

С.В. Горюнова,
А.Л. Суздалева

Региональные кризисы водопотребления: причины и возможные пути их предотвращения

В статье рассматривается феномен региональных кризисов водопотребления. Исследуются причины и формы возникновения и формы появления дефицита пресной воды. Рассмотрены основные процессы, составляющие глобальный геологический цикл воды. Только переход биосферы в управляемую биотехносферу будет способствовать предотвращению мирового кризиса водопотребления.

Ключевые слова: региональные кризисы водопотребления; запасы водных ресурсов; доступные водные ресурсы; биотехносфера.

Мировой кризис водопотребления обычно определяют как наступление момента, когда постоянно возрастающие потребности человечества в пресной воде не смогут быть удовлетворены за счет ее запасов, имеющихся на Земле. Однако это будет не распространяющаяся 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.

В конце XX века человечество ежегодно потребляло 9000 км³ воды. Основная часть мирового водопотребления (65–70 %) приходилась на сельское хозяйство. При выращивании кукурузы для получения урожая с 1 га требуется 3000 м³, капусты — 8000 м³, риса — от 12 000 до 20 000 м³ воды. Для получения одной тонны пшеницы необходимо 1500 м³ воды, хлопка — 10 000 м³. 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 [1].

В промышленном производстве используется 20 % мирового водопотребления. И только 10 % направляется в коммунальное хозяйство. Из них основная часть (77 %) расходуется на санитарно-гигиенические нужды (в то время как на питье и приготовление пищи затрачивается всего 5 % потребляемой человеком воды, на мытье посуды — 6 %).

Однако в отдельных регионах структура водопотребления существенно отличается от 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 [12].

Стремительный рост народонаселения и объемов мирового производства во многих регионах опережает возможности их водоснабжения. 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 [8]. Переломным моментом можно считать 50-е годы XX века, когда водопотребление резко возросло во всем мире. Если в период с 1900 года по 1950 год среднее увеличение водопотребления составляло 15,6 км³/год, в 1950–1960 годах оно достигло 63,0 км³/год, то есть возросло в 4 раза. В последующие годы отмечался рост мирового водопотребления на 80–100 км³/год. По прогнозам, только в Российской Федерации к 2020 году водопотребление составит 90–100 км³/год [3].

Этот огромный скачок потребления воды 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 м³. 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 свыше 1,2 млрд человек существовали в условиях постоянного дефицита пресной воды, около 2 млрд испытывали его периодически (в засушливый сезон) [7]. Через 15–20 лет число людей, существующих в условиях водного дефицита, превысит 4 млрд, а к 2050 году достигнет 5,4 млрд. 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 [11].

Физический дефицит воды обусловлен ее недостаточным количеством в данном регионе (стране, административном образовании и т. п.) для удовлетворения насущных потребностей. Именно он создает наиболее трудноразрешимые проблемы и охватывает значительные по своим размерам территории. Как правило, он начинает ощущаться, когда безвозвратный забор воды достигает 20 %. 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.

Дефицит воды может быть вызван различными причинами:

- *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), препятствующих бесперебойному и 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 и *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 [4; 12]. В результате возникает нехватка воды (водный дефицит) в различных сферах водопотребления.

Нехватка чистой питьевой воды заставляет людей употреблять воду неудовлетворительного качества, что неминуемо вызывает негативное воздействие на здоровье населения. 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. 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 [8].

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.

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.

Социальная значимость и пространственная неравномерность развития кризисных событий в сфере водопотребления неизбежно оказывает влияние на политическую ситуацию в затронутых ими странах. В ряде случаев данный фактор порождает острые геополитические проблемы, создает угрозу возникновения «войн за воду». 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 [16].

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 [2].

