

ВОДА или НЕФТЬ?



Москва
МППА БИМПА
2008

ВОДА или НЕФТЬ?

Создание Единой
Водохозяйственной Системы



*Под общей редакцией профессора,
доктора технических наук,
академика РИА и РАЕН
Д.В. КОЗЛОВА*

Москва
МППА БИМПА
2008

УДК 556
ББК 28.082
К 59

Авторы: Д.В. Козлов, И.П. Айдаров, А.И. Голованов, А.И. Голышев, А.П. Демин, В.Ф. Жабин, Г.Х. Исмаилов, В.Н. Краснощеков, В.Н. Маркин, Б.С. Маслов, Л.Д. Раткович, И.С. Румянцев, В.В. Шабанов, Д.В. Штеренлихт.

Редактор Н.В. Тимошенко

ВОДА или НЕФТЬ? Создание Единой Водохозяйственной Системы / Д.В. Козлов, И.П. Айдаров, Л.Д. Раткович, И.С. Румянцев и др.; под общей редакцией проф., д.т.н. Д.В. Козлова. – М.: МППА БИМПА, 2008 – 456 с.; ил. – (Научное издание)

В научном произведении, подготовленном авторским коллективом научно-педагогических работников Московского государственного университета природообустройства, вода и нефть рассмотрены как основные природные ресурсы Земли. Излагается классификация природных ресурсов, общие принципы рационального природопользования и природообустройства.

Книга освещает системно-методологические основы и современное состояние водного хозяйства Российской Федерации, в т. ч. Раскрываются основные проблемы и направления развития отечественного водохозяйственного комплекса, региональные водохозяйственные проблемы страны, а также исторические этапы развития водного хозяйства и основные положения водной политики России.

Рассматриваются некоторые вопросы управления водными ресурсами и водными объектами, а также роль водных и сырьевых ресурсов России в развитии отечественной и мировой экономики.

Книга представляет интерес для широкого круга специалистов в области водного хозяйства, природопользования и природообустройства, а также может быть полезной для студентов и аспирантов высших учебных заведений соответствующих специальностей.

ISBN 978-5-8420-0013-5

Издано при финансовой поддержке Федерального агентства по печати и массовым коммуникациям в рамках Федеральной целевой программы «Культура России»

© Коллектив авторов 2008
© МППА БИМПА 2008

Глава 1. Природные ресурсы: вода и нефть, их свойства и распространение

1.1. Вода — стихия и ресурс

Вода — основа жизни и деятельности человека. Распространённые афоризмы «без воды — нет жизни» и «вода — это жизнь», приписываемые отдельным личностям и народам, справедливы для всех. Без воды невозможно существование живых организмов, включая человека.

Вода, согласно Толковому словарю В.И. Даля, «стихийная жидкость, ниспадающая в виде дождя и снега и образующая на земле родники, ручьи, реки и озера, а в смеси с солями — моря».

Все жидкости в природе содержат в себе воду, как и большинство твёрдых тел.

Давно, ещё в древности философы выделили четыре коренных вещества, или стихии: воду, землю, воздух (эфир) и огонь, составляющие вещественное начало, основу неживых сил природы. Итак, вода — стихия.

Нефть входит в состав другой стихии — земли, а по своему проявлению, горючести, она может быть отнесена к стихии огонь.

Что же роднит воду и нефть? Обе они составляют природные ресурсы с той принципиальной разницей, что вода — неисчерпаемый, возобновляемый природный ресурс, ибо, по заверениям специалистов по космосу, содержание воды на Земле не сокращается, изменяется только её качество и то, в основном, из-за антропогенной деятельности. Нефть же содержится в земле в ограниченном объёме, поэтому ресурсы её исчерпаемы, рано или поздно нефть исчезнет, конец ей положит неумеренное её потребление человеком на топливо.

Сближают оба вещества их свойства. И нефть, и вода относятся к текучим жидкостям, движение их описывается одними уравнениями гидродинамики.

Отталкивает их друг от друга отношение к стихии огня: вода — антагонист огня. Нефть — горючее вещество. Наверное, подобные рассуждения можно продолжить, но главное, что их связывает в современном мире рыночной экономики, — возможность купли-продажи и получения прибылей. От нефти доходы «нефтяных баронов» и некоторых государств огромны, а почему бы воду не превратить в товар? Тем более что вода в жизни планеты становится важнейшим стратегическим ресурсом и, как нефть, инструментом международной

политики. В современном мире обостряется борьба за водные ресурсы, хотя не в таком объеме, как борьба за нефть с кровопролитными войнами, насилием над народами и государствами.

