). Помимо этого, в различных странах разработано 79 подобных проектов с общим объемом межбассейновой переброски вод 1089 км<sup>3</sup>/год. Наиболее крупномасштабные проекты в этой области на данном этапе начинают осуществляться в Китае (Литуев, 2008а).

Таблица 4.1

**Основные концепции прогнозируемого развития рынка  
ресурсов пресной воды**

<b>Характеристики</b>	<b>Концепции рынка ресурсов пресной воды</b>		
	<i>Аналог нефтяного рынка</i>	<i>Виртуальный рынок воды</i>	<i>Системно- трансактивный рынок</i>
<b>Основной рыночный продукт</b>	Вода	Водоемкая продукция	Управляемая ПТС на основе межбассейновой переброски вод
<b>Производственная основа</b>	Изъятие воды из водных объектов, ее транспортиров ка	Изготовление водоемкой продукции	Отвод мобильных запасов водных ресурсов и их транспортировка
<b>Организационная основа</b>	Купля — продажа воды	Купля — продажа водоемкой продукции	Объединение всех участников процесса водопользования в единую управляемую ПТС
<b>Основной способ решения экологических проблем</b>	Экологическое обоснование проектов и контроль за эксплуатацией ГТС	Водосбережение	Создание управляемых ПТС
<b>Ожидаемый результат</b>	Удовлетворени е региональных потребностей в пресной воде	Создание условий для экономного водопользования	Формирование механизма управления экологической и экономической ситуацией
<b>Конечные цели</b>	Получение финансовой выгоды от продажи воды	1. Получение финансовой выгоды от продажи водоемкой продукции. 2. Экологическая оптимизация водопользования	1. Получение финансовой выгоды от продажи воды. 2. Управление экологической ситуацией и защита территорий от ЧС гидрометеорологиче ского характера

Таким образом, наметился разрыв между принимаемой научным сообществом теоретической базой, разрабатываемой для преодоления дефицита водных ресурсов, и методами реализации данной цели на практике. В то время как в научной литературе обосновывается главным образом целесообразность развития виртуального рынка воды, возникший в ряде регионов водный дефицит покрывается путем транспортировки вод (включая в это понятие и транспортировку воды из морских бассейнов после ее переработки на промышленных опреснителях).

Подобное расхождение теории и практики ведет к тому, что анализ экологических проблем неминуемо приобретает зависимый, а зачастую даже формальный характер. Вместо всестороннего изначального анализа экологической допустимости данного пути межбассейнового (межрегионального) перераспределения вод, основанного на сравнительном изучении возможных способов решения этой задачи и их прогнозируемых последствий, в лучшем случае разрабатывается эколого-правовое обоснование уже существующего проекта гидротехнической системы, предназначенной для выполнения данной цели. По сути, экологическая общественность ставится перед уже свершившимся фактом. В этот момент на высшем уровне в силу геополитических и/или экономических причин данное решение уже одобрено, финансовые средства на разработку проекта затрачены. Запоздалая критика в большинстве случаев носит неконструктивный характер. Добиваясь запрета межрегионального перераспределения речного стока, экологи, как правило, не предлагают другого реального способа удовлетворить водный дефицит. Поэтому в случае их успеха накопившиеся проблемы через какое-то время достигают критического уровня и начинают решаться в виде борьбы с чрезвычайными ситуациями. Такой сценарий развития событий уже не предполагает учета негативных воздействий на окружающую среду.

Высказывая подобные суждения, авторы статьи хотят подчеркнуть, что отнюдь не являются сторонниками технократического решения проблем использования водных ресурсов. Напротив, мы считаем, что обеспечение

экологической безопасности в данной области является приоритетной задачей. Но реально это может быть достигнуто, если предложения экологов будут выражаться в оптимизации решения задач, порожденных путем, по которому идет развитие цивилизации. Противодействие им или попытки их подмены деятельностью, неспособной обеспечить необходимые результаты (к ним мы относим и идею главенства виртуального рынка воды), в конечном счете приведут только к ухудшению экологической ситуации.

## **4.2. ВОДНАЯ ГЕОПОЛИТИКА**

Под *геополитикой* понимают направление политической мысли или концепцию, касающуюся проблем контроля над территориями, закономерностей распределения и перераспределения сфер влияния различных государств и межгосударственных объединений (Дергачев, 2004). Как показывает практика, важнейшим фактором формирования международного рынка ресурсов пресной воды является геополитическая ситуация. Торговые отношения, формирующие рынок воды, возникают на фоне общего характера взаимоотношений между странами, распределения «зон их национальных интересов». В свою очередь, необходимость импорта водных ресурсов (включая и водоемкую продукцию) может существенно усилить зависимость страны от государства-экспортера не только в области экономики, но и политики. По этой причине развитие международного водного рынка в том или ином направлении способно повлечь за собой изменение геополитической карты мира.

Возможность управления жизненно необходимыми водными ресурсами издавна являлась мощным инструментом политического влияния. Так, еще в 1503 году Леонардо да Винчи в содружестве с Никколо Макиавелли, которого по праву можно считать одним из основоположников современной политологии, разработал технический проект отвода русла реки Арно от города

Пизы в качестве эффективного способа воздействия на население этого города, находившегося в конфликтных отношениях с Флоренцией (Валентини и др., 2004).

В условиях назревающих как региональных, так и мирового кризиса водопотребления геополитическая значимость манипуляций в сфере торговли водными ресурсами резко возрастает (Каширин, 2014). В более широком смысле эту деятельность, включив в нее все формы политического влияния, связанные с возможностью одних стран целенаправленно изменять количество, качество и доступность потребляемых водных ресурсов в других странах, можно обозначить термином *«водная геополитика»*.

Рассмотрим процессы формирования водной геополитики на конкретных примерах. На современном этапе уже существует ряд государств, основная часть водных ресурсов в которые поступает из соседних стран, например: Кувейт (100 %), Туркменистан (97,1 %), Египет (96,9 %), Мавритания (96,5 %), Венгрия (94,2 %), Молдавия (91,4 %), Бангладеш (91,3 %), Нигер (89,6 %), Нидерланды (87,9 %) (Клапцов, 2012). Благополучие многих других государств также во многом зависит от притока воды с территории других стран.

Очевидно, что государства, способные повлиять на условия договоренностей в области купли-продажи водных ресурсов между другими, пусть даже географически удаленными от них странами, могут активно использовать этот фактор для реализации своих геополитических целей. В настоящее время кризисными явлениями и конфликтными ситуациями в сферах водопотребления и гидроэнергетики, возникающими в странах Центральной Азии (в особенности Узбекистане, Таджикистане, Казахстане и Киргизии), все активнее интересуются США, ЕС и Китай (Гусейнов, Гончаренко, 2010; Бакас Уулу, Смагулов, 2011). Так, относительно недавно сенат США предложил изменить стратегию внешней политики по вопросам использования водных ресурсов в Центральной Азии, разработав единый механизм управления ими (Быстрова, 2013). Особый интерес проявляется к строительству крупных гидротехнических сооружений, способных контролировать сток

трансграничных рек Сырдарьи и Амударьи. Также сенат США назвал проект строительства Рогунской ГЭС «своевременным», но в то же время отметил, что его позиция по отношению к данному проекту зависит от решения руководства Таджикистана относительно военного присутствия России в этой стране после 2014 года<sup>44</sup>.

Еще большее геополитическое значение приобретают государства, непосредственно контролирующие поступление водных ресурсов в страны, испытывающие их дефицит. Согласно прогнозам специалистов, к 2050 году в мире останутся лишь три-четыре страны, которые не будут испытывать острой нехватки ресурсов пресной воды. В их числе будет и Россия, которая, находясь в окружении гораздо менее обеспеченных водой государств, должна уже на данном этапе готовиться отстаивать свои права и интересы на основании долгосрочных взаимовыгодных международных соглашений. Сейчас у нас еще есть время, которое необходимо использовать, активно участвуя в формировании международного законодательства в сфере водопользования, лоббируя свои интересы в этой области (Каширин, 2014). В этой связи необходимо подчеркнуть, что в США уже достаточно давно ведутся масштабные исследования проблемы глобального водного кризиса на государственном уровне. В ЮНЕСКО обсуждается предложение об учреждении Центра по науке о воде и гидрополитике при Стокгольмском университете (Швеция).

Следует отметить, что в современной научной литературе для обозначения направления политической мысли и деятельности, связанной с использованием водных ресурсов, вместо термина «водная геополитика» чаще используются термины «гидрополитика» и «водная политика» (Литуев, 2008б; Белозеров, 2009; Чернявский, 2011; Куденева, 2013; Каширин, 2014). Вместе с тем, по мнению авторов монографии, для описания проблем водопотребления

---

<sup>44</sup> В настоящее время срок соглашения о нахождении российской военной базы в Таджикистане, заканчивавшийся в 2014 году, был продлен, согласно договору Москвы и Душанбе, еще на 30 лет.



данные понятия необходимо четко разграничить. Основной задачей водной геополитики является установление контроля за распределением запасов пресной воды (собственных, трансграничных или даже зарубежных<sup>45</sup>) с целью расширения и укрепления внешнеполитического значения страны. В отличие от этого *водная политика (гидрополитика)*<sup>46</sup> — это общая стратегия властных органов по решению как межгосударственных, так и внутригосударственных проблем в этой области. Например, приоритетом государственной водной политики может являться пропаганда повсеместного внедрения водосберегающих технологий или консолидация усилий по предотвращению загрязнения водных объектов.

В водной геополитике можно выделить два основных направления, которые можно обозначить как *ресурсная водная геополитика* и *технологическая водная геополитика*.

*Ресурсная водная геополитика* — это непосредственное использование самого факта контроля над водными ресурсами как инструмента своего политического влияния. Ее направления весьма разнообразны и определяются несколькими факторами. Наиболее часто это проявляется в возможности одних стран влиять на количество (а иногда и качество) доступных водных ресурсов в других.

Государства, поставляющие воду или водоемкую продукцию, также всегда могут использовать данное обстоятельство для экономического и политического давления на страны, в которые они их поставляют (Данилов-Данильян, Лосев, 2006). Даже кратковременный водный стресс существенно ухудшает условия жизни населения и в кратчайшие сроки способен вызвать

---

<sup>45</sup> Например, это создание новой схемы перемещения водных ресурсов между двумя странами на основе строительства предназначенной для этого гидротехнической системы третьей страной.

<sup>46</sup> Использование термина «гидрополитика» как синонима водной геополитики, помимо прочего, искажает вкладываемый в это понятие смысл. Использование водных ресурсов в сфере геополитики преследует цель расширения (укрепления) влияния одного государства на другие государства или их группы как на территориально-политические образования (так называемые географические объекты). По этой причине замена частицы «гео-» на частицу «гидро-» в термине «геополитика» представляется нецелесообразной.

ухудшение социально-политической ситуации. По этой причине перекрытие источников водоснабжения с древних времен считалось проверенным и эффективным способом борьбы с противником в ходе военных конфликтов. С этой целью возводились специальные плотины, перегораживающие реки и отводящие их сток. Подобные попытки достаточно часто отмечаются и в современном мире. Например, этот фактор в виде прекращения подачи воды по Северокрымскому каналу использовался Украиной при присоединении Крыма к Российской Федерации (Суздалева, 2015). Почти при каждом обострении отношений между Грузией и Южной Осетией грузинская сторона ограничивала подачу воды в Цхинвал (Белозеров, 2009).

Ресурсная водная геополитика почти всегда в той или иной степени проявляется в ходе совместного использования разными странами ресурсов трансграничных водных объектов. Например, страны, расположенные ниже по течению, нередко начинают испытывать водный дефицит из-за увеличения водопотребления в верхней части речного бассейна (Данилов-Данильян, Лосев, 2006; Данилов-Данильян, 2009; Коротыш, Жерелина, 2019). В современном мире примерами таких рек могут служить Нил, Конго, Ла-Плата, Ганг, а также практически все крупные реки Центральной Азии.

Аналогичные проблемы существуют и во взаимоотношениях Российской Федерации с некоторыми странами (например, с Китаем и Азербайджаном) (Комаров и др., 2008; Чернявский, 2011; Симонов, 2010). Так, еще в 1997 году в Китайской Народной Республике (КНР) были начаты работы по переброске части стока р. Черный Иртыш (притока р. Иртыш) в безводные районы на своей территории для создания на них орошаемого земледелия. По мнению российских специалистов, реализация данного проекта неизбежно приведет к значительному сокращению поступления воды в восточную и центральную области Казахстана, угроза водного дефицита затронет города Усть-Каменогорск, Семипалатинск, Павлодар, снизится объем вод, перебрасываемый каналом Иртыш – Караганда, а уровень Иртыша в районе российского Омска может понизиться на 60 см, что неминуемо ухудшит условия

функционирования водохозяйственного комплекса Омской области. Усилия по регулированию этих вопросов продолжаются уже много лет и используются как инструмент взаимного политического давления.

К числу сложных проблем ресурсной водной геополитики относится и межгосударственное распределение стока р. Самур. На 96 % он формируется в России, а водные ресурсы используются преимущественно Азербайджаном. В то же время южные районы Дагестана, куда можно было бы направить часть стока этой реки, испытывают дефицит воды. Но подобный несогласованный шаг создал бы угрозу водного кризиса в Азербайджане и, несомненно, вызвал бы ухудшение отношений с Российской Федерацией.

До сих пор большинство подобных споров удавалось разрешить на основе дипломатических соглашений между заинтересованными сторонами. Фундамент для них был заложен так называемыми *Хельсинкскими правилами*<sup>47</sup>, разработанными еще в 1966 году (Голицын, 2007; Краснова, 2015). Примером может являться Протокол Сообщества по вопросам развития стран Юга Африки (САДК) о создании единых систем водотоков. Значительные усилия предпринимаются по урегулированию проблем, связанных с использованием трансграничных водных ресурсов в Центрально-Азиатском регионе (Боришполец, 2011; Центральная Азия . . . ., 2015).

Вместе с тем при изменениях политической конъюнктуры у многих государств нередко возникают требования о пересмотре ранее достигнутых договоренностей, желание изменить их в свою пользу (Белозеров, 2009). Например, в начале XX века министр юстиции США Хармон в качестве акции

---

<sup>47</sup> Их официальное название «Правила пользования водами международных рек». Впоследствии на их основе был разработан еще ряд международных документов. Одним из последних является вступившая в силу 17 августа 2014 г. *Конвенция ООН о праве несудоходных видов использования международных водотоков*. В ней закреплены основные принципы межгосударственного водопользования, включая принцип справедливого и разумного использования и участия, принцип ненанесения значительного ущерба, принципы сотрудничества, обмена данными и информацией, а также принцип доступа к правосудию любых граждан и организаций в стране, которая причинила трансграничный ущерб. В Конвенции также содержатся экологические требования: все прибрежные государства обязаны защищать и сохранять экосистемы международных водотоков.

давления на Мексику (в преддверии заключения конвенции об использовании реки Рио-Гранде) выдвинул известную доктрину абсолютного суверенитета. Суть ее заключается в присвоении более могущественным государством права осуществлять любые манипуляции с водой на своей территории, без учета последствий для сопредельной стороны. Подобный взгляд на решение проблемы в области водной геополитики в дальнейшем получил название *«доктрины Хармона»*.