Согласно определению, данному в статье 1 Водного кодекса 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 гидросфере постоянно переходит из одной формы существования в другую, формируя так называемые круговороты воды, объединенные в глобальный гидрологический цикл [14]. Согласно расчетам, к началу XXI века человечество может использовать для собственных нужд (включая различные формы экономической деятельности) лишь 0,3 % (93 тыс. км³) от общего объема планетарных запасов воды [12]. Это так называемые доступные водные ресурсы. 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 в. среднегодовое количество осадков для Земли в целом повысится на 3 %. Увеличение количества осадков на территории России значительно превысит это усредненное значение, что, в свою очередь, вызовет значительное увеличение стока на большинстве водосборов многих российских рек, особенно входящих в бассейн Северного Ледовитого океана [13].

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, приводящие 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 (табл. 1). В таблице 1 представлены данные по запасам вод на территории Российской Федерации и их динамике (скорости возобновления). Особенно быстро происходит возобновление запасов биологической воды, атмосферной влаги и воды в руслах рек.

Таблица 1

Запасы пресных вод на территории Российской Федерации и периоды их возобновления [6]

Виды запасов	Запасы, км ³	Периоды возобновления,
Большие озера	24 855	120 лет
Вода в руслах крупнейших рек	116,5	Несколько дней
Почвогрунты	6430	1 год
Подземные воды в верхней части земной коры	2 874 124	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 относить ее к возобновляемым ресурсам. В настоящее время подобный взгляд на воспроизводимость водных ресурсов претерпевает кардинальные изменения [7; 15]. 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.

4. Утратой значительной доли доступных водных ресурсов 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 [4; 9].

Распределение водных ресурсов в мире и их водопотребление носят весьма неравномерный характер. В одних странах человеком используется лишь незначительная часть доступных водных ресурсов, тогда как в других их количество уже достигло критического уровня, за который принята водообеспеченность населения $1700 \text{ м}^3/\text{чел./год}$. Отметим, что средний мировой уровень водообеспеченности сейчас составляет $7400 \text{ м}^3/\text{чел./год}$, т. е. в 4 раза больше критического уровня. Но в разных странах значения данного показателя сильно отличаются [17]. Наименее обеспечены ресурсами пресной воды такие страны, как Кувейт (всего 11 м^3 воды в год на душу населения), Египет (43 м^3), Сектор Газа в Израиле (52 м^3), Объединенные Арабские Эмираты (58 м^3), Ливия (113 м^3), Саудовская Аравия (118 м^3), Мальта (129 м^3) [12]. Наиболее обеспечены пресной водой Исландия ($609\,319 \text{ м}^3$), Суринам ($292\,566 \text{ м}^3$), Конго ($275\,679 \text{ м}^3$), Папуа – Новая Гвинея ($166\,563 \text{ м}^3$), Канада ($94\,353 \text{ м}^3$), Новая Зеландия ($86\,554 \text{ м}^3$). В России на каждого жителя приходится $31\,900 \text{ м}^3$ 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. Во второй половине XX века на каждого жителя Земли в среднем приходилось $11,6 \text{ тыс. м}^3$ в год. Но в Европе эта величина составляла $4,9 \text{ тыс. м}^3$ в год, в Азии — $6,0 \text{ тыс. м}^3$ в год, а в Южной Америке — $4,4 \text{ тыс. м}^3$ в год.

Естественные ресурсы пресных вод Российской Федерации оцениваются в размере $10\,803 \text{ км}^3/\text{год}$, причем основной объем приходится на долю речного стока (45 %) и почвенные воды (33 %). Это составляет более чем 20 % мировых ресурсов пресных вод [6]. Страна занимает второе место (после Бразилии) по их абсолютной величине, а по водообеспеченности населения находится на третьем месте (после Бразилии и Канады). На одного жителя Российской Федерации приходится $29,94 \text{ тыс. м}^3$ 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.