С водой связаны многие стихийные явления природы, такие как наводнения, селевые (грязекаменные) потоки, снежные лавины, абразия берегов водохранилищ и морей, оползни, водная эрозия почвы, заболачивание и подтопление земель. Все они связаны с антропогенной деятельностью и проявляются не без участия человека, нарушающего законы природы.

Стихийные явления характеризуются различной мощностью, продолжительностью, интенсивностью, но они ежегодно проявляются в разных регионах и наносят ущерб сельскому хозяйству, промышленности, транспортным коммуникациям, населенным пунктам, нередко вызывают гибель людей. Защита земель и объектов народного хозяйства от стихийных сил природы во все времена входила важной составной частью в планы преобразования (обустройства) природы.

С водой, точнее, с её отсутствием или дефицитом связаны засухи, рост пустынь и полупустынь, гибель цивилизаций.

Для борьбы с водной стихией сложилась отрасль гидротехника, которая получила широкое развитие в России в XVIII веке (эпоха Петра I) и продолжалась в XIX-XX веках.

В качестве примера приведем наводнения. Для борьбы с ними проводится регулирование речного стока с созданием водохранилищ, в которых задерживается речной сток в период его избытка в годовом или многолетнем разрезе, тем самым защищая землю от наводнений или регулируя их высоту и продолжительность. В Российской Федерации построено 2290 только крупных водохранилищ с суммарным объемом 800 куб. км. воды; построена сеть защитных инженерных сооружений (дамб, валов) протяженностью более 10 тысяч км. Однако, проблема наводнений не решена, периодически они напоминают о себе, например, недавнее затопление населенных пунктов на реке Лене, частое затопление приречных территорий в районах Дальнего Востока и Приморья. Даже в давно обжитых районах, например, на Волге случаются затопления дач и коттеджей, построенных с нарушением норм в зонах затопления. Общая площадь паводкоопасных территорий в России составляет 400 тыс. кв. км, из них с ежегодным затоплением 50 тыс.

Текущая вода, кроме всего прочего, — гидравлическая энергия, которую совсем недавно, когда энергетика базировалась на каменном угле, называли «белым углем». Ныне все крупные реки перекрыты плотинами, выше которых плещутся воды каскадов водохранилищ, из которых вода, под напором проходя через гидротурбины, вращает генераторы гидроэлектростанций.

Мощность зависит от трёх параметров: постоянной величины ускорения силы тяжести, напора (высоты падения воды) и расхода (объёма воды, проходящего в единицу времени). Мы гордимся крупнейшими гидроэлектростанциями: ДнепроГЭС, Саяно-Шушенской, Братской, Усть-Илимской, электростанциями Волжского каскада и многими другими. Наряду с ними на малых и средних реках, как некогда работали мельницы, ныне дают энергию небольшие ГЭС.

Ценность гидроэлектростанций, работающих в единой энергетической системе с тепловыми и атомными, заключается в том, что они покрывают пиковые нагрузки в энергосистеме. Получают развитие гидроаккумулирующие электростанции, работающие в реверсивном режиме: когда надо вырабатывать энергию, а при её избытке закачивают как насосные станции воду в гидроаккумулирующие водохранилища.

Вода — жизненная среда для рыбы, водных и околотовных животных, рыболовство и рыболовство не мыслимы без воды. Можно бесконечно много говорить о водах, об использовании их человеком.

Важнейшей задачей современного человека является сохранение качества данных нам природой водных ресурсов. К сожалению, борьба с загрязнением вод — рек, озёр и морей — ведется недостаточная. Подсчитано, что ныне от загрязнения водных объектов Российская Федерация теряет почти 70 млрд. рублей ежегодно.

Подождите, следует напомнить два момента.

1. Всемирная Метеорологическая Организация определяет роль воды в трех её проявлениях:

Вода — важнейший природный ресурс, без которого невозможна никакая деятельность человека и сама жизнь, поскольку воду ничем нельзя заменить;

Вода — неотъемлемая часть всей природы и главный компонент окружающей нас среды;

Вода — это самая грозная природная стихия, приносящая людям особенно большие бедствия и разрушения.

