

ИНСТИТУТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
ЦЕНТР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ
ОБЩЕСТВЕННАЯ ПАЛАТА РФ

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ МИРА И ПЕРСПЕКТИВЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

В.И. Данилов-Данильян

**Ответственный редактор
В.М. Захаров**

МОСКВА
2009

УДК 504.062; 628.1

ББК 20.18; 26.22

Д 18

При реализации проекта используются средства государственной поддержки, выделенные в качестве гранта в соответствии с распоряжением Президента Российской Федерации от 14 апреля 2008 года № 192-рп

Д 18 В.И. Данилов-Данильян. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. — М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009. — 88 с.

ISBN

УДК 504.062; 628.1

ББК 20.18; 26.22

ISBN

© В.И. Данилов-Данильян, 2009

© Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009

Вода — самый важный из вовлекаемых в человеческое хозяйство природных ресурсов, по объему ежегодного использования она намного превосходит массу всех вместе взятых других добываемых ресурсов. Запасы воды на Земле колоссальны, но возможность их использования ограничена в первую очередь природными факторами, в том числе экологическими. Беспрецедентный рост мировой экономики в XX веке, демографический взрыв, сопутствующее этому увеличение антропогенной нагрузки на экосистемы и природные водные объекты стали причиной возникновения нехватки воды во многих регионах мира. Водообеспеченность в мире в расчете на одного человека в 2002 г. уменьшилась в сравнении с 1970 г. почти вдвое, однако к 2050 г. следует ожидать ее дальнейшего снижения в сравнении с 2002 г. в полтора раза. Ситуация может оказаться еще менее благоприятной, если не переломить тенденцию антропогенного ухудшения качества воды в природных источниках. Примерно между 2035 и 2045 гг. экономически доступная, но еще не вовлеченная в хозяйство пресная вода останется только в Канаде, России и Бразилии. Прогнозируемое обострение водного дефицита, который заставит страдать более половины населения планеты, заставляет говорить о глобальном водном кризисе.

Россия занимает второе место в мире по валовым ресурсам пресной воды (после Бразилии), а по водообеспеченности в расчете на душу населения — третье место среди крупных стран (после Канады и Бразилии). Особенностью использования водных ресурсов в России является низкая эффективность; особенно опасны аварийные сбросы загрязненных вод, связанные с авариями на очистных сооружениях, и нелегальные сбросы сточных вод в обход очистных сооружений в ночное время. Это приводит к тотальному загрязнению поверхностных и многих подземных источников водоснабжения, в результате порядка 35% проб воды в этих источниках не соответствуют стандартам качества. В целом в России без очистки в водные объекты сбрасывается около 20% неочищенных канализационных вод. Ежегодный ущерб от загрязнения водных объектов в первые годы XXI в. составлял в среднем около 70 млрд руб. (в ценах 2001 г.), за последние годы этот по-

казатель возрос. Централизованным водоснабжением питьевой водой в России охвачено только 2/3 населения. Низкое качество доставляемой населению питьевой воды (не менее трети проб не удовлетворяют санитарным требованиям) обусловлено не только загрязнением ее источников, но и — нередко — отсутствием водоохран зон вокруг них, отсутствием или низким качеством обслуживания на станциях водоподготовки, неудовлетворительным состоянием водопроводных сетей. Достаточно широко проявляется в России негативное воздействие гидрологических процессов. По данным МЧС России, подвержены затоплению более 300 городов, тысячи мелких населенных пунктов с населением более 4,6 млн. чел., более 7 млн. га сельхозугодий. Среднемноголетний ущерб от наводнений по экспертным оценкам составляет около 50 млрд руб. в год. Изменения режима осадков, обусловленные глобальным потеплением, для России будут, скорее всего, неблагоприятными. Ожидаемое существенное увеличение неравномерности выпадения осадков означает одновременное усиление угрозы, как наводнений, так и засух на этой территории.

Глобальный водный кризис заставляет с особым вниманием отнестись к богатейшим водным ресурсам России. Экспорт воды в сколько-нибудь значимых масштабах экономически неоправдан, но тем более важным должен стать экспорт водоемкой продукции (электроэнергии, продуктов нефтеоргсинтеза и других подотраслей химической промышленности, бумаги, металлов и др.). Водоемкая продукция будет высоко востребовавшейся на мировом рынке и может стать главным источником валютных поступлений в российскую экономику. Важнейшая задача, которую необходимо решить для достижения этой цели, — наведение порядка в водном хозяйстве, рационализация водопользования.

Невысокая эффективность водопользования, недопустимо низкое качество обеспечения населения питьевой водой во многих водохозяйственных системах, неудовлетворительное состояние наиболее значимых эксплуатируемых природных водных объектов объясняются прежде всего тем, что водное хозяйство страны по целому ряду признаков остается на уровне развития, характерном для середины прошлого века. Ошибочная ориентация на

экстенсивное развитие, пренебрежение вопросами эффективности водопользования, недостаточное внимание к экологическим аспектам и другие обстоятельства определили отставание российского водного хозяйства от мирового уровня, отчетливо проявившееся уже к 1980-м гг. Беды российского водного хозяйства резко усугубились вследствие крайне недостаточного финансирования его развития в 1990-е гг.

Для решения возникших проблем необходимо разработать и последовательно осуществлять государственную политику, направленную на обеспечение устойчивого водопользования. В возможно короткие сроки это позволило бы начать работу по решению указанного комплекса проблем. С этой целью в 2009 г. разработана и принята Правительством «Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года», определяющая основные направления действий в водоресурсной сфере. Основными стратегическими целями Стратегии являются: 1) гарантированное обеспечение водными ресурсами устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации; 2) сохранение и восстановление водных объектов до состояния, обеспечивающего экологически благоприятные условия жизни населения; 3) обеспечение защищенности населения и объектов экономики от наводнений и иного негативного воздействия вод.

СОДЕРЖАНИЕ

ВОДА В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА	7
ЗАПАСЫ ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ, ДОСТУПНЫЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ ЗАПАСЫ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ	11
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ	17
КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НЕРАЦИОНАЛЬНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ	27
ЭКСТЕНСИВНОЕ И ИНТЕНСИВНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.....	33
ВОДОЕМКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.СОБЛАЗН «ПОВОРОТА РЕК»	40
ДЕФИЦИТ ПРЕСНОЙ ВОДЫ – ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА	47
ДЕФИЦИТ ПРЕСНОЙ ВОДЫ: ПОЛИТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ	53
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ.....	56
ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ	68
ДОЛГОСРОЧНЫЕ ЗАДАЧИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА. ВОДА — СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ.....	75
ЛИТЕРАТУРА.....	85

ВОДА В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Вода необходима для возникновения, существования и развития жизни, все происходящее в биоте (совокупности естественных живых организмов) процессы основаны на воде. Водные ресурсы критически важны и для цивилизации, так как система обеспечения жизни человека построена на «мокрых», т.е. использующих воду технологиях. Как бы ни называли современное общество — постиндустриальным, информационным, постмодернистским, базой его жизнеобеспечения служит производство продовольствия, которое немислимо без воды, как и жизнь самого человека.

Вода — самый важный из вовлекаемых в человеческое хозяйство природных ресурсов, по объему ежегодного использования она намного превосходит массу всех вместе взятых других добываемых ресурсов. В процессе потребления ресурсов человечество ежегодно перемещает порядка 300 млрд т грунта и пород, тогда как из разнообразных водных источников в конце прошлого века каждый год отбиралось более 4000 км^3 ($4 \cdot 10^{12}$ т) воды, по массе на порядок больше остальных природных ресурсов в совокупности (Helmer, 1997), и с тех пор эта величина существенно возросла. Но дело не ограничивается забором воды из природных источников, и в процессе хозяйственной деятельности человечество фактически использует воды значительно больше.

Во-первых, в разнообразных технологических процессах и системах производства давно используется рециклирование воды (повторное и обратное водоснабжение). Так, например, в США в промышленном секторе, в среднем, каждый куб. м воды используется в среднем не менее 20 раз, в России почти половина систем водоснабжения в промышленном секторе построена на основе повторного и обратного водоснабжения. В целом в мире рециклирование вод лежит в пределах 10% от ежегодно отбираемой из природных источников водной массы.

Во-вторых, человечество использует воду в искусственно созданных водных объектах — водохранилищах и прудах, где она накапливается и в последующем используется для разнообразных целей: получения энергии, орошения земель, речного транспорта, рыболовства и рыбоводства, рекреации и т.д. Суммарный объем водо-

хранилищ мира с полным объемом от 0,1 км³ составляет порядка 6330 км³, а их число в мире превышает 3000 (Авакян, Лебедева, 1992). Поэтому реальное потребление воды человечеством в конце прошлого века оценивалось величиной 9000 км³ в год (Helmer, 1997), что по массе в 30 раз превышает потребление всех остальных материалов вместе с перемещаемой при их добыче породой.

В-третьих, человечество использует водные объекты как транзитные и очистные системы для отходов, а также для захоронения отходов. Именно этот способ водопользования требует наибольшей массы воды, хотя в расчетах водопотребления он практически не учитывается, видимо, в определенной мере из-за возникающих здесь методологических и информационных трудностей. Между тем известно, что глобальный сброс сточных вод составляет величину порядка 2000 км³ в год, а для приведения качества воды в природном объекте, используемом как приемник стока, к фоновому сточные воды даже после очистки требуют разбавления в 10–50, а без очистки до 100–1000 раз. Неудивительно, что практически все реки мира в той или иной степени загрязнены, как и некоторые озера, замкнутые моря и прибрежные воды, а также верхний горизонт подземных вод. Именно этот способ использования воды, который называют внутриусловным, является самым водоемким. Кроме того, заметим, что захороненные и складированные на полигонах твердые отходы также служат постоянным источниками загрязнения водных объектов, поскольку вода является универсальным растворителем. Наконец, практически вся эмиссия загрязняющих веществ в атмосферу в конце концов осажается на поверхность планеты в виде сухих и мокрых выпадений, и наиболее значительная часть этих веществ прямо или через перенос стоком оказывается в водных объектах. По оценке, которую Дж. Родда дал в середине 1990-гг. (с тех пор ситуация не улучшилась), загрязняется до 17 тыс. км³ воды, что составляет половину от максимальной оценки ее доступного для использования объема (Rodda, 1997).

Наконец, водные объекты являются средой обитания промысловых рыб и других гидробионтов, составляющих важную, а в ряде стран — преобладающую часть рациона. Не применяющие искусственного орошения сельскохозяйственные предприятия также должны рассматриваться как водопотребители: вся вода, транспирируемая возделываемыми растениями, фактически потребляется

таким производством; кроме того, замена естественных экосистем агроценозами неизбежно приводит к изменениям водного режима почвы с разнообразными вытекающими из этого гидрологическими и экологическими последствиями.

Вода обеспечивает три важнейшие для человечества функции: 1) производство продовольствия, 2) производство энергии и промышленной продукции, 3) бытовое водопотребление и удовлетворение санитарно-гигиенических потребностей (помимо транспортных, рекреационных, эстетических и иных функций). Неудивительно, что беспрецедентный рост мировой экономики в XX веке, демографический взрыв, сопутствующее этому увеличение антропогенной нагрузки на экосистемы и природные водные объекты стали причиной возникновения нехватки воды во многих регионах мира. Конечно, человечество знакомо с дефицитом воды едва ли не с момента своего возникновения, но его сегодняшние масштабы совершенно беспрецедентны.

Обострение дефицита пресной воды стало одним из главных сюжетов в сценариях будущего. В послании по случаю Всемирного дня окружающей среды в 2003 г. Генеральный секретарь ООН напомнил: «Два миллиарда человек отчаянно нуждаются в пресной воде». Кроме того, еще 2 миллиарда имели немало случаев познакомиться с дефицитом воды на практике. По оценкам Всемирного Банка, на существенное изменение ситуации в ближайшие 50 лет рассчитывать не приходится: к середине XXI века уже 40% населения Земли будет испытывать дефицит воды, 20% — серьезно страдать от него. Этот безрадостный прогноз не учитывает глобальных изменений климата, которые, по всей вероятности, могут лишь усугубить ситуацию. СМИ заполняют пророчества о грядущих водных войнах, грандиозных проектах перераспределения речного стока или буксировки антарктических айсбергов к берегам пустынь. Активно обсуждаются не только меры по преодолению дефицита воды, не выходящие за границы национальных экономик, но и международные аспекты. Именно поэтому вода стала предметом дискуссий на всех крупнейших форумах планеты последних 20 лет: на Конференции по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г., на заседании Генеральной Ассамблеи ООН «Рио+5» (1997 г.), посвященном итогам выполнения положений конференции в Рио-де-Жанейро, на Саммите Тысячелетия (2000 г.),

на Всемирном саммите по устойчивому развитию «Рио+10» в Йоханнесбурге в 2002 г.

В связи с огромной важностью водных проблем 2003 год был объявлен ООН Международным годом пресной воды, проведено множество национальных и международных мероприятий — научных, общественных, экономических конференций и семинаров. Были сформулированы семь основных направлений будущих действий:

- удовлетворение базовых потребностей людей в безопасной питьевой воде и в канализации;
- обеспечение продовольственной безопасности посредством более эффективного использования водных ресурсов;
- защита экосистем и обеспечение их целостности путем устойчивого управления водными ресурсами;
- совместное использование, как различными хозяйствующими субъектами, так и государствами водных ресурсов на основе устойчивого управления ими;
- защита от опасностей, связанных с водой, путем управления рисками;
- управление водными ресурсами на основе определения ценности воды в экономическом, социальном, экологическом, культурном смысле и установления такой цены на воду, которая не ляжет тяжелым бременем на бедные и уязвимые слои населения;
- рациональное управление водными ресурсами при общественном контроле и соблюдении интересов всех слоев населения.

Позднее эти направления были дополнены еще четырьмя:

- развитие более экологически безопасной промышленности, не наносящей ущерба качеству воды и потребностям в ней других потребителей;
- учет ключевой роли воды в выработке энергии для обеспечения растущих потребностей в ней;
- значение воды для быстро урбанизирующегося мира;
- обеспечение доступности для всех информации о водных ресурсах и водопользовании.

ЗАПАСЫ ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ, ДОСТУПНЫЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ ЗАПАСЫ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

Запасы воды на Земле колоссальны, но возможность их использования ограничена, в первую очередь, природными факторами, в том числе экологическими (хотя все еще нередко встречаются оценки, например, гидроэнергетического потенциала, при расчете которых экологические ограничения совсем не принимаются во внимание). Огромная масса воды в Мировом океане имеет высокую соленость, запасы пресной воды в ледниковых покровах малодоступны из-за удаленности и состояния в твердой фазе, как и грунтовые льды мерзлых пород. Значительная часть подземных вод минерализована и залегает на больших глубинах, половина массы озерной воды также засолена. Поэтому количество пресной воды, доступной для потребления, оказывается существенно ограниченным (в сопоставлении с современными потребностями цивилизации).

В таблице 1 приведены оценки запасов воды на планете и некоторые их характеристики (см. также Клиге, Данилов, Конищев, 1998). Что касается экологических ограничений, то они определяют, в частности, объемы изъятия пресной воды из водного объекта, допустимые с позиций сохранения воспроизводимости водных ресурсов и водных экосистем, обеспечения неистощительности водопотребления. Из таблицы 1 видно, что масса пресной воды во всех природных объектах составляет 35 тыс. км³ (округленно), или около 2,5% от массы всей воды. Но речные воды — возобновляемый ресурс, где возобновление происходит в среднем через каждые 16 дней, а средний годовой сток рек мира составляет около 50 тыс. км³. Доступные для использования ресурсы пресной воды оцениваются примерно в 24 тыс. км³. На рис. 1 показан рост потребления воды в XX веке и сценарии его роста на ближайшие десятилетия, а также потери воды в результате загрязнения и иных антропогенных воздействий.

Таблица 1. Оценки количества воды в различных природных объектах (Rodda, 1997), с модификациями

Природные объекты	Объем (10 ³ км ³)	% от общей массы	% пресной воды	Годовой оборот	Время замещения
Океан	1338000	96,5	-	505000	2600 лет
Подземные воды до 2000 м	23400	1,7	-	-	-
Пресные подземные воды	10530	0,76	30,1	-	-
Почвенные Воды	16,5	0,001	0,005	16500	1 год
Ледники и вечные снега	24000	1,74	68,7	-	-
Антарктика	21600	1,56	61,7	-	-
Гренландия	2340	0,17	6,68	2477	9700 лет
Арктические Острова	83,5	0,006	0,24	-	-
Горные ледники	40,6	0,003	0,12	25	1000 лет
Грунтовые льды (мерзлота)	300	0,022	0,86	30	10000 лет
Озера	176,4	0.013	-	10400	17 лет
Пресные озера	91	0,007	0,26	-	-
Соленые озера	85,4	0,006	-	-	-
Марши, болота	11,5	0.0008	0,03	2294	5 лет
Реки	2,12	0,0002	0,006	49400	16 дней
Биологические Объекты	1,12	0,0001	0,003	-	-
Атмосфера	12,9	0,001	0,004	600000	8 дней
Все объекты	1386000	100	-	-	-
Объем пресной воды	35000	2,53	100	-	-

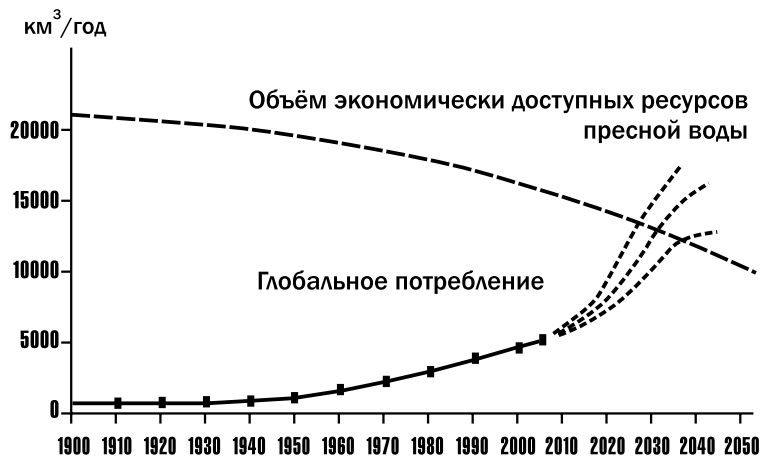


Рис. 1. Потребление воды и сокращение ее ресурсов вследствие антропогенных причин

Таблица 2. Динамика использования воды на континентах в км³ в год (Shiklomanov, Balonishnikova, 2003)

Континенты	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Европа	37,5	96,1	136	226	325	449	482	463
	13,8	38,1	50,5	88,9	122	177	198	197
Северная Америка	69,6	221	287	410	555	676	653	705
	29,2	83,8	104	138	181	221	221	243
Африка	40,7	49,2	55,8	89,2	124	166	203	235
	27,5	32,9	37,8	61,3	87,0	124	150	170
Азия	414	682	843	1163	1417	1742	2114	2357
	249	437	540	751	890	1084	1315	1458
Южная Америка	15,1	32,6	49,3	65,6	87,0	117	152	182
	10,8	22,3	31,7	39,6	51,1	66,7	81,9	96
Австралия и Океания	1,6	6,8	10,4	14,5	19,9	23,5	28,5	32,5
	0,6	3,3	5,0	7,2	10,3	12,7	16,4	18,7
Сумма (округленно)	579	1088	1382	1968	2526	3175	3633	3973
	331	617	768	1086	1341	1686	1982	2182

Примечание: верхний ряд – полное водопотребление, нижний – безвозвратный расход.