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. *Первопричина кризиса водопотребления кроется не в недостатке воды в гидросфере, а в степени 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, не используемых 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 главные направления деятельности по предотвращению кризисов водопотребления. Это могут быть следующие факторы [5; 9]:

- строительство систем межбассейнового (межрегионального) перераспределения ресурсов пресной воды (строительство систем по транспортировке вод из регионов, расположенных в пределах того же континента и обладающих избытком водных ресурсов, способных нанести ущерб в периоды паводков);

- строительство систем по очистке вод и их депонированию;

- организация международного рынка водных ресурсов;

- создание управляемых природно-технических систем с целью рационального комплексного распределения воды по отдельным категориям водопотребителей;

- строительство систем по крупномасштабному опреснению морских вод.

В условиях непрекращающегося роста народонаселения, объема производства и урбанизации происходит глобальный техногенез окружающей среды. Несмотря на различие характера основных направлений деятельности по предотвращению региональных кризисов водопотребления, *необходим целенаправленный техногенез окружающей среды* в региональном, межрегиональном и в конечном счете в глобальном масштабах, приводящий к созданию управляемых природно-технических систем [9].

Таким образом, предотвращение региональных кризисов водопотребления, достигающих уровня, оказывающего глобальное социально-экономическое и геополитическое воздействие (то есть 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 [10]. Мировой кризис водопотребления желательно не ликвидировать, а по возможности предотвратить.

Литература

1. *Алексеевский Н.И., Гладкевич Г.И.* Водные ресурсы в мире и в России за 100 лет // Россия в окружающем мире: 2003 (Аналитический ежегодник). М.: МНЭПУ, 2003. С. 114–145.
2. *Белозёров В.К.* Страсти по воде // Россия в глобальной политике. 2009. № 3. С. 150–160.
3. Водная стратегия РФ на период до 2020 года. М.: НИИ–Природа, 2009. 39 с.
4. *Горюнова С.В.* Антропогенное эвтрофирование водоема-охладителя АЭС как возможная причина чрезвычайной ситуации техногенного характера // Вестник РУДН. Серия «Агрономия и животноводство». 2009. № 2. С. 39–47.
5. *Горюнова С.В., Суздалева А.Л.* О необходимости формирования цивилизованного рынка пресной воды // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11 (82), ч. 1. С. 115–117.
6. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2014 году». М.: НИИ–Природа, 2015. 270 с.
7. *Данилов-Данильян В.И.* Глобальная проблема дефицита пресной воды // Универсальная и глобальная история (эволюция Вселенной, Земли, жизни и общества). Волгоград: Учитель, 2012. С. 584–596.
8. *Каширин В.В.* Гидрополитика // Управление водными ресурсами в России. Законодательное регулирование и перспективы. М.: Издание Государственной Думы, 2014. С. 138–147.
9. *Суздалева А.Л., Горюнова С.В.* Техногенез и деградация поверхностных водных объектов. М.: ИД «Энергия», 2014. 456 с.
10. *Суздалева А.Л., Горюнова С.В.* Биотехносфера: экология и безопасность жизнедеятельности: монография. М.: МГПУ, 2017. 240 с.
11. ФАО 2012. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Управление системами, находящимися под угрозой. М.: Весь Мир, 2012. 301 с.
12. *Чернявский С.И.* Россия и современная гидрополитика // Вестник МГИМО-университета. 2011. № 2 (16). С. 25–30.
13. *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: Пять плюс, 2009. С. 143–151.
14. *Эдельштейн К.К.* Гидрология материков. М.: ИД «Академия», 2005. 304 с.
15. ESCO-WWAP. Water a shared responsibility: The United Nations World Water Development 14. Report 2. Paris: UNESCO, 2006. 550 p.
16. *Liebscher H.L.* Conflict over water — can hydrology contribute anything toward their solution? // IASH Publ. № 286. 2004. P. 238–245.
17. *Wang L., Fang L., Hipel K.W.* Basin-wide cooperative water resources allocation // Eur. J. Operat. Res. 2008. P. 798–817.