Очевидно, что подобный подход непродуктивен, но желание получить односторонние преимущества, имея возможность контролировать речной сток, появляются у многих государств. Например, регион Центральной Азии включает как богатые водными ресурсами страны (Таджикистан и Киргизия), так и зависимые от них в плане поступления воды Узбекистан, Туркменистан и Казахстан (Боришполец, 2011; Центральная Азия ....., 2015). Киргизия контролирует бассейн реки Сырдарьи, Таджикистан — Амударьи. Каждая из этих стран использует для собственных нужд менее 10 % речного стока и стремится получить существенные материальные компенсации со стороны стран, расположенных в нижних частях бассейнов этих рек, прежде всего Узбекистана и Казахстана. Проблема осложняется тем, что в предшествующий период все эти страны входили в состав СССР, имевшего единые экономические и политические цели. По этой причине гидроэнергоузлы Киргизии и Таджикистана, регулирующие сток рек Сырдарьи и Амударьи, изначально были ориентированы на контролируемое водоснабжение сельского хозяйства регионов, входящих в состав централизованного управляемого единого государственного образования — СССР. Но после его распада эти уже суверенные государства стали обладать действенным инструментом влияния. Однако попытки его использования Киргизией и Таджикистаном с целью получения односторонних экономических или политических выгод провоцируют напряженность в межгосударственных отношениях (Валентини и др., 2004). Данная проблема усугубляется тем, что к настоящему времени в хозяйственный оборот центральноазиатских государств уже включено до 90 %

водных ресурсов, которыми они располагают. Учитывая естественные гидрометеорологические флуктуации и рост водопотребления, связанный с ростом населения этих стран, даже достижение межгосударственных договоренностей о регулируемом трансграничном распределении стока рек Сырдарьи и Амударьи не сможет надежно стабилизировать региональные водохозяйственный и водоэнергетический балансы. Более того, по наблюдающимся гидроклиматическим тенденциям водные ресурсы в Центральной Азии в ближайшие годы будут сокращаться. Сохранение современного уровня годового потребления воды в размере 5-6 тысяч литров на человека на основе использования только региональных ресурсов превратится в невыполнимую задачу. Единственным решением проблемы является создание гидротехнических систем (антирек) для транспортировки «мобильных водных ресурсов» из других речных бассейнов. Наиболее вероятными их донорами будут являться крупные реки Российской Федерации. Но эта деятельность уже лежит в сфере технологической водной геополитики, которую мы рассмотрим отдельно.

Возникновение физического водного дефицита при совместном использовании водных бассейнов обуславливает серьезные проблемы в сфере гидроэнергетики. Примером может служить нарастающий дефицит электроэнергии в Таджикистане и Киргизии, приведший к серьезному кризису зимой 2007–2008 годов (Петров, 2009). Решение этой проблемы на основе строительства новых ГЭС осложняется протестами других стран Центрально-Азиатского региона (прежде всего, Узбекистана), в которых реализация подобных проектов приведет к значительному сокращению количества доступных водных ресурсов. В этой связи следует отметить, что из 145 заключенных к началу XXI века межгосударственных договоров о трансграничных водных ресурсах только 37 % касаются использования воды, а 39 % – регулируют отношения в сфере гидроэнергетики (Литуев, 2008а). Еще 9 % касаются совместных усилий по предотвращению наводнений, 6 % —

промышленного использования воды, по 4 % — вопросов судоходства и загрязнения, 1 % — рыболовства.

К области ресурсной водной геополитики следует отнести и желание некоторых стран военным путем установить контроль над водными объектами — источниками водоснабжения, принадлежащими другим государствам. Еще более обширную почву для водных конфликтов («войн за воду») создают многочисленные случаи споров по поводу совместного владения такими водными объектами. Более 90 % населения Земли проживает в странах с водными бассейнами, пересекающими государственные границы (Sadoff, Grey, 2005). На долю этих 263 международных водных бассейнов приходится более 50 % площади мировой суши и 40 % запасов пресной воды (ФАО..., 2012). Рост отбора воды, прежде всего на нужды сельского хозяйства, из этих источников в ряде случаев создает напряженность в межгосударственных отношениях.

**Технологическая водная геополитика** — это способность государств укреплять свое влияние, предотвращая кризисные явления в сфере водопотребления других стран на основе строительства гидротехнических сооружений и систем. Прежде всего, это касается ликвидации случаев так называемого инфраструктурного водного дефицита, который может быть преодолен путем строительства водохранилищ, ирригационных систем и т. п.

К современным средствам технологической водной геополитики также можно отнести создание систем по межбассейновому (межрегиональному) перераспределению речного стока и строительство промышленных опреснителей на территории других стран. Государства, организации которых способны реализовывать подобные проекты, усиливают свое экономическое и политическое влияние на страны, в которых эта деятельность собственными силами осуществлена быть не может или это экономически невыгодно.

Усилия по реализации планов как в области ресурсной, так и технологической водной геополитики могут быть объединены и осуществлены наиболее бесконфликтными способами в рамках развития международного рынка водных ресурсов по описанной в разделе 4.1 системно-трансактивной

модели. Именно этот путь открывает реальную возможность разрешить мировой кризис водопотребления, а в долгосрочной перспективе — обеспечить устойчивое развитие человечества. Еще в середине XIX века известный русский ученый Л.И. Мечников (2013), заложивший основы современной геополитики, указывал, что наличие значительного количества водных ресурсов не является достаточной причиной для экономического развития страны. Для этого необходимо создание систем их рационального использования, позволяющих, с одной стороны, осваивать на основе искусственного орошения ранее не используемые земли и удовлетворять увеличивающуюся с ростом населения потребность в пищевых продуктах. С другой стороны, применять все возможные средства, чтобы эти же системы при продуманной организации не приводили к возникновению очагов инфекционных заболеваний в точках доставки воды. На основании многочисленных примеров, приведенных в этой работе, можно сделать заключение: доставка странам-реципиентам дополнительных ресурсов пресной воды даст устойчивый позитивный результат только в том случае, если эта деятельность будет заключаться не в простой транспортировке воды из одного участка планеты в другой, а в *формировании в регионе ее потребления управляемой природно-технической системы*.

Поэтому еще раз необходимо подчеркнуть, что реализация системно-трансактивной модели развития международного рынка на основе использования избыточного стока ряда российских рек не следует рассматривать как их распродажу с единственной целью укрепления ее геополитического влияния. Так, описанный выше возможный сценарий возникновения регионального кризиса водопотребления в Центрально-Азиатском регионе может дестабилизировать социально-политическую, экономическую<sup>48</sup> и экологическую ситуацию и на территории РФ. Опустынивание значительных участков, ранее использовавшихся для

---

<sup>48</sup> Например, в результате массовой миграции населения, утраты сложившейся системы экономических и политических связей (распад ЕврАзЭС и ШОС и т. п.).

поливного земледелия, значимо скажется на характере атмосферной циркуляции над российскими территориями.

Вот почему недавно состоявшееся повторное рассмотрение вопроса переброски «избыточных и паводковых вод сибирских рек для вовлечения в хозяйственный оборот пригодных для орошения земель России (на юге Западной Сибири) и Средней Азии» стоит рассматривать как попытку решения весьма актуальной проблемы (Быстрова, 2013). С геополитической точки зрения реализация этого проекта необходима как минимум по двум причинам:

1. В случае его воплощения в жизнь Россия значительно укрепит свои экономические и политические позиции в государствах Центрально-Азиатского региона. Кроме того, улучшение водообеспеченности входящих в него государств заблаговременно предотвратит образование потоков беженцев в Россию в случае возникновения кризиса водопотребления, вероятность которого в данном регионе достаточно высока. Следует обратить внимание на то, что нехватка водных ресурсов в Центрально-Азиатском регионе привлекла повышенное внимание на Западе. Так, Всемирный банк реконструкции и развития уже выделил деньги на изучение возможности переброски воды из индийской реки Ганг в Центральную Азию. Если такого рода проект будет осуществлен, Россия в значительной мере утратит свое геополитическое влияние в этом регионе. Одновременно произойдет резкое укрепление позиций США и ЕС.

2. В отличие от США и ЕС Россия находится в непосредственной близости к Центрально-Азиатскому региону. Длительное общее историческое прошлое с рядом входящих в него стран сформировало общность экономических интересов и культурных связей. Россия сохраняет здесь важные военно-стратегические интересы, располагая военными частями или базами в большинстве стран региона. По этим причинам она несет риски принятия на себя последствий практически любых кризисов в этом регионе. Реализация проекта сможет предотвратить многие из них. Так, комплекс острых проблем возникнет, когда Афганистан после изнурительных войн вернется к



нормальной жизни и его сельскому хозяйству и промышленности потребуется много воды, источником которой будет р. Амударья. По международным соглашениям допускается отвод для своих нужд до половины всего речного стока реки, протекающей по территории той или иной страны. В связи с этим в Японии уже разрабатывают проект по отводу из Амударьи 10 км<sup>3</sup> воды в год для нужд развивающегося Афганистана. Если данный проект будет реализован, запасы пресной воды для Узбекистана могут сократиться в два раза. Это значит, что жителей этой страны ждёт очередная экологическая катастрофа. В последние десятилетия в Узбекистане из-за нехватки воды 150 тысяч человек были вынуждены сменить место жительства. Ситуация усугубляется тем, что на территории Китая уже прокладывается канал для отвода воды из Иртыша для нужд Синьцзян-Уйгурского автономного района. Главными «жертвами» китайского проекта станут Казахстан и Россия, по территории которых протекает Иртыш. Таким образом, может сложиться такая ситуация, что реализация проекта по переброске стока сибирских рек на юг станет неизбежной. Промедление создаст условия для дестабилизации социально-политической ситуации в обширном регионе, включая территории юго-востока России.

Необходимо отметить, что авторы монографии, обсуждая способы мобилизационной стратегии развития водопотребления, в т. ч. перспективность организации антирек, имеют в виду не только транспортировку избыточных вод («мобильных водных ресурсов») из России за ее пределы. Более важным является достижение ведущих позиций в этом сегменте международного рынка, рассматривая эту деятельность как технологическую водную геополитику. Вспомним, какую роль играло в укреплении позиции СССР на международной арене строительство ГЭС в странах Азии и Африки. В настоящее время одной из наиболее конкурентоспособных отраслей стала атомная энергетика. Выход на передовые позиции в таких сегментах рынка, как реализация проектов межбассейнового (межрегионального) перераспределения речного стока и систем промышленного опреснения морских вод с созданием соответствующей

инфраструктуры на территориях других стран, несомненно, усилит геополитическое значение России. Напротив, отказ от развития этой сферы по причине ложного представления о путях решения глобальных экологических проблем существенно его ослабит. Подобный вывод согласуется и с положениями государственного документа «Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 г.». Во введении к нему (раздел I) указывается, что Стратегия также определяет направления деятельности «по формированию и реализации конкурентных преимуществ Российской Федерации в водоресурсной сфере». Кроме того, в перечне «реализации системы мер, направленных на усиление роли Российской Федерации в деятельности международных организаций, занимающихся проблемами водопользования» (раздел IV, п. 4), указано, что эти меры, помимо прочего, включают в себя: «поддержку проектов по созданию водохозяйственных объектов в государствах с дефицитом водных ресурсов путем предоставления целевых займов и грантов, консультаций ведущих специалистов в области гидрологии, гидрогеологии, гидроэнергетики, реализации программ технической поддержки и проведения научных исследований» и «обеспечение государственной поддержки продвижения российских производителей на международных рынках водохозяйственных услуг».

### **4.3. Водная дипломатия**

*Водная дипломатия* — это область межгосударственных отношений, направленная на урегулирование проблем, возникающих между разными странами в процессе совместного использования водных ресурсов (Джамалов, Хасиев, 2011). Ее основными направлениями можно считать:

– поиск взаимоприемлемых решений по предотвращению *международных конфликтов (конфликтных ситуаций)*<sup>49</sup> в области *водопользования и водопотребления*<sup>50</sup>;

– формирование *позитивного международного имиджа* страны в этих областях.

В основе международных водных конфликтов лежит возникновение или угроза возникновения кризисных явлений в сфере водопотребления, различных форм водного дефицита или даже региональных кризисов водопотребления в одной стране в результате действий, предпринимаемых другой страной, или их последствий.

Среди международных конфликтов в области водопользования и водопотребления выделяют несколько различных видов, причины и характер развития которых принципиально отличаются (Корытный, Жерелина, 2010).

**1. Водопользовательские конфликты**, т. е. конфликты, непосредственно связанные с совместным водопользованием, занимают первое место по своей распространенности. Основная причина их возникновения — неравные возможности в регулировании и использовании речного стока у стран, расположенных у истоков реки и на участках в ее нижнем течении. Примером может служить весьма продолжительный и не менее кровопролитный конфликт между Индией и Пакистаном по поводу Кашмира. В значительной мере он основан на неразрешенных спорах по поводу использования водных ресурсов. Истоки практически всех рек, протекающих по территории Пакистана, в том числе р. Инда, находятся в Кашмире, на территории, контролируемой Индией. Почти сразу после провозглашения независимости обоих государств весной

---

<sup>49</sup> Под международным конфликтом мы в данном случае подразумеваем открытое противоборство двух и более стран по поводу совместного использования водных ресурсов, а под конфликтной ситуацией — возникновение предпосылок для этого.

<sup>50</sup> При решении конфликтов, возникающих по поводу совместного использования водных объектов двумя и более странами, конкретные проблемы водопотребления нередко невозможно отделить от более общих проблем водопользования. Страна, получающая определенные права на часть водных ресурсов, как правило, рассматривает проблемы их использования уже как элемент своей внутренней политики.

1948 года Индия продемонстрировала своему соседу действенность «водного оружия», перекрыв снабжение водой каналов, орошающих поля в пакистанской провинции Пенджаб, что в дальнейшем привело к затяжному военному конфликту. Только в 1960 году Индия и Пакистан нашли взаимоприемлемый компромисс, заключив договор о развитии бассейна р. Инд, согласно которому в пользовании Пакистана оказывались воды трех западных рек, питающих Инд, а в пользовании Индии — трех восточных.

Достаточно часто причиной возникновения водопользовательских конфликтов является строительство новых гидротехнических сооружений и гидроэнергетических объектов. Их функционирование, как правило, оказывает значимое изменение гидрологического режима в нижележащих участках реки и тем самым может ущемить интересы государств, на территориях которых они находятся. Так, в начале 2005 года, когда Индия объявила о планах строительства гидроузла на р. Чинаб, произошло новое обострение описанного выше Индо-Пакистанского конфликта.

Угроза возникновения подобных конфликтов существует и в других регионах. Например, Египет рассматривает как угрозу своим национальным интересам строительство ГЭС в верхней части бассейна р. Нил (Смирнова, 2012).

Особый вид водопользовательских конфликтов возникает при реализации заранее не согласованных на дипломатическом уровне проектов межрегионального перераспределения вод с использованием в качестве доноров водных ресурсов трансграничных бассейнов. Например, в связи с резкой нехваткой воды в южных и юго-восточных районах Монголии ее руководством, начиная с 2003 года, постоянно поднимается вопрос о переброске на юг части стока рек Селенга, Керулен, Онон и Бальджа. Но результатом переброски воды из р. Керулен будет снижение стока в оз. Далайнор на территории Китая. В целях поддержания уровня озера появился проект переброски в него 1,5–2 км<sup>3</sup> стока верховьев р. Аргунь (в Китае — р. Хайлар). Этот проект уже был готов к осуществлению в апреле 2007 года, но

приостановлен в результате протеста со стороны Российской Федерации (Тарабарко, 2008). Это связано с тем, что реализация данного проекта приведет к ряду негативных экологических последствий на нашей территории.

**2. Территориально-пограничные водные конфликты**, как правило, возникают в том случае, если государственная граница приурочена к реке. Эти события нередко усугубляются естественными или спровоцированными человеком изменениями гидрологического режима рек. Изначально государственная граница устанавливается по одному из элементов реки — как правило, по какому-либо берегу или фарватеру. В последующий период естественная динамика русла может привести к изменению этих элементов. Эти процессы могут ускоряться одной из заинтересованных сторон в результате целенаправленных усилий. Например, это строительство дамб, препятствующих размыву своего берега и одновременно усиливающих размыв противоположного берега реки, относящегося к территории другого государства. Помимо прочего, при возведении подобных сооружений часто засыпается прибрежная часть русла реки. Таким образом происходит смещение государственной границы. Одна из сторон увеличивает свою территорию за счет включения в нее участков бывшего русла, а другая теряет ее в результате искусственно спровоцированного размыва. Подобная ситуация, например, существует на р. Амур, по которой проходит граница между Россией и Китаем. Протяженность таких дамб, возведенных с этой целью на китайском берегу Амура на участке от Благовещенска до Хабаровска, уже превысила 300 км (Водно-экологические проблемы ..., 2003). В результате этих действий произошла не только активизация процесса размыва нашего берега, но и возникла необходимость переноса фарватера, по которому и проходит граница. Это уже привело к передаче Китаю ряда островов — Луговского, Попова и ряда других.