Оценки потребления воды в мире и его роста в XX веке приведены в таблице 2. Эти данные свидетельствуют о беспрецедентном росте, имевшем в прошлом столетии, впрочем, как и многие другие показатели хозяйственной деятельности, взрывной характер (рис. 2).

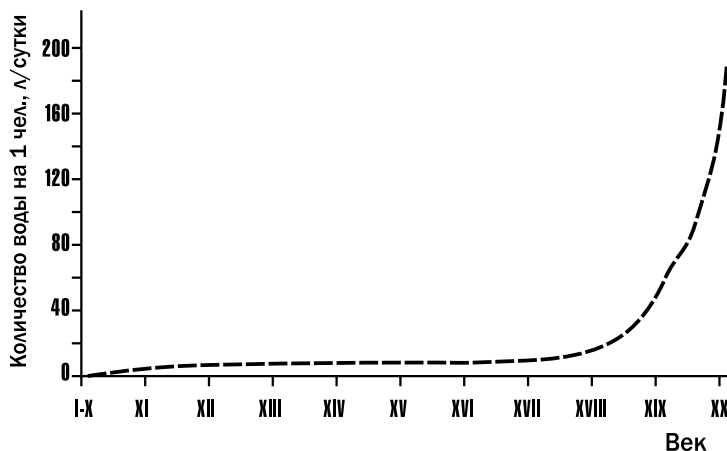


Рис. 2. Рост потребности в бытовой воде за последние 2000 лет (по миру в целом)

Водообеспеченность стран мира (количество водных ресурсов в расчете на одного жителя) представлена на карте (рис. 3). Долгосрочные прогнозы динамики водообеспеченности, исходящие из демографических прогнозов и предположения о неизменности объема доступных водных ресурсов, неутешительны. Водообеспеченность в мире в расчете на одного человека в 2002 г. уменьшилась в сравнении с 1970 г. почти вдвое, однако к 2050 г. следует ожидать ее дальнейшего снижения в сравнении с 2002 г. в полтора раза.

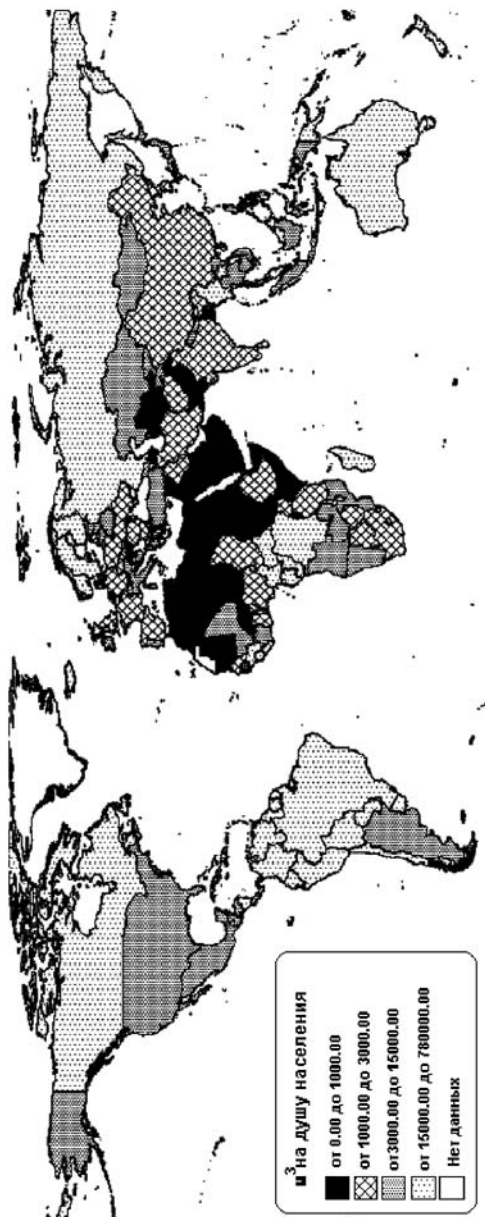


Рис. 3. Водные ресурсы на душу населения

На самом деле, ситуация может оказаться еще менее благоприятной, если не удастся переломить тенденцию ухудшения качества воды в природных источниках по антропогенным причинам, кроме того, климатологические прогнозы указывают на высокую вероятность ухудшения условий водопользования из-за изменения режима осадков (в большинстве регионов предполагается увеличение их неравномерности в течение года).

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Использование воды для транзита, очищения и захоронения отходов имеет исключительно важное экологическое значение, которое еще недостаточно оценено даже специалистами — экологами и гидроэкологами, и создает проблему загрязнения естественных водных объектов, от практического решения которой человечество сейчас очень далеко — если такое решение возможно, для него потребуются многие десятилетия.

Как уже было сказано выше, жизнь построена на «мокрых» технологиях. Материализованная в биоте, она представлена гидрофильными организмами с очень высокой скоростью водообмена по сравнению с биокосными (абиотическими) системами. Масса биоты на 6 порядков меньше массы биокосного вещества в биосфере, по индивидуальному размеру тел организмы в среднем на 17 порядков меньше биокосных систем, но интенсивность водообмена в них гораздо выше. Например, в кровеносной системе человека интенсивность водообмена на 16 порядков больше, чем в океане (Хайлов, 1998). Высокие темпы водообмена позволяют биоте Мирового океана дважды в год пропускать через тела своих организмов всю его водную массу, а биота суши в процессе транспирации многократно пропускает через себя выпадающие на суше осадки. Поэтому, как отмечал Н.В. Тимофеев-Ресовский еще в 1968 г., биота формирует концентрации веществ в водных объектах, а в Мировом океане она поддерживает соотношение концентраций основных биогенов (число Редфилда), совпадающее с соотношением их концентраций при синтезе органики. Высокая интенсивность водообмена в живых организмах означает, что масса загрязняющих веществ, попадающая в водные объекты, в процессе водообмена непрерывно поступает в тела живых организмов, включая человека, и затем, в зависимости от свойств поллютанта, участвует в процессе метаболизма и полного или частичного (когда поллютанты и их метаболиты накапливаются в тканях) вывода из организма его продуктов. Таким образом, биота (и человек как часть биоты) оказываются одновременно и очистными устройствами, и местами депонирования отходов.

Человеку на физиологические нужды необходимо потреблять примерно 2,5 л воды в сутки. Для удовлетворения бытовых потребностей, в первую очередь санитарно-гигиенических, современному городскому жителю требуется от 180 до 250 л. Основное потребление воды биотой земной суши осуществляется при производстве органики в процессе фотосинтеза. Для синтеза 1 г органики требуется от 100 г воды и более в зависимости от вида растения. Остальное потребление воды составляет небольшую долю от потребностей синтеза. Синтез органики является важнейшим гидрологическим процессом, так как именно он обеспечивает на суше через транспирацию континентальный влагооборот. Таким образом, биота контролирует этот влагооборот (Горшков, 1995; Лосев и др., 1993).

Поистине гигантскими являются современные потребности в воде промышленности и сельского хозяйства. Для выплавки 1 т чугуна и перевода его в сталь необходимо 50–250 м³ пресной воды, для производства 1 т азотной кислоты — 80–180 м³, хлопчатобумажной ткани — 300–1100 м³, синтетического волокна — 1000 м³, целлюлозы — 200–400 м³, резины — 2500 м³, синтетических тканей — 2000–3000 м³. Огромные объёмы воды потребляют энергетические установки для охлаждения энергоблоков, причём значительная её часть (порядка 30%) уходит в безвозвратные потери. Так, для работы ТЭС мощностью 1 млн кВт необходимо 1–1,6 км³ воды в год, а для работы АЭС той же мощности — от 1,6 до 3 км³. Нижние границы этих интервалов соответствуют самому передовому современному техническому уровню. Для выращивания 1 т пшеницы, продаваемой на мировом рынке, в среднем требуется 1 тыс. км³ воды.

Использование воды ведет в первую очередь к ее загрязнению: производство практически любого вида продукции включает транзит воды через технические системы и включение в нее весьма разнообразных веществ. Фекальные загрязнения водных объектов появились вместе с возникновением и развитием городов, т.е. не позднее 6 тыс. лет назад. Активное загрязнение органическими веществами связано с развитием и распространением сельского хозяйства и относится ко времени 500–1000 лет назад. Особенно много новых видов загрязняющих веществ появилось в XX веке: в 1900-е годы началось антропогенное засоление (минерализация) водных объектов, в период между 1910 и 1920 гг. появляются металлы, после 1930 г. растет сброс органических веществ, после



Рис. 4. Водозабор на душу населения, $\text{м}^3/\text{чел.}$ (2000 г.)



Рис. 5. Структура водозабора, м³ на душу населения (2000 г.)

1940 г. начинается эвтрофирование водных объектов, в 1950-е годы отмечено поступление радионуклидов, а после 1960 г. — закисление вод. Именно загрязнение водных объектов в настоящее время служит основной причиной нехватки воды.

Экологические последствия потребления водных ресурсов связаны не только с величиной водозабора (значения этой величины для стран мира показаны на рис. 4), но и со структурой использования извлекаемой из водоисточников воды (рис. 5).

В мире основная масса потребляемой воды — 70% используется в сельском хозяйстве, в основном для орошения (рис. 6). Значительную часть воды — 20% расходует индустрия, а остальная вода — 10% направляется в коммунальное хозяйство (Состояние..., 2000). Индустриальное потребление воды преобладает в относительно небольшом количестве развитых стран Европы, в России, Канаде и Австралии, т.е. в развитых индустриальных странах. В США затраты воды в промышленности и в сельском хозяйстве примерно равны. В остальных странах в водопотреблении доминирует сельское хозяйство.

Потребление воды для сельскохозяйственных нужд ведет не только к загрязнению и эвтрофированию водных объектов, но и к другим серьезным экологическим последствиям из-за изъятия из них больших объемов воды. Плотины и водохранилища, водотовавшие системы на реках приводят к изменению режима водных объектов. Водоохранилища срезают пики паводков, в результате уменьшаются площади затопления поймы ниже по течению, снижается количество наносов, что ведет к размыву русла, из-за подтопления в зоне водохранилища происходит заболачивание земель. Ниже водохранилища исчезают заливные луга и высыхают нерестилища, происходит изменение состава рыбных и других ресурсов, нарушение водных экосистем, разрушение пойменных и устьевых ветландов вплоть до их полного уничтожения. Изменяется качество воды, ее физические свойства, солевой состав, содержание биогенов. Площадь территории, на которой происходят те или иные изменения при создании водохранилищ, не уступает площади самих водохранилищ. На начало XXI столетия в мире насчитывается 3026 водохранилищ с полным объемом от 0,1 куб. км и выше. Объем воды в них составляет 6329,5 км³ (Авакян, Лебедева, 2002). Большинство крупных рек мира в настоящее время управляются человеком, и их водный режим не соответствует естественному.

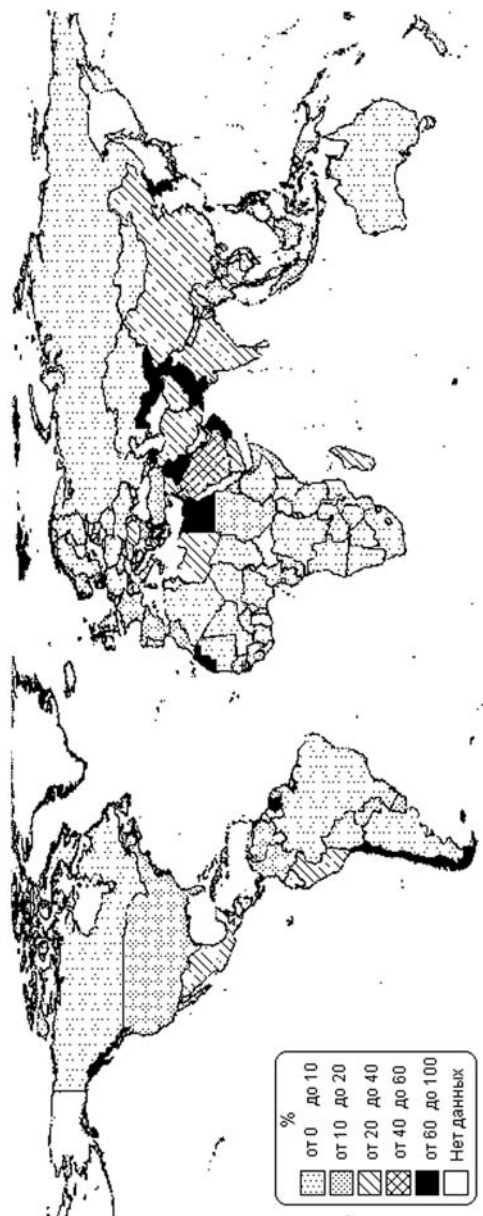


Рис. 6. Ирригационные земли, % от общей площади пашни (2000 г.)

Использование воды для орошения часто приводит к деградации сельскохозяйственных земель в результате избыточных поливов. В таких условиях поднимается уровень грунтовых вод, происходит вторичное засоление почвы, возникает подтопление хозяйственных объектов. Засоленные земли выпадают из хозяйственного оборота. Ежегодно площадь таких земель прирастает на 1,5 млн га (Состояние..., 2000).

Хотя доля водозабора из подземных источников в общем объеме водозабора невелика и составляет порядка 10%, во многих регионах мира подземные воды широко используются для питьевого водоснабжения и орошения. Орошаемое земледелие сконцентрировано в Китае и на субконтиненте Индостан, в Центральной Азии, Северной Африке и на тихоокеанском побережье Южной Америки (см. рис. 6). Значительные территории орошения находятся также в США. Так, в Китае 70% урожая зерновых обеспечивается за счет орошения, в Индии — 50%, в США — 15%. Во всех этих странах доля подземных вод в орошении весьма велика. В Центральной и Западной Европе питьевое водоснабжение идет в основном за счет подземных вод. Интенсивное использование подземных вод приводит к понижению их уровня и нередко ухудшению качества воды, т.е. к истощению и деградации подземных водных объектов.

Падение уровня подземных вод наблюдается в южной части Великих равнин в США, в Северной Африке и на Ближнем Востоке, на большей части территории Индии и почти повсеместно в Китае. При этом скорость понижения уровня подземных вод измеряется метрами в год. Это ведет к исчерпанию их запасов вследствие нарушения баланса между пополнением и водозабором подземных вод. Понижение уровня грунтовых вод сопровождается также просадками и понижениями поверхности (Состояние..., 2000).

Индустриальное загрязнение обеспечивает исключительное разнообразие поллютантов в природных водах — от самых опасных, как, например, диоксины или радионуклиды, до практически нейтральных. Чем больше возобновляемых водных ресурсов используется в индустрии страны, тем больше образуется сточных вод. На рисунке 7 представлены для стран мира доли возобновляемых водных ресурсов, приходящиеся на промышленное потребление. Наиболее крупными источниками индустриального загрязнения природных вод в развитых странах служат точечные источники —



Рис. 7. Потребление воды в промышленности в процентах от общих возобновляемых водных ресурсов

трубы сброса сточных вод. Эти источники с нарастающим темпом создавались по мере индустриализации, но только в XX веке, в основном его второй половине, начали устанавливать сооружения для очистки сточных вод. Однако известно, что нет таких очистных сооружений, которые бы обеспечивали 100% очистки, в результате определенный уровень загрязнения водных объектов сохраняется, и для достижения нормативных или фоновых значений качества воды обычно требуется определенный уровень разбавления сбрасываемых очищенных сточных вод.

Сверхпотребление воды из многих рек и подземных резервуаров ведет к изменению режима водных объектов в результате преобразования естественных экосистем на водосборах, в зонах питания подземных вод и строительства разнообразных гидротехнических сооружений в пределах самих водных объектов. Всемирная комиссия по воде (World Commission on Water) отметила в 1999 г., что 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).

Изменение величины и режима речного стока, загрязнение водных объектов ведут к нарушению цикла жизни гидробионтов, сокращению их популяций и исчезновению видов. За последние 20 лет около 10 тыс. видов пресноводных рыб оказались угнетенными, численность их стала снижаться или они уже исчезли. Перспективы существования 100 тыс. пресноводных видов позвоночных и не меньшего количества видов беспозвоночных животных, водорослей, бактерий и простейших, обитающих в донных отложениях, неопределенны, но биологи не сомневаются в том, что эти виды весьма чувствительны к изменениям уровня воды, ее химическому составу, величине стока и другим гидрологическим характеристикам (Postel, 2003). Изменение водного режима человеком инициирует деградационный процесс с положительной обратной связью, поскольку сокращение численности и уменьшение биоразнообразия этих организмов нарушает их биосферную функцию, влечет снижение их потенциала в регулировании химического состава вод для поддержания устойчивости водной среды и водных экосистем.

Традиционное деление природных ресурсов на невозпроизводимые и воспроизводимые все более утрачивает абсолютный

характер, и, к сожалению, не потому, что у человека появилась возможность обеспечить возобновление первых. Наоборот, чрезмерное воздействие экономики на окружающую среду стало причиной, из-за которой некоторые воспроизводимые ресурсы, наиболее уязвимые для антропогенных факторов, стали утрачивать свойство возобновимости (Данилов-Данильян, Лосев, 2000). Конечно, это не относится, например, к солнечной радиации, годовую величину которой в любых экономических расчетах принимают неизменной, энергии приливов и отливов, гидротермальным источникам и т.п. Однако этот феномен, безусловно, имеет место для всех биологических ресурсов, процессы воспроизводства которых ослабевают в результате чрезмерной эксплуатации, загрязнения окружающей среды и нарушений (тем более — уничтожения) компонентов природных систем, необходимых для жизнедеятельности сообществ организмов, составляющих такие ресурсы.

К таким природным ресурсам, весьма чувствительным к всевозможным вмешательствам в процессы их возобновления, как показано выше, относятся и водные ресурсы — вопреки распространенному мнению об их неограниченной воспроизводимости. Известно множество примеров, когда в результате антропогенных воздействий водные источники иссякали, качество пресной воды ухудшалось настолько, что она становилась непригодной для питья даже после обработки стандартными технологиями водоподготовки (конечно, опреснение, применяемое для морской воды, при этом не имеет в виду). Ресурсы воды воспроизводимы, но их воспроизводимость относительна. Это обстоятельство обуславливает необходимость охраны вод — особенность, присущая использованию биологических ресурсов (в том числе земли, поскольку охрана земель в первую очередь предполагает сохранение плодородия почвы). Однако это свойство радикально отличает воду от всех минеральных ресурсов. Водопользование, как и любая активность по эксплуатации природных ресурсов и/или предполагающая воздействия на окружающую среду, порождает разнообразные экстерналии (эффекты, внешние по отношению к рынку и не учитываемые в системе рыночных цен), но наиболее значимые среди них связаны именно с необходимостью охраны вод. Результаты, обуславливаемые затратами на охрану вод, в основном проявляются за пределами горизонта видения, доступного рыночным средствам оценивания.

КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НЕРАЦИОНАЛЬНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Среди антропогенных воздействий, особенно опасных в аспекте воспроизводимости водных ресурсов, — чрезмерный забор воды (как из поверхностных, так и подземных источников), горные выработки, мелиоративные системы, гидротехнические сооружения, дорожное строительство, загрязнение водных объектов сбросом загрязненных стоков, смыв поллютантов с сельскохозяйственных угодий и территории городов паводками либо дождями, молевой лесосплав, воздушный перенос загрязнений. Важнейшим фактором, обуславливающим деградацию водных объектов, служит уничтожение или угнетение экосистем, обеспечивающих воспроизводство водных ресурсов в качественном и количественном аспектах — лесов, верховых болот, лугов, речных и озерных экосистем. Нельзя признать достаточно изученными механизмы таких воздействий и взаимодействий, прежде всего, на количественном уровне, хотя качественно картина, как правило, понятна.