2. Нельзя не привести известные поэтические слова французского летчика, погибшего в годы борьбы с фашизмом, Антуана де Сент-Экзюпери:

Вода! У тебя нет ни вкуса, ни цвета, ни запаха, тебя не опишешь, тобой наслаждаешься, не понимая, что ты такое. Ты не просто необходима для жизни, ты и есть жизнь... Ты величайшее в мире богатство, но и самое непрочное — ты, столь чистая в недрах земли. Можно умереть подле источника, если в нём есть примесь магния... Ты не терпишь примесей, не выдержишь ничего чужеродного, ты — божество, которое так легко спугнуть...

1.2. Вода и её свойства

Вода — простейшее устойчивое химическое соединение водорода и кислорода, представляет собой окись водорода H_2O , при нормальных условиях — бесцветная (голубоватая в толстых слоях) жидкость без запаха и вкуса. Вода — одно из самых распространенных соединений в природе, играющая исключительно важную роль в происходящих на Земле процессах (Прохоров, 1988). Известны три изотопа водорода: протий — 1H , дейтерий 2H , тритий 3H и шесть изотопов кислорода, поэтому существует большое количество изотопных разновидностей молекул воды. Молекула воды представляет собой равнобедренный треугольник с ядрами O и H в вершинах. Существует девять устойчивых разновидностей воды. В пресной воде, которую потребляет человек, содержится 99,73% водорода — протия. Химически чистая вода состоит исключительно из молекул H_2O . Только при высоких температурах вода разлагается на элементы $2H_2O \leftrightarrow 2H_2 + O_2$.

Вода может быть в трёх состояниях: в виде жидкости, пара и твёрдого тела (льда, снега) в зависимости от температуры. Физические свойства её аномальны. Образование льда при атмосферном давлении сопровождается увеличением объёма на 9%, а при плавлении льда сокращением объёма на те же 9%.

Вода хорошо расщепляет вещества на ионы, особенно с увеличением температуры. Вода относится к числу капельных жидкостей, которым свойственны характерные свойства: малосжимаемость, подвижность, текучесть.

Основные свойства воды зависят от её температуры: плотность воды изменяется от 1000 кг/м^3 при температуре 4°C до $998,2 \text{ кг/м}^3$ при 20°C , модуль упругости соответственно от $19,89 \times 10^9$ до $21,08 \times 10^8 \text{ Па}$, коэффициент кинематической вязкости от 0,0158 до 0,0101 Ст.

Важной характеристикой для воды является вязкость, характеризующая сопротивление касательным усилиям, стремящимся сдвинуть одни слои жидкости над другими. Различают динамическую и кинематическую вязкость, под последней понимается динамическая вязкость, отнесенная к плотности жидкости.

Природная вода — сложная многокомпонентная система, в которую входят минеральные вещества, газы, а также коллоидные и крупнодисперсные частицы, в том числе микроорганизмы. В зависимости от минерализации (г/л) различают природные воды: ультрапресные — до 0,2, пресные — 0,2-0,5, слабominерализованные — 0,5-1,0, солоноватые — 1-3, солёные — 3-10..., рассолы — > 50. В число макрокомпонентов обычно входят *Ca, Mg, Na, K, Fe, Si, C, S, Cl*. Основные содержащиеся в воде газы: CO_2 , N_2 , CH_4 , CO (Кнунянц, 1988).

Природные воды редко бывают чистыми, они содержат примеси: растворённые химические вещества — соли, окислы, газы; нерастворимые веще-

ства — взвешенные и плавающие минеральные и органические частицы и живые организмы — водоросли, инфузории, микробы и др.

Примеси в зависимости от их состава и количества характеризуют качество природной воды, которое отличается от чистой воды, которой свойственны прозрачность, бесцветность, отсутствие запаха и привкусов. В зависимости от назначения, требования к качеству воды различны; для питьевых целей качество воды должно удовлетворять стандартам «Вода питьевая». Ими руководствуются в водоснабжении.