Известны случаи перерастания территориально-пограничных водных конфликтов в военные столкновения. Например, поводом для ирано-иракской войны 1980–1988 годов стал конфликт, связанный с делимитацией границы по

участку Шатт-эль-Араба — реки, возникшей в результате слияния Тигра и Евфрата (Viger, 1988).

**3. Водно-экологические конфликты**, обусловленные трансграничным переносом загрязнений. Так, загрязнение трансграничных рек — одна из наиболее важных проблем взаимоотношений между Казахстаном и Россией в бассейне р. Урал, между Россией и Китаем в бассейне р. Амур, Китаем, Казахстаном и Россией в бассейне Иртыша (Корытный, Жерелина, 2010). Так, р. Сунгари, протекающая по территории Китая, интенсивно загрязняется сточными водами многочисленных промышленных предприятий. Несовершенство систем их очистки и частые аварии, сопровождающиеся залповыми сбросами, приводят к тому, что ряд российских населенных пунктов, расположенных на р. Амур ниже впадения р. Сунгари, периодически лишается доступа к водным ресурсам. Одно из подобных событий произошло осенью 2005 года в результате аварии на нефтехимическом комбинате, вследствие которой пятно загрязнений, движущееся по рекам Сунгари и Амуру, стало угрозой для питьевого водоснабжения Хабаровска и других российских населенных пунктов. По сути, в этот период наблюдались кризисные явления в сфере водопотребления, обусловленные химическим дефицитом воды. Высокий уровень загрязнения р. Сунгари (наблюдающийся и при отсутствии аварий на китайских предприятиях) ухудшает и состояние природных экосистем на российском берегу Амура.

**4. Природно-ресурсные водные конфликты** возникают, когда деятельность по освоению ресурсной базы, осуществляемая на территории водосборного бассейна, принадлежащего одному государству, наносит социально-экономический и экологический ущерб другому государству в результате изменения гидрологического или гидрохимического режима реки. Сведение лесов в водосборном бассейне приводит к существенному сокращению речного стока в нижнем течении. Нередко сопровождающая эту деятельность эрозия почв может вызвать резкую интенсификацию

наносообразования, обмеление реки и заболачивание ее прибрежных территорий на участках, находящихся на значительном удалении.

Кроме того, по характеру проявления конфликтные ситуации всех описанных выше видов можно подразделить на (Корытный, Жерелина, 2010):

– **современные водные конфликты**, зародившиеся в недавнем прошлом и продолжающиеся в настоящее время;

– **потенциальные водные конфликты** — прогнозируемые конфликты, которые могут возникнуть в ближайшем будущем.

Дипломатические пути разрешения международных конфликтов весьма разнообразны. Главным образом это заключение многочисленных соглашений на основе достигнутых компромиссов (Куденева 2011; 2013; Клапцов, 2012; Каширин, 2014). Сопоставляя содержание многих из этих документов с наблюдающимися тенденциями в сфере водопотребления, можно прийти к заключению, что их действие рассчитано лишь на краткосрочную перспективу. В конечном счете, их результатом, не выходящим за пределы чисто управленческих решений, является формирование так называемых отложенных катастроф (Боришполец, Бабаджанов, 2007). Для достижения успеха в долгосрочной перспективе дипломатические усилия, предпринимаемые в этом направлении, должны быть сосредоточены не на достижении договоренностей по трансграничному водопользованию, а на выработке соглашений по строительству систем транспортировки вод из отдаленных регионов как материальной основы для формирования системно-трансаквального международного рынка ресурсов пресной воды.

Другим важным направлением водной дипломатии в настоящее время становится **формирование позитивного международного имиджа государства в области водопользования**. В данном контексте это целенаправленно осуществляемая деятельность по созданию в сознании политических элит других государств образа своей страны как активного участника сохранения мировых водных ресурсов и защитника общих интересов всех водопотребителей. Истинная цель подобных усилий заключается в

повышении эффективности водной геополитики, проводимой определенной страной, и является важной частью государственного экологического имиджмейкинга (Суздалева. 2016в). Успешные действия в этом направлении способствуют укреплению позиций страны при формировании международного рынка водных ресурсов и являются важным фактором при выборе его форм, например в виде более выгодной торговли виртуальной водой для некоторых стран-импортеров. Внешне эта деятельность нередко представляется как альтруистические шаги по принятию страной миссии по смягчению региональных кризисов водопотребления или даже попытки спасти человечество от мирового кризиса в этой сфере.

В настоящее время данное направление водной дипломатии усиленно развивается не только США и странами Западной Европы, но и Китаем (Ван Гуаньцзюнь, 2012), в министерстве иностранных дел которого создан специальный департамент экологической политики. Помимо прочего, в его цели входит активное изменение на международной арене образа промышленности Китая как основного источника загрязнения биосферы, приводящего, в частности, к истощению доступных ресурсов пресной воды.

#### **4.4. МЕЖДУНАРОДНАЯ ТОРГОВЛЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ КАК АСПЕКТ ГЛОБАЛИСТИКИ**

Термин *«глобалистика»* используется для обозначения совокупности научных, философских, культурологических и прикладных исследований общих проблем развития человеческой цивилизации (Дергачев, 2005). Цель современной глобалистики состоит не только в осмыслении мировых проблем, но и в разработке методологической базы по их практическому решению (Чумаков, 2008; Задохин, 2014).

Несмотря на то что глобалистика включает анализ наиболее крупных проблем, т. е. проблем, способных оказать значимое влияние на развитие человеческой цивилизации, их видение нередко носит односторонний характер.



Первоначально глобалистика ограничивалась анализом общих экономических и политических тенденций. В последующий период все более востребованным становился также глобальный подход к изучению экологических проблем (Ильин, 2009; Ильин, Урсул, 2009). Значимость этих вопросов для выживания человечества и специфика методов их изучения позволяют рассматривать подобные исследования как отдельное направление — *экологическую глобалистику* (Суздалева, Горюнова, 2014б). В качестве одной из его основных задач можно рассматривать создание методологической базы для практической реализации выдвинутой Конференцией ООН в 1992 году Концепции устойчивого развития. Она подразумевает необходимость бесконфликтного развития мировой экономики с учетом экологических и социальных интересов будущих поколений.

На современном этапе при анализе глобальных проблем все большую значимость приобретают проблемы, обусловленные состоянием и характером использования водных ресурсов Земли (Белозеров, 2009; Барабанов, 2009; Боришполец, 2011; Задохин, 2014; Управление водными ресурсами ..., 2014). Наиболее актуальным вопросом в этой области постепенно становится реальная угроза мирового кризиса водопотребления (Куденева, 2011). Очевидно, что его прогнозируемое развитие будет являться одним из главных препятствий на пути реализации идеи устойчивого развития, а меры по его предотвращению должны разрабатываться в совокупности с другими актуальными задачами современной глобалистики. Рассмотрим с этих позиций развитие различных концепций формирования рынка ресурсов пресной воды. Подобный анализ будет объективным только в том случае, если будет проводиться одновременно с различных точек зрения, отражающих основные направления современной глобалистики:

*1. Экономическая и политическая глобалистика.* Разделить политические и экономические проблемы в данном случае затруднительно. Вода необходима для жизни человека, и ее поставщик в условиях водного дефицита не только вступает с потребителем в экономические отношения, но и

приобретает возможность оказывать на него политическое влияние. Это, вероятно, будет одной из целей формирования водного рынка при любом сценарии его развития. Конкуренция в этом сегменте рынка ограничена. Достаточным запасом мобильных водных ресурсов (так же как и углеводородного сырья) обладает ограниченное число стран, а возможность их доставки потребителям зависит от их географического положения. Однако характер влияния на экономическую и политическую жизнь страны экспортером воды будет существенно отличаться в зависимости от модели развития водного рынка. Как показывает практика, попадание государства в политическую зависимость от страны, поставляющей жизненно необходимую продукцию, тормозит развитие ее экономики, а иногда и целенаправленно разрушает ее. Именно это и будет наблюдаться при доминирующем развитии «виртуального водного рынка», основанного на поставках водоемкой продукции. Реализация концепции «аналога нефтяного рынка» может оказать различное влияние на развитие экономики страны-импортера, но обязательно усилит ее политическую зависимость от стран-экспортеров. Экономические последствия формирования рынка в соответствии с системно-трансактивной концепцией носят принципиально иной характер. Создание управляемых природно-технических систем создает базу для международного сотрудничества с учетом интересов, как экспортеров мобильных водных ресурсов, так и их импортеров. Как уже указывалось выше, данная концепция подразумевает не продажу воды или водоемкой продукции, а формирование системы рационального перераспределения водных ресурсов в межрегиональном масштабе. Гарантированная защита от катастрофических наводнений на основе своевременного отвода мобильных водных ресурсов в плане сохранения благоприятных условий для экономического развития стран-доноров не менее важна, чем покрытие водного дефицита в странах-реципиентах. Создание управляемых природно-технических систем на базе промышленного опреснения морских вод способно ликвидировать ряд назревающих региональных кризисов водопотребления. Это не только улучшит

экономическую и политическую ситуацию в затронутых этими кризисами странах, но и будет способствовать снижению напряженности в этих сферах и на глобальном уровне. Известно, что приход к власти политических деятелей экстремистского толка почти всегда совпадает с резким ухудшением экономической ситуации в стране. Когда подобные явления одновременно охватывают обширный регион, возникает угроза дестабилизации мировой политической системы. Конечно, события, происходящие в настоящее время на Ближнем Востоке, нельзя интерпретировать как следствие развития кризиса водопотребления. Но проблемы в этой сфере, обуславливающие низкий уровень жизни в ряде стран Северной и Восточной Африки, несомненно, играют важную роль в происходящих политических процессах, постепенно распространяющихся и на удаленную от кризисных регионов Западную Европу.

**2. Социальная и демографическая глобалистика.** В большинстве случаев страны с дефицитом водных ресурсов характеризуются высоким уровнем безработицы, низкими доходами населения и одновременно значительным ростом демографических показателей. Проблема обеспеченности водными ресурсами с каждым годом приобретает в них все большую остроту. При средних темпах роста водопотребления в мире, составляющих 5–6 % в год, в подобных странах данный показатель составляет 10–12 % (Догановский, Малинин, 2004). Это оказывает все большее влияние на социальную и демографическую ситуацию в глобальном масштабе, что проявляется:

– в появлении масс *«экологических беженцев»* — людей, которым пришлось мигрировать из регионов своего проживания по причине ухудшения экологической обстановки (во многих случаях это недостаток воды и, как следствие, нехватка пищевых продуктов, связанная с невозможностью осуществления в этих условиях сельскохозяйственной деятельности);

– в увеличении числа эпидемий из-за отсутствия доступа к качественной питьевой воде;

– в ухудшении продовольственной ситуации (голода по причине невозможности ведения традиционного сельского хозяйства в условиях водного дефицита);

– в росте напряжения социально-политической ситуации, нередко переходящей в межэтнические и межконфессиональные конфликты, в т. ч. в странах, принимающих мигрантов.

Реализация системно-трансактивной модели водного рынка подразумевает создание условий для ирригации пустынь и степей, включая сельскохозяйственное освоение новых участков и формирование необходимой для этого инфраструктуры. Это создает значительное количество новых рабочих мест и, что не менее важно, способствует решению продовольственной проблемы. При других сценариях развития водного рынка проявление данных факторов ничтожно.

Рассматривая социальные и демографические аспекты развития международного водного рынка, в очередной раз следует обратить внимание на то, что регионы-реципиенты мобильных водных ресурсов, а нередко и регионы размещения депозитариев этих ресурсов на трассе антиреки характеризуются высокими темпами демографического роста. Обеспечение населения этих регионов возможностью реализовать себя в своих странах будет способствовать уменьшению миграционных потоков, и, следовательно, снижению уровня негативных социальных проблем на значительной части планеты.

**3. Экологическая глобалистика.** Необходимость управления состоянием окружающей среды назрела уже давно. На современном этапе человеческая деятельность уже привела к тому, что формирование условий на планете происходит под значимым воздействием комплекса техногенных факторов (парниковый эффект и др.) и их воздействие постоянно возрастает. На наших глазах глобальная экосистема Земли — биосфера трансформируется в природно-техническую систему планетарного масштаба, обозначаемую как **биотехносфера** (Суздалева, Горюнова, 2017). Вернуть биосферу в ее прежнее естественное состояние, так же как и снизить роль техногенных факторов, уже

невозможно. Единственный реальный способ улучшить экологическую ситуацию — это разработать механизмы, способные превратить биотехносферу из неуправляемой деградирующей природно-технической системы в управляемую систему. На различных уровнях, вплоть до регионального, прообразы подобных ПТС уже существуют (Суздалева, 2016а). Их примером могут служить водохозяйственные системы, ранее описанные в разделе 2.5.

Развитие международного рынка ресурсов пресных вод в соответствии с рассмотренными выше принципами системно-трансакцальной концепции представляет возможность создать управляемые ПТС межрегионального масштаба, а при дальнейшем развитии — и континентального уровня (Суздалева, 2015). Элементами этих систем являются не только хозяйственные объекты, но и участки сохранившихся экосистем, благополучное состояние которых поддерживается благодаря работе экологических регуляторов, роль которых в данном случае играют антиреки. При экологически ориентированном проектировании<sup>51</sup> и последующей эксплуатации входящих в них технических объектов обеспечивается защита обширных природных территорий от наводнений и засух, создающая безопасные условия жизнедеятельности населения и сохранение естественных экосистем.

Глобальный гидрологический цикл всегда был одним из важнейших факторов, обеспечивающих возможность протекания многих биогеохимических циклов в биосфере и таким образом поддерживающих ее существование как единой динамичной системы. *Системное единство биотехносферы в условиях постоянного увеличения антропогенной нагрузки может быть сохранено только при условии создания управляемого глобального круговорота воды, важнейшей частью которого будут являться антиреки,*

---

<sup>51</sup> Экологически ориентированное проектирование — интеграция экологических аспектов в технических, технологических и организационных решениях проекта(ов) с целью улучшения его(их) экологических характеристик при влиянии на окружающую среду (ГОСТ Р 54906-2012 «Системы безопасности комплексные. Экологически ориентированное проектирование. Общие технические требования», пункт 3.1.45).

включая и антиреки, создаваемые как на основе промышленного опреснения морских вод, так и, возможно, транспортировки айсбергов.

При планировании глобальной сети антирек необходимо использовать *методологию восходящего проектирования* (bottom-up approach) (Суздалева, Горюнова, 2015). Она заключается в создании отдельных объектов, изначально предназначенных для последующего объединения в единую систему. Эти первичные системы впоследствии становятся элементами более сложных систем. В рассматриваемом случае это подразумевает поиск трасс антирек, оптимальных не только с точки зрения получения сиюминутной выгоды, но и обеспечения благоприятной экологической ситуации на планете в долгосрочной перспективе. Эти задачи целесообразно рассматривать в качестве самостоятельного направления научной и практической деятельности — «водноресурсной логистики», проблемам которой посвящен следующий раздел монографии.

#### **4.5. ВОДНОРЕСУРСНАЯ ЛОГИСТИКА И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ**

Согласно определению, данному в п. 3.220 ГОСТ Р 55348-2012<sup>52</sup>, основная задача логистики состоит в управлении логистической цепочкой, т. е. последовательностью операций, обеспечивающих перемещение товаров от производителя сырья до конечного потребителя. В большинстве случаев для этого используются уже существующие транспортные коммуникации, средства перевозки грузов и объекты инфраструктуры. Существует исторически сложившаяся правовая система, регламентирующая передвижение товаров по логистическим цепочкам. Для перемещения водных ресурсов как разновидности рыночного товара аналогичные цепочки необходимо еще создать, как и правила, которые должны соблюдаться при осуществлении этой деятельности. По этим причинам под *водноресурсной логистикой* мы

---

<sup>52</sup> ГОСТ Р 55348-2012 «Системы управления проектированием. Словарь терминов, используемых при управлении проектированием».