Literatura

1. *Alekseevskij N.I., Gladkevich G.I.* Vodny'e resursy' v mire i v Rossii za 100 let // Rossiya v okruzhayushhem mire: 2003 (Analiticheskij ezhegodnik). M.: MNE'PU, 2003. S. 114–145.
2. *Belozorov V.K.* Strasti po vode // Rossiya v global'noj politike. 2009. № 3. S. 150–160.

3. Vodnaya strategiya RF na period do 2020 goda. M.: NIA–Priroda, 2009. 39 s.
4. Goryunova S.V. Antropogennoe e'vtrofirovaniye vodoema-oxladitelya AE'S kak vozmozhnaya prichina chrezvy'chajnoj situacii texnogenogo xaraktera // Vestnik RUDN. Seriya «Agronomiya i zhivotnovodstvo». 2009. № 2. S. 39–47.
5. Goryunova S.V., Suzdaleva A.L. O neobxodimosti formirovaniya civilizovannogo ry'nka presnoj vody' // Aktual'ny'e problemy' gumanitarny'x i estestvenny'x nauk. 2015. № 11 (82), ch. 1. S. 115–117.
6. Gosudarstvenny'j doklad «O sostoyanii i ispol'zovanii vodny'x resursov Rossijskoj Federacii v 2014 godu». M.: NIA–Priroda, 2015. 270 s.
7. Danilov-Danil'yan V.I. Global'naya problema deficita presnoj vody' // Universal'naya i global'naya istoriya (e'volyuciya Vselennoj, Zemli, zhizni i obshhestva). Volgograd: Uchitel', 2012. S. 584–596.
8. Kashirin V.V. Gidropolitika // Upravlenie vodny'mi resursami v Rossii. Zakonodatel'noe regulirovaniye i perspektivy'. M.: Izdanie Gosudarstvennoj Dumy', 2014. S. 138–147.
9. Suzdaleva A.L., Goryunova S.V. Texnogenez i degradaciya poverxnostny'x vodny'x ob'ektov. M.: ID «E'nergiya», 2014. 456 s.
10. Suzdaleva A.L., Goryunova S.V. Biotexnosfera: e'kologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti: monografiya. M.: MGPU, 2017. 240 s.
11. FAO 2012. Sostoyaniye mirovy'x zemel'ny'x i vodny'x resursov dlya proizvodstva prodovol'stviya i vedeniya sel'skogo xozyajstva. Upravlenie sistemami, naxodyashhimisya pod ugrozoy. M.: Ves' Mir, 2012. 301 s.
12. Chernyavskij S.I. Rossiya i sovremennaya gidropolitika // Vestnik MGIMO-universiteta. 2011. № 2 (16). S. 25–30.
13. Shiklomanov I.A., Georgievskij V.Yu. Vliyanie izmenenij klimata na gidrologicheskij rezhim i vodny'e resursy' rek Rossii // Gidrologicheskie posledstviya izmenenij klimata: trudy' Britansko-Rossijskoj konferencii. Barnaul: Pyat' plyus, 2009. S. 143–151.
14. E'del'shtejn K.K. Gidrologiya materikov. M.: ID «Akademiya», 2005. 304 s.
15. ESCO-WWAP. Water a shared responsibility: The United Nations World Water Development 14. Report 2. Paris: UNESCO, 2006. 550 p.
16. Liebscher H.L. Conflict over water — can hydrology contribute anything toward their solution? // IASH Publ. № 286. 2004. P. 238–245.
17. Wang L., Fang L., Hipel K.W. Basin-wide cooperative water resources allocation // Eur. J. Operat. Res. 2008. P. 798–817.

*S.V. Goryunova,
A.L. Suzdaleva*

Regional Water Consumption Crises: the Causes and Possible Ways to Prevent Them

In the article facts on phenomenon of regional water consumption crises is considered. The causes and forms of occurrence and forms of manifestation of fresh water deficiency are investigated. The main processes that make up the global geological cycle of water are considered. Only the transition of the biosphere to a managable biotechnosphere will help to prevent a global water consumption crisis.

Keywords: regional water consumption crises; water resources; available water resources; biotechnosphere.