Природные воды оценивают следующими группами показателей: *органолептические свойства* воды, ощущаемые органами чувств человека — мутность и др.; прозрачность, цветность воды (окраска), вкус и запах, температура воды; *химический состав* растворенных в воде веществ: содержание хлоридов (солей соляной кислоты), сульфатов (солей серной кислоты); *жесткость* воды (содержание в растворе солей кальция и магния); *активную реакцию* воды (водородный показатель pH), т.е. её кислотность, щелочность и агрессивность; содержание солей железа, меди, цинка, фтора, йода, сероводорода и пр., строго нормированы предельно допустимые концентрации (ПДК) десятков вредных веществ; *окисляемость* воды (способность поглощать кислород и содержание растворенного кислорода); *содержание соединений азота* (аммиак, нитриты и нитраты); *содержание других химических веществ*; *бактериальная загрязненность* (общее число бактерий, содержащихся в 1 мг воды, а также содержание кишечных палочек).

Для оценки всех показателей разработаны методы и приборы, объективные количественные критерии и предельно допустимое содержание тех или иных веществ для питьевого водоснабжения и поения животных.

Природная вода для питьевого водопотребления проходит очистку, в том числе от микроорганизмов, бактерий и т.п., точно также очистке подвергается техническая вода от железа, серы и других элементов. Отрасли народного хозяйства — водоснабжение и водоотведение.

Природные воды — ресурс возобновляемый. Однако не все знают, что эти воды — ресурс ограниченный и очень уязвимый. В случае изъятия из реки или из подземного водоносного горизонта воды в объёмах, превышающих их водные ресурсы, неминуемо наступит истощение и ухудшение качества оставшейся в них воды. При неуправляемом сбросе сточных, в том числе канализационных вод, водные объекты подвергаются загрязнению вредными веществами и микроорганизмами. К сожалению, к группе непросвещённых людей можно отнести многих лиц, находящихся у власти, и недобросовестных водопользователей, до сих пор так и не усвоивших азы динамики процессов в водных объектах.

Из-за безответственного отношения к использованию водных ресурсов и неуправляемого сброса загрязненных сточных вод в водные объекты практически все реки и водохранилища, а также подавляющее количество озер оказались загрязненными до такой степени, что изымаемая из них вода может быть использована только после специальной очистки. Кроме этого, выявлены тысячи очагов химического загрязнения подземных источников водоснабжения. Нарастают процессы загрязнения рек и озер в Европейской части России и Западной Сибири, истощения ресурсов подземных вод и их загрязнение в Центральной части России, на Урале и в других регионах.

Снижение качества воды в источниках водоснабжения оказало негативное влияние не только на качество питьевой воды, но и на показатели заболеваемости населения. В настоящее время более половины населения страны удовлетворяет свои потребности водой, которая не отвечает установленным нормативам. Исследованиями в зоне Волжских водохранилищ установлена тесная связь заболеваний населения с качеством воды на водозаборах питьевого водоснабжения. Поистине подтверждаются слова Л. Пастера о том, что «80 процентов болезней мы выпиваем с водой».

Наряду с загрязнением происходит истощение водных ресурсов из-за умеренного забора воды промышленностью и сельским хозяйством. Средний забор воды на производство 1 т стали составляет около 20 м³, 1 т бумаги — 200 м³, 1 т химического волокна — более 4000 м³; тепловые электростанции расходуют более 1 км³ воды в год при их мощности 1 млн. кВт, атомные электростанции той же мощности 1,5 км³ в год, производство 1 т зерна требует 1000 м³ воды (Данилов-Данильян, 2007). Сокращение потребления пресной воды может быть достигнуто путем применения маловодоёмких и водооборотных систем, перевода промышленных предприятий и транспорта на использование минерализованных вод.

1.3. Нефть и её свойства

Согласно словарю, нефть (слово тюркско-персидское) — маслянистая горячая *жидкость* от светло-коричневого до темно-бурого (почти черного) цвета, распространённая в осадочных отложениях оболочки Земли, важнейшее полезное ископаемое. Другое всё более расширяющееся английское понятие нефти — *petroleum*, происходит от латинских слов *petra* (камень) и *oleum* (масло). Смесь жидких углеводородов представляет собою *сырую нефть*.

Из нефти путем перегонки на нефтеперерабатывающих заводах получают ряд продуктов, применяемых как горючее для двигателей внутреннего сгорания, как сырьё для приготовления спирта, искусственного каучука, пластиче-

ских масс. В последние годы всё большее распространение приобретает нефть как сырьё для нефтехимической промышленности, получения искусственных белков, фармацевтических препаратов.