подразумеваем создание путей крупномасштабной межрегиональной транспортировки водных ресурсов, а также разработку правил и методов управления этим процессом. В ее задачи, помимо прочего, входит обоснование целесообразности данной деятельности, а также подготовка материалов для заключения необходимых для ее осуществления международных соглашений. Уже в обозримом будущем основой развития водноресурсной логистики станет создание гидротехнических систем, строительство которых сводило бы к минимуму негативные экологические, социальные и политические последствия данной деятельности (Суздалева, 2015). Иными словами, **водноресурсная логистика — это концептуальная основа развития мобилизационного водопотребления, в т. ч. создания антирек.** Ее базовыми принципами являются:

**1. Оценка принципиальной возможности экспорта водных ресурсов,** которая должна основываться на определении запасов мобильных водных ресурсов, а также возможности их депонирования. В совокупности это должно обеспечивать бесперебойную подачу воды реципиенту антиреки в объемах, достаточных для удовлетворения его потребностей. Необходимыми шагами в этом направлении является учет всех потенциальных запасов мобильных водных ресурсов, определение тренда изменения их объема и составление **карт-схем водноресурсной логистики,** отражающих особенности географического взаиморасположения регионов, обладающих избытком водных ресурсов, требующих отведения (т. е. мобильных водных ресурсов) и испытывающих их острый дефицит. Кроме того, данные карты-схемы должны наглядно отражать элементы рельефа, представляющие собой физические препятствия той или иной степени преодолимости и геополитическую ситуацию на возможных путях прокладки антирек.

**2. Обоснованность необходимости межрегиональной переброски вод.** Очевидно, что осуществление подобных проектов целесообразно только в том случае, когда перспектива их длительной эксплуатации не вызывает сомнений. Прежде всего, это разработка обоснования того, что острый дефицит ресурсов

пресной воды не может быть решен каким-либо иным, более экономичным путем (например, строительством опреснителей морской воды). Одновременно всегда следует помнить, что вода — это обязательное условие существования человека. Поэтому обоснование необходимости строительства антиреки должно базироваться не только на экономической выгоде в ближайшей перспективе и выигрышном решении геополитических задач, но на учете возможности предотвращения гуманитарных катастроф.

**3. Выбор путей и способов прокладки конкретных антирек.** Во многих случаях может существовать несколько возможных вариантов межрегионального перераспределения водных ресурсов. Реализации подлежит проект, в наибольшей степени отвечающий следующим требованиям:

- наименьшие объем требуемых финансовых затрат, при условии решения поставленной цели в полном объеме;
- минимальный экологический ущерб, неизбежно сопутствующий намечаемой деятельности, а также минимальный экологический риск при нарушениях функционирования антиреки;
- минимизация угроз устойчивости поставок воды в регионы, испытывающие ее дефицит, т.е. уровня риска нарушения функционирования антиреки при возникновении техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, а также социальных и межгосударственных конфликтов.

**4. Комплексный подход к разработке проектов антирек, позволяющий одновременно решать различные задачи в области водопользования.** Еще в глубокой древности создание искусственных водных систем практиковалось не только с целью получения доступа к дополнительным водным ресурсам. Первые антиреки использовались и как транспортные магистрали. Например, такую функцию выполнял шлюзованный канал, отходящий от р. Нил в районе современного Каира, по которому грузы из Красного моря (в том числе привозимые из Индии) попадали в Средиземное море. Эта антирека просуществовала с античных времен до XVIII века (Олридж, 1970). Создание экономичных путей перевозки грузов на основе соединения различных речных



бассейнов, часто удаленных друг от друга на значительные расстояния и даже разделенных горными массивами, на современном этапе становится все более актуальным. Затраты на создание таких систем окупаются экономией топлива при транспортировке грузов, а также сокращением пути и более высокой безопасностью, чем при их перевозке морем. Так, по данным Французского агентства по окружающей среде и управлению энергоресурсами, при расходе одного литра горючего на расстояние одного километра можно перевезти автотранспортом 50 т, железной дорогой — 97 т, речным транспортом — 127 т грузов (Збаращенко, 2009). Другим важным аспектом комплексного использования антирек является их гидроэнергетический потенциал. На некоторых их участках напор воды может эффективно использоваться для производства электроэнергии (Соловьев, 2014). Например, на уже ранее упоминавшемся Американском канале (All-American Canal) расположен каскад ГЭС общей мощностью 58 МВт (Березнер, 1985).

Очевидно, что решение кризисных проблем в сфере водопотребления на основе мобилизационной стратегии далеко не всегда может сочетаться с иными целями. Вместе с тем комплексный характер намечаемых целей повышает рентабельность и востребованность этой деятельности. Учитывая важность данной проблемы, авторы монографии сочли целесообразным рассмотреть ее более подробно в отдельном разделе (4.5).

**5. Учет долгосрочных перспектив развития водноресурсной логистики.** Рассмотренная в разделе 3.3 обобщенная схема антиреки отражает простейший вариант компоновки объектов. Например, накопители-депозитарии мобильных водных ресурсов одновременно могут принимать воду от нескольких доноров или могут ее поставлять нескольким реципиентам. Возможна и обратная ситуация, когда один реципиент подпитывается из нескольких доноров или депозитариев. Причем один из этих путей — это межрегиональная транспортировка мобильных водных ресурсов, а другой — доставка воды из промышленных опреснителей или предприятий по стаиванию буксируемых айсбергов. Для большей устойчивости водоснабжения несколько

накопителей-депозитариев могут быть соединены между собой. Это расширяет возможности перераспределения избытков воды или компенсации ее нехватки при транспортировке по одному из путей, связывающих донора водных ресурсов и их реципиента. Для удобства описания структур водноресурсной логистики целесообразно выделять их следующие виды (Суздалева, 2017):

– **объект водноресурсной логистики** — отдельный фрагмент пути транспортировки водных ресурсов, выполняющий определенную функцию. Их основными видами являются: первичный накопитель в водном объекте-доноре мобильных водных ресурсов (МВР), промежуточный накопитель (депозитарий) МВР, участки водных коммуникаций и системы по распределению вод между водопотребителями (реципиентами МВР);

– **водноресурсная логистическая цепочка** — путь поэтапной транспортировки вод, включающий по одному из каждого видов объектов водноресурсной логистики;

– **водноресурсный логистический комплекс** — совокупность объектов водноресурсной логистики, допускающей несколько вариантов транспортировки вод от конкретного донора МВР до конкретного реципиента МВР;

– **межрегиональная водноресурсная логистическая сеть** — совокупность функционально взаимосвязанных водноресурсных логистических цепочек (антирек), посредством которой осуществляется транспортировка вод между различными регионами;

– **континентальная водноресурсная логистическая сеть** — совокупность функционально взаимосвязанных водноресурсных логистических цепочек (антирек), обеспечивающих управляемое перераспределение вод в пределах континента<sup>53</sup>.

---

<sup>53</sup> Как уже рассматривалось в разделе 3.5, в качестве одного из путей решения региональных кризисов водопотребления обсуждается буксировка айсбергов из Антарктиды, которая в данном контексте могла бы представлять собой межконтинентальную водноресурсную логистическую цепочку. Однако реальность этого пути решения проблем в сфере

Таким образом, финалом управляемого перераспределения ресурсов пресной воды должно стать *создание континентальной водноресурсной логистической сети, в наиболее полной мере реализующей возможности развития сценария мобилизационного водопотребления*. Авторы монографии рассматривают эту деятельность *как наиболее реальный путь предотвращения мирового кризиса водопотребления в долгосрочной перспективе*. На практике формирование подобной сети антирек может возникнуть только как результат длительного и многоэтапного процесса. Он может быть значительно ускорен, если различные проекты по межрегиональной транспортировке вод будут разрабатываться с учетом их возможности подключения к более сложной системе, т. е. создаваться с учетом методологии восходящего проектирования, рассмотренной в предшествующем разделе.

**6. Оценка необходимости заключения международных соглашений и разработка их условий.** Данная проблема не ограничивается очевидной необходимостью достижения договоренности между экспортером и импортером МВР, а также со странами-транзитерами. Отдельная проблема — вопрос о собственнике МВР. В отличие от нефти водные ресурсы пресной воды во многих случаях нельзя однозначно рассматривать как собственность конкретного государственного образования, уподобляя их своеобразным «водными месторождениям». Именно поэтому решение указанной выше задачи является не только (и даже не столько) проблемой дипломатии, сколько водноресурсной логистики. Причин этому несколько. Во-первых, крупные речные системы нередко формируются на территории нескольких государственных образований. Так, основными источниками стока р. Амур являются р. Зея и р. Бурея, расположенные на территории РФ, и р. Сунгари, протекающая по территории КНР. Недавние мощные наводнения на р. Зея указывают на то, что она, вероятно, может рассматриваться как потенциальный источник МВР. Но в

---

водопотребления в обозримой перспективе *маловероятна* и по этой причине не включена в приведенный выше перечень структур водноресурсной логистики.

периоды сильных наводнений эти воды сбрасываются в р. Амур, на базе стока которой в КНР уже сейчас разрабатывается несколько проектов межрегиональной переброски вод. Авторы статьи, описывающие данную проблему (Говорушко, Горбатенко, 2013), призывают к выработке взаимоприемлемых соглашений с КНР по данному вопросу. Но очевидно, что условия подобных соглашений будут существенно отличаться в том случае, если КНР будет использовать в качестве донора антирек не р. Амур, а воду транспортируемую из водохранилищ-депозитариев МВР, созданных на р. Зей. В этом предложении нет ничего фантастического. Помимо упоминавшихся в разделе 3.3 систем водоснабжения Гонконга и Сингапура, проложенных через морские акватории, можно указать на то, что отклоненный проект переброски стока сибирских рек предполагал пересечение антирекой 194 водотока (Зиядуллаев и др., 1979). Во-вторых, любые скопления вод представляют собой фрагменты глобального гидрологического цикла, который в какой-то мере, как и атмосферный воздух (содержащий в себе и пары воды), может считаться достоянием всего человечества в целом. Так, при проведении государственной экологической экспертизы нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВСТО), участок которого проходил через водосборный бассейн оз. Байкал, представителями международных природоохранных организаций было выдвинуто требование переноса этой экспертизы в ЮНЕСКО. Обоснование такого подхода заключалось в том, что в оз. Байкал сосредоточена значительная доля ресурсов пресной воды всей планеты. Безусловно, подобные требования с правовой точки зрения беспочвенны. Вместе с тем *деятельность, способная оказать значимое влияние на общепланетарные процессы, должна быть своевременно отрегулирована на международном уровне.*

**7. Водноресурсная логистическая цепочка должна проектироваться и функционировать как единая управляемая природно-техническая система.** Ранее подобный подход был обозначен нами как системно-трансаквальная концепция развития рынка ресурсов пресной воды. Сейчас же мы коснемся только отдельных аспектов данной проблемы. Во-первых, в качестве одной из

функций создания подобных крупномасштабных ПТС заранее должна предусматриваться ее роль регулятора по обеспечению благоприятного состояния окружающей среды на всем протяжении антиреки. Ее отдельные участки в этом плане могут быть уподоблены зонам влияния ГЭС, нередко выполняющих природоохранные и средозащитные задачи (санитарно-экологические попуски и др.) (Федоров, Суздалева, 2014а). Данный вопрос особенно актуален в настоящее время, когда частота и сила чрезвычайных ситуаций гидрометеорологического характера неуклонно возрастают (Осипов, 1995; 2009). Во-вторых, создание антирек как управляемых природно-технических систем — это возможность практической реализации декларированной ООН концепции устойчивого развития в межрегиональных масштабах, так же как создание управляемых ПТС на базе объектов гидроэнергетики, способно решить эту задачу на региональном уровне (Федоров, Суздалева, 2014б). Очевидным препятствием на пути достижения этой цели является государственная и правовая разобщенность донора антиреки и ее реципиента. Но этот вопрос может быть отрегулирован на основе заключения специальных международных соглашений, регламентирующих создание и работу единых координационных центров по управлению ПТС антиреки.

Таким образом, развитие водноресурсной логистики в длительной перспективе следует рассматривать как становление иерархий управляемых ПТС (Суздалева, 2017). В этой структуре ПТС низшего ранга являются элементами аналогичных систем более высокого ранга. Аналогичная иерархия наблюдается и при создании гидроэнергетических комплексов, выполняющих природоохранные и средозащитные функции как единый объект (Суздалева, 2016а). Они состоят из нескольких ГЭС, каждая из которых является экологическим регулятором локальной управляемой ПТС. Но при согласованной работе они превращаются в единый экологический регулятор, способный управлять экологической ситуацией в значительно больших региональных масштабах. Например, это поэтапно регулируемый попуск

паводковых вод, не допускающий затопления и подтопления обширных территорий.

На каждом уровне работа входящих в нее управляемых ПТС способна стабилизировать или улучшить экологическую и социально-экономическую ситуацию. Следует отметить, что функции различных объектов водноресурсной логистики — отдельных участков водноресурсных цепочек (антирек), комплексов и сетей — могут быть весьма разнообразны (табл. 4.2).

**Таблица 4.2**

**Функции различных объектов водноресурсной логистики и особенности формирующихся на их основе природно-технических систем**

(ГТС — гидротехнические сооружения; ГЭС — гидроэлектростанции; ГАЭС — гидроаккумулирующие электростанции; АЭС — атомные электростанции, ТЭС — тепловые электростанции; ГеоТЭС — геотермальные электростанции)

<b>Объекты водно-ресурсной логистики</b>	<b>Основная функция в водно-ресурсной логистической цепочке</b>	<b>Дополнительные функции</b>	<b>Элементы ПТС, придающие ей социально-экономическую и экологическую значимость</b>
<i><b>ГТС донора водных ресурсов</b></i>	Первичное накопление и отвод мобильных водных ресурсов	- Недопущение вредного воздействия вод. - Оптимизация работы региональных систем водоснабжения и внутри-бассейнового перераспределения вод.	- ГТС, регулирующие речной сток (плотины ГЭС и др.). - Системы водоснабжения. - Гидромелиоративные системы.
<i><b>Транспортирующие ГТС и ГТС водно-транспортной инфраструктуры</b></i>	Обеспечение регулируемого перемещения мобильных водных ресурсов по определенному пути	- Выработка электроэнергии. - Транспортировка грузов. - Улучшение региональной инфраструктуры.	- Каналы. - ГЭС.

Окончание таблицы 4.2

<b>Объекты водно-ресурсной логистики</b>	<b>Основная функция в водноресурсной логистической цепочке</b>	<b>Дополнительные функции</b>	<b>Элементы ПТС, придающие ей социально-экономическую и экологическую значимость</b>
<i><b>ГТС промежуточных накопителей (депозитариев) мобильных водных ресурсов</b></i>	Обеспечение бесперебойной (регулярной) подачи воды реципиенту	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Частичное использование запасов воды для нужд региона размещения накопителя.</li> <li>- Использование вод для работы ГАЭС, систем охлаждения и в качестве производственного сырья.</li> <li>- Улучшение условий хозяйственного освоения региона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Открытые и закрытые водохранилища, связанные с ними системы водоснабжения и гидромелиоративные системы.</li> <li>- ГАЭС, АЭС, ТЭС и ГеоТЭС.</li> <li>- Предприятия по промышленному производству водорода и использующие «водородные технологии»</li> </ul>
<i><b>Распределительные ГТС реципиента</b></i>	Регулируемая поставка воды ее конечным потребителям	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обеспечение социальной и политической стабильности на основе улучшения условий жизни населения.</li> <li>- Поддержка сельскохозяйственного производства.</li> <li>- Создание благоприятной экологической ситуации в регионе</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Системы питьевого и технического водоснабжения.</li> <li>- Ирригационные системы.</li> <li>- Терминальные водохранилища.</li> </ul>

Помимо основной цели, заключающейся в обеспечении регулируемой транспортировки вод, на них может быть возложен ряд дополнительных задач социально-экономического и природоохранного характера. Это во многом определяет структурно-функциональную организацию формирующихся на их основе ПТС. Так, на участках доноров водных ресурсов в эти задачи входит не

только отвод избыточных вод, но и их перераспределение в соответствии с потребностями внутри региона. Это касается не только улучшения условий работы местных систем водоснабжения<sup>54</sup>. Например, в бассейне р. Обь, где в периоды паводков происходит затопление значительных территорий, существуют обширные участки, испытывающие недостаток водных ресурсов (Василенко, 2014). Создание водораспределительной системы, входящей в состав управляемой природно-технической системы, сформированной на основе расположенного в этом регионе объекта гидроэнергетики (например, Новосибирской ГЭС), могло бы стать практическим решением данной проблемы.