Тенденция к утрате водными ресурсами свойства воспроизводимости, очевидно, тесно связана с общим экологическим неблагополучием на планете и его непрерывным усилением. Крайне тревожно то обстоятельство, что ухудшение состояния окружающей среды происходит прежде всего в развивающихся странах и именно там, где наблюдается острый дефицит пресной воды. В таких регионах формируется контур положительной (усилительной) обратной связи: дефицит обуславливает такое водопотребление, когда превышает допустимая нагрузка на водные источники, а это превышение инициирует деградационные процессы в гидро- и экосистемах, в результате которых происходит истощение водных источников и ухудшение качества воды в них, так что в результате дефицит растет, и т.д. Стереотип мышления подталкивает к экстенсивному способу: надо обеспечить увеличение количества того, чего не хватает, в нашем случае — забор свежей воды из водных объектов. Но этот способ не только инициирует образование опи-

санного контура положительной обратной связи, но и закрепляет его — вырваться из порочного круга становится все труднее. Приведенная на рисунке 8 схема отображает процесс образования и усиления водного дефицита.

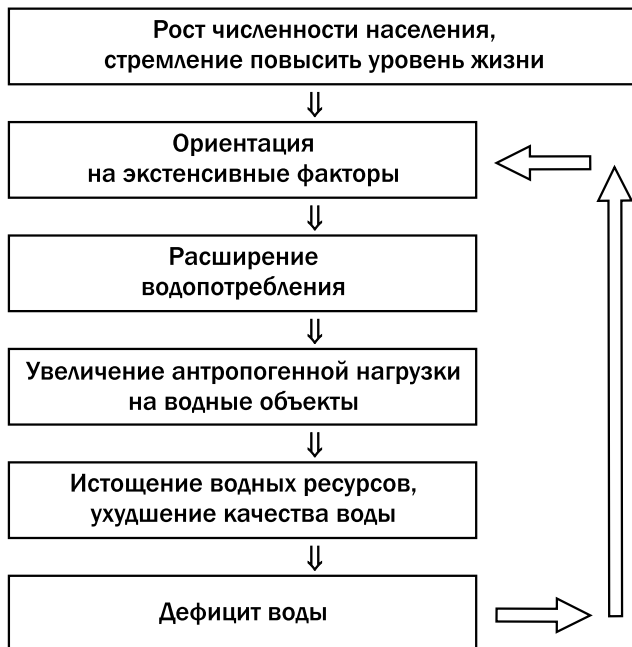


Рис. 8. Процесс формирования и усиления водного дефицита

Дефицит пресной воды, вне всяких сомнений, будет нарастать, если процесс экологической деградации не будет остановлен. Отсюда следует вывод: необходимым условием решения проблемы дефицита пресной воды является снижение антропогенного воздействия на окружающую среду до безопасного уровня, экологизация производства и потребления, сохранение и восстановление необходимого для экологического баланса количества неугнетенных экосистем.

В мире хорошо известно о так называемой Аральской катастрофе. В результате использования стока двух центральноазиатских рек — Амударьи и Сырдарьи для орошения, а также других

видов водопотребления из этих источников и воздействия на них, в конце концов, эти водотоки перестали достигать дельты в месте впадения в Аральское море. В результате площадь акватории Аральского моря стала быстро сокращаться.

Строительство плотин и водозаборных сооружений на Амударье и Сырдарье в широком масштабе началось с 1960 г. и уже в 1981–1990 гг. сток рек в Аральское море упал с 60 до 7 млрд м³ в год, а затем практически прекратился. К ноябрю 2002 г. абсолютный уровень Аральского моря упал по сравнению с 1960 г. на 23 м и находился на отметке 30,47 м над уровнем океана. Площадь водоема уменьшилась с 66 до 15 тыс. км², объем воды в нем сократился с 1060 км³ приблизительно до 100 км³. По существу море распалось на три независимых водоема. Из квазипресноводного водоема Арал превратился в соленое озеро с соленостью 90 промиллей в западной части и до 160 промиллей — в восточной части Большого моря. Это привело к гибели эндемичной фауны, море стало практически безжизненным, значительно сократилось число видов планктона, выжило только два вида рыб — камбала и атерина в западной части Большого моря. В западной части Большого моря на глубине 22 м обнаружен слой сероводородного заражения, что представляет новую проблему для Арала (Косарев, Костяной, 2003).

Однако Аральская экологическая катастрофа — не единственная и не первая, обусловленная хозяйственным использованием значительной части стока крупных рек, хотя по масштабам и трагичности последствий и превосходит все аналоги. Первая в Новое время экологическая катастрофа типа Аральской произошла в США на реке Колорадо еще в начале 1950-х годов, но тогда она не привлекла серьезного внимания, так как человечество жило в эйфории покорения природы и, кроме того, эта река впадает не в замкнутый водный объект, а в океан. В результате сооружения 10 плотин и разбора воды на орошение сток реки в нижнем течении упал с 9 млрд м³ в 1922 г. до 2–3 млрд м³ в год в 1950-х годах, а в 1965 г. практически прекратился, появляясь только в годы с необычно большими осадками (рис. 9). Сейчас экологические катастрофы типа Аральской (хотя и не столь значительные по масштабам) стали отнюдь не исключительным явлением.

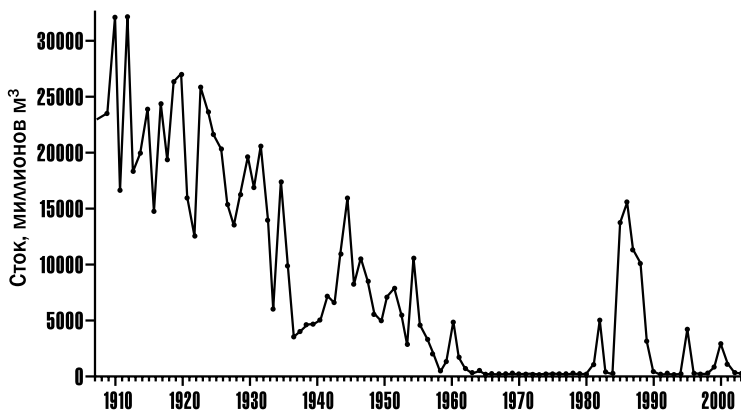


Рис. 9. Сток реки Колорадо ниже главных плотин и водозаборов с 1905 по 2001 год (Gleick, 2003)

Еще одна подобная катастрофа развивается в дельте реки Хуанхэ. В 1980–1989 гг. на гидрологической станции Личжин в нижнем течении реки число дней с нулевым стоком в год составляло 36, а в 1990–1997, в результате разбора воды на орошение — 226. Признаки катастрофы типа Аральской наблюдаются на реке Нил, где сток в устье упал с 32 млрд м³ в год перед сооружением Асуанской плотины до 1,8 млрд м³ в год в настоящее время. Катастрофическое снижение стока и пересыхание в сухой сезон регистрируется на реке Ганг. Подобная участь ожидает и другие реки, менее крупные, например Иордан на Ближнем Востоке (Brown, Aures, 1998; Jun, Chen, 2001).

Последствия всех таких катастроф несколько смягчены в сравнении с Аральской тем, что перечисленные и другие крупные реки с зарегулированным стоком впадают не в замкнутый водоем, как Сырдарья и Амударья, а в Мировой океан. Тем не менее, резкое сокращение стока, например, в дельте реки Нил, уже привело к ее постепенному разрушению и отступанию, деградации ее экосистемы. Количество видов рыбы для коммерческого вылова в Ниле сократилось с 47 видов до 17, а запасы сардины в восточной части Средиземного моря упали на 83% в связи с прекращением выноса нильского ила, органика которого служила ей пищей.

На ряде относительно малых рек всех континентов уже сегодня произошли или развиваются гидроэкологические миникастрофы. Примером может служить река Тарим в Синьцзян-Уйгурском автономном районе Китая. Когда-то она впадала в озеро, но в настоящее время нижний участок реки длиной 300 км остается без поверхностного стока.

Интенсивное использование пресной воды, поступающей в Мертвое море, с начала 1960-х годов привело к нарушению его водного баланса. Испарение стало превышать приток и атмосферные осадки на поверхность озера. В результате уровень Мертвого моря понижается. В настоящее время он понизился ниже порога в проливе Линча, соединявшего южную и северную части моря, поэтому южный бассейн высох и сейчас используется как система испарительных прудов для производства солей, вода в которые закачивается из северного бассейна. Длина Мертвого моря уменьшилась с 80 до 50 км, сократились площадь и максимальная глубина, увеличилась соленость воды. Катастрофические события произошли также с озером Чад в Северной Африке, поскольку сток впадающих в него рек разбирается на орошение. За последние 40 лет поверхность озера сократилась с 25000 км² до 1359 км², глубина воды с 10 до 1–2 м, а 50% площади сохранившейся акватории заросло. Следствием этого стало засоление почв, гибель посевов, исчезновение рыболовства, обнищание местного населения (Косарев, Костяной, 2003).

Возрастающая вместе с численностью населения Земли потребность в продовольствии и стремление удовлетворить эту потребность применением технологий орошаемого земледелия — главная причина глобального процесса преобразования водосборов многих рек с разрушением естественных экосистем и заменой их техническими системами, активного изъятия воды из возобновляемых источников, перераспределения поверхностного стока, разрушения водных и пойменных экосистем, нарушение водного баланса подземных вод на больших территориях. Существенный вклад в этот процесс вносит и тотальное загрязнение водных объектов всеми отраслями современной экономики. Происходит интенсивная деградация водных экосистем, особенно ветландов — водно-болотных угодий с высоким уровнем биоразнообразия. В настоящее время в мире утрачено около половины водно-болотных угодий, в результате

чего исчезло более 20% из 10 тыс. известных в мире пресноводных видов. Во многих регионах мира водные ресурсы перестали возобновляться в прежнем количестве и качестве в пределах естественных флуктуаций, т.е. фактически стали превращаться в невозобновляемые ресурсы.

Огромный объем потребления воды человечеством и быстрый рост этого объема (только в XX веке водопотребление увеличилось в шесть раз и более чем вдвое превысило темпы роста населения) не повлекли за собой сходного по темпам или масштабам водосбережения, рационализации использования воды и развития водосберегающих технологий. Из всей массы воды, потребляемой в сельском хозяйстве, 60% идет на непродуктивное испарение и возвращается в реки и подземные воды в виде загрязненной воды. Потребление воды в городах и промышленности также крайне непроизводительно. В развивающихся странах результате утечек в системах водоснабжения, незаконных подключений к этим системам и неэффективного использования теряется до 50% воды, забираемой из источников. Во многих развитых странах этот процент также достаточно высок.

ЭКСТЕНСИВНОЕ И ИНТЕНСИВНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

XX век был веком небывалого научно-технического и экономического рывка. Развитие экономики отдельных стран и мира в целом требовало все больше воды для сельского хозяйства, промышленности, бытовых нужд и получения энергии. Важнейшим фактором роста потребления воды было также увеличение численности населения. Однако плоды научно-технического прогресса в XX веке неравномерно распределялись между отраслями экономики. В наименьшей степени этими плодами оказались обеспеченными природоэксплуатирующие отрасли, в том числе, как правило, главные водопотребители (более того, иногда научно-технический прогресс обеспечивал появление новых очень водоемких секторов — например атомной энергетики, химии полимеров — при явном отставании технологий как водообеспечения, так и охраны вод).

Усилия водохозяйственных органов были направлены, прежде всего, на изъятие все больших объемов воды из водоисточников, на все большее вмешательство в гидрологический цикл для удовлетворения растущих нужд в пресной воде. Сооружение плотин для гидроэлектростанций с огромными водохранилищами, каналов для переброски воды в целях орошения, водозаборов для удовлетворения потребностей коммунального хозяйства и промышленности, бурение скважин для добычи подземных вод и строительство сетей водопроводов, иными словами, создание огромной водохозяйственной инфраструктуры стало основным средством удовлетворения растущих потребностей разных секторов хозяйства.

В результате около 60% из 227 крупнейших рек мира расчленены плотинами, водозаборами или каналами. В течение XX века и особенно в последние 50 лет воздействие человека на водный цикл планеты только за счет гидротехнического строительства достигло глобального масштаба. К 1950 г. было построено 5 тыс. плотин высотой более 15 м. Сейчас таких плотин насчитывается более 45 тысяч. В последние полвека в мире создавалось в среднем по две плотины в день (Postel, 2003). Темпы роста числа плотин и водохранилищ в

мире в XX веке приведены в таблице 3, на рисунке 10 показана динамика строительства крупных водохранилищ, в таблице 4 перечислены 10 крупнейших водохранилищ мира с указанием их объема.

Таблица 3. Динамика создания водохранилищ с полным объемом от 0,1 км³ и выше в XX веке — количество по периодам и объем в км³ (Авакян, Лебедева, 2002)

Материк	до 1900	1901–1950	1951–1960	1961–1970	1971–1980	1981–1990	1991–2000	Итого
Северная Америка	25 8,4	342 344,4	178 254,4	216 543	113 339	34 176,9	23 24,1	931 1681,5
Южная Америка	1 0,3	22 8,8	30 28,8	54 96,9	88 251,5	51 349,1	34 159,8	280 895,2
Европа	9 3,3	104 121,7	113 175	172 189,4	94 103,6	76 49,3	35 14,3	603 656,6
Азия	5 1,7	47 17,9	161 293,6	215 640	222 484,1	138 321,5	149 226,3	937 1985,1
Африка	-	15 15	21 381,1	24 364,4	57 173,7	52 56,6	15 25,2	185 1016,1
Австралия и Н.Зеландия	-	10 10,6	21 20,1	18 15,5	27 42,4	12 5,9	2 0,45	90 95
Мир	41 13,8	540 518,7	524 1153	699 1840,2	601 1394,3	363 959,3	258 450,2	3026 6329,5

Примечание: верхний ряд — число водохранилищ, нижний — объемы.

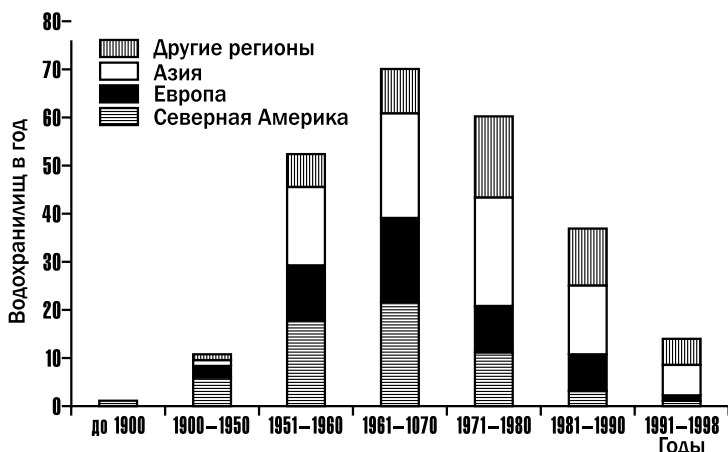


Рис. 10. Строительство крупных водохранилищ в XX веке (Авакян, Лебедева, 2002)

Таблица 4. Крупнейшие водохранилища мира (Авакян, Лебедева, 2002)

Материк	Страна	Водоохранилище	Полный объем, км ³
Африка	Уганда	Виктория	204,8
Азия	Россия	Братское	169,3
Африка	Египет	Насер (Асуан)	160,0
Африка	Зимбабве/Замбия	Кароба	160,3
Африка	Гана	Вольта	148,0
Северная Америка	Канада	Даниэль Джонсон	141,2
Южная Америка	Венесуэла	Гури	138,0
Азия	Ирак	Тартар	85,0
Азия	Россия	Красноярское	73,3
Северная Америка	Канада	Гордон Хрум	70,1
Итого			1350,6

Рисунок 11 представляет данные о площадях и объемах водохранилищ по материкам, а рисунок 12 — о динамике распределения крупных водохранилищ по материкам.

Водное хозяйство развивалось под определяющим давлением текущих, кратко и среднесрочных экономических интересов, однако долгосрочные перспективы и последствия этого развития не анализировались системно и недостаточно принимались во внимание при выборе соответствующих мер. Не учитывался воспроизводственный потенциал природных гидросистем, воздействие на них не только непосредственно водного хозяйства, но всех остальных отраслей экономики, не разрабатывались долгосрочные прогнозы изменений потребности в пресной воде. И хотя в XX веке для проектов всех гидротехнических сооружений проводились расчеты затрат, окупаемости, соотношения спроса на воду и ее предложения в конкретных регионах на среднесрочный период и т.п., в долгосрочном аспекте развитие водного хозяйства было стихийным, в том числе и в плановой экономике. Такой путь развития дал огромные выгоды миллиардам людей, но, вместе с тем, привел к непредвиденным чрезвычайно высоким социальным, экономическим и экологическим издержкам, поставил перед нынешним и особенно будущими поколениями гораздо более трудные задачи, чем приходилось решать в предшествовавшие эпохи.

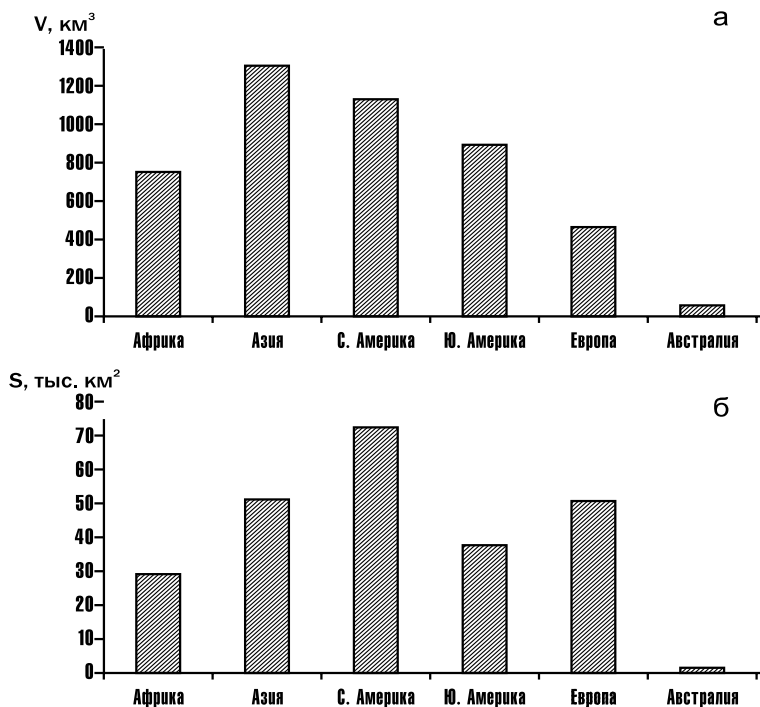


Рис. 11. Суммарные величины площадей и объемов водохранилищ по материкам (Барабанова, 2004)

Если раньше основным фактором, определявшим мировую структуру торговли зерном, была нехватка земли, то теперь существенное влияние на нее оказывает и нехватка воды во многих районах земного шара, особенно в Северной Африке, Сахеле, на Ближнем Востоке и в Восточной Африке. Например, количество зерна и других продуктов питания, ввозимых в страны Северной Африки и Ближнего Востока, по водоемкости производства эквивалентно годовому стоку реки Нил. Для удовлетворения нынешних потребностей стран этого региона при достигнутом ими технологическом уровне производства продовольствия нужен еще один Нил (виртуальный, в силу невозможности устроить второй реальный).