Начало XXI века характеризуется резким увеличением спроса на нефть и газ (они, как правило, всегда вместе), их потребление с каждым годом растёт и ныне более 70% энергетических потребностей в мире покрывается за счёт нефти и газа.

Нефть, в отличие от воды, представляет собой *исчерпаемый, не восполняемый природный ресурс*, запасы её, по разным оценкам без стран СНГ составляют около 100 млрд. т. При современных огромных, все возрастающих объёмах добычи нефти несложно подсчитать, когда настанет предел её добычи и использования в автомобильном транспорте, в виде промышленного топлива и для других целей.

Слово нефть часто используется специалистами во множественном числе, т.е. говорят о нефтях. Все нефти состоят из атомов углерода (C) и водорода (H), но их молекулярное строение изменяется в широких пределах. Сырые нефти могут содержать до 18 рядов углеводородов, поэтому отсутствует единая формула молекулы нефти. Средняя молекулярная масса нефти 220-300 г/см³.

Естественные углеводороды в зависимости от геологических пластов, давления и температуры могут быть в жидком, твёрдом и газообразном состоянии.

Нефтяные отложения возникли 2-400 млн. лет назад, т.е. сравнительно недавно (в пределах последних 10% времени существования Земли). Они относятся к палеозойской и мезозойской геологическим эрам и третичному периоду кайнозойской эры.

Проблема происхождения нефти пока до конца не решена, существуют две теории: неорганического и органического происхождения. Более предпочтительна последняя. Нефть и газ насыщают поровое пространство в осадочных отложениях. Для формирования нефтяных отложений необходимо было наличие нефтематеринских пород — пористых и проницаемых, наиболее часто ими являются известняки и песчаники. Вторым требованием залегания нефти является наличие ловушек для нефти в виде антиклиналий, сводов, перекрытых непроницаемыми породами. Нефть легче воды, но она мигрирует по пласту под действием тех же гравитационных и капиллярных сил. Породы при добыче нефти характеризуют пористостью, плотностью, проницаемостью по горизонтальному, вертикальному и радиальному направлениям.

Нефть добывают наиболее часто с помощью скважин глубиной до 6000 м, редко встречаются месторождения с глубиной скважин 20-100 м.

Состав нефти различный, наибольшую ценность представляет нефть, состоящая из 11-13% по весу водорода и 84-87% углерода. В виде примесей могут содержаться в ней следы кислорода, сероводорода, азота и гелия. Наличие серы в нефти вызывает агрессию, коррозию металла, серу удаляют на нефтеперерабатывающих заводах. Высокосерная нефть дешевле.

Ряды углеводородов, содержащихся в нефтях, могут иметь от 5 до 80 атомов углерода, их химические формулы C_nH_{2n+2} (парафин), C_nH_{2n} , C_nH_{2n+8} и др. (с 5 атомами С), по шесть атомов углерода содержат молекулы: C_6H_{12} — циклогексан, C_6H_6 — бензол, C_6H_{14} — гексан и др.

В состав нефти входят метан, этан, пропан, бутаны, пентаны, гексаны, гептаны. Их содержание при атмосферных условиях изменяется (в молярных долях) в вышеперечисленном порядке от 0,0019 до 0,7681; в том же порядке во внутрипластовых условиях — от 0,3396 до 0,3917. В атмосферных условиях по сравнению с внутризалежным залеганием нефть содержит значительно большее количество пропанов и более тяжелых компонентов, так как метан и этан, будучи газами, улетучиваются.

В жидком состоянии нефть как вещество не имеет формы, но имеет определенный объём для данной массы в конкретных условиях. Жидкость принимает форму сосуда, в который помещена, и стремится сохранить свой уровень. Объём жидкости зависит от давления и температуры.

Основные свойства углеводородов парафинового ряда, находящихся в атмосферных условиях в жидком виде от пентана до декана (включая гексан, гептан, октан и др.) изменяются в следующих пределах:

молекулярный вес — 72,146-276;

плотность жидкости ($г/см_3$) — 0,630-0,733;

плотность газа ($г/см_3$) — 0,00304-0,00609;

теплота парообразования (кал/г) — 84,8-66,3;

критическое давление (ат) — 34,4-22,5;

точка кипения при давлении 1 ат ($^{\circ}C$) — 36,8-174,0;

Поверхностное натяжение, капиллярные свойства и вязкость зависят от температуры t . Вязкость при $t = 0^{\circ}C$ изменяется от 0,08 до 10,0, вязкость при температуре $20^{\circ}C$ — 0,240-0,770; при $t = 120^{\circ}C$ от 0,08 до 0,8 Па $\times$ с.