Гидромелиоративные системы (как ирригационные, так и осушительные) могут создаваться и на базе накопителей (депозитариев) мобильных водных ресурсов. Аккумулированные в них объемы воды могут быть использованы для работы ГАЭС или в других целях. Например, на базе подобных объектов, создаваемых на удалении от крупных поселений, целесообразно создавать предприятия для промышленного получения водорода (Соловьев, 2000), а также объекты, на которых используются так называемые водородные технологии. Воды депозитариев МВР могут также использоваться для охлаждения различных промышленных установок по замкнутой системе, предусматривающей возврат вод в накопитель. Крупномасштабные депозитарии могут служить водоемами-охладителями ТЭС и АЭС (Суздалева, 2015). Очевидно, что это возможно только при условии гарантированной изоляции вод от загрязнения (в особенности радиоактивного), включая и аварийные ситуации на перечисленных объектах.

---

<sup>54</sup> Во время наводнений их водозаборы нередко выходят из строя. Но аномальные паводки не гарантируют отсутствие засух в последующий период, также вызывающих сбои в работе систем водоснабжения. Именно для сглаживания последствий сезонных и многолетних гидрометеорологических флуктуаций во многих странах создаются многочисленные водохранилища. В меженные периоды в доноре МВР также может ощущаться нехватка водных ресурсов, хотя во время паводков избыток вод периодически наносит данному региону большой социально-экономический и экологический ущерб.



Напор воды в транспортирующих ГТС, как указывалось в разделе 3.3, уже давно используется для выработки электроэнергии на ГЭС. ГТС также могут входить в структуру воднотранспортных систем, взаимосвязь развития которых с мерами по предотвращению мирового кризиса водопотребления будет рассмотрена в следующем разделе.

В целях стабилизации распределения вод в регионах-реципиентах, испытывающих их дефицит, в ряде случаев при создании структур водноресурсной логистики целесообразно строительство закрытых депозитариев водных ресурсов — *терминальных фондовых водохранилищ*, задерживающих на определенный срок часть водного объема, поступающего из регионов-доноров. Создание таких водных фондов в регионах-реципиентах расширяет возможности манипуляций в сфере водопотребления и защищает их от кризисных явлений, связанных с временными нарушениями работы структур водной логистики (возникновения инфраструктурных и институциональных водных дефицитов).

#### **4.6. МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЫНОК РЕСУРСОВ ПРЕСНЫХ ВОД И КОНЦЕПЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОДНЫХ СИСТЕМ**

Формирование международного рынка водных ресурсов нельзя рассматривать, абстрагируясь от иных форм межрегионального водопользования, к которым прежде всего относится создание воднотранспортных и гидроэнергетических систем. Степень совпадения целей этих видов деятельности может существенно различаться. Так, маловероятно, что антиреки, создаваемые на базе промышленного опреснения вод, будут использоваться для перевозки грузов или получения электроэнергии. Однако строительство воднотранспортных каналов, соединяющих различные речные бассейны, может существенно изменить водноресурсную логистику, лежащую в основе формирования международного рынка ресурсов пресной воды.

В оптимальном варианте формирование международного рынка водных ресурсов и создание иных крупномасштабных систем водопользования должно осуществляться в рамках единой межгосударственной программы, разрабатываемой с учетом решения сопутствующих экологических проблем. Подобная деятельность уже активно осуществляется в области комплексного развития воднотранспортных и гидроэнергетических систем. Ее ожидаемым результатом является создание сначала в пределах отдельных стран (включая Российскую Федерацию), а потом и в масштабах целых континентов *транспортно-энергетических водных систем (ТЭВС)*. Так, уже довольно давно в научной литературе обсуждается вопрос о создании ТЭВС Евразии (Козлов, Беляков, 2009). В перспективе она может обеспечить доставку грузов водным транспортом через территорию РФ в Китай и Афганистан (Збарашенко, 2009). Данная идея прорабатывалась еще в 1909 году «Межведомственной комиссией для составления плана работ по улучшению и развитию водяных сообщений Империи» (Соловьев, 2000). Был выдвинут план создания восьми водных магистралей, из которых три шли в широтном направлении, а пять в меридиональном. В случае его реализации вся огромная территория Российской империи была бы покрыта сетью воднотранспортных коммуникаций, пересекавших ее от бассейна Атлантического океана до Тихого, а также от Арктического побережья европейской части страны и Сибири до ее южных границ. В настоящее время подобная сеть уже функционирует в Западной Европе (Беляков и др., 2014). Организация ТЭВС, как правило, достаточно быстро окупается, а функционирование приносит ощутимую экономическую выгоду. Можно предположить, что сопряжение организации этих систем с антиреками, прокладываемыми с целью предотвращения кризисных явлений в сфере водопотребления, повысит экономическую целесообразность обоих видов деятельности.

В основу концепции создания ТЭВС положены следующие основные идеи (Беляков, 2010; Шевчук и др., 2015):

– главные воднотранспортные магистрали следует реконструировать с целью улучшения условий судоходства (проведение дноуглубительных работ и др.) и соединить соответствующим образом обустроенными каналами (строительство шлюзов и др.) в единую сеть (транспортная составляющая концепции ТЭВС);

– одновременно предполагается максимально использовать гидроэнергетический потенциал водной системы путем возведения на всех ее пригодных для этого частях каскадов ГЭС (энергетическая составляющая).

Помимо транспортной и энергетической составляющих концепция ТЭВС включает попутное решение водохозяйственных и экологических проблем (Беляков и др., 2014), главным образом путем регулирования речного стока водохранилищами и их использования для перераспределения вод межбассейновым судоходным каналом.

Цели и способы их реализации для организации ТЭВС и формирования системно-трансактивного рынка ресурсов пресной воды во многом совпадают. Например, это перспективность транспортировки мобильных водных ресурсов из северных речных бассейнов РФ в Центрально-Азиатский регион и прокладки в том же направлении воднотранспортных магистралей (Козлов, Збарашенко, 2009).

Некоторые задачи, являющиеся для ТЭВС основными, при создании рынка водных ресурсов рассматриваются как дополнительные, и наоборот. Но это не означает полную утрату их значимости (табл. 4.3).

С точки зрения развития международного рынка пресной воды, ТЭВС представляют собой готовые участки водноресурсных логистических цепочек (комплексов и сетей) (Суздалева, 2017). В свою очередь, участие объектов ТЭВС для транспортировки МВР может значительно увеличить востребованность проектов развития единой воднотранспортной сети и повысить рентабельность ее эксплуатации.

Таблица 4.3

**Цели, способы достижения и конечные результаты формирования системно-трансаквального международного рынка водных ресурсов и реализации концепции ТЭВС**

Планируемые действия и ожидаемые результаты	Системно-трансаквальный рынок водных ресурсов	ТЭВС
<i>Основные цели</i>	Создание иерархии управляемых ПТС на основе межгосударственной торговли МВР. Предотвращение мирового кризиса водопотребления, а также ухудшения экологической ситуации в результате катастрофических наводнений и засух	Удешевление грузовых перевозок. Освоение гидроэнергетического потенциала и его увеличение.
<i>Дополнительные цели</i>	Строительство объектов гидроэнергетики и развитие инфраструктуры на базе объектов водноресурсной логистики	Решение водохозяйственных проблем и экологических проблем, в том числе обусловленных дефицитом водных ресурсов
<i>Способы достижения основных целей</i>	Строительство водноресурсных цепочек, включая участки судоходных рек, водохранилищ и каналов для транспортировки МВР	Строительство воднотранспортных магистралей, включая использующиеся для отвода паводковых вод (МВР)
<i>Ожидаемые результаты</i>	Обеспечение всех сфер водопотребления на основе создания международного водного рынка, опирающегося на континентальную водноресурсную логистическую сеть	Создание единой континентальной воднотранспортной системы
<i>Основной структурный элемент, обеспечивающий стабильное функционирование созданных межбассейновых водных систем</i>	Объекты гидроэнергетики, осуществляющие регулирование речного стока	

В обоих случаях в качестве основного (но не единственного) структурного элемента, обеспечивающего стабильное функционирование искусственно создаваемых межрегиональных водных систем, рассматриваются объекты гидроэнергетики (Козлов, Беляков, 2009; Суздалева, 2015). Непременным условием комплексного подхода к созданию водноресурсных логистических систем и воднотранспортных систем является усиление контроля за загрязнением вод с судов и объектов береговой инфраструктуры.

Целесообразным также представляется включение в планы строительства и реконструкции объектов ТЭВС технических решений по их *экологической оптимизации* (Суздалева, Горюнова, 2014а). Это и проведение берегоукрепительных работ с изоляцией водных объектов от попадания в них загрязненных вод поверхностного стока, и удаление накопивших большое количество загрязнителей подводных отложений при углублении судового хода и др.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая основные идеи монографии, вернемся к проблемам, вынесенным в ее заглавие: обеспечение безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды. Характер деятельности, осуществляемой в этих областях, ее цели и методы принципиально различаются. Более того, насущные задачи нередко вступают в явное противоречие. Наглядным примером является непрерывный рост мирового водопотребления. При этом под водопотреблением во всех официальных источниках подразумевается только удовлетворение потребностей человека. Наличие достаточного количества пригодной для питья воды — это фактор, определяющий существование человека. Ее недостаток или неудовлетворительное качество способны вызывать гибель большого числа людей. Следовательно, обеспечение безопасности жизнедеятельности человека в сфере водопотребления — это реализация на практике основного гуманистического принципа — приоритета сохранения человеческой жизни. Его соблюдение позволяет игнорировать любые другие проблемы, в том числе и экологические. Поэтому все чаще человек, стремясь удовлетворить собственные потребности в воде, забирает у естественных экосистем необходимые им водные ресурсы.

Но существует и другая сторона проблемы. Человеку для жизни необходима благоприятная среда, которая немыслима без сохранения природных объектов. Таким образом, предотвращение мирового кризиса водопотребления требует комплексного решения проблем обеспечения безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды в рамках единой программы действий. Рассматривая этот вопрос, следует обратить внимание на то, что подавляющее большинство людей воспринимает употребляемые в общем значении понятия «охрана окружающей среды» и «охрана природы» как некие идиоматические обороты речи, смысл которых заключается в призыве: «Надо охранять». Вопросом же: «от кого их надо охранять?» и, что еще более важно: «как охранять?», почти никто не задается. Да, при решении частных проблем в этой области существуют конкретные

«причинители вреда». Но в более общих случаях, как, например, при анализе экологических последствий мирового кризиса водопотребления, аналогичный субъект не персонифицируется. Вместе с тем он существует — это человечество в целом. Стремительно увеличивая свою численность, человек неминуемо увеличивает свое потребление естественных ресурсов планеты, оставляя природе все меньшее их количество. Поэтому человечество должно охранять окружающую среду от своего собственного развития. Осознание данной реалии порождает следующий вопрос: «как охранять окружающую среду?». Наиболее простой ответ — путем введения и дальнейшего ужесточения мер по ограничению воздействия человека на окружающую среду. Как уже указывалось во введении, данный подход в настоящее время превратился в главенствующую парадигму природоохранной деятельности, которую мы называем ограничительной. В рамках этой парадигмы на современном этапе осуществляется практически вся деятельность международных организаций в области противодействия развитию мирового кризиса водопотребления. На наш взгляд, в подобном подходе заложено внутреннее противоречие, которое в настоящее время стараются не замечать. Оно заключается в том, что непрекращающийся рост человечества и его водопотребления должен сопровождаться адекватным усилением ограничительных мер. Прекратить рост народонаселения в обозримой перспективе не удастся. Следовательно, необходимо ограничить водопотребление на основе экономии водных ресурсов, включая организацию международной торговли водоемкой продукцией. Выполнение этой задачи становится все менее реальным. Сейчас это проявляется в непрекращающемся расширении и углублении региональных кризисов, а также росте напряженности в области трансграничного водопотребления. На определенном этапе возможности водосбережения и экспорта водоемкой продукции при постоянном увеличении численности населения Земли будут окончательно исчерпаны. Собственно, это и станет моментом наступления мирового кризиса водопотребления.

Назрела острая необходимость смены парадигмы. В очередной раз вспомним, что доступные человеку ресурсы пресной воды составляют всего 0,3 % от их планетарных запасов. Следовательно, решение мирового кризиса водопотребления может заключаться в увеличении объема водных ресурсов в соответствии с растущим водопотреблением. Подобный путь развития сферы водопотребления назван в монографии «мобилизационным сценарием ее развития (мобилизационным водопотреблением)». Решение этой задачи потребует строительства крупномасштабных сетей гидротехнических сооружений и создания на их основе большого количества управляемых природно-технических систем. В соответствии с этим данная парадигма обозначается нами как «креативная». Такой подход в определенной мере уже реализуется на практике в форме организации отдельных систем гидротехнических сооружений по межбассейновому перераспределению речного стока. Первостепенными задачами в этом направлении являются бесконфликтное объединение усилий в рамках создания международного рынка ресурсов пресной воды, а также разработка научных основ этой деятельности, позволяющих по возможности смягчить сопутствующие ей нежелательные изменения окружающей среды.

Предотвращение мирового кризиса водопотребления на основе реализации мобилизационного сценария развития сферы водопотребления представляет собой реальную задачу. Создание цепочек, а затем комплексов и сетей водноресурсной логистики, обеспечивающих устойчивую доставку вод в регионы, испытывающие ее дефицит, способно обеспечить безопасность жизнедеятельности огромной части современного человечества.

Значительно большую сложность представляет решение экологических проблем при реализации проектов мобилизационного водопотребления. Несомненно, эта деятельность является расширением и углублением техногенеза окружающей среды. Достигнув определенных масштабов, она может вызвать изменение глобального гидрологического цикла и связанных с ним биогеохимических циклов, а также иметь макроклиматические



последствия. Но следует вспомнить, что в настоящее время человечество поставлено в условия, когда необходимо сделать альтернативный выбор, каждый из вариантов которого будет сопровождаться нежелательными явлениями. Первая из этих альтернатив предполагает, что мы и в дальнейшем будем придерживаться ограничительной парадигмы, что повлечет за собой закономерное развитие мирового кризиса водопотребления и сопутствующих ему экономических и социально-политических потрясений. Некоторые государства, стремясь предотвратить подобные явления на своей территории, а в ряде случаев и использовать кризисные явления в сфере потребления других стран для укрепления своего геополитического влияния, уже сейчас приступили к созданию систем по межбассейновому (межрегиональному) перераспределению речного стока. Отсутствие поддержки международного сообщества приводит лишь к тому, что экологические проблемы (особенно трансграничные) при реализации этих проектов в значительной мере игнорируются. Таким образом, приверженность к ограничительной парадигме не сможет воспрепятствовать углубляющемуся техногенезу гидросферы, но будет косвенно способствовать его бесконтрольному развитию. Другая альтернатива — это системно осуществляющаяся под эгидой международных организаций реализация проектов мобилизационного водопотребления. В оптимальном варианте такая деятельность предполагает учет интересов всех водопотребителей. Ее отдельным аспектом является возможность за счет ирригации земель существенно увеличить площади участков, пригодных для сельскохозяйственного освоения, и тем самым способствовать решению еще одного из наиболее опасных мировых кризисов — продовольственного. Не менее важной является возможность целенаправленного формирования благоприятных экологических условий на основе создания иерархии управляемых природно-технических систем, вплоть до подобной системы общепланетарного масштаба — управляемой биотехносферы. Именно этот путь позволит воплотить на практике провозглашенную ООН концепцию устойчивого развития.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АРЕ — Арабская Республика Египет;

АЭС — атомная электростанция;

ВК РФ — Водный кодекс Российской Федерации;

ВХР — водохозяйственные расчеты;

ВХС — водохозяйственная система;

ГАЭС — гидроаккумулирующая электростанция;

ГОСТ — государственный стандарт;

ГТС — гидротехническое сооружение;

ГЭС — гидроэлектростанция;

ЕС – Европейский союз;

МВР — мобильные водные ресурсы;

ООН — Организация Объединенных Наций;

ПТС — природно-техническая система;

РФ — Российская Федерация;

СКИОВО — схемы комплексного использования и охраны водных объектов;

ТЭВС — транспортно-энергетическая водная система;

ТЭС — тепловая электростанция;

ЧС — чрезвычайная ситуация

## СЛОВАРЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ

**Антирека** — это управляемая природно-техническая система, создаваемая для средне- и крупномасштабного межбассейнового или межрегионального перераспределения речного стока (3.3)<sup>55</sup>.