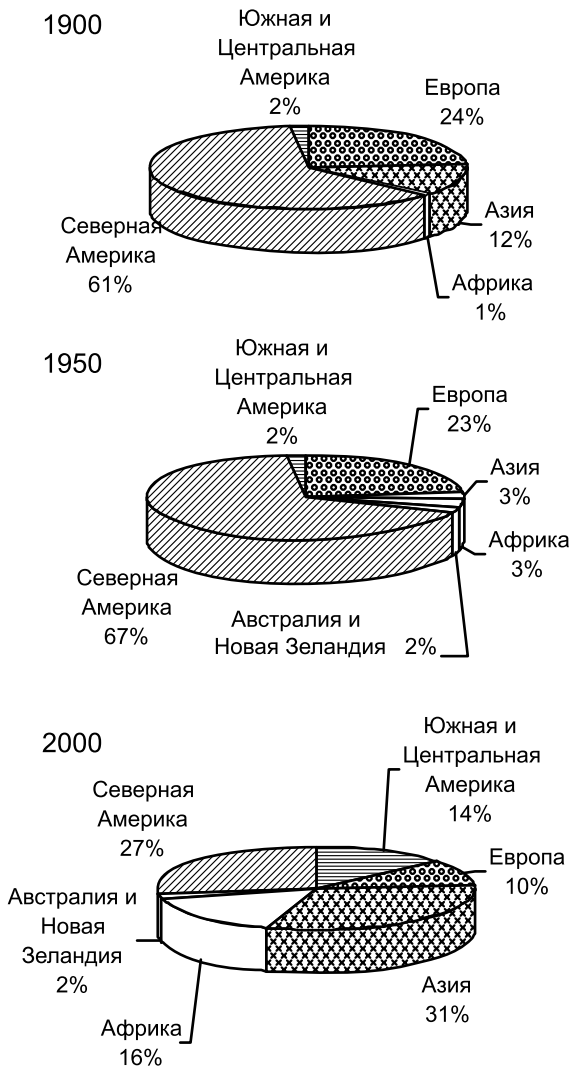


Рис. 12. Изменение суммарного полного объема водохранилищ более 0,1 км³ по материкам (Авакян, Лебедева, 2002)

В условиях, когда вода оказывается ограниченным ресурсом, возникает конкуренция между потребителями за этот ресурс. Основные стороны таких конкурентных отношений — промышленность и сельское хозяйство. Если для производства 1 т пшеницы требуется 1000 т воды, то использование такого же количества воды в промышленном секторе может обеспечить выпуск продукции на сумму, в 50–70 раз большую. Кроме того, использование 1000 т воды в промышленности обеспечивает создание большего количества рабочих мест, чем в сельском хозяйстве. По узкоэкономическим критериям, когда не учитываются внешние эффекты и издержки (так называемые экстерналии), связанные, прежде всего, с экологическими, социальными, а также долгосрочными экономическими факторами, для отражения которых непригодны обычные стоимостные измерители, использование воды в промышленности оказывается более предпочтительным, чем в сельском хозяйстве (Состояние..., 2000). Конечно, это указывает, прежде всего, на несовершенство методов экономических сопоставлений, основанных на применении только текущих рыночных цен. Однако это свидетельствует и о том, что, по крайней мере, некоторые страны, страдающие от дефицита воды, могут использовать ее более выгодно, увеличив долю промышленного водопотребления за счет уменьшения сельскохозяйственного.

Современные экономические оценки показывают, что стоимость дальнейшего развития водохозяйственной инфраструктуры «как обычно» для водоснабжения, канализации, водоочистки, сельского хозяйства и охраны окружающей среды потребует ежегодных затрат 180 млрд долларов до 2025 г. При этом в оценку не включены затраты на крупномасштабные переброски стока. Эта оценка сделана на основе будущих потребностей в воде стран, достигших современного уровня индустриализации с централизованным водоснабжением и очисткой загрязненных вод. В случае применения в водном хозяйстве интенсивных технологий эти затраты можно снизить до 10–25 млрд долларов в год для последующих 20 лет (Gleick, 2003).

Если сейчас человек неудовлетворен «неравномерностью» распределения водных ресурсов, то у него имеются две чистые стратегии (если пользоваться теоретико-игровой терминологией) для исправления ситуации: экстенсивная, сводящаяся к увеличе-

нию объема вовлекаемых в хозяйство водных ресурсов посредством перераспределения стока, и интенсивная, основанная на повышении эффективности использования водных ресурсов.

Интенсивная стратегия предполагает, прежде всего, уменьшение потребности в воде в расчете на душу населения (или единицу производимого продукта), причем не посредством сокращения личного потребления ниже санитарных норм, а за счет технологических и экономических мер в водопользовании, водосбережения и охраны вод. При реализации мер по повышению эффективности водопользования не увеличивается показатель объема воды в расчете на душу населения, но изменяется критерий дефицитности воды: количество воды, ранее не удовлетворявшее экономическую потребность в ней, становится достаточным при том же объеме производства продукции и численности населения. Кроме того, при интенсивной стратегии можно (и должно) повышать и водообеспеченность территории (в широком понимании) посредством водоохраных мероприятий — вследствие улучшения качества воды в источниках.

Естественно, обе стратегии совместимы, на их основе можно строить смешанные стратегии. Однако, как показано далее, экстенсивная стратегия имеет область применения, заведомо ограниченную транспортным плечом, да и целым рядом иных факторов.

Сценарии развития водного стресса и водного кризиса предполагают нарастание подобных явлений с вовлечением в зону их воздействия большей части населения мира. Решение этих проблем возможно только на основе расширения использования водозэффективных технологий, перехода от экстенсивного к интенсивному пути развития водного хозяйства. Водопользование, развивающееся экстенсивным способом, рано или поздно приводит к кризису, и рынок не препятствует этому. Сил рынка недостаточно для обеспечения устойчивости водопользования при возникновении дефицита воды, если он обусловлен малым количеством или низким качеством воды в природных источниках.

ВОДОЕМКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. СОБЛАЗН «ПОВОРОТА РЕК»

Потребление пресной воды, как уже отмечалось, по физическим характеристикам (объем, масса) колоссально, несопоставимо ни с одним другим природным ресурсом или техногенным продуктом. При этом разброс показателей расхода воды на единицу выпуска любого конкретного продукта весьма значителен, максимум может быть выше минимума многократно. Например, средние затраты воды на производство 1 долл. США сельскохозяйственной продукции в странах Центральной Азии на порядок выше, чем в лучших хозяйствах пустынной Аризоны (США) или маловодного Израиля. Конечно, разница не столь велика, если сравнивать средние показатели одних стран со средними же, а не лучшими других стран, но и в этом случае разброс впечатляет — сопоставление данных для Израиля и стран Центральной Азии о потреблении воды в целом по экономике и в целях орошения приведено на рисунке 13.

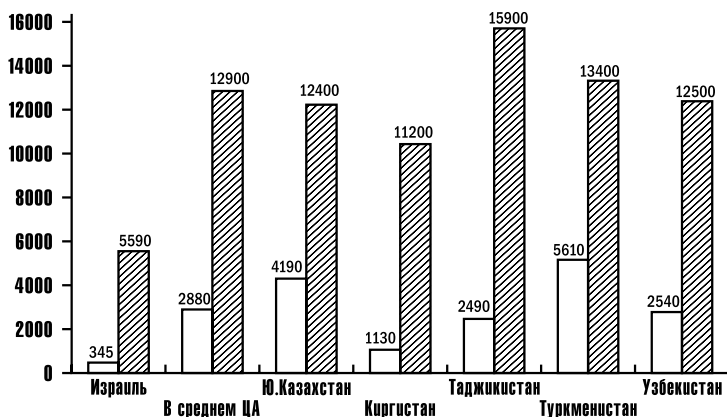


Рис. 13. Удельное водопотребление в странах Центральной Азии и Израиле (Баратов, 2004)

Очевидно, для производства каждого продукта водоемкость определяется применяемыми технологиями, а также качеством труда и менеджмента. На первый взгляд, парадоксально, что водосберегающие технологии одновременно оказываются и энергосберегающими, экономными практически по любому используемому ресурсу: ведь мы привыкли к идее заменяемости ресурсов — больше капитала, значит, меньше труда, и наоборот. Однако больше воды — значит, больше энергии для ее «проведения» по всей технологической цепочке, больше материалов для труб, котлов, цистерн, прудов-накопителей, больше текущих расходов на содержание и обслуживание этих компонентов технологии и т.д. Имеются и относительно маловодоемкие отрасли и предприятия, прежде всего, — производство информации, интеллектуальных продуктов, многих видов высокотехнологичного оборудования. (При этом, естественно, следует различать прямую водоемкость, выражающую непосредственные затраты воды на производство единицы продукта, и полную водоемкость, учитывающую расход воды во всех звеньях технологических цепочек, приводящих к данному продукту, т.е. всю ту воду, которая была затрачена на производство полуфабрикатов, энергии и т.п. ингредиентов, используемых при его изготовлении). Даже в сельском хозяйстве известны маловодоемкие культуры — они возделываются в богарном земледелии (о водосбережении в различных отраслях экономики, в том числе сельском хозяйстве, см., в частности Вайцзеккер, Ловинс, Ловинс, 2000).

Таким образом, как бы ни был велик объем пресной воды, используемой в современной экономике, эта величина — регулируемая. Водоемкость ВВП и обобщающие показатели эффективности водопользования зависят, прежде всего, от структуры народного хозяйства (доли водоемких отраслей) и его технологического уровня. Вода в случае дефицита в значительной мере заменима другими ресурсами и, особенно, водоемкими продуктами, произведенными в регионах, не страдающих от ее дефицита. Имеется в виду замещение в рамках экономики в целом, а не в отдельных отраслях, где его может и не быть: нельзя заменить воду чем-то другим для водного транспорта, но существуют гораздо менее водоемкие другие виды транспорта; нельзя производить многие продукты растениеводства без значительных затрат воды, но можно отказаться от их производства в пользу импорта, окупая затраты производством

в сравнительно маловодоемких отраслях. Для принятия решений такого рода, связанных со структурными сдвигами в национальном хозяйстве, принципиально важно, что возникающие в результате эффекты в основном относятся к экстерналиям, поскольку имеют долгосрочный характер.

Повышение цены на ресурс — безусловно, стимул его экономии и роста эффективности использования, хотя действенность этого стимула существенно определяется эластичностью потребления от цены. Кроме того, рынок слабо стимулирует эти процессы, если повышение цены еще не состоялось, а только прогнозируется — замена оборудования требует времени; дело в том, что ожидания действуют тем сильнее, чем меньше лаг между принятием решения и его реализацией. Именно поэтому ожидания сильнее всего стимулируют операции спекулятивного характера — инвестиции в водосбережение и охрану вод к этому типу не относятся. Тем более рынок оказывается недостаточным регулятором, когда дело касается изменения структуры народного хозяйства, — это обусловлено отмеченным выше формированием контуров с положительной обратной связью.

Если возникает необходимость использования «неместного» источника (в случае его истощения или недостаточности для удовлетворения расширяющихся потребностей), вода оказывается весьма транспортным продуктом, естественно, не в единицах руб./т или руб./м³, а в сопоставлении с объемом ее использования. Подходящим измерителем мог бы быть показатель роста доли издержек на водообеспечение в составе затрат на производство единицы продукции при удлинении «плеча доставки» потребляемой воды. Для расчета такого показателя необходимы данные об издержках на прирост водообеспечения. К сожалению, с удовлетворительной точностью такие данные вряд ли могут быть получены косвенными методами (экстраполяцией, моделированием, по аналогии и пр.) из-за исключительного разнообразия конкретных условий. Поэтому требуется прямое проектирование, а оно сопряжено с большими затратами и риском неопределенности.

Чтобы пояснить масштабы возможных затрат на доставку дополнительного количества воды, рассмотрим в качестве примера широко известный проект перераспределения стока р. Оби в Аральский регион. Согласно ТЭО, проходившему в 1982 г. Госу-

дарственную экспертизу Госплана СССР, предусматривались: объем перебрасываемой воды $27,5 \text{ км}^3$ в год, протяженность основного канала — 2550 км, ширина — до 200 м, глубина — 16 м. Можно прикинуть, во что обошлось бы строительство в наши дни. Согласно ТЭО, в ценах 1982 г. затраты составляли (млрд руб.): 13,8 — главный канал, 11,6 — оросительные системы, 7,2 — новые сельскохозяйственные предприятия, всего — 32,6 млрд руб. Ограничимся главным каналом, затраты на сооружение которого в твердой валюте (по курсу 1982 г.) оценивались, следовательно, в 23 млрд долл. США. Эту величину в соответствии с заключением экспертной подкомиссии Госплана СССР от 20 сентября 1982 г. надо удвоить (в п. III. 23 сказано, что поскольку в представленном на экспертизу проекте «по пусковому комплексу не учтены замечания экспертизы по ТЭО 1-й очереди переброски, определенную расчетную стоимость следует считать заниженной примерно в 2 раза»), получаем 46 млрд долл. США. Экономисты очень затрудняются с оценкой коэффициента инфляции доллара за прошедшие более четверти века (о советских рублях и говорить нечего, поэтому и пришлось воспользоваться долларовой измерением), самое малое из применяемых значений дефлятора — 3,8 (при расчетах всегда будем выбирать наиболее «щадящее» значение), получаем $46 \times 3,8 = 174,8$ млрд долл. США. Это — ещё не всё: строительные работы, особенно на линейных сооружениях, и тяжёлая строительная техника, используемая в каналостроении, дорожали с темпом, существенно превышающим темп инфляции, минимальная поправка на 2008 г. — коэффициент 1,5; кроме того, таким же коэффициентом (по минимуму) оценивается удорожание подобных работ, обусловленное ужесточением экологических требований. Окончательно получаем: $174,8 \times 1,5 \times 1,5 \approx 393$ млрд долл. США. Отметим, что за такие деньги можно освоить примерно 20 крупных нефтегазовых месторождений на шельфе наших полярных и восточных морей (пока может считаться освоенным только одно). Огромны и эксплуатационные затраты: только на 10 насосных станций для перекачки воды требуется 10,2 млрд кВт·час в год электроэнергии, для этих целей предполагалось даже построить специальную АЭС.

Эти расчёты произведены, так сказать, по международным рецептам, российскую специфику они не учитывают. Соответствующие коэффициенты для российских условий не оценивались. Одна-

ко представление о нашей специфике можно получить косвенно, по аналогии с другими проектами. 15–17 лет назад, когда строилась МКАД, затраты на 1 км этой дороги оценивались в 1 млн долл. Сейчас в Москве проектируется 4-е автомобильное кольцо, дорога такого же класса, что и МКАД. В мае 2008 г. в СМИ промелькнули сообщения, что затраты только на производство строительных работ (без издержек, связанных с выкупом земли, обеспечением жильём тех, чьи дома подлежат сносу в связи со строительством дороги, и т.п.) в расчёте на 1 км составят на 4-м кольце — 800 млн долл. США. Комментарии излишни.

Транспортноемкость воды для каждого региона имеет четко выраженный перелом: она относительно невысока, пока объем не превышает местных ресурсов, и очень резко возрастает, как только возникает необходимость привлечения неместных источников. В этом переломе зависимости транспортных затрат от объема, по существу, проявляется действие закона падающей эффективности для природных ресурсов. Однако в случае достаточно широко распространенных ресурсов (уголь, нефть, железная руда, бокситы и пр.) резкого перелома не наблюдается.

При современных ценовых соотношениях экономически оправданы перемещения воды лишь в локальных и, иногда, региональных системах водоснабжения, водоводах протяженностью не более трех-четырёх сотен километров и оросительных системах из источников, удаленных от потребителя не более чем на такое же расстояние. Экономическое обоснование более дальних перемещений воды представляет проблему, которую не удастся решить без того, чтобы при этом не было резких возражений по поводу корректности произведенных калькуляций. Конечно, эти оценки не распространяются на перевозки бутилированной питьевой воды — здесь определяющее влияние на розничную цену товара имеют тара, разлив, сертификация, контроль качества, издержки торговли и пр.; воды в этом товаре много меньше, чем всего остального (наличие фальсификаций — на российском рынке они, по-видимому, доминируют — этого тезиса не отменяет).

Таким образом, за отмеченным исключением плечо оправданной транспортировки воды невелико, если обоснование проводится на основе текущих значений стоимостных оценок. Однако из приведенных выше соображений о ненадежности таких оценок в

долгосрочном анализе неизбежно вытекает вопрос: изменится ли этот вывод, если попытаться принять во внимание вероятные изменения оценок? Очевидно, надо выявить тенденции структурных сдвигов в системе стоимостных оценок, определяемых рынком. Особых подробностей для наших целей не требуется, так что достаточно констатировать общеизвестную истину: цены на высокотехнологичное оборудование снижаются (именно оно необходимо для ресурсосбережения, в том числе для повышения эффективности использования воды), а на строительные работы и «тяжелую» технику (то, что прежде всего требуется для «каналостроения») — растут. Очевидно, эта тенденция — долгосрочная. Следовательно, ситуация будет меняться отнюдь не в пользу грандиозных проектов «переброски».

Итак, с учетом современного технического уровня производства, его структуры и цен, а также ожидаемой динамики этих факторов экономия воды дешевле, чем обеспечение ее дополнительного количества. Естественно, это справедливо не всегда, а лишь до определенного предела эффективности водопотребления, но в настоящее время такой предел еще весьма далек для большинства звеньев мирового хозяйства. Тенденции развития мировой экономики лишь усиливают отмеченное различие в затратах.

В мировой практике встречаются особые случаи широко-масштабных перебросок, целесообразность которых определяется их исключительной спецификой. Один из них — канадская гидроэнергетическая система, в которой осуществляется переброска до 200 км³ воды в год, однако между близко расположенными реками. Целью при этом является увеличение их общей энергетической мощности и обеспечение более однородного распределения гидроэнергетического потенциала между ГЭС. При этом экологические последствия оказываются минимальными, поскольку районы-доноры и районы-реципиенты в экологическом отношении весьма близки (чего никак нельзя сказать, например, о среднем или нижнем течении Оби и Приаралье), а обводненность соответствующих территорий практически не изменяется. Другой случай — переброска части стока реки Янцзы на север Китая, в бассейн реки Хуанхэ. В 1990-е гг. в Китае обсуждался грандиозный проект строительства трех каналов в этом направлении, по масштабам вполне подходящий под рубрику «великие стройки коммунизма». Анализ показал, что по затратам, эффективности, экологическим последствиям и

иным параметрам проект неприемлем. Вместо него было решено реализовать гораздо более скромный план — реконструкции давно существующего канала и строительства одного нового, из водохранилища «Три ущелья» на Янцзы, независимо от канала сооружаемого для целей гидроэнергетики. Этот новый канал длиной 1100 км рассчитан на забор 12 км³ воды. Предполагается, что он будет обеспечивать нужды коммунального хозяйства (населения) и промышленности (где это население занято) в бурно растущих городах, а использование воды для орошения не предусмотрено вовсе. При эксплуатации канала не требуется энергия на перекачку, так как из водохранилища через пробитый в скалах туннель вода поступает в открытое русло и дальше идет самотеком. По сути, в бассейне Хуанхэ сложилась такая демографическая и социальная ситуация, когда альтернативы каналу нет, и в этих условиях было решено строить его в минимально необходимом варианте. Совсем иная ситуация в Центральной Азии, где требуется не дополнительная вода, а рационализация использования имеющейся.