Плотность нефти обычно 0,82-0,95 г/см, исходя из нее выделяют легкую, среднюю и тяжелую нефть (последняя $> 0,81$ г/см). Тяжелая нефть от обычной отличается большими значениями вязкости до 1,0 Па $\times$ с, вязкость битумов — 10-10 Па $\times$ с.

Нефть представляет собой смесь около 1000 веществ, из которых большая часть жидкие углеводороды (80-90% по массе), а также сернистые, азотистые, кислородные, металло-органические соединения, газы.

Углеводородный состав нефтей: в основном парафиновые (обычно 30-35, реже 40-45% по объёму) и нафтеновые (25-75%), меньше содержится соединений ароматического ряда и др. По углеводородному составу на нефтяных месторождениях выделяют бензиновые, керасино-газойлевые и масляные фракции. В последних преобладают соединения ароматического ряда.

При добыче тяжелых углеводородов из-за снижения пластового давления изменяется не только их состав, но одновременно изменяются фильтрационные характеристики пластов. Движение нефти описывается с позиций общей теории фильтрации многокомпонентных жидкостей.

Приведём несколько понятий, используемых в нефтяном деле. *Нефтяная залежь* — геологическая порода (пласт), в которой заключена *пластовая нефть*, представляющая смесь углеводородных компонентов и растворённых неуглеводородных примесей, находящихся в жидком состоянии. При извлечении нефти из пласта изменяется её температура и давление, она переходит из однофазной жидкости в двухфазную — *разгазированную нефть* и нефтяной газ, который, в свою очередь, представляет смесь газов и парообразных углеводородов и неуглеводородных компонентов, выделяющихся из пластовой нефти. Жидкая фаза состоит из нефти и пластовой воды, содержание которой может быть больше нефти. *Сепарация* — разгазирование нефти при определенном регулировании температуры и давления, при этом проводится *осушка* газа, *очистка* от сероводорода и двуокиси углерода, *отбензинивание* газа (удаление пропана, бутана и более тяжелых компонентов, чтобы в нефтепроводах не образовывались пробки).

1.4. Месторождения и добыча нефти

Нефть известна человечеству с незапамятных времён в местах, где она выходит на поверхность. Знаменитый венецианский путешественник XIII-XIV веков Марко Поло описал добычу нефти на Апшеронском полуострове около Баку. Нефть использовали как горючее, смазочное масло и для лечения некоторых болезней. Известно, что первая коммерческая поставка нефти в Москву с Севера была в конце XIV века. Там, в районе Ухты, нефть добывали с древних времён. Добыча нефти велась из ям, вырытых в местах выхода её на поверхность, черпали её бадьями или бурдюками вручную или приводом на конной тяге. Вместо ям постепенно перешли к устройству колодцев с креплением стен камнем или деревом.

Рождение отечественной нефтяной промышленности считают с 1864 года, когда в долине небольшой реки на Кубани начали бурить ударным способом скважины и крепить их металлическими обсадными трубами. В 1964 году был отмечен 100-летний юбилей отечественной нефтяной и газовой промышленно-

сти и установлен праздник — Всесоюзный день работников нефтяной и газовой промышленности. В 1866 году в одной из скважин забил первый фонтан нефти с дебитом 200 т/сут. Уже в 1872 г. в районе Баку эксплуатировали две нефтяные скважины, в 1873 г. их стало 17, в 1874 г. — 50, в 1877 г. — 296 скважин.

Усовершенствование техники буровых работ, переход на ударно-штанговый и ударно-канатный способы бурения способствовали увеличению глубины скважин до наиболее продуктивных нефтеносных горизонтов геологических пород. В 1883 году средняя глубина скважин составляла 59 м, в 1900 году — около 300 м, а потом глубины увеличились до 400-500 м и более (наиболее глубокие нефтяные скважины до 900 м).

Помимо месторождений нефти в районе Баку вовлекались новые месторождения в других районах: в 1893 г. первая скважина в районе г. Грозного дала мощный фонтан нефти.