**Безвозвратное водопотребление** — водопотребление без возврата воды в водный объект (1.1).

**Безопасность жизнедеятельности (БЖД)** — состояние человека, общества и государства, при котором отсутствуют опасности и угрозы нанесения неприемлемого ущерба их жизненно важным интересам.

*Примечание.* Неприемлемый ущерб: ущерб людям или окружающей среде, который: а) угрожает жизни или здоровью людей, или б) является серьезным и практически невозполнимым, или в) является несправедливым по отношению к нынешнему или будущим поколениям, или г) наносится без должного внимания к правам тех, кому он причиняется (1.1).

**Биотехносфера** — состояние биосферы Земли, условия в которой формируются при значимом воздействии техногенных факторов.

*Примечание.* Биотехносфера представляет собой природно-техническую систему планетарного масштаба (4.4).

**Бытовое водопотребление или водопотребление в социально-бытовой сфере** — потребление воды для питья, приготовления пищи и удовлетворения санитарно-гигиенических потребностей (обеспечения бесперебойной работы канализационных систем и т. п.) (1.1).

**Водная геополитика** — совокупность форм политического влияния, в основе которых лежит возможность государства целенаправленно изменять количество, качество и доступность потребляемых водных ресурсов в других странах (4.2).

**Водная дипломатия** — область межгосударственных отношений, направленная на урегулирование проблем, возникающих между разными странами в процессе совместного использования водных ресурсов (4.3).

---

<sup>55</sup> В скобках указаны разделы монографии, в которых наиболее полно раскрывается значение данного понятия.

**Водная политика (гидрополитика)** — общая стратегия властных органов по решению как межгосударственных, так и внутригосударственных проблем в этой области использования и охраны водных ресурсов (4.2).

**Водноресурсная логистика** — создание путей крупномасштабной межрегиональной транспортировки водных ресурсов, а также разработка правил и методов управления этим процессом.

*Примечание.* Водноресурсная логистика – это концептуальная основа развития мобилизационного водопотребления, в т. ч. создания антирек (4.5).

**Водноресурсная логистическая цепочка** — путь поэтапной транспортировки вод, включающий по одному из каждого видов объектов водноресурсной логистики (4.5).

**Водноресурсный логистический комплекс** — совокупность объектов водноресурсной логистики, допускающая несколько вариантов транспортировки вод от конкретного донора мобильных водных ресурсов (МВР) до конкретного реципиента МВР.

*Примечание.* Дальнейшее развитие подобных комплексов приводит к созданию межрегиональной и даже континентальной водноресурсной логистической сети (4.5).

**Водноэнергетический баланс** — соотношение водных ресурсов, необходимых для обеспечения работы объектов гидроэнергетики и их объема, необходимого для удовлетворения нужд других водопользователей того же речного бассейна (2.2).

**Водные ресурсы** — поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы (2.1).

**Водный баланс** — это соотношение прихода и расхода воды с учетом изменения ее запасов за выбранный интервал времени для рассматриваемого объекта.

*Примечание.* Водный баланс может быть рассчитан для водосбора или участка территории, для водного объекта, страны, материка (2.2).

**Водный дефицит или дефицит водных ресурсов** — нехватка воды в различных сферах водопотребления.

*Примечание.* Водный дефицит может быть физическим, химическим, инфраструктурным и институциональным (1.1).

**Водный след** — суммарное количество воды, используемое в той или иной стране (регионе), включая воду, необходимую для производства определенных товаров и услуг (3.2).

**Водный стресс** — постоянно ощущаемая населением нехватка воды удовлетворительного качества (1.1).

**Водоемкая продукция** — различные виды продукции (включая электроэнергию), изготовление которой требует затраты значительного количества водных ресурсов.

*Примечания.*

1. Поставка водоемкой продукции в регионы, испытывающие водный дефицит, рассматривается как один из способов решения данной проблемы.

2. Эта деятельность, осуществляемая на коммерческой основе, обозначается как «торговля виртуальной водой» (3.2; 4.1).

**Водопользование** — совокупность различных способов использования водных объектов, включая помимо водопотребления отведение в них сточных вод, рекреационное использование, а также использование в качестве путей для транспортных перевозок (1.1).

**Водопотребление** — потребление воды из систем водоснабжения и других источников с целью удовлетворения различных нужд человека, включая сохранение благоприятных экологических условий (1.1).

**Водопотребление в производственной сфере** — *См. Промышленное водопотребление.*

**Водопотребление в социально-бытовой сфере** — *См. Бытовое водопотребление.*

**Водопотребление в сфере сельского хозяйства** — *См. Сельскохозяйственное водопотребление.*

**Водопотребление природной среды** — поступление вод в природные объекты в объеме, необходимом для их существования (1.2).

**Водосберегающие технологии** — технологии, позволяющие существенно снизить объемы водопотребления (3.2).

**Водохозяйственная система (ВХС)** — это комплекс водных объектов и предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны водных ресурсов гидротехнических сооружений (2.4).

**Водохозяйственный баланс** — расчет потребностей водопользователей в водных ресурсах по сравнению с доступными для использования водными ресурсами в границах речных бассейнов, подбассейнов, водохозяйственных участков при различных условиях водности (2.2).

**Возобновляемость водных ресурсов** — это баланс между процессами пополнения и расхода поверхностных и подземных водных объектов, воды которых в данный момент доступны для потребления человеком

*Примечание.* Любое значимое нарушение глобального гидрологического цикла приводит к нарушению режима возобновляемости водных ресурсов (2.1).

**Восходящее проектирование** — методология формирования крупномасштабной системы (например, водноресурсной логистической сети) путем создания разрозненных ее элементов, в которые изначально закладывается возможность последующего структурного-функционального объединения в единое целое (4.4).

**Гидрополитика** — См. *Водная политика*.

**Гидросфера** — прерывистая водная оболочка Земли, представляющая собой совокупность всех видов природных вод (2.1).

**Глобальное водное партнерство (ГВП)** — международная сеть организаций (государственных, частных, региональных, научных, проектных и т. п.), занимающихся проблемами управления водными ресурсами.

*Примечание.* В своей работе ГВП руководствуется дублинскими принципами, а в качестве основной цели выдвигает идею установления Единого управления водными ресурсами (1.3).

**Глобальный гидрологический цикл** — постоянный циклический процесс движения воды в гидросфере, сопровождающийся ее перемещением в пространстве и переходом из одного фазового состояния в другое под воздействием солнечного нагрева и гравитационных сил (2.1).

**Дефицит водных ресурсов** — См. *Водный дефицит*.

**Дополнительная водопотребительская нагрузка** — удовлетворение потребности населения кризисных регионов в воде, за счет водных ресурсов регионов, не испытывающих их острого дефицита (1.3).

**Доступные водные ресурсы** — доля водных ресурсов, которая может быть непосредственно использована человеком для удовлетворения своих нужд.

*Примечание.* На современном этапе их суммарный объем доступных водных ресурсов составляет лишь 0,3 % планетарных запасов воды (2.1).

**Дублинские принципы** — комплекс рекомендаций, принятых в 1992 году по результатам Международной конференции по водным ресурсам, проведенной в Дублине под эгидой ООН с целью упорядочения деятельности по регулированию водопотребления в регионах, испытывающих водный дефицит (1.3).

**Засуха** — комплекс метеорологических факторов в виде продолжительного отсутствия осадков в сочетании с высокой температурой и понижением влажности воздуха, приводящий к нарушению водного баланса растений и вызывающий их угнетение или гибель (1.1).

**Институциональный дефицит воды** — водный дефицит, обусловленный особенностями действующего законодательства или целенаправленных действий государственных или общественных институтов, препятствующих бесперебойному и равноправному доступу потребителей к необходимым им водным ресурсам (1.1).

**Интенсивное водопотребление** — удовлетворение растущих потребностей в воде на основе широкого внедрения водосберегающих технологий и водоохраных мер, позволяющих экономно расходовать водные ресурсы и снизить темпы экстенсивного водопотребления (3.1).

**Инфраструктурный дефицит воды** — водный дефицит, связанный с нарушением функционирования объектов инфраструктуры (систем водоснабжения и др.) (1.1).

**Истощение вод** — сокращение количества пресной воды, сосредоточенной в поверхностных и подземных водных объектах, качество которой пригодно для обеспечения условий нормальной жизнедеятельности человека и сохранения благополучной экологической ситуации.

*Примечание.* Различают количественное истощение вод, то есть уменьшение объема запасов пресных вод, и качественное истощение вод, причиной которого является их загрязнение, в результате которого часть водных запасов пресных вод становится непригодной для обеспечения нужд человека и существования питаемых ими природных объектов (1.2).

**Концепция устойчивого развития** — концепция, принятая на конференции ООН в Рио-де-Жанейро в июне 1992 года, которая подразумевает необходимость бесконфликтного развития мировой экономики с учетом экологических и социальных интересов будущих поколений (1.2).

**Кризис водопотребления** — это постоянный острый недостаток необходимого количества воды, которое может удовлетворить потребность населения в питьевой воде, вне зависимости от ее качества.

*Примечание.* Региональные кризисы водопотребления охватывают отдельные участки планеты, мировой кризис водопотребления непосредственно затронет большую часть ее населения (1.1).

**Кризисные явления в сфере потребления** — спорадически или периодически возникающие события локального характера, заключающиеся во временной нехватке воды для удовлетворения нужд населения, сельского хозяйства, промышленных предприятий и объектов энергетики (1.1).

**Мировой кризис водопотребления** — мировой кризис водопотребления можно определить как наступление момента, когда постоянно возрастающие потребности человечества в пресной воде не смогут быть удовлетворены за счет имеющихся на Земле ее запасов.

*Примечания.*



1. Формально наступлением кризиса считается момент, когда произойдет пересечение трендов, отражающих общемировые тенденции потребления воды и ее доступных ресурсов.

2. В реальности наступление мирового кризиса водопотребления будет заключаться в том, что в определенный момент водных ресурсов «зон дополнительной водопотребительской нагрузки» станет заведомо недостаточно для улучшения условий жизнедеятельности людей (или хотя бы их сохранения на прежнем уровне) в регионах, испытывающих острый дефицит водных ресурсов (1.3).

**Мобилизационное водопотребление** — сценарий развития сферы водопотребления, при котором водный дефицит, возникающий вследствие роста народонаселения и объемов производства, покрывается путем увеличения объема доступных водных ресурсов за счет ранее не используемых источников (3.1).

**Наводнение** — затопление территории водой, которое, в отличие от паводка, рассматривается как стихийное бедствие (1.3).

**Негативное воздействие вод** — затопление, подтопление, разрушение берегов водных объектов, заболачивание и другое нежелательное воздействие вод на общее состояние территории и расположенные на ней техногенные, природно-техногенные и природные объекты (2.3).

**Нормирование водопотребления** — установление норм расхода воды (3.1).

**Объект водноресурсной логистики** — отдельный фрагмент пути транспортировки водных ресурсов, выполняющий определенную функцию.

*Примечание.* Основными видами этих объектов являются: первичный накопитель в водном объекте-доноре мобильных водных ресурсов (МВР), промежуточный накопитель (депозитарий) МВР, участки водных коммуникаций и системы по распределению вод между водопотребителями (реципиентами МВР) (4.5).

**Опреснение морской воды** — совокупность способов ее обработки, в результате которой концентрации растворенных солей снижается до уровня, делающем ее пригодной для использования в качестве пресной воды в бытовых и хозяйственных целях (обычно до 1 г/л) (3.4).

**Паводок** — фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным, обычно

кратковременным увеличением расходов и уровней воды и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей (2.2).

**Подтопление** — повышение уровня подземных вод, приводящее к нарушению хозяйственной деятельности на данной территории (2.4).

**Природно-техническая система (ПТС)** — любая совокупность природных, природно-техногенных и техногенных объектов, состояние и функционирования которых взаимосвязаны и/или взаимозависимы (2.4).

**Промышленное водопотребление или водопотребление в производственной сфере** — водопотребление, обусловленное нуждами производства промышленной продукции и энергии (1.1).

**Региональные кризисы водопотребления** — кризисы водопотребления, затрагивающие лишь определенные области (1.1).

**Регулирование стока** — контролируемое изменение естественного продвижения вод по руслу реки в соответствии с нуждами водопотребления и водопользования (2.3).

**Сельскохозяйственное водопотребление или водопотребление в сфере сельского хозяйства** — водопотребление, обусловленное нуждами производства сельскохозяйственной продукции (1.1).

**Синкретичность** — соединение или различных или даже противоположных взглядов (3.3).

**Системно-трансаквальная концепция развития международного рынка ресурсов пресной воды** — объединение всех участников процесса экспорта-импорта мобильных водных ресурсов (МВР) в единую управляемую природно-техническую систему (ПТС), функционирование которой, помимо получения коммерческой выгоды, позволяет контролировать экологическую ситуацию на всех участках водноресурсной логистической цепочки (комплекса, сети) (4.1).

**Сфера водопотребления** — совокупность всех видов и форм бытового, промышленного и сельскохозяйственного водопотребления, существующих в пределах определенного участка окружающей среды (региона) (3.1).

**Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО)** — систематизированные материалы о состоянии водных объектов, расположенных в границах речных бассейнов, и об их использовании, которые являются основой осуществления водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране этих водных объектов (3.3).

**Транспортно-энергетическая водная система (ТЭВС)** — система водных естественных и искусственных объектов, создаваемая для комплексного использования в водотранспортных и гидроэнергетических целях (4.6).

**Физический дефицит воды** — водный дефицит, обусловленный ее недостаточным количеством воды в данном регионе (стране, административном образовании и т. п.).

**Химический дефицит воды** — водный дефицит, возникающий в результате загрязнения водных объектов — источников водоснабжения, в результате чего их воды становятся непригодными для потребления (1.1).

**Хронический дефицит водных ресурсов** — постоянно ощущаемый населением недостаток воды, необходимой для обеспечения нормальных условий жизни людей и их деятельности,

**Экологическая глобалистика** — совокупность научных, философских, культурологических и прикладных исследований общих экологических проблем развития человеческой цивилизации (4.4).

**Экологические беженцы** — люди, которым пришлось мигрировать из регионов своего проживания по причине ухудшения экологической обстановки (во многих случаях это недостаток воды и, как следствие, нехватка пищевых продуктов, связанная с невозможностью осуществления в этих условиях сельскохозяйственной деятельности) (4.4).

**Экстенсивное водопотребление** — удовлетворение возрастающей потребности человека в воде за счет увеличения объемов ее изъятия из окружающей среды (3.1).

## ИСТОЧНИКИ

Алексеева, 2015 — Алексеева А.Г. Управление водными ресурсами в Российской Федерации // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 4 (31). С.10–44.

Алексеевский, Гладкевич, 2003 — Алексеевский Н.И., Гладкевич Г.И. Водные ресурсы в мире и в России за 100 лет // В кн.: Россия в окружающем мире: 2003 (Аналитический ежегодник). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2003. – С. 114–145.

Аль Мурейш Халед Абдо Саид Али, Фрумин, 2006 — Аль Мурейш Халед Абдо Саид Али, Фрумин Г.Т. Проблема водообеспечения в республике Йемен: современное состояние и пути решения // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2006. № 2. С. 136–162.