ДЕФИЦИТ ПРЕСНОЙ ВОДЫ — ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА

Водный дефицит в одном регионе ставит проблемы для соседних регионов, оказывается для них внешним фактором, от которого зависит их собственная устойчивость. С этим связано еще одно обстоятельство, приводящее к глобальной постановке проблемы дефицита пресной воды. Речь идет об очевидной неспособности вододефицитных развивающихся стран самостоятельно, собственными силами справиться с этим дефицитом (см., например, (Африка..., 2001)). С одной стороны, в таких странах (имея в виду и государство, и структуры национального бизнеса, и население вместе взятые) просто не будет средств на приобретение минимально необходимого количества воды при тех ценах, которые неотвратимо сложились бы на «свободном» рынке. Естественно, надо принимать во внимание цены не только на воду, но и на те продукты, что производятся на экспорт в таких странах и обеспечивают им валютные поступления. Под «свободным» рынком в данном случае имеется в виду такой, где нет дотаций, субвенций и пр., каждый платит за себя в пределах своих бюджетных ограничений и выполнены основные предположения «совершенной» конкуренции. Впрочем, специально интересоваться конкурентными факторами для обоснования сформулированного тезиса нет необходимости, так как монополия покупателя воды применительно к развивающимся странам невозможна, а монополия продавца еще более усугубила бы их проблемы.

Инерция движения развивающихся стран такова, что «задел» для дальнейшего обострения дефицита воды во многих из них сформирован на два-три десятилетия. Здесь взаимно усиливают друг друга звенья контура, схематически представленного на рисунке 8. Истощение водных ресурсов, ухудшение качества воды и рост ее дефицита мало влияют на рост населения, но крайне негативно сказываются на экономическом росте и благосостоянии. В итоге возможности решения проблемы водного дефицита уменьшаются, а рост населения продолжается, желание повысить уровень жизни усиливается, в том числе и под влиянием все большей информированности о благосостоянии в развитых странах. Рыночные стимулы, однако, толкают к решениям, дающим краткосрочные и, в лучшем

случае, среднесрочные результаты, способы достижения которых (неизбежно антиэкологичные, пока экологические факторы в существенной мере остаются экстерналиями) лишь обостряют проблему в долгосрочном аспекте.

Недостаток пресной воды и бедность тесно коррелируют, водный дефицит нарастает вместе с нищетой и голодом, а следовательно, вносит вклад в возникновение и усиление угроз локальных войн (со всеми вероятными осложнениями в более широких масштабах) и терроризма (в том числе и глобального). Не менее серьезной может быть угроза, обусловленная антисанитарией, неизбежно сопровождающей острый дефицит воды в коммунальном хозяйстве — она становится причиной возникновения очагов инфекционных болезней и порождаемых ими эпидемий. Помогая развивающимся странам решить проблему обеспеченности пресной водой, развитые государства будут охранять себя от этих угроз, и превентивные меры, как всегда, в конечном счете обойдутся гораздо дешевле, чем борьба с последствиями. Однако помощь — рыночная форма взаимодействия, хотя методы ее реализации не исключают рыночных элементов, а среди результатов могут быть и рыночные эффекты.

Приведенные элементарные экономические и экологические соображения, учитывающие особенности воды как товара, показывают, что решение проблемы водного дефицита возможно только при развитии интенсивных форм водопользования. Следовательно, необходимы технологии, позволяющие максимально эффективно расходовать воду во всех областях ее применения. Эти технологии базируются на автоматизации производственных процессов и управления ими, средствах регулирования, использовании контрольно-измерительной аппаратуры и разнообразных химических продуктов (сорбентов, коагулянтов, флокулянтов и пр. — для водоочистки и водоподготовки, полимерных материалов — для систем подземного капельного орошения и т.д.), применении биологических методов, кроме того, необходим технологически и экономически грамотный менеджмент.

Удовлетворить потребность в таких технологиях за счет собственного производства развивающиеся страны в предвидимом будущем не смогут. Очевидно, что помощь им со стороны развитых государств будет оказываться поставками не воды, а во-первых, во-

досберегающих, очистных и прочих технологий, ориентированных на повышение эффективности использования той воды, которая имеется у этих стран, и обеспечивающих сохранность источников водоснабжения, воспроизводство пресной воды в естественных экосистемах, и, во-вторых, водоемкой продукции различных отраслей, что позволит сократить собственные водоемкие производства (или не развивать их). Это полностью соответствует важнейшему направлению технического развития — везде, где возможно, замещать вещество информацией, соответственно, перевозку вещества — передачей информации, сокращать удельные затраты ресурсов на производство и повышать эффективность использования ресурсов (Данилов-Данильян, 2001).

Только для питьевых целей вода, как отмечалось выше, будет достаточно широко транспортироваться на дальние расстояния, причем в возрастающих объемах. Однако и здесь надежды тех, кто предполагает возить особо качественную воду из чистых природных источников в больших количествах за тридевять земель, не оправдаются: бутилированную питьевую воду нормативного качества проще и гораздо дешевле производить на месте, используя современные средства водоподготовки, которые дают хорошие результаты даже для вод, квалифицируемых как умеренно загрязненные.

Рассуждая о возможных перспективах становления международного рынка воды (а пока такого рынка нет, не считая все того же исключения бутилированной воды), обычно сравнивают его с нынешним рынком нефти. На наш взгляд, это модное сравнение неправомерно. Не только реальные, но и прогнозируемые масштабы возможного водопотребления показывают, что в предвидимом будущем цена воды, используемой для промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых нужд, за исключением питьевого водоснабжения, останется далекой от цены нефти. Когда указывают, что литр бутилированной питьевой воды стоит уже почти столько же, сколько литр бензина, пренебрегают тем, что бензин, с одной стороны, не продается в бутылках (для стандартного потребления), а с другой — не потребляется кубокилометрами. Подобный уровень цен несовместим с объемами потребления воды в промышленности, к примеру, в теплоэлектроэнергетике или производстве полимеров. Отмеченная ранее высокая транспортная емкость воды, естественно, имеет не некий абсолютный, а относительный

характер, в ценовых измерителях. Однако транспортные тарифы демонстрируют устойчивую тенденцию роста в силу объективных и весьма долговременных экономических причин, поэтому высокую транспортную емкость воды можно считать непреходящим фактором.

Международный рынок воды не заменит рынок нефти и не будет подобен ему, он не станет значимым сектором мирового рынка. Тем более важным окажется сектор водосберегающих, водоэффективных и водоохраных технологий — уже потому, что, в отличие от рынка воды, он выгоден для тех, кто делает погоду на мировом рынке. Для понимания перспектив рынка воды надо рассматривать не современный рынок нефти, а тенденции развития этого рынка, перспективы энергетического рынка в целом. На этом рынке энергоносители все больше замещаются, во-первых, энергосберегающим оборудованием и, во-вторых, оборудованием для использования возобновляемых источников энергии, прежде всего, ветровой и солнечной (именно ветряки в последнее десятилетие — самый быстрорастущий сектор на рынке технологий). Беспрецедентная скорость роста нефтяного рынка в первые три четверти XX века стала возможной только благодаря тем особенностям нефти, которыми вода отнюдь не обладает. В случае с водой история рынка нефти не повторится, надежды на такое повторение похожи на попытки, предпринимавшиеся в середине XIX века, изобрести летательный аппарат с машущими крыльями (предполагалось назвать его махолетом), приводимыми в действие паровым двигателем, как у паровоза или парохода.

Ориентация на продажу воды в огромных количествах, многими кубокилометрами в год, поставляемыми по каналам тысячекилометровых протяженностей, повлечет тяжелые последствия для тех стран, которые попытаются пойти по такому пути. Они станут сырьевыми придатками других государств, причем отнюдь не богатых, не технологически передовых. Ситуация, которую в случае нефти и иного традиционного сырья для его не слишком развитых и при этом достаточно многолюдных производителей можно считать ловушкой с драматическими последствиями, в случае воды воспроизведется как трагифарс. Поставщик этих кубокилометров будет ревниво следить за развитием технологий интенсивного водопользования, поскольку довольно быстро поймет, что они угрожают его бизнесу: каждый шаг таких технологий создает стимулы для отказа

от покупок его товара. И, конечно же, конкуренты — не те, которые продают такую же воду, а те, кто продает технологии, — постараются сделать торговлю водой занятием предельно неустойчивым, максимально зависящим от их товаров — для продавца воды это внешний фактор, а для производителя технологий — контролируемый.

Межбассейновые переброски требуют гигантских затрат не квалифицированного труда, использования огромного количества техники, которую никак нельзя считать технической передовой. Конечно, современные экскаваторы — уже не те, что использовались при строительстве, например, канала Волга — Дон, но дело в том, что научно-технический прогресс определяется вовсе не экскаваторами. И чем больше страна использует экскаваторов, тем меньше остается у нее возможностей для научно-технического развития, для вложений в человеческий капитал, для того, чтобы занять достойное место в системе международного разделения труда.

Отметим важнейшее отличие перехода к интенсивному водопотреблению от расширения количества используемой воды посредством «каналостроительного» перераспределения речного стока. Оно состоит в возможности быстрого получения эффекта в малых или средних масштабах и, соответственно, такого управления процессом перехода, при котором экономические результаты, полученные на ранних стадиях, используются для финансирования последующих. Подземное капельное орошение не обязательно внедрять сразу на всех орошаемых площадях, оборотное водоснабжение — на всех предприятиях, а средства водосбережения в жилищно-коммунальном секторе — во всех городах, поселках, районах и домах. Инвестиционные средства всегда ограничены, и масштаб внедрения новых технологий на каждом этапе, естественно, следует выбирать соответственно наличию этих средств. Экстенсивный путь таких возможностей выбора не дает: чтобы получить первый результат, канал надо довести хотя бы до первого потребителя воды, и средства, необходимые для этого, как бы неделимы — «полканала» не принесут эффекта, хотя бы сопоставимого с затратами. И, в отличие от технологий водосбережения, минимальный начальный шаг в каналостроении, дающий результат, требует многомиллиардных инвестиций и нескольких пятилеток строительства.

Отмеченная особенность перехода к интенсивному водопользованию не только весьма удобна экономически. Поставщику техно-

логий она дает отличную возможность сформировать зависимость их получателя от поставок (метод, чрезвычайно широко применяемый развитыми странами и транснациональными корпорациями). Первое «впрыскивание» производится за счет поставщика, это не просто рекламно-демонстрационная акция, поскольку приносит и неплохие политические дивиденды: богатая страна «бескорыстно» помогает развивающейся справиться с проблемой дефицита пресной воды, не говоря о том, что главная причина донорства — обеспечение безопасности. А дальше срабатывает демонстрационный эффект, масштаб использования новых технологий начинает расти уже за счет займов и собственных средств, при этом выясняется, что ремонт, запчасти, менеджмент и пр. не воспроизводятся в стране-реципиенте, и все это стоит весьма немалых денег. Два-три шага, и зависимость от поставок становится не просто экономическим, но политическим фактором. Может быть, выбран неправильный путь? Внедрение технологий эффективного использования и сбережения воды, безусловно, правильное направление, а как строить взаимодействие с поставщиками технологий — это другой вопрос. Было бы лицемерием говорить, что каждая развивающаяся страна, страдающая от дефицита пресной воды, может решить эту проблему, не попадая в сильную зависимость от тех, кто будет поставлять ей необходимые технологии.

ДЕФИЦИТ ПРЕСНОЙ ВОДЫ: ПОЛИТИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Нет сомнений в том, что проблема дефицита пресной воды становится весьма существенным фактором мировой политики. Обеспечение международной безопасности потребует самого серьезного отношения к ней, а открывающиеся для носителей передовых технологий экономические перспективы, подогреваемые сопутствующими политическими возможностями, обусловят интерес к ней структур бизнеса. Проблемы пресной воды станут сюжетом глобальных политических и экономических игр. Непродуманные решения в такой ситуации — верный путь в ловушку. Но уже сейчас существуют политические проблемы связанные с использованием воды, обусловленные принадлежностью многих водных объектов одновременно разным странам.

Высокие гидрологические показатели водообеспеченности на душу населения на самом деле не всегда отражают реальную экономическую картину, так как освоение, казалось бы, доступных ресурсов может оказаться экономически нецелесообразным в силу неэффективности или даже практически невозможным в силу каких-либо политических, социальных, экологических и иных причин. Специфическая ситуация возникает с так называемыми международными водами, когда в бассейне одной и той же реки расположено несколько государств или река протекает по границе между двумя государствами. Страны, расположенные ниже по течению, могут столкнуться с нехваткой воды или даже лишиться ее из-за регулирования стока в верхнем течении. Примеров таких рек много. Среди крупных рек мира это, в частности, Нил и Конго в Африке, Колорадо и Ла-Плата в Америке, Ганг и Амур — в Азии, Дунай и Рейн — в Европе. В мире не менее 261 речных водосборов, занимающих 45,3% суши (без Антарктиды), являются международными. 71 подобная река находится в Европе, 53 — в Азии, 39 — в Северной и Центральной Америке, 38 — в Южной Америке и 60 — в Африке. 155 из них разделены между двумя странами, а остальные — между тремя и более странами. Примерно 50 стран имеют не менее 75% своей территории в пределах международных речных бассейнов. На водосборах междуна-

родных рек проживает более 40% населения мира (Helmer, 1997; The world..., 1992).

Проблем с использованием международных вод или трансграничного стока не возникает при изобилии других водных источников, но если такие реки служат основными водными ресурсами для стран, расположенных в их бассейне, то экономические противоречия и политические конфликты практически неизбежны. За последние 50 лет зафиксировано 507 споров из-за воды, из них 37 привели к острым конфликтам, в том числе 21 сопровождался военными акциями (Liebscher, 2004). Такие конфликты имеют длительную историю, так как вода всегда служила инструментом давления при разрешении не только обусловленных водными проблемами, но и иных коллизий. Доступ к воде был источником споров и разногласий, как при попытках гидротехнического строительства, так и при загрязнении вод.

В выгодном положении оказываются страны, расположенные выше по течению рек, так как у них имеются возможности диктовать свои условия в вопросах использования воды тем, кто расположен ниже и, таким образом, оказывается в зависимости от соседа. Например, Израиль получает значительную часть воды с сопредельных территорий (0,5 куб. км в год), Узбекистан — более 65%, а в Бангладеш почти вся вода поступает с территории Индии, в Египет — из стран выше по течению реки Нил. Хорошо известны конфликты за воду, например, на Ближнем Востоке, между Индией и Бангладеш, а сейчас и странами Нильского бассейна. Возможность вооруженных конфликтов за водные ресурсы в недалеком будущем не представляется невероятной.

За последние 50 лет зафиксировано 1228 совместных инициатив по использованию трансграничных водотоков и международных озер, в том числе подписано 150 соглашений об использовании вод, которые делают международные отношения в области управления водными ресурсами более устойчивыми. Совместно используемые воды могут быть предметом сотрудничества между странами. Так, еще в 1950-е годы страны расположенные в водосборе реки Рейн, создали многостороннюю комиссию для решения для решения различных проблем, в особенности связанных с окружающей средой. Другой пример — это совместные усилия США и Канады по очистке Великих озер. В Европе существуют региональ-

ные конвенции по охране Северного, Балтийского и Средиземного морей. В 1997 г. ООН рассмотрела проект конвенции о международных водах, в которой содержится два ключевых принципа их распределения: один — справедливое и разумное использование и второй — обязательство не причинять значительного ущерба. Против конвенции проголосовали Турция, Китай и Бурунди (Postel, 2003). Несмотря на заключение многочисленных соглашений по использованию международных вод (двусторонних и многосторонних), еще не решены важнейшие конкретные вопросы: механизмы и стандарты контроля при осуществлении положений соглашений, условия распределения воды с учетом имеющихся ресурсов и спроса.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

В России доступные возобновляемые запасы воды составляют 4260 км³, а на душу населения приходится более 29000 м³, здесь сосредоточено около четверти мировых запасов пресных поверхностных и подземных вод. Россия занимает второе место в мире по валовым ресурсам пресной воды, а по водообеспеченности в расчете на душу населения – третье место среди крупных стран (таблица 5). Однако среди этих шести стран в России (и в Индии) наименее благоприятное внутригодичное распределение водных ресурсов (рис. 14), требующее создания водохранилищ для обеспечения равномерного поступления воды потребителям.

Основная часть речного стока формируется в пределах территории страны, речные водные ресурсы располагаются по территории более или менее равномерно, уменьшаясь в южных равнинных районах Европейской части, Западной и Восточной Сибири. Величина их на душу населения в субъектах федерации зависит от численности и плотности населения, поэтому она существенно снижается в наиболее населенных районах Северного Кавказа, где составляет порядка 1800 м³ в год на человека.

Таблица 5. Валовые ресурсы воды и водообеспеченность шести ведущих стран мира

Страна	Ресурсы речного стока, км ³ /год	Водообеспеченность, тыс. м ³ / год на чел.
Россия	4348	28,7
Бразилия	8120	42,2
Канада	3420	109
США	3048	10,6
Китай	2700	2,1
Индия	2037	1,7

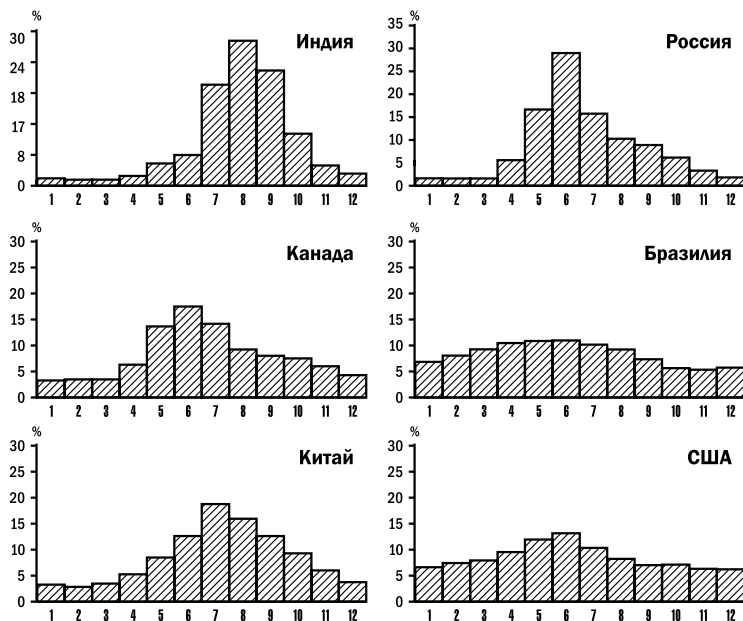


Рис. 14. Внутригодовое (по месяцам) распределение водных ресурсов шести ведущих стран мира (в %)

В этом районе нередко отмечается нехватка воды, особенно в засушливые годы, а водные ресурсы используются достаточно интенсивно. Характеристики водообеспеченности регионов России приведены в таблице 6, а в таблице 7 — данные о наименее и наиболее обеспеченных (в расчете на душу населения) субъектах федерации.

В России насчитывается 2220 больших, средних и малых водохранилищ с объемом от 1 млн м³ и более (Эдельштейн, 1998). Водозабор из водоемков составляет около 80 км³ в год (2007 г.). Эксплуатационные запасы подземных вод составляют 30 км³ в год, а извлекается из недр около 11 км³ в год, в основном на хозяйственно-питьевые нужды. В ряде местностей происходит переэксплуатация подземных вод, например в районах Москвы, Брянска, Курска, Санкт-Петербурга с понижением уровня воды на 65–150 м. Забор морской воды составляет несколько более 5 км³ в год.

Таблица 6. Удельная водообеспеченность экономических районов России (с учетом транзитных вод) (Бобылев, 2003)

Экономические районы	Водообеспеченность (тыс. м ³ /год)	
	на 1 км ² территории	на душу населения
Северный	349	90,6
Северо-Западный	455	11,6
Центральный	232	3,9
Центрально-Черноземный	125	2,7
Волго-Вятский	577	18,2
Поволжский	503	17,3
Северо-Кавказский	195	4,3
Уральский	157	6,6
Западно-Сибирский	241	44,7
Восточно-Сибирский	273	136
Дальневосточный	290	297
Россия в целом	250	28,5

Таблица 7. Субъекты Российской Федерации с наиболее низкой и наиболее высокой водообеспеченностью

Субъект федерации	Водообеспеченность, тыс. м ³ /год на чел.
Московская область	1,36
Белгородская область	1,79
Курская область	3,0
Курганская область	3,45
Орловская область	4,79
Республика Калмыкия	5,38
Воронежская область	5,48
Ростовская область	6,22
-----	-----
Республика Коми	149
Тюменская область	179
Красноярский край	319
Республика Саха (Якутия)	944
Ямало-Ненецкий АО	1130
Эвенкийский АО	15350
Таймырский АО	19891

Водозабор в России составляет менее 2% от доступных водных ресурсов. Основная часть извлекаемой воды — 64% — используется в промышленности, а оставшаяся часть — в сельском хозяйстве и для коммунально-бытовых нужд примерно в равных долях — 17 и 19%. В период с 1965 до середины 1970-х годов, отмеченный высокими темпами экономического роста, активно росли все хозяйственные воздействия на водные ресурсы, потребление воды увеличилось за эти годы в 2–2,5 раза. С 1975 г. до конца 1980-х годов рост экономики замедлился, кроме того, стали внедряться водосберегающие технологии, и воздействие на водные ресурсы практически стабилизировалось. В сравнении с 1970 г. к 1990 г. количество оборотной и последовательно используемой воды увеличилось в три раза. Сократился более чем на 30% объем воды для орошения, по-видимому, в связи с повышением естественной увлажненности на юге Европейской части России (Зайцева, 2003). В период 1975–1990 гг. общее водопотребление составляло около 100 км³ в год, лишь в конце 1980-х гг. начало несколько снижаться, затем наступило резкое, а с 1995 г. более плавное падение, продолжающееся по сей день, хотя водопотребление в промышленности несколько возрастало в 2004–2007 гг.

Особенностью использования водных ресурсов в России (как и в других странах СНГ) является низкая эффективность. При падении промышленного и сельскохозяйственного производства в 1990-х годах эффективность использования водных ресурсов снижалась в промышленности, где удельное водопотребление на единицу произведенной продукции в денежном выражении (в сопоставимых ценах) выросло в 1,5 раза, и только после 2000 г. наметилось уменьшение удельного водопотребления. В коммунально-бытовой сфере изменения были незначительными. В сельском хозяйстве водопотребление сильно снизилось. Это было связано не с повышением эффективности использования воды, а с сокращением орошаемого земледелия, в ряде регионов — на 60–80% (Центрально-Черноземный, Дальневосточный, Волго-Вятский), уменьшением поголовья скота на крупных животноводческих фермах и, частично, длительным периодом повышенной водности на территории России. На Северном Кавказе, основном районе орошаемого земледелия, при падении водопотребления на орошение на 30%, удельное водопотребление выросло на 9% (Зайцева, 2001).

Централизованным водоснабжением питьевой водой в России охвачено только 2/3 населения. Это, в основном, жители городов и поселков городского типа. Сельское население получает воду, в основном, из колодцев или поверхностных водоисточников.

Рост удельного водопотребления отражает тот факт, что в 1990-е годы относительное сокращение сброса (водоотведение) сточных вод оказалось меньшим, чем относительный спад промышленного производства. Этот факт не представляется неожиданным. Дело в том, что предприятия, оказавшись в трудном экономическом положении, а весьма многие — на грани выживания, в целях экономии финансовых средств практически прекратили техническое перевооружение и модернизацию основных средств и, тем самым, реализацию мер по водосбережению. Жесткая экономия «подкосила» и природоохранные мероприятия, более того, многие действовавшие очистные сооружения постепенно пришли в негодность, не ремонтировались и не обновлялись. Кроме того, экономический спад 1990-х годов в силу очевидных причин очень слабо повлиял на динамику водопотребления в жилищно-коммунальном секторе: в 1999 г. использование воды на хозяйственно-питьевые нужды составило 91,1% от уровня 1990 г., в остальные годы за период 1993–2002 гг. этот показатель был не меньше 93,3% (Думнов, Борисов, 2003).

Водоотведение составило к 2000 г. около 55 км³ в год, из которых значительную долю — около 40% составляют загрязненные и недостаточно очищенные воды. Высокая доля загрязненных сточных вод обусловлена понижением эффективности очистных сооружений в период спада производства. Для России характерны аварийные сбросы загрязненных вод, связанные с авариями на очистных сооружениях, а также нелегальные сбросы сточных вод в обход очистных сооружений в ночное время. Это приводит к тотальному загрязнению поверхностных и многих подземных источников водоснабжения, в результате чего порядка 35% проб воды в этих источниках не соответствуют стандартам качества (имеются и другие оценки, как выше, так и ниже приведенной). В целом в России без очистки в водные объекты сбрасывается около 20% неочищенных канализационных вод (таблица 8). Так называемые нормативно-чистые сточные воды и нормативно очищенные сточные воды на самом деле нуждаются в дополнительном разбавлении водами водоприемника для достижения в нем естественного качества воды. Ежегодный ущерб от загряз-

нения водных объектов в первые годы XXI в. составлял в среднем около 70 млрд руб. (в ценах 2001 г.) (Данилов-Данильян и др., 2004), за последние годы этот показатель возрос.

На рисунке 15 приведена карта уровня загрязнения поверхностных вод в России (Коронкевич, Зайцева, Черногаева, 2003); как и следовало ожидать, максимальный уровень загрязнения наблюдается в районах наибольшего промышленного и сельскохозяйственного развития.

Практически все водные объекты водосбора реки Волги подвержены антропогенному воздействию, и качество воды в них не отвечает нормативным требованиям. Большинство загрязняющих веществ относится к первому и второму классам опасности. Для верхнего, среднего и нижнего участков реки Волги среднегодовые концентрации многих поллютантов превышают предельно допустимые. Состояние подземных вод в бассейне реки часто также не соответствует санитарным нормам, особенно в районах промышленных городов, где предельно допустимые концентрации превышены в десятки, а иногда и в сто раз: наиболее значительно загрязнение нефтепродуктами (Брянская, Вологодская, Орловская, Ростовская, Самарская, Свердловская области) и фенолом (Череповец, Редкино, Москва, Саратов, Тольятти). В Калмыкии, Ярославской и Костромской областях отмечено невыполнение нормативов соответственно в 71, 45 и 38% исследуемых случаев, и в 20–30% случаев еще в 11 административных единицах. Наихудшее положение сложилось в Вологодской, Владимирской, Тверской, Нижегородской, Саратовской областях и Башкирии. Обследование, проведенное в середине 1990-х годов, показало, что более чем в половине городов России питьевая вода по содержанию индикаторного галоморфного соединения — хлороформа не соответствует гигиеническим требованиям (Эльпинер, 1999).

Низкое качество доставляемой населению питьевой воды обусловлено не только загрязнением ее источников, но и — нередко — отсутствием водоохраных зон вокруг них, отсутствием или низким качеством оборудования на станциях водоподготовки, неудовлетворительным состоянием водопроводных сетей. Физический износ последних в настоящее время оценивается в 65–70% (более 334 тыс. км), в срочной замене (не ремонте!) нуждаются не менее 34% (176 тыс. км), утечки из систем водоснабжения по официальным данным составляют 3,26 км³ в год.

Таблица 8. Сброс сточных вод в крупных городах России в 2002 г. (Думнов, Борисов, 2003)

Город	Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты					
	всего, млн м ³	из них загрязненных сточных вод			в том числе без какой-либо очистки, млн м ³	
		всего, млн м ³	в % к общему объему сброса сточных вод города	всего, млн м ³	в % к общему объему загрязненных стоков города	
Российская Федерация – всего	54712	19767	36	4058	21	
в том числе						
Москва	3326	2661	80	66	2,5	
Санкт-Петербург	1263	1183	94	424	36	
Нижний Новгород	689	256	37	19	7	
Краснодар	650	94	14	4	4	
Новосибирск	649	38	6	33	87	
Самара	389	279	72	15	5	
Красноярск	354	304	86	55	18	
Братск	347	241	70	17	7	
Владивосток	327	320	98	313	98	
Чита	310	33	11	0,0	≈0,0	
Тюмень	289	56	19	5	9	
Челябинск	283	283	99,8	4	1,4	
Кемерово	281	170	61	69	41	
Пенза	269	113	42	11	10	
Дзержинск	263	51	20	3	15	
Казань	261	226	87	10	4	
Екатеринбург	235	233	99	17	7	
Омск	224	223	99,5	18	8	
Воронеж	223	159	71	–	–	
Новокузнецк	214	214	100,0	103	48	
Ярославль	213	213	100,0	79	37	

Примечание. На долю приведенных в таблице городов приходится треть общего сброса загрязненных стоков России и более четверти загрязненных сточных вод без какой-либо очистки. После 2002 г. ситуация несколько улучшилась только в Санкт-Петербурге и Москве.

Отметим, что экспертные данные (на основе специальных обследований) о потерях воды в ЖКХ обычно не менее чем в два раза превышают официальные.

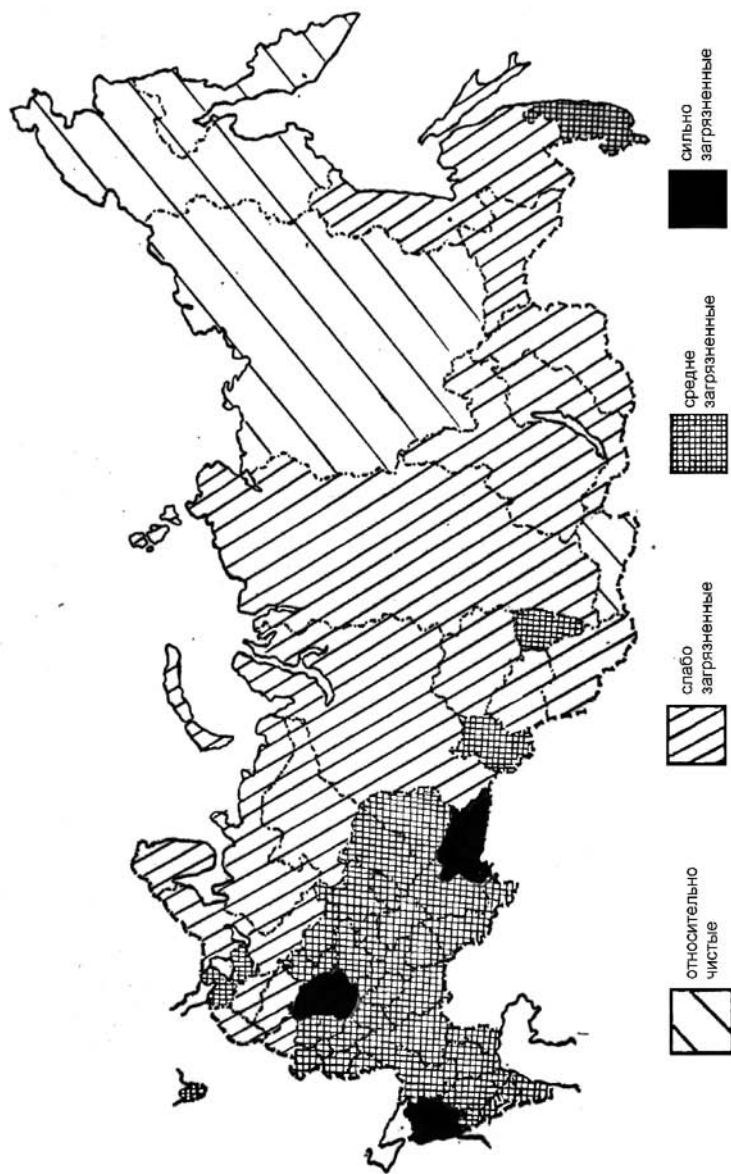


Рис. 15. Загрязнение поверхностных вод в России

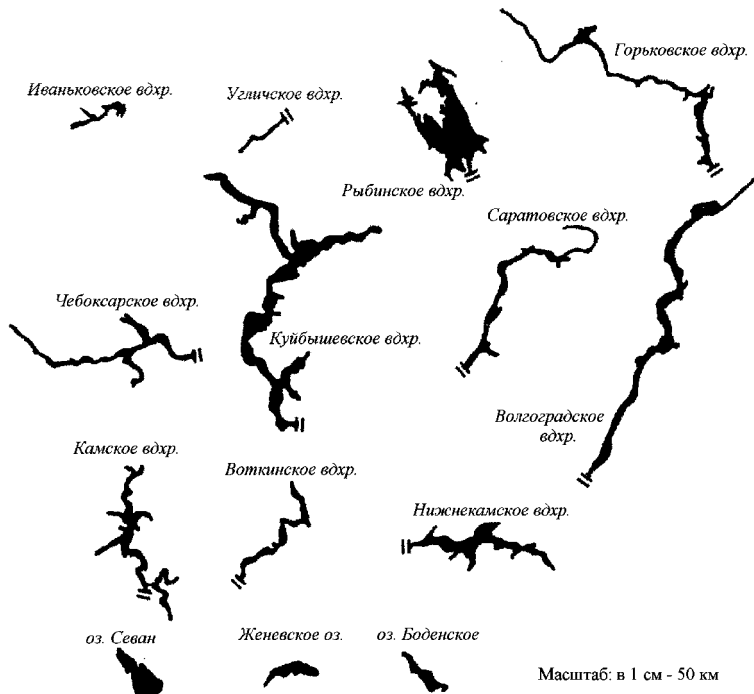


Рис. 16. Сравнительные размеры и контуры водохранилищ Волжско-Камского каскада и некоторых озер (Авакян, Лебедева, 2002)

Для водного хозяйства и экономики в целом Европейской части России огромное значение имеет Волжско-Камский каскад водохранилищ. Рисунок 16 дает представление о масштабах этой системы, которая вносит критически важный вклад в современную российскую гидроэнергетику, гидромелиорацию, водный транспорт, водообеспечение промышленности и жилищно-коммунального хозяйства. Однако экологическое значение Волжско-Камского каскада (как и других водохранилищ, особенно равнинных) далеко не однозначно. С одной стороны, водохранилища перерабатывают и депонируют огромное количество загрязнений, поступающих в Волгу и Каму со сбросными водами промышленных и коммунальных предприятий, стоками с городских территорий и сельскохозяйственных полей. Какой была бы вода в Волге и Каме при современном уровне

поступающих в эти реки загрязнений без такой работы водохранилищ, трудно даже представить. С другой стороны, многократное замедление прохождения воды, перегораживание рек плотинами, затопление значительных территорий водохранилищами и иные факторы имеют несомненные негативные экологические последствия.

Негативное воздействие гидрологических процессов (наводнения, подтопления, сели, засухи и пр.) проявляется в России достаточно широко, хотя и не с такой катастрофической силой, как случается в тропических странах. По данным МЧС России подвержены затоплению 400 тыс. км² территории, более 300 городов, тысячи мелких населенных пунктов с населением более 4,6 млн чел., более 7 млн га сельхозугодий. Среднемноголетний ущерб от наводнений экспертно оценивается около 50 млрд руб. в год. Защищающие от наводнений гидротехнические сооружения (ГТС) из-за неудовлетворительного состояния подчас сами становятся источниками опасности. Так, в 2006 г. уровень технического состояния ГТС, подведомственных Минтрансу России, оценивался следующим образом: нормальный — 21,1%, пониженный — 57,7%, неудовлетворительный — 16,5%, опасный — 4,8%.

Весьма серьезные проблемы в водопользовании в России могут возникнуть вследствие глобальных климатических изменений. Изменения режима осадков, обусловленные глобальным потеплением, для России будут, скорее всего, неблагоприятными. Они проанализированы в работе (Мелешко и др., 2004) на основе расчетов по ансамблю семи моделей общей циркуляции атмосферы и океана, исходя из «умеренных» сценариев Межправительственной группы экспертов по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) для задания динамики выбросов парниковых газов и аэрозолей. Значимые изменения, как среднегодовой приповерхностной температуры воздуха, так и общегодовых осадков, должны произойти уже в первой половине XXI века. На европейской части территории России прогнозируется ухудшение водообеспеченности. Однако более тревожными выглядят прогнозируемые изменения режима осадков. Ожидаемое существенное увеличение неравномерности выпадения осадков означает одновременное усиление угрозы как наводнений, так и засух на этой территории.

Названные прогнозы отражают прямое воздействие климатических изменений на гидрологические характеристики, осново-

полагающие как для водообеспеченности, так и для мер по снижению ущерба от наводнений и иных связанных с гидрологическими процессами явлений. Однако прямое воздействие может быть усилено косвенными эффектами, обусловленными, прежде всего, ухудшением экологической обстановки на водосборах. В частности, с потеплением климата ожидается усиление горимости лесов. Эта проблема подробно исследована применительно к российским лесам в работе (Коровин, Зукерт, 2003). В качестве основного показателя в этом исследовании используется продолжительность пожароопасного сезона, для которой установлена тесная связь с длительностью вегетационного периода, а последняя зависит, прежде всего, от средней приземной температуры воздуха. Подводя итог своему анализу последствий глобального потепления для пожароопасности в лесах умеренной зоны на основе нескольких сценариев климатических изменений, в своей работе (Коровин, Зукерт, 2003) авторы отмечают, что следует ожидать роста числа и площади лесных пожаров в России на 30–40% даже без учета их суровости, которая может добавить еще 15–30%, а с учетом других факторов «в рамках рассмотренных сценариев изменения климата могут привести к росту числа и площади лесных пожаров в 1,5–2,0 раза». Отметим, что все рассмотрения в этой работе относятся к лесным экосистемам в относительно стационарном климате, независимо от того, пребывают ли они в климаксной или одной из сукцессионных фаз. Но при значимых климатических изменениях, когда такая стационарность окажется нарушенной, для каждой лесной экосистемы начнется процесс перехода к новой экосистеме, который обязательно будет сопровождаться усилением уязвимости леса к всевозможным воздействиям, и это дополнительно усилит его горимость. Хотя прямых аналогов лесных пожаров для других экосистем (за исключением тундрового ягеля) в России нет, изменения климата приведут к росту негативных проявлений и в них (например, следует ожидать обострения процессов почвенной эрозии).

Пока повышение средней глобальной приземной температуры незначительно, несколько более существенное потепление наблюдается в отдельных регионах (прежде всего Сибири), но экосистемы реагируют на эти процессы. Так, на основании исследования данных по 13 российским заповедникам, в работе (Кокорин, Минин, 2003) констатируется: «в целом наблюдается достаточно

“мозаичная” картина фенологических изменений, говорящая, что уже имеется некий “внешний климатический толчок”, но пока это скорее “раскачивание” экосистем, а не их направленный сдвиг».