Апельцин, Клячко, 1968 — Апельцин И.Э., Клячко В.А. Опреснение воды. – М.: Стройиздат, 1968. – 224 с.

Арсеньев, 2005 — Арсеньев Г.С. Основы управления гидрологическими процессами: водные ресурсы. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2005. – 231 с.

Асарин, 1982 — Асарин А.Е. Новое в водохозяйственном проектировании и современные требования к охране окружающей среды // Теория и методы управления ресурсами суши. – М.: Наука, 1982. – С. 89–85.

Асарин, Бестужева, 1986 — Асарин А.Е., Бестужева К.Н. Водно-энергетические расчеты. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 224 с.

Бабина, Островский, 2008 — Бабина Ю.В., Островский Г.М. Управление водными ресурсами России. – М.: АМА-ПРЕСС, 2008. – 288 с.

Баетов, Архангельская, 2015 — Баетов Б.И., Архангельская А.В. Изменение водности рек и ее вызовы гидроэнергетической безопасности // Вестник КРСУ. 2015. Т.15. № 1. С. 140–143.

Бакас Уулу, Смагулов, 2011 — Бакас Уулу Б., Смагулов К. Водноэнергетические проблемы Центральной Азии: политика государств

региона и перспективы развития ситуации // Центральная Азия и Кавказ. 2011. Т.14. Вып.1. С. 93–100.

Барабанов, 2009 — Барабанов О.Н. Глобальная проблема водных ресурсов //Современные глобальные проблемы мировой политики. – М.: Аспект-Пресс, 2009. – С. 26–51.

Безносков и др., 2006 — Безносков В.Н., Горюнова С.В., Кучкина М.А., Попов А.В., Суздалева А.А. Процесс вторичного загрязнения водоема: основные фазы и мероприятия по предотвращению нежелательных экологических последствий // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: «Естественные науки». Выпуск: «Химия и химическая экология», № 3, 2006. С. 84–87.

Белозёров, 2009 — Белозёров В. Страсти по воде // Россия в глобальной политике. 2009. № 3. С. 150–160.

Беляков, 1998 — Беляков А.А. Римское право и законы Российской империи в связи с проблемой рационального водопользования // IVS ANTIQVVM. Древнее право. 1998. № 1(3). С. 125–135.

Беляков, 2010 — Беляков А.А. Транспортно-энергетическая водная система (ТЭВС) в России. Основные положения концепции, первоочередные проекты. – М.: UNDP, 2010 [<http://solex-un.ru/>]

Беляков и др., 2014 — Беляков А.А., Щербаков Е.Т., Логинова Т.Г., Назарова В.О. Единая сеть европейских внутренних водных путей и перспективы присоединения к ней России // Современные производительные силы. 2014. № 2. С. 58–71.

Березнер, 1985 — Березнер А.С. Территориальное перераспределение речного стока европейской части РСФСР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 160 с.

Боришполец, 2011 — Боришполец К.П. Водно-энергетические проблемы Центральной Азии и сравнительные возможности ЕврАзЭС и ШОС в деле их решения // Вестник МГИМО-университета. 2011. № 2(16). С. 31–37.

Боришполец, Бабаджанов, 2007 — Боришполец К., Бабаджанов А. Водные ресурсы Центральной Азии в контексте регионального сотрудничества // Аналитические записки МГИМО (У) МИД РФ. 2007. Вып. 9(29). 22 с.

Букварева, 2010 — Букварева Е.Н. Роль наземных экосистем в регуляции климата и место России в посткиотском процессе. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 97 с.

Быстрова, 2013 — Быстрова А.К. Проблемы глобальной инфраструктуры в центральноазиатском регионе. Оптимизация роли России. – М.: ИМЭМО РАН, 2013. – 98 с.

Валентини и др., 2004 — Валентини К.Л., Оролбаев Э.Э., Абылгазиева А.К. Водные проблемы Центральной Азии. – Бишкек: АРС, 2004. – 142 с

Ван Гуаньцзюнь, 2012 — Ван Гуаньцзюнь. Государственная экологическая политика Китая: история развития и современные проблемы // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 6: Философия, политология, социология, психология, международные отношения. 2012. Выпуск 1. С. 66–70.

Василенко, 2014 — Василенко В.А. Водные ресурсы Новосибирской области: проблемы и пути решения // Актуальные проблемы развития Новосибирской области и пути их решения. Ч. 1: Проблемы и перспективы экономического развития Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН 2014. – С. 298–310.

Вода России, 2000 — Вода России. Социально-экологические водные проблемы / Под науч. ред. А.М. Черняева. – Екатеринбург: Изд-во «АКВА-ПРЕСС», 2000. – 364 с.

Водно-экологические проблемы..., 2003 — Водно-экологические проблемы бассейна р. Амур. – Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 2003. – 187 с.

Водная стратегия РФ..., 2009 — Водная стратегия РФ на период до 2020 года. – М.: НИА – Природа, 2009. – 39 с.

Водные ресурсы..., 2008 — Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. – СПб: ГГИ, 2008. – 598 с.

Водный кодекс..., 2013 — Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 28.07.2012 с изменениями, вступившими в силу с 01.01.2013).

Воропаев, 1976 — Воропаев Г.В. Единая водохозяйственная система страны // Водные ресурсы. 1976. № 6. С. 99–109.

Временные методические рекомендации..., 1978 — Временные методические рекомендации к изучению санитарных условий водопользования и жизни населения при территориальном перераспределении стока рек. Утверждены Начальником Главного санитарно-эпидемиологического управления Минздрава СССР 01.09.1978 г. Приказ № 1902-78/121-дт/193-4. 19 с.

Герарди, 1975 — Герарди И.А. Единая государственная система регулирования и межбассейнового перераспределения водных ресурсов // Гидротехника и мелиорация. 1975. № 7. С. 22–28.

Глобальная экологическая..., 2002 — Глобальная экологическая перспектива – 3 // М.: ИнтерДиалект, 2002. 504 с.

Говорушко, Горбатенко, 2013 — Говорушко С.М., Горбатенко Л.В. Трансграничное водопользование в бассейне р. Амур // Вестник ДВО РАН. 2013. № 2. С. 74–83.

Голицын, 2007 — Голицын В.А. Глобальное регулирование водных ресурсов // Пространство и время в мировой политике и международных отношениях: материалы 4 Конвента Российской ассоциации международных исследований. Т.9. Перспективы надгосударственного управления в глобальном и региональном масштабе. – М.: МГИМО – университет, 2007. С. 41–50.

Голицын, 2009 — Голицын В.А. Конфликтный потенциал водных ресурсов // Власть. 2009. № 6. С. 78–81.

Голицын, 2001 — Голицын Г.С. Основные закономерности возникновения опасных гидрометеорологических процессов, обусловленные глобальными климатическими изменениями // В кн.: Природные опасности России Т. 5.

Гидрометеорологические опасности. – М.: Издательская фирма «КРУК», 2001. – С. 286–293.

Гопченко, Гушля, 1989 — Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 303 с.

Горский, 1962 — Горский Н.Н. Вода – чудо природы. – М. Изд-во АН СССР, 1962. – 224 с.

Государственный доклад..., 2009 — Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2008 году» – М.: НИА – Природа, 2009. – 457 с.

Государственный доклад..., 2015 — Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2014 году» – М.: НИА–Природа, 2015. – 270 с.

Григорьев, 2008 — Григорьев Е.Г., Шевчук А.В., Рыжков Ю.А. Планирование использования и охраны водных ресурсов // Управление водными ресурсами России. – М.: АМА-ПРЕСС, 2008. – С.128–154.

Гусейнов, Гончаренко, 2010 — Гусейнов В., Гончаренко А. Водные ресурсы ЦАР // Центральная Азия. Геополитика и экономика региона. – М.: Институт стратегических оценок и анализа. 2010. – С. 61–80.

Данилов-Данильян, 2004 — Данилов-Данильян В.И. Неизбежны ли водные войны? // – М.: Научная книга. 2004. – С. 100–132.

Данилов-Данильян, 2009 — Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. – М.: ООО «Типография ЛЕВКО», 2009. – 88 с.

Данилов-Данильян, 2012 — Данилов-Данильян В.И. Глобальная проблема дефицита пресной воды // Универсальная и глобальная история (эволюция Вселенной, Земли, жизни и общества). – Волгоград: Изд-во «Учитель», 2012. – С. 584–596.

Данилов-Данильян, Лосев, 2006 — Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. – М.: Наука, 2006. – 221 с.



Данилов-Данильян, Хранович, 2010 — Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. – М.: Научный мир, 2010. – 232 с.

Демин, 2015 — Демин А.П. Проблема распределения водных ресурсов трансграничной реки Нил // География и природные ресурсы. 2015. № 2. С. 188–196.

Дергачев, 2004 — Дергачев В.А. Геополитика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 526 с.

Дергачев, 2005 — Дергачев В.А. Глобалистика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 304 с.

Джамалов, Хасиев, 2011 — Джамалов Р.Г., Хасиев Р.С. Современная водная дипломатия // Природа. 2011. № 9. С. 44–51.

Догановский, Малинин, 2004 — Догановский А.М., Малинин В.Н. Гидросфера Земли. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 365 с.

Дэвис, 1996 — Дэвис Л. Природные катастрофы. Т. 2. – Смоленск: Изд-во «Русич», 1996. – 400 с.

Железняков и др., 2008 — Железняков Г.В., Неговская Т.А., Овчаров Е.Е. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока. – М.: Колос, 1984. – 205 с.

Жильцов, Зонн, 2008 — Жильцов С.С., Зонн И.С. Борьба за воду // Индекс безопасности. 2008. Т. 14. № 3. С. 49–62.

Задохин, 2014 — Задохин А.Г. Глобальные проблемы: вызовы и возможные ответы // Обозреватель-Observer. 2014. № 10. С. 28–39.

Збаращенко, 2009 — Збаращенко В.С. Мегалогистическая интермодальная транспортно-технологическая система Германия – Россия – Центральная Азия – Афганистан – Китай // Евразийская экономическая интеграция. 2009. № 1(2). С. 69–76.

Зиядуллаев и др., 1979 — Зиядуллаев С.К., Лапкин К.И., Пугачев А.В., Рахимов Э.Д. Социально-экономические проблемы переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан. – Ташкент: Изд-во «Фан», 1979. – 63 с.

Иванов, Неговская, 1979 — Иванов А.Н., Неговская Т.А. Гидрология и регулирование стока. – М.: Колос, 1979. – 205 с.

Ильин, 2009 — Ильин И.В. Теоретико-методологические основы глобалистики. – М.: Изд-во Московского университета, 2009. – 108 с.

Ильин, Урсул, 2009 — Ильин И.В., Урсул А.Д. Эволюционная глобалистика (концепция эволюции глобальных процессов). – М.: Изд-во МГУ, 2009. – 232 с.

Каширин, 2014 — Каширин В.В. Гидрополитика // Управление водными ресурсами в России. Законодательное регулирование и перспективы. – М.: Издание Государственной Думы, 2014. – С. 138–147.

Клапцов, 2012 — Клапцов В.М. Водноэнергетические проблемы в Центральной Азии: причины, трудности и подходы к разрешению // Проблемы национальной стратегии. 2012. № 6(15). С. 165–182.

Козлов, Беляков, 2009 — Козлов Л.Н., Беляков А.А. Транспортно-энергетическая водная система (ТЭВС) Евразии и ее первоочередные проекты // Евразийская экономическая интеграция. 2009. № 1(2). С. 85–104.

Козлов, Збарщенко, 2009 — Козлов Л.Н., Збарщенко В.С. Трансконтинентальный судоходный маршрут Европа – Центральная Азия // Евразийская экономическая интеграция. 2009. № 1(2). С. 77–84.

Колодин, 1981 — Колодин М.В. Вода и пустыни. – М.: Мысль, 1981. – 119 с.

Комаров и др., 2008 — Комаров И.Н., Максимов А.А., Смилевец Д.О. Международные аспекты управления водными ресурсами // Управление водными ресурсами России. – М.: АМА-ПРЕСС, 2008. – С. 233–265.

Корытный, Жерелина, 2010 — Корытный Л.М., Жерелина И.В. Международные речные и озерные бассейны Азии: конфликты, пути сотрудничества // География и природные ресурсы. 2010. № 2. С. 11–19.

Косарев, Костяной, 2003 — Косарев А.Н., Костяной А.Г. Проблемы кризисных озер и морей // Земля и вселенная. 2003. № 6. С. 67–73.

Краснова, 2015 — Краснова И.О. Развитие права несудоходных видов использования международных водотоков // Актуальные проблемы российского права. 2015. № 4 (53), апрель. С. 133–138.

Крусиян, 2010 — Крусиян М. Проблема водных ресурсов в глобальной перспективе // Вестник Моск. ун-та. Сер. 18. Социология и политология. 2010. № 3. С. 260–266.

Куденеева, 2011 — Куденеева Ю.С. Деятельность международных организаций в сфере использования чистой питьевой воды // Вестник МГИМО-университета. 2011. № 2(16). С. 38–41.

Куденеева, 2013 — Куденеева Ю.С. Политические аспекты международного сотрудничества в сфере использования чистой воды. Автореф. дисс. ... – М.: МГИМО (Университет) МИД, 2013. – 28 с.

Лаппо, 1997 — Лаппо Г.М. География городов. – М.: Владос, 1997. – 480 с.

Лемешев и др., 2011 — Лемешев М.Я., Максимов А.А., Маслов Б.С. Тупики торговли водоемкой продукцией // Обозреватель–Observer. 2011. № 1(252). С. 27–52.

Литуев, 2008а — Литуев В.Г. Проблемы регулирования использования водных ресурсов // Научно-аналитический журнал Обозреватель–Observer. 2008а. № 1. С. 111–117.

Литуев, 2008б — Литуев В.Г. Геополитические аспекты современной гидрополитики : автореферат дис. ... канд. полит. наук. – М.: РАГС при Президенте РФ. 2008б. – 24 с.

Львович, 1977 — Львович М.И. Географические аспекты территориального перераспределения водных ресурсов. Известия АН СССР, серия «География». 1977. № 2. С. 22–37.

Маркин и др., 2015 — Маркин В.Н., Раткович Л.Д., Соколова С.А. Комплексное использование водных ресурсов и охрана водных объектов. Часть 1. Учебное пособие. – М.: МГУП, 2015. – 312 с.

Марфенин, 2006 — Марфенин Н.Н. Устойчивое развитие человечества. — М.: Изд-во МГУ, 2006. — 624 с.

Мелешко и др., 2004 — Мелешко В.П., Голицын Г.С., Говоркова В.А., Демченко П.Ф., Елисеев А.В., Семенов В.А., Спорышев П.В., Хон В.Ч. Возможные антропогенные изменения климата России в 21-м веке: оценки по ансамблю климатических моделей // Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С. 38–49.

Методика расчета водохозяйственного баланса водных объектов. Утв. Приказом МПР России от 30.11.2007 г. № 317. — М.: МПР России, 2007. — 41 с.

Мечников, 2013 — Мечников Л.И. Цивилизации и великие исторические реки. — М.: Айрис-пресс, 2013. — 320 с.

Михайлов и др., 2007 — Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология: учебник для вузов. — М.: Высш. школа, 2007. — 463 с.

Мосин, 2012 — Мосин О.В. Физико-химические основы опреснения морской воды // Сознание и физическая реальность, 2012, № 1, с. 19–30.

Московченко, 1998 — Московченко Д.В. Нефтегазодобыча и окружающая среда. Эколого-геохимический анализ Тюменской области. — Новосибирск: Изд-во «Наука», 1998. — 110 с.

Мохов, 2009 — Мохов И.И. Оценки возможных региональных изменений гидрологического режима на основе глобальных климатических моделей // Гидрологические последствия изменений климата: Труды Британско-Российской конференции. Барнаул: Изд-во ООО «Пять плюс», 2009. С. 103–111.

Назаров, 2010 — Назаров В.П. О некоторых международных проблемах водопользования в мире и угрозах национальной безопасности России // Право и безопасность. — 2010. — № 2. — С. 30–34.