Ухудшение экологической обстановки на водосборах окажет негативное влияние не только на сезонное и внутрисезонное распределение речного стока, но, даже в большей мере, на качество воды в природных источниках, поскольку ухудшение здоровья среды всегда снижает ее ассимиляционный потенциал. Обострению ситуации будет способствовать и изменение потребности в воде; в частности, в черноземных областях, на юге европейской части, в степях южного Урала и других регионах следует ожидать роста потребности в воде для орошения в связи с учащением и усилением засух. Неизбежно и притом почти повсеместно возрастут затраты на обеспечение населения качественной питьевой водой. Трудно предвидеть, какие иные осложняющие факторы, в том числе существенные для водопотребления, возникнут в сельском хозяйстве, которому при значимых изменениях климата не избежать весьма болезненной перестройки. Конечно, потепление климата сулит для России очевидные выгоды — если рассматривать проблему абстрактно (примером такого рассмотрения, на наш взгляд, служит работа (Глобальные и региональные..., 2000). Среди них, прежде всего, увеличение продолжительности вегетационного периода. Однако ряд обстоятельств, среди которых едва ли не первое место занимает ухудшение водообеспеченности (а также — в других сферах — воздействие на общественное здоровье, деградация вечной мерзлоты и пр.) станут препятствием для того, чтобы реально воспользоваться новыми возможностями в сельском хозяйстве, во всяком случае, в течение первых десятилетий после их появления. Потребуется значительные капитальные вложения и, особенно, организационные и управленческие усилия, возрастут требования к качеству и уровню квалификации труда. Россия всегда тяжело переживала эпохи перемен, не станет исключением и перемена климата.

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Невысокая эффективность водопользования, недопустимо низкое качество обеспечения населения питьевой водой во многих водохозяйственных системах, неудовлетворительное состояние наиболее значимых эксплуатируемых природных водных объектов объясняются, прежде всего, тем, что водное хозяйство страны по целому ряду признаков остается на уровне развития, характерном для середины прошлого века. Ошибочная ориентация на экстенсивное развитие, пренебрежение вопросами эффективности водопользования, недостаточное внимание к экологическим аспектам и другие обстоятельства определили отставание российского водного хозяйства от мирового уровня, отчетливо проявившееся уже к 1980-м годам. Беды российского водного хозяйства резко усугубились вследствие крайне недостаточного финансирования его развития в 1990-е годы (Данилов-Данильян и др., 2004).

Вопрос о достаточном обеспечении финансирования водного хозяйства, о возможном переводе его на самоокупаемость остро стоит и в наши дни. Однако ряд особенностей этой отрасли (прежде всего, социальные аспекты водопользования, его экологические последствия и необходимость защиты от вредного воздействия вод) исключают возможность применения каких-либо «общих» подходов и требует адекватного учета отраслевой специфики. Представляется, что применительно к водопотреблению и водоотведению при всей практической сложности задачи перехода к самоокупаемости общие экономико-теоретические вопросы хотя бы отчасти разработаны. Однако ситуацию в других направлениях водопользования применительно к этой задаче можно характеризовать как сугубо неясную. Параметры, регулирующие платежи за водопользование во всех направлениях, кроме водопотребления и водоотведения, определены произвольно, обоснования установленных значений отсутствуют. Весьма сомнительно, что защиту населения от наводнений (и других видов вредного воздействия вод) можно «поставить на самоокупаемость». Видимо, это одна из тех областей госу-

дарственной деятельности, где участие бюджетного финансирования необходимо.

В настоящее время наиболее важными из первоочередных проблем водохозяйственного комплекса России являются:

- неудовлетворительное качество воды в большинстве эксплуатируемых водных объектов;
- неудовлетворительное состояние систем хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- ухудшение технического состояния основных производственных фондов водного хозяйства — гидротехнических сооружений;
- расточительное водопользование;
- недостаточная эффективность государственного управления отраслью — водными ресурсами и водохозяйственными системами;
- малый объем работ по развитию мониторинга водных объектов;
- недостаточная защита от негативного воздействия вод — основная причина учащающихся паводковых и аварийных затоплений и подтоплений населенных пунктов и хозяйственных предприятий;
- учащающиеся загрязнения водных объектов при авариях на нефтепроводах, очистных и иных сооружениях.

Одним из первых шагов для решения названных проблем в части нормативного и научно-методического обеспечения управлением и охраной водных объектов необходима разработка методологии эколого-социально-экономического обоснования регулирования использования и охраны водных объектов и их водных ресурсов для планирования хозяйственного использования и охраны и/или восстановления качества вод. Для этого необходимо решить следующие задачи (Данилов-Данильян и др., 2004).

1. Интенсификация использования водных ресурсов, отказ от продолжения экстенсивного водопотребления. Решающую роль в достижении этой цели принадлежит развитию рыночных отношений. Однако этот процесс не должен происходить стихийно, исключительная социальная и экологическая значимость водных

ресурсов требует тщательного анализа последствий каждого намечаемого шага в расширении сферы рыночных взаимодействий. Вместе с тем необходимо как можно быстрее изживать рудименты командно-административного подхода к управлению водным хозяйством. Для этого следует:

- обеспечить переход от начисления платы за потребление воды по нормативам к оплате водопотребления всеми потребителями только по количеству фактически полученной воды;
- разработать и реализовать программу постепенного повышения платы за потребляемую воду до уровня, при котором полностью компенсируются все затраты на обеспечение водопотребления, а также повышения платы за все виды водопользования до уровня, при котором обеспечивается полное финансирование мер для устойчивого воспроизводства качества водных ресурсов и поддержания всех зависящих от них экосистем и абиотической среды; использовать при этом теоретические разработки по рентообразованию в водопользовании;
- стимулировать водопотребителей к внедрению водосберегающих технологий не только адекватной платой за водопотребление, но и через налоговые льготы и иные элементы финансового механизма;
- развивать конкурентные формы обеспечения спроса на воду всеми видами водопотребителей.

2. Обеспечение надежного, безопасного и устойчивого питьевого водоснабжения. Для этого в системах питьевого водоснабжения необходимо совместное использование источников как поверхностных, так и подземных вод при строгом соблюдении экологических норм, обеспечивающих их неистощительную эксплуатацию, и применение современных технологий водоподготовки. Важную роль в решении этой задачи имеет и экономия воды, поскольку неоправданно высокий объем забираемой и в значительной мере теряемой при доставке потребителю и использовании воды — фактор, повышающий неустойчивость водоснабжения.

3. Разработка системы защиты населения и хозяйственных объектов от вредного воздействия вод, прежде всего наводнений. Это наукоемкое направление требует совершенствования моделей, объясняющих механизмы возникновения и развития наводнений,

улучшения методов прогноза наводнений и их последствий, совершенствования системы гидрометеорологического мониторинга, а также капиталоемких мер по реконструкции ряда водохранилищ, защите городов, поселков и хозяйственных объектов, в ряде случаев — вывода населенных пунктов из опасных зон. При принятии решений о выделении территорий под строительство новых объектов различного назначения необходимо учитывать вероятность их затоплений и подтоплений, возможные ущербы от наводнений, необходимость страхования и др.

4. Разработка и реализация системы мер, направленных на восстановление качества воды в водных объектах, испытавших сверхнормативное антропогенное воздействие. Улучшение систем очистки сточных вод не может полностью решить эту проблему, не менее важно наведение порядка на водосборных территориях, строгое соблюдение установленного законодательством режима хозяйственной деятельности и ограничений природопользования в пределах водоохраных зон и прибрежных защитных полос, проведение специальных реабилитационных мероприятий, ликвидация негативных последствий гидромелиорации и пр. Эта деятельность должна проводиться под руководством и при строгом контроле государственных органов управления водным хозяйством и экологического контроля, однако в полной мере она осуществима только при активном участии органов местного самоуправления, ответственности и бизнеса. Обеспечение заинтересованности бизнеса в таком участии — серьезная и ответственная экономическая задача, при решении которой особенно необходимо использовать зарубежный опыт, поскольку применительно к российским рыночным структурам пока практически не было даже попыток подхода к ней.

5. Существенное повышение технического уровня:

- комплексов водоподготовки, в частности, внедрение систем поддержки принятия оперативных инженерных решений, использование прогрессивных методов обеззараживания воды, современных химических средств, систем мониторинга качества воды в водопроводных сетях;
- систем водоочистки в промышленности и коммунальном хозяйстве, так чтобы гарантировать нормативный уровень качества сбрасываемых сточных вод;
- оросительных систем в сельском хозяйстве.

6. Разработка и внедрение систем управления водными ресурсами и водохозяйственными системами (в частности, на бассейновом уровне) на основе информационно-вычислительных комплексов, использующих гидрологические, эколого-экономические и экономико-математические модели. Это направление требует существенных бюджетных затрат на: а) оборудование, б) научные исследования, в) разработку моделей и программных средств, г) подготовку кадров. Недооценка важности последней — причина недостаточного финансирования затрат по трем первым из указанных статей. Объемные тенденции (климатические изменения, усиление дефицита воды в наиболее развитых районах, продолжающийся рост антропогенной нагрузки на экосистемы и т.п.) таковы, что сложность задач управления водными ресурсами и водным хозяйством нарастают. Сохранение нынешнего уровня технической и методологической поддержки системы управления и квалификации занятых в ней кадров неизбежно приведет к дальнейшему снижению качества управления. Опережающее (в сравнении с ростом сложности задач управления) повышение этого уровня абсолютно необходимо для решения задач, стоящих перед водным хозяйством.

7. Улучшение качества гидропрогнозов, необходимое для повышения эффективности всех видов водопользования, в частности, управления режимом работы ГЭС. Заблаговременность и оправдываемость гидропрогнозов в России отстают от современного уровня. Необходимо, в частности, радикально модернизировать информационную базу — гидрометеорологическую сеть, понесшую в последние 15 лет большие потери, однако задача состоит не в том, чтобы ее «восстановить», а в том, чтобы оптимизировать на основе современных технологий мониторинга, прежде всего аэрокосмических.

Методы решения названных задач должны основываться на следующих принципах:

1) Основополагающим в управлении водными ресурсами должен быть бассейновый подход и бассейновые соглашения как эффективный инструмент его реализации.

2) Для информационного обеспечения управления водными ресурсами (постановки целей, определения задач и методов регулирования, использования и охраны водных объектов, оценки

эффективности соответствующих мер) необходим научно обоснованный выбор эколого-социально-экономических индикаторов состояния и значимости водных объектов.

3) Для этих целей необходима также достоверная информация о хозяйственных объектах — водопользователях, системе расселения, инфраструктуре и т.п.

4) Рациональное разграничение функций федеральных и региональных органов государственной власти, органов местного управления и водопользователей в части управления водными ресурсами должно быть законодательно определено.

Для решения возникших проблем необходимо разработать и последовательно осуществлять государственную политику, направленную на обеспечение устойчивого водопользования. В возможно короткие сроки это позволило бы начать работу по решению указанного комплекса проблем. С этой целью в 2009 г. разработана и принята Правительством «Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года», определяющая основные направления действий в водоресурсной сфере. Основными стратегическими целями Водной стратегии Российской Федерации являются: 1) гарантированное обеспечение водными ресурсами устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации; 2) сохранение и восстановление водных объектов до состояния, обеспечивающего экологически благоприятные условия жизни населения; 3) обеспечение защищенности населения и объектов экономики от наводнений и иного негативного воздействия вод. Реализация разрабатываемых в рамках Стратегии мероприятий позволит обеспечить: удовлетворение потребностей в водных ресурсах всех категорий водопользователей, в том числе за счет повышения рациональности и обеспечения комплексности использования воды; поэтапное улучшение качества воды и санитарно-эпидемиологического состояния водных объектов, решение проблем охраны водных экосистем путем сокращения поступления загрязняющих веществ в водные объекты; повышение уровня безопасности населения и объектов экономики от негативного воздействия вод (наводнения, подтопление и др.); модернизацию и строительство производственной инфраструктуры водохозяйственного комплекса с учетом передовых мировых достижений; повышение конкурентоспособности отечественной продукции и технологий на внутреннем и мировом

рынке, увеличение объемов научно-технических разработок, развитие инновационной активности предприятий и организаций водохозяйственного комплекса и сопряженных видов экономической деятельности (Данилов-Данильян, Болгов, 2009).

Россия исключительно богата водными ресурсами, и в условиях дефицита воды во многих странах это возбуждает желание продавать ее, перераспределяя речной сток самым примитивным, зато привычным способом — рытьем каналов. Каждый шаг по этому пути означал бы закрепление сырьевой ориентации российской экономики, ее дальнейшее технологическое отставание, рост ее неустойчивости со всеми вытекающими отсюда последствиями. Россия должна выбрать путь интенсификации своей экономики, а для этого надо развивать не новые сырьевые отрасли взамен существующих, а ресурсосбережение. В полной мере это относится и к водопользованию, поскольку его эффективность у нас совершенно недостаточна, состояние водных объектов в промышленно развитых регионах неудовлетворительно, жилищно-коммунальный сектор пребывает на уровне — в лучшем случае — пятидесятилетней давности (если судить по развитым странам), а новые технологии водопотребления в сельском хозяйстве практически не внедряются. При выборе стратегии интенсификации водопотребления в собственном хозяйстве наша страна сможет принять активное и эффективное участие в разрешении проблемы дефицита пресной воды в Узбекистане, а также, возможно, в Казахстане и Туркменистане, поскольку у России в принципе есть все необходимое, чтобы стать технологическим лидером для этих республик.

ДОЛГОСРОЧНЫЕ ЗАДАЧИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА. ВОДА — СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

В рассуждениях о будущем российской экономики обычно слышатся призывы к рывку в постиндустриальный мир, к переходу от сырьевого хозяйства к высокотехнологичному. Для такого перехода имеются важные предпосылки, но нельзя игнорировать и весьма серьёзные препятствия. По удельным экономическим показателям наша страна существенно отстаёт от развитых государств. У нас неблагоприятная демографическая ситуация, её радикальное изменение требует длительного времени. Положение усугубляется потерями интеллектуальных ресурсов из-за «утечки мозгов», и хотя в последние годы она заметно замедлилась, но уже понесенные утраты весьма значительны. Недостаток финансирования российской науки в течение более чем полутора десятилетий снизил как её результативность, так и потенциал. Эти долгосрочные факторы будут остро сказываться именно в тот период, который станет ключевым для перехода к высоким технологиям. Поэтому маловероятно, что Россия сможет в течение двух-трех десятилетий преодолеть научно-техническое отставание от развитых стран по всему спектру высокотехнологичной продукции. Следовательно, необходимо выбрать приоритетные направления экономического развития, исходя из объективных преимуществ, которыми располагает страна. Представляется, что главное преимущество России в «постнефтяной» период — водные ресурсы, по их валовым запасам она занимает второе место в мире.

Дело, конечно, не только в запасах, но и в мировой конъюнктуре, в ожидаемых изменениях в ней, в тенденциях водопотребления, которые отчётливо выявились в последние десятилетия, и факторах, определяющих эти тенденции. На рисунке 1 был пока-

зан прогноз роста водопотребления (в трех вариантах) и динамики объема доступных водных ресурсов. Согласно этому прогнозу, примерно между 2035 и 2045 гг. объём потребляемой пресной воды сравняется с её доступными сохранившимися ресурсами. Очевидно, подобная ситуация — индикатор острейшего кризиса. Однако экстраполяционный прогноз такого типа не следует воспринимать как предсказание. Не все водные ресурсы, которые могут быть отнесены к экономически доступным, будут использованы даже в 2045 г. — по той причине, что они расположены в водообеспеченных (в расчёте на душу населения) странах — России, Канаде, Бразилии, а проблема вовлечения этих ресурсов в хозяйство на территориях без развитой инфраструктуры очень сложна (заметим, что территория севернее широты Калгари в Канаде почти не осваивается — такой была и пока остается политическая установка).

Отсюда следует, что глобальный водный кризис наступит раньше, чем одна из восходящих кривых водопотребления (соответствующая реальному развитию событий) пересечётся с нисходящей кривой доступных ресурсов (см. рис. 1). Конечно, в реальности подобное пересечение вообще невозможно: кривая водопотребления в достаточной близости к уровню предельно доступных запасов не может подниматься так, как её варианты, представленные на рисунке 1, ибо приближение глобального водного кризиса, сопровождаемое повышением региональных цен на воду и мировых цен на водоёмкую продукцию, остановит рост потребления воды. Кривые, демонстрируемые экстраполяционным прогнозом (он в подобных случаях выступает как предупреждающее знание), в ходе реализации процесса трансформируются силами, не принимаемыми во внимание при экстраполяции, — примерно так, как показано на рисунке 17.

С одной стороны, замедлится уменьшение объёма доступных ресурсов, потому что люди начнут беречь воду, с другой стороны, упадёт темп роста водопотребления — через 20–25 лет почти до нуля. Но если вместо одного из вариантов, представленных на рисунке 1, реализуется что-либо похожее на рисунок 2, значит, произойдут глубочайшие сдвиги в мировой экономике, и их движущим фактором будет дефицит пресной воды в мире. Это произойдёт с той же непреложностью, с какой выполняются законы природы. Другой вопрос — к каким экономическим, социальным и политическим по-

следствиям приведут эти сдвиги? Ответ на него определяется тем, станут ли они результатом действия только стихийных сил экономического и социального развития (прежде всего рынка), перед которыми цивилизация окажется бессильной, или на них существенно повлияют целенаправленные действия, призванные обеспечить устойчивое развитие цивилизации в условиях глобальной нехватки пресной воды.

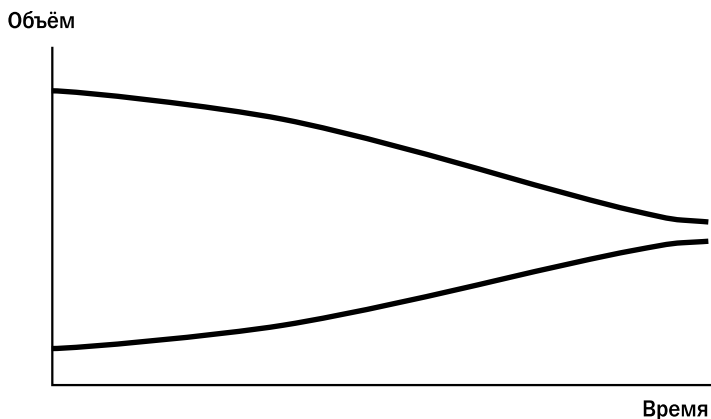


Рис. 17. Возможная динамика глобального потребления пресной воды и ее доступных ресурсов

Продолжение роста водопотребления с темпами, характерными для второй половины XX в., уже невозможно. Данные о сооружении крупных водохранилищ в XX в., которые были приведены на рисунках 10 и 12, показывают резкое замедление гидростроительства в последние десятилетия XX века. Это объясняется тем, что возможности крупномасштабного гидротехнического строительства, отвечающего критериям экономической целесообразности, в Европе и США практически уже исчерпаны. Именно этим, а не экологическими ограничениями, как нередко объявляется, следует объяснить весьма заметный спад такой деятельности в указанных регионах в последние годы. В развивающихся странах уровень использования гидропотенциала, естественно, заметно ниже, соответственно больше возможностей возведения для крупных гидротехнических сооружений. Но здесь спад активности обусловлен прежде

всего недостатком инвестиционных средств (Данилов-Данильян, 2005). Этот недостаток только усилился в результате глобального финансово-экономического кризиса 2008 г., который усилил скептицизм в отношении подобных вложений в развивающиеся страны (кроме Китая) из-за сильно возросших оценок риска.