Назаров, 1962 — Назаров В.С. Льды антарктических вод. Результаты исследований по программе международного геофизического года. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 81 с.

Олридж, 1970 — Олридж Д. Каир. Биография города. – М.: Молодая гвардия, 1970. – 304 с.

Орлеанская, 2012 — Орлеанская Е.С. Анализ геоэкологических аспектов водопотребления России и стран мира на основе индикатора водный след // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – Спб.: Изд-во Российского гос. гидрометеорол. ун., 2012. № 25. – С. 49–58.

Осипов, 1995 — Осипов В.И. Природные катастрофы в центре внимания ученых. // Вестник РАН, 1995. Т. 65. № 6. С. 483–495.

Осипов, 2009 — Осипов В.И. Природные опасности и стратегические риски в мире и в России // Экология и жизнь, 2009. № 11–12 (96–97). С. 6–15.

Основы инженерной биологии..., 2006 — Основы инженерной биологии с элементами ландшафтного планирования: Учебное пособие для студентов биологических и технических специальностей / Под ред. Ю.И. Сухоруких. – Майкоп - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 281 с.

Оценочный доклад..., 2008 — Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории РФ. Техническое резюме. – М.: Росгидромет, 2008. – 89 с.

Перелет, 2010 — Перелет Р.А. Дефицит водных ресурсов и экономика водозффективности // В кн. «Рациональное природопользование: международные программы, российский и зарубежный опыт». – М.: Товарищество научных знаний КМК, 2010. – С. 168–181.

Петраков, 2013 — Петраков И.А. Мировой опыт по развитию межбассейнового перераспределения водных ресурсов. – Алматы. 2013 – 46с. Режим доступа: <http://www.cawater-info.net/review/pdf/petrakov-perebroska.pdf> (дата обращения: 01.04.2017).

Петров, 2009 — Петров Г.Н. Совместное использование водно-энергетических ресурсов трансграничных рек Центральной Азии // Евразийская экономическая интеграция. 2009. №1(2). С. 105–116.

Поддубный, 2002 — Поддубный А.В. Экологические проблемы и устойчивое развитие регионов. – Владивосток: ДВГУ ТИДОТ, 2002. – 143 с.

Проблема пресной воды..., 2011 — Проблема пресной воды. Глобальный контекст политики России. – М.: МГИМО – университет, 2011. – 87 с.

Проект Программы..., 2007 — Проект Программы интегрированного управления водными ресурсами и повышения эффективности водопользования Республики Казахстан на 2008–2025 годы. – Астана: КВР МСХ РК, ПРООН / Казахстан, 2007. – 90 с. Режим доступа: <http://www.voda.kz> (дата обращения: 01.04.2017).

Руководство Международной..., 2012 — Руководство Международной финансовой корпорации: Стандарты деятельности по обеспечению экологической и социальной устойчивости 1 января, 2012 года. 340 с. Режим доступа: <http://www.ifc.org> (дата обращения: 01.04.2017)

Руководство по разработке..., 2004 — Руководство по разработке стратегии интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) и повышения эффективности водопользования. Технический комитет глобального водного партнерства (GWP). Стокгольм, 2004. – 48 с. (<http://www.gwpforum.org>; [www.gwpcasena.org](http://www.gwpcasena.org)).

Савичев и др., 2009 — Савичев О.Г., Краснощеков С.Ю., Наливайко Н.Г. Регулирование речного стока. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2009. – 114 с.

Савичев, Токаренко, 2014 — Савичев О.Г., Токаренко О.Г. Управление водными ресурсами: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2014. – 126 с.

Сафаров, 2000 — Сафаров С.Г. Современная тенденция изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в Азербайджане. – Баку: Изд-во «Элм», 2000. – 300 с.

Семенов, 1996 — Семенов В.А. Ресурсы пресной воды и актуальные задачи гидрологии // Соросовский образовательный журнал. 1996. № 10. С. 63–69.

Семенов, 2009 — Семенов С.М. Осадки и водные ресурсы // Гидрологические последствия изменений климата: Труды Британско-Российской конференции. – Барнаул: Изд-во «Пять плюс», 2009. – С. 128–135.

Сидорова, 2010 — Сидорова М.В. Оценка возможных изменений речного стока в XXI веке на территории Восточно-Европейской равнины. Автореф. дисс. .... канд. геогр. наук. – М.: МГУ, 2010. – 26 с.

Симонов, 2010 — Симонов Е.А. Гидроэнергетика и проблемы водохозяйственного освоения бассейна реки Амур // Экологические риски российско-китайского трансграничного сотрудничества: от «коричневых» планов к «зеленой» стратегии. Исследование Программы по экологизации рынков и инвестиций WWF. Москва-Владивосток-Харбин: WWF, 2010. С. 101–119.

Слесаренко, 1991 — Слесаренко В.Н. Опреснение морской воды. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 278 с.

Слесаренко, 1999 — Слесаренко В.Н. Опреснительные установки. – Владивосток: ДВГМА, 1999. – 244 с.

Смирнова, 2012 — Смирнова Г.И. Обострение борьбы за водные ресурсы среди стран бассейна р. Нил // Ось мировой политики XXI в.: обострение борьбы за ресурсы в Азии и Африке. – М.: Центр стратегической конъюнктуры, 2012. – С. 400–412.

Соловьев, 2014 — Соловьев Д.А. Проблемы и перспективы интеграции гидроэнергетических ресурсов России в глобальные электроэнергетические рынки Евразии // Инфраструктурное развитие Евразии. 2014. Вып. 3. С. 63–69.

Состояние мира..., 1999 — Состояние мира 1999. – М.: Изд-во «Весь Мир», 2000. – 364 с.

Сохранение биоразнообразия..., 2015 — Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации. Пятый национальный доклад. – М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2015. – 124 с.

Суздалева, 2015 — Суздалева А.Л. Гидротехническое строительство при организации рынка ресурсов пресной воды // Гидротехническое строительство. 2015. № 9. С. 48–54.

Суздалева, 2016а — Суздалева А.Л. Создание управляемых природно-технических систем. – М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. – 160 с.

Суздалева, 2016б — Суздалева А.Л. Системная техноэкология и управляемые природно-технические системы // Безопасность в техносфере. 2016. Т. 5 № 3. С. 6–14.

Суздалева, 2016в — Суздалева А.Л. Формирование экологического имиджа производственной организации и ее продукции. – М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2016. – 416 с.

Суздалева и др., 2010 — Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Эль-Шаир Хаям И.А. Концепция экологической безопасности объектов гидроэнергетики // Гидротехника. № 4(21)/2010; № 1(22)/2011. С. 22–25.

Суздалева, Горюнова, 2014а — Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. – М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2014. – 456 с.

Суздалева, Горюнова, 2014б — Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Экологические основы формирования международного рынка ресурсов пресной воды // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2014. № 4. С. 92–105.

Суздалева, Горюнова, 2015 — Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Окна Овертона в развитии современной концепции биосферы и решении глобальных экологических проблем // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». 2015. Т. 7. № 4. С. 429–449.

Суздалева, Горюнова, 2017 — Суздалева А.Л., Горюнова С.В. Биотехносфера: экология и безопасность жизнедеятельности: монография. – М.: МГПУ, 2017. – 240 с.

Тарабарко, 2008 — Тарабарко А.Н. Роль Правительства Забайкальского края в решении международных экологических проблем // Сборник докладов



международ. науч.-практ. конференции «Россия, Китай, Монголия». – Чита: Экспресс-издательство, 2008. – С. 29–33.

Терновая и др., 2013 — Терновая Л.О., Прохорова Н.Б., Лурье М.В. Водные ресурсы и проблемы их использования // Управление водными ресурсами России. М.: АМА-ПРЕСС, С.11–26.

Управление водными ресурсами..., 2014 — Управление водными ресурсами в интересах сельского хозяйства и продовольственной безопасности // СОАГ. 2014. № 6. С. 1–10.

ФАО..., 2012 — ФАО 2012. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Управление системами, находящимися под угрозой. – М.: Изд-во «Весь Мир», 2012. – 301 с.

Федоров, Суздалева, 2014а — Федоров М.П., Суздалева А.Л. Экологическая оптимизация гидроэнергетики как альтернативная стратегия охраны окружающей среды // Гидротехническое строительство. 2014. №3. - С.10-15.

Федоров, Суздалева, 2014б — Федоров М.П., Суздалева А.Л. Гидротехническое строительство как основа устойчивого развития // Гидротехническое строительство. 2014. №11. - С.27–30.

Фюрон, 1966 — Фюрон Р. Проблема воды на земном шаре. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 255 с.

Хон, Мохов, 2012 — Хон В.Ч., Мохов И.И. Гидрологический режим бассейнов крупнейших рек северной Евразии в XX-XXI вв. // Водные ресурсы. 2012. Т.39. №1. - С.3–12.

Центральная Азия ..., 2015 — Центральная Азия-2020: четыре стратегических концепта. – Астана: Казахстанский институт стратегических исследований при Президенте Республики Казахстан, 2015. – 53 с.

Чернявский, 2011 — Чернявский С.И. Россия и современная гидрополитика // Вестник МГИМО-университета. 2011. №2(16). - С.25-30.

Шевчук, Беляков, Логинова, 2015 — Шевчук А.В., Беляков А.А., Логинова Т.Г. Главные магистрали объединенной водной системы (ОВС) России // Современные производительные силы. 2015. №2. - С.29–37.

Шикломанов, 1994 — Шикломанов А.И. Влияние антропогенных изменений климата на сток р. Енисей // Метеорология и гидрология. 1994. №2. - С.84–93.

Шикломанов, Георгиевский, 2009 — Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю. Влияние изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы рек России // Гидрологические последствия изменений климата: Труды Британско-Российской конференции. Барнаул: Изд-во «Пять плюс». 2009. – С.143–151.

Шильников, 1960 — Шильников В.И. Объем и количество айсбергов в Антарктике // Информ. бюл. Сов. антаркт. экспед. 1960. № 21. - С. 34–37.

Щерба, 2013 — Щерба В.А. Экологические проблемы «сланцевой революции» // Вестник казанского технологического университета. 2013. №2. С.120–126.

Эдельштейн, 2005 — Эдельштейн К.К. Гидрология материков. – М.: Изд. дом «Академия», 2005. – 304 с.

Эльпинер, 2003 — Эльпинер Л.И. Сценарий возможного влияния изменения гидрологической обстановки на медико-экологическую ситуацию (к проблеме глобальных гидроклиматических изменений) // Водные ресурсы. 2003. Т. 30. №4. - С. 473–484.

Эльпинер, 2009 — Эльпинер Л.И. Водные ресурсы, климат и здоровье // Экология и жизнь. 2009. №1(86). - С. 80– 85.

Allan, 1998 — Allan J.A. Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits // Groundwater. 1998. 36(4). - P.545–546.

Arnell, 1999 — Arnell N.W. Climate change and global water resources // Global Environmental Change. 1999. 9. - P.31–49.

Bates et al., 2008 — Bates B.C., Kundzewicz, Z.W., WuS., Palutikof, J.P. Climate change and water. Technical Paper VI of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat. Geneva, 2008. - 210 p.

Berezovskaya, Yang, Hinzman, 2005 — Berezovskaya S., Yang D.Q., Hinzman L. Long-term annual water balance analysis of the Lena River // *Global Planet. Change*. 2005. 48(1–3). - P.84–95

Biger, 1988 — Biger G.D. Physical Geography and Low: The Case of International River Boundaries // *Geol. Journ.* 1988. Vol. 17, no. 3. - P. 75–79.

Brown, Ayres, 1998 — Brown L., Ayres E. (Edit.) *The World Watch Reader on Global Environmental Issues* // N.Y. – London: W.W. Norton Co., 1998. - 358 p.

Burt, 1956 — Burt J.C. Iceberg water for California? // *Science Digest*, 1956. Vol. 39. - P. 1–4

ESCO-WWAP, 2006 — ESCO-WWAP *Water a shared responsibility: The United Nations World Water Development 14. Report 2.* Paris: UNESCO, 2006. - 550 p.

Faisal, 1977 — Faisal M.A. Water supply and weather modifications through the use of transported icebergs from the Antarctic // *Desalination*, 1977. Vol. 20, no. 1–3. - P. 415–423.

Fischer et al., 2007 — Fischer G., Tubiello F.N., Van Velthuisen H., Wiberg D.A. Climate change impacts on irrigation water requirements: effects of mitigation, 1990-2080. *Technological Forecasting and Social Change*, 2007. 74(7). P. 1083–1107.

Georgievsky, Shiklomanov, Shalygin, 2002 — Georgievsky V.Yu., Shiklomanov I.A., Shalygin A.L. Long-term Variations in the Runoff over the Russian Territory. St. Petersburg: Report of the St. Petersburg State Hydrological Institute, 2002. - 85 p.

Gleick, 2003 — Gleick P.H. Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21-th century. // *Science*. 2003. Vol. 302, no. 5650. - P. 1524–1527.

Gordon at al., 2005 — Gordon L.J., Steffen W., Jonsson B.F., Folke C., Falkenmark M., Johannessen A. Human modification of global water vapor flows from the land surface // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2005. Vol. 102, no. 21. - P. 7612–7617.

Helmer, 1997 — Helmer R. Water Demand and Supply // *Nucl. Desalinat. Sea Water: Proc. Int. Symp.*, Taejon, 26-30 may, 1997. Vienna: 1997. P. 15–24.

Hoekstra, Chapagain, 2007 — Hoekstra A.Y. and Chapagain A. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resource Management*. 2007. Vol. 21. – P. 35–48.

Kelly, 1966 — Kelly R.P. North American Water and Power Alliance // In: «Water production using nuclear energy». Tucson: The University of Arizona Press, 1966. - P.29–37.

Liebscher, 2004 — Liebscher H.L. Conflict over water – can hydrology contribute anything toward their solution? // *IASH Publ. No 286*. 2004. - P. 238-245.

Peterson et al., 2002 — Peterson B.J., Holmes R.M., McClelland J.W., Vorosmarty C.J., Lammers R.B., Shiklomanov A.I., Shiklomanov I.A., Rahmstorf S. Increasing river discharge to the Arctic Ocean // *Science*. 2002. No. 298. - P. 2172–2173

Rodda, 1997 — Rodda G. On the problems of Assessing the World Water Resources // *Geosci and Water Resource Environment Data Model*. Berlin: Heidelberg, 1997. - P. 14-32.

Sadoff, Grey, 2005 — Sadoff C., Grey D. 2005. Cooperation on international rivers: a continuum for securing and sharing benefits. *Water International*. Vol. 30, no. 4. – P. 420-427.

Suzdaleva et al., 2016 — Suzdaleva A., Alim Gur'ev A., Tkachev V. Antirivers and their role in the biotechnosphere formation // *MATEC Web of Conferences* 86, 04046 (2016). Doi: 10.1051/matecconf/20168604046.

Yang et al., 2004a — Yang D., Ye B., Shiklomanov A. Discharge characteristics and changes over the Ob River watershed in Siberia // *J. Hydrometeorol*. 2004. Vol. 5. - P.595–610.

Yang et al., 2004b — Yang D., Ye B., Kane D.L. Streamflow changes over Siberian Yenisei River basin // *J. Hydrol*. 2004. Vol. 296. - P. 59–80.

Wang et al., 2008 — Wang L., Fang L., Hipel K.W. Basin-wide cooperative water resources allocation // *Eur. J. Operat. Res*. 2008. - P. 798-817.

**Антонина Львовна Суздалева**  
**Светлана Васильевна Горюнова**

**МИРОВОЙ КРИЗИС ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ:  
проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности  
и охраны окружающей среды**

*Научное издание*

*Печатается в авторской редакции*

Автор рисунка на обложке: *А.А. Хирш (Anna Hirsch)*

Корректор: *К.М. Музамилова*

Технический редактор: *О.Г.Арефьева*

Верстка: *А.В.Бармин*

Формат 60 x 90 1/16. Объем 10.75 усл. печ. л.

Тираж 500 экз.

Московский городской педагогический университет  
Научно-информационный издательский центр  
129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный пр., 4