Таким образом, мировые ресурсы пресной воды, которые с приемлемыми затратами могли бы быть вовлечены в экономику, близки к исчерпанию. Между тем рост населения в мире будет продолжаться ещё по крайней мере полвека, хотя и уменьшающимися темпами. Однако не только дополнительное население обусловит рост потребности в воде. Не менее важно, что такой рост поддерживается стремлением всех стран, а прежде всего развивающихся, к улучшению качества жизни, невозможному без решения водохозяйственных проблем.

Выше отмечалось, что затраты на транспортировку воды в масштабах её промышленного, хозяйственно-питьевого и сельскохозяйственного применения (в км³) претерпевают резкий скачок при пересечении границ бассейна, поэтому мировой рынок воды (точнее, соответствующий сектор мирового рынка) не имеет значимой перспективы (хотя бассейное и иногда региональные рынки, конечно, будут развиваться). Исключительно благоприятные перспективы имеют другие секторы мирового рынка — те, что обеспечивают интенсивное, а не экстенсивное развитие водопользования.

На мировом рынке, вне всякого сомнения, произойдут радикальные изменения, но не в плане расширения торговли водой как таковой. Во-первых, будут расти производство и продажи водосберегающих и водозффективных технологий, которые позволяют лучше использовать имеющуюся воду, при её производственном потреблении выпускать большее количество продукции на единицу затрат ресурса. Такие технологии — важнейший фактор, благодаря которому удастся прекратить рост водопотребления. Во-вторых, будет развиваться производство и расширяться рынок водоохраных технологий — тех, которые позволяют сберегать естественную воду, минимизировать вмешательство человека в гидрологический цикл и процессы естественного воспроизводства водных ресурсов. Такие технологии дадут возможность замедлить и впоследствии остановить сокращение экономически доступных воспроизводимых водных ресурсов.

Но самое главное — развитие рынка водоёмкой продукции, которую мировое хозяйство не умеет производить без больших затрат воды. Зачем транспортировать воду, когда можно возить водоёмкую продукцию, которая по весу меньше воды в сотни и тысячи раз? Страна, не обеспеченная необходимым количеством воды, но располагающая средствами для финансирования своего развития, сопоставит два варианта: построить завод по производству водоёмкой продукции (химического волокна, полимерных плёнок, целлюлозы или бумаги) в нескольких тысячах километров за своими границами и ввозить эти продукты или же гнать к себе купленную воду для аналогичных заводов, построенных на собственной мало-водной территории.

Подчеркнём, что рынок водоёмкой продукции — это рынок не сырья, а продукции, в том числе высокого технического уровня, высоких стадий переработки (в технологических цепочках). И универсальность использования воды во всём хозяйстве как раз и позволяет обеспечить его общий технический прогресс, чего не происходит при развитии собственно сырьевых отраслей. Для эффективного участия страны в качестве продавца на рынке водоёмкой продукции одних запасов природного ресурса мало — необходимо и использующее его производство, а не только добыча и транспортировка сырья. Используемый ресурс — пресная вода — воспроизводимый, неиссякающий (естественно, при выполнении водоохранных правил, соблюдении гидрологических и экологических норм эксплуатации). Для развития водоёмких производств, естественно, нужны и другие ресурсы — углеводороды, которые используются и как энергетическое, и как химическое сырьё, лес, руды цветных и чёрных металлов, земли, пригодные для ведения современного сельского хозяйства.

Каковы перспективы выхода России на рынок водоёмкой продукции? Для промышленности они, несомненно, очень высоки. К весьма водоёмким отраслям относятся все основные подотрасли электроэнергетики, и у России здесь весьма солидный технологический опыт и научный задел. Конечно, значительная часть оборудования на наших электростанциях морально устарела и физически изношена, но перспектива экспорта электроэнергии может послужить стимулом для обновления. Вода в значительных количествах необходима для металлургического производства, а СССР 20 лет

назад был мировым лидером по объёмным показателям выплавки стали и ряда цветных металлов. Исключительно водоёмкая отрасль — химия полимеров, она тоже представлена в России как промышленными предприятиями, так и научными коллективами, способными вывести её на высокий уровень эффективности. Существенным обстоятельством является и тот факт, что продукция химии полимеров используется при производстве технологий интенсивного водопользования (полимерные трубы, фильтры и пр.). Это может стать стартовой площадкой для прорыва и на рынок высоких технологий данного профиля.

В зарубежных исследованиях проблем дефицита воды внимание всегда акцентируется на продукции не промышленности, а сельского хозяйства. На первый взгляд, здесь не найти особенно радужных перспектив для нашей страны. Холодный климат, бегство молодёжи из села, обезлюдившие деревни, массовый алкоголизм среди оставшегося там не только мужского, но и женского населения, утрата традиций ведения сельского хозяйства — всё это хорошо известные и весьма негативные внутренние обстоятельства. К ним добавляется такой весьма существенный внешний фактор, как заниженные цены на сельскохозяйственную продукцию на мировом рынке. Тем не менее, острота неизбежного глобального водного кризиса заставляет внимательно рассмотреть и это направление.

Заниженные мировые цены на продукты питания — результат хорошо спланированной и реализованной политики развитых стран. В данный момент такие цены еще выгодны для них, как были выгодны заниженные цены на нефть в 1950–1960-е годы. Но так будет не всегда. Как только в глобальном масштабе станет ощущаться недостаток продовольствия (именно в глобальном масштабе, а не в отдельных странах вследствие неурожаев или иных относительно случайных обстоятельств), и это станет фактором международной нестабильности, причиной активизации терроризма и т.п., цены на сельскохозяйственную продукцию начнут расти. Роль сурового климата часто переоценивается (Данилов-Данильян, 2006). Конечно, даже в условиях глобального потепления России не стоит надеяться стать экспортёром, например, хлопчатника. Однако когда-то наша страна была главным в мире экспортёром зерна, и это — лучшее доказательство того, что по природным условиям она может играть на рынке продовольствия далеко не последнюю роль и сегодня.

Речь идёт не о том, чтобы сеять пшеницу в бассейнах Яны или Индигирки. Надо использовать ту огромную (например, по западноевропейским масштабам) территорию, где у нас вполне приемлемые условия для сельского хозяйства. Таких урожаев и надоев, как во Франции или Нидерландах, у нас, скорее всего, не будет, но ведь по затратам на добычу и доставку внешнему покупателю наша нефть тоже примерно в 8 раз дороже, чем в Кувейте. Наконец, социальные и демографические факторы в российской деревне — это проблемы, которые необходимо преодолеть независимо от того, что мы собираемся делать на внешнем рынке. Возможно, что одним из решающих моментов здесь должна стать миграционная политика. Так или иначе, но без возрождения сельского хозяйства у России нет будущего.

Нередко говорят, что вода на мировом рынке скоро станет товаром, который по физическим объёмам и финансовым объёмам продаж будет вполне сопоставим с нефтью. Анализ показывает, что это невозможно в силу комплекса причин. Одна из них — колоссальная разница в физических объёмах потребления воды и нефти. К примеру, в России вряд ли когда-нибудь добыча нефти существенно превысит 500 млн т (при том, что весьма значительная часть этого сырья экспортируется). Воду Россия не продает, а для внутренних целей наше хозяйство в ближайшие 20–25 лет нуждается не менее чем в 50 км³ воды в год даже с учетом самых радикальных мер по водосбережению — это в 100 раз больше, чем добыча нефти для внутренних нужд и экспорта. Уже из этого видно, соотношение между внутренним потреблением и экспортом для воды не может быть даже близким к тому, какое имеется для нефти. Одна из стратегических задач управления развитием российской экономики состоит в том, чтобы определить, какие отрасли наиболее перспективны в этом аспекте, создать благоприятные условия для их развития, синхронизированного с ожидаемыми неизбежными сдвигами на мировом рынке. Вполне вероятно, что именно производство водоемкой продукции станет доминирующим направлением для отечественной экономики в «постнефтяной» период. Эти отрасли и должны стать «заказчиками» на высокие технологии, специалистов, инфраструктуру и пр.

Перестройка структуры мировой экономики под давлением угрозы глобального водного кризиса формирует исключительно

благоприятные условия для водообеспеченных стран, поскольку неизбежен рост спроса и цен на водоёмкую продукцию. Её экспортёры окажутся в положении, аналогичном тому, которое обеспечивает благоденствие нынешних экспортёров нефти. Воспользоваться шансом можно будет только при условии серьёзной подготовки к развитию экспортных водоёмких производств.

Сейчас большое внимание уделяется вопросам энергетической безопасности (в различных аспектах). В условиях глобального водного кризиса на первый план выйдет водная безопасность. Мировое сообщество будет трактовать её как такое распределение воды и водоёмкой продукции, при котором не возникает угрозы мировой стабильности по причине водных войн, водного терроризма и т.п. Соответственно, мировое сообщество станет заинтересовано следить за эффективностью и полнотой использования водных ресурсов там, где они имеются. Тогда понятие водной безопасности на национальном уровне будет предполагать, во-первых, удовлетворение потребностей экономики страны в водных ресурсах и, во-вторых, соответствие потребностям мирового сообщества в эффективном использовании избыточных для национальной экономики водных ресурсов. Здесь нет противоречия между общемировыми и национальными интересами, поскольку для страны выгодно эффективно и устойчиво использовать свои ресурсы, выручая при продаже излишков, как минимум, нормальную прибыль. Реальное противоречие в другом: между интересами страны и способностью её элиты (хозяйственной, административной, политической) обеспечить адекватное соблюдение таких интересов.

Проблема выбора стратегии развития российской экономики в «постнефтяном» периоде в научной постановке не рассматривается ни в отечественной, ни в мировой литературе. (Заметим, что даже если истощение запасов нефти наступит значительно позже, чем сейчас прогнозируется, экономику России крайне желательно диверсифицировать, развивая другие комплексы.) Не изучалась также роль водных ресурсов как структурообразующего фактора для реального сектора народного хозяйства России. Задачи водного хозяйства не ставились и не анализировались для условий, когда оно оказывается центральной ресурсообеспечивающей отраслью. Возможности развития производства водоёмкой продукции в России практически не исследовались в общей народнохозяйственной

постановке, хотя известны работы по отдельным отраслям (гидроэнергетика, отчасти орошаемое земледелие) с рассмотрением частных вопросов. Системную, широкомасштабную, много- и междисциплинарную научную проработку данных проблем нельзя откладывать до той поры, когда глобальный водный кризис из прогнозируемого превратится в реальный, к ней необходимо приступить уже сейчас.

Дефицит пресной воды, конечно, не единственный фактор, определяющий предстоящие радикальные сдвиги в мировой экономике, но, несомненно, один из важнейших, значение которого будет непрерывно усиливаться в течение 30–40 лет. С проблемой дефицита воды в мировой экономике удастся справиться не за 15–20 лет, на это уйдут, наверное, две трети текущего столетия. Для того чтобы она не стала для нас угрожающей, а наоборот, определила новый источник благосостояния для страны, надо со всем вниманием и ответственностью относиться к её решению.

Для реализации мер, которые обеспечат нам на мировом рынке водоёмкой продукции место ключевого игрока, необходима национальная программа. Нужны серьёзнейшие разработки по долгосрочной стратегии перестройки реального сектора экономики, целенаправленная работа всех, кто этой экономикой управляет, что ставит совершенно новые задачи перед нашей наукой. В реализацию такой национальной программы должно быть вовлечено почти всё народное хозяйство — ведь без воды ни одна отрасль жить не может. Ощущается потребность в научной проработке ситуации, которая сложилась сейчас в мире в связи с нарастающим дефицитом воды, и в возможных сценариях развития.

Чтобы стать ключевым участником мирового рынка водоёмкой продукции, требуется повысить технический уровень водохозяйственного комплекса, создать и внедрить новые технологии в традиционных отраслях — энергетике, металлургии, химической и целлюлозно-бумажной промышленности, сельском хозяйстве. Их разработка на базе достижений фундаментальной науки должна быть проблемно ориентирована, нацелена на решение задач, которые будут определены в долгосрочной программе трансформации реального сектора экономики.

Интересы Российской Федерации в данном случае вполне совпадают с интересами мирового сообщества. Многие страны будут предъявлять спрос на водоёмкую продукцию, и нам выгодно удовлетворять такой спрос, потому что это вопрос не только экономической эффективности развития нашего хозяйства, но и нашей безопасности, устойчивости позиций России в мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян А.Б., Лебедева И.П. Водохранилища XX века как глобальное географическое явление // Изв. РАН. Сер. геогр. 2002. № 3. С. 13–20.
2. Африка: экологический кризис и проблемы выживания // М.: Институт Африки РАН, 2001. 255 с.
3. Барабанова Е.А. Сопоставление водохранилищ по комплексу их позитивных и негативных воздействий на окружающую среду и хозяйство // Известия РАН. Серия географическая. 2004. № 2. С. 72–82.
4. Баратов Р.Ж. Новые измерительные датчики для орошения // Мелиорация и экономика сельского хозяйства. 2004. № 7. С. 11–12.
5. Бобылев С.Н. Воздействие изменения климата на сельское хозяйство и водные ресурсы России // Климатические изменения: взгляд из России / Под ред. В.И. Данилова-Данильяна. М.: Теис, 2003. 416 с.
6. Вайцеккер Э., Ловинс Э.Б., Ловинс Л.Х. Фактор четыре // М.: Academia, 2000. 400 с.
7. Глобальная экологическая перспектива 3 // М.: ИнтерДиалект, 2002. 504 с.
8. Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия // М.: Геос, 2000. 420 с.
9. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. // М.: ВИНТИ, 1995. 472 с.
10. Данилов-Данильян В.И. Бегство к рынку: десять лет спустя // М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 232 с.
11. Данилов-Данильян В.И. Дефицит пресной воды и мировой рынок // Водные ресурсы. 2005. Т. 32. № 5. С. 625–633.
12. Данилов-Данильян В.И. Экологическое значение энергосбережения // Энергетика России: проблемы и перспективы. Труды Научной сессии РАН. М.: Наука, 2006. С. 287–296.
13. Данилов-Данильян В.И. Вода — стратегический фактор развития экономики России // Вестник РАН. 2007. Т. 77, № 2. С. 108–114.
14. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы — стратегический фактор долгосрочного развития экономики России (С кафедры Президиума РАН) // Вестник РАН. 2009. Т. 79, № 9. С. 789–796.

15. Данилов-Данильян В.И., Болгов М.В. О водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года // Водные проблемы крупных речных бассейнов и пути их решения. Сборник научных трудов. Барнаул: ООО «Агентство рекламных технологий», 2009. С. 59–81.
16. Данилов-Данильян В.И., Георгиевский В.Ю., Асарин А.Е., Иванов А.Л. Водные, водохозяйственные и гидроэнергетические проблемы России // VI Всероссийский гидрологический съезд. Тезисы докладов (пленарное заседание). М.: Росгидромет, 2004.
17. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты // М.: Наука, 2006. 221 с.
18. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие // М.: Прогресс–Традиция, 2000. 416 с.
19. Думнов А.Д., Борисов С.С. Учет использования воды: основные этапы становления и проблемы современного анализа // Бюллетень Использование и охрана природных ресурсов в России. 2003. № 9–10. С. 37–64.
20. Зайцева И.С. Некоторые региональные особенности использования водных ресурсов в современной России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2001. № 5. С. 17–27.
21. Зайцева И.С. Сравнительный анализ антропогенного воздействия на водные ресурсы России и США // Изв РАН. Сер. геогр. 2003. № 4. С. 77–85.
22. Клиге Р.К., Данилов Н.И, Конищев В.Н. История гидросферы. // М.: Научный мир, 1998. 369 с.
23. Кокорин А.О., Минин А.А. Обзор итогов работ // Влияние изменения климата на экосистемы. М.: Русский университет, 2001. 184 с.
24. Коровин Г.Н., Зукерт Н.В. Влияние климатических изменений на лесные пожары в России. В кн. Климатические изменения: взгляд из России // М.: Теис, 2003. 416 с.
25. Коронкевич Н.И., Зайцева И.С., Черногаева Г.М. Формы, механизмы и показатели антропогенной нагрузки на водные ресурсы // Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия. М.: Наука, 2003. С. 7–21.
26. Косарев А.Н., Костяной А.Г. Проблемы кризисных озер и морей // Земля и вселенная. 2003. № 6. С. 67–73.
27. Лосев К.С., Данилов-Данильян В.И., Котляков В.М., Залиханов М.Ч., Кондратьев К.Я. и др. Проблемы экологии России // М.: ВНИТИ. 1993. 348 с.

28. Мелешко В.П., Голицын Г.С., Малевский-Малевиц С.П., Мохов И.И. и др. Возможные антропогенные изменения климата России в XXI веке: оценки по ансамблю климатических моделей // Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С. 38–49.
29. Состояние мира 1999 // М.: Изд-во «Весь Мир», 2000. 364 с.
30. Хайлов К.М. Водобмен на разных уровнях биологической и экологической организации // Успехи современной биологии. 1998. № 118. С. 305–320.
31. Эдельштейн К.К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения // М.: ГЕОС, 1998. 400 с.
32. Эльпинер Л.И. Качество природных вод и состояние здоровья населения в бассейне Волги // Водные ресурсы. 1999. Т. 26, № 1. С. 60–70.
33. Brown L., Ayres E. (Edit.) The World Watch Reader on Global Environmental Issues // N.Y. — London: W.W. Norton Co., 1998. 358 p.
34. Gleick P.H. Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21st century // Science. 2003. 302, № 5650. P. 1524–1527.
35. Helmer R. Water Demand and Supply // Nucl. Desalinat. Sea Water: Proc. Int. Symp., Taejon, 26–30 may, 1997. Vienna, 1997. P. 15–24.
36. Liebscher H.-L. Conflict over water — can hydrology contribute anything toward their solution? // IASH Publ. № 286. 2004. P. 238–245.
37. Postel S. Hydro Dynamics // Natural History. 2003. Vol. 112, № 4. P. 60–63, 66–67.
38. Rodda G. On the problems of assessing the World water resources. In: Geosci. and water resource environment data model. Berlin — Heidelberg. 1997. P. 14–32.
39. Shiklomanov I.A., Balonishnikova J.A. World water use and water availability: trends, scenarios, consequences // Water Resources Systems — Hydrological Risk, Management and Development. // IAHS Publ., № 281. 2003. P. 358–364.
40. The World Environment, 1972–1992 // London: Chapman and Hall, 1992. 884 p.
41. Xia Jun, Yongqin David Chen. Water Problems and Opportunities in the Hydrological Sciences in China // Hydrological Sciences J. 2001. 46, № 6. P. 907–921.

В.И. Данилов-Данильян
Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России

Замечания и предложения присылать по адресу:
Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России
119334, Москва, ул. Вавилова, 26
Тел.: (495) 952-2423, (495) 952-3007
E-mail: ecopolicy@ecopolicy.ru

Компьютерная верстка: Дмитрий Щепоткин
Выпускающий редактор: Сергей Дмитриев
Помощники редактора: Татьяна Шифрина, Илья Трофимов

Подписано в печать . Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Тираж 500 экз. Заказ №

ООО «Типография ЛЕВКО»