Добыча нефти с каждым годом росла: если за пятьдесят лет (1821—1872 гг.) в России была добыта 361 тыс. т нефти, то вскоре за год добывали больше. Так, в 1879 г. было добыто 402 тыс. т, а в 1892 г. — 4670 тыс. т нефти. Уже в 1892 г. Россия по добыче нефти обогнала США [Середа, 1980]. (Как не вспомнить хрущевские лозунги: догнать и перегнать США. Видимо, у нас в крови сопоставление итогов: то с 1913 годом, то с США и другими странами). В данном случае, как будет ясно из последующего текста, сравнение вполне оправданное [Алекс, 1962].

Развивающаяся промышленность и транспорт требовали все больше нефти и нефтепродуктов, способствуя развитию нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности. В 1901 г. добыт рекордный объем нефти — 11,5 млн. тонн. В 1910-1911 гг. введены месторождения нефти в Майкопском и Эмбинском районах.

Наряду с фонтанной добычей для извлечения нефти «тартануем» стали применять желонки (удлиненные бабьи для скважин меньших диаметров). Перешли к использованию сначала паровых, а вскоре и электрических двигателей. В 1913 г. 95% нефти добыто желонками. Хранили нефть в открытых земляных амбарах, перевозили в бабьях и бурдюках.

Научно-технический прогресс в отрасли в соответствии с предложениями ученых и инженеров В.Г. Шухова, Д.И. Менделеева, И.М. Губкина и др. ориентировал на применение компрессорного способа добычи нефти сжатым воздухом. Был построен первый нефтепровод от нефтяного промысла до нефтеперерабатывающего завода, появились металлические нефтеналивные баржи ёмкостью до 12 тыс. тонн. В начале XX века и вплоть до 1928 г. в связи с войнами и революциями добыча нефти не увеличилась, она составляла 8-10 млн. т в год. Как отмечают Н.Г. Середа и В.М. Муравьев (1980), промышленники искусственно поддерживали нефтяной голод.

С 1924 г. получил распространение вращательный способ бурения с применением турбобура. В 1928 г. было добыто 11,6 млн. т, что только на 0,1 млн. т

превысило уровень 1901 г. Велась разведка новых месторождений нефти, и они вводились в эксплуатацию: в районах Северного Кавказа, Средней Азии, Казахстана, в Пермской области, в 1932 г. в Башкирии введено Ишимбаевское месторождение. В 1943 г. на Волге у Жигулей забил мощный фонтан нефти из девонских отложений, в 1944 г. — на Туймазинском с глубины 1700 м, в 1948 г. мощный фонтан нефти удивил всех в Татарии. Росла промысловая база для нефтяников, и с каждым годом увеличивалась добыча нефти, по годам она составляла (млн. т): 1955-70,0; 1960-147,9; 1965-242,9.

В 1960-е годы появились новые нефтяные месторождения в Западной Сибири, на полуострове Мангышлак у Каспия, в Белоруссии. Крупные месторождения в Западной Сибири — Западно-Сургутское, Правдинское и др., в 1969 г. — Саматлорское гигантское месторождение. Сибирская нефть составила 52% общей добычи.

Вместе с ростом нефтедобычи росла добыча природного газа (в основном — это метан). Добыча газа в 1946 г. составляла 2 млрд. м³, в 1977 г. — 314 млрд. м³. В 1946 г. по газопроводу стал поступать в Москву саратовский газ (этим обоснованно гордились москвичи!), вскоре появился Центральный газопровод. В 1977 г. протяженность газопроводов в СССР превысила 100 тыс. км. (при добыче нефти много так называемого *попутного газа*, включающего метан, этан, пропан и другие. Попутный газ перерабатывается на бензиновых заводах, отделяющиеся от него тяжелые фракции (бутан и др.) идут на нефтехимические заводы и в баллонах продаются населению).

Появились нефтяные резервуары (ёмкости) для накопления, кратковременного хранения и учёта «сырой» нефти и товарной — металлические объёмом до 20000 м³ и железобетонные — до 100 000 м³.

Таблица 1.1

Добыча нефти, млн. т/год

Страны	Годы		
	1959	1970	1980
США	347,1	474,2	427,0
Венесуэла	146,6	193,2	113,0
Саудовская Аравия	54,2	176,8	495,0
Ирак	41,7	76,6	138,0
Социалистические страны	—	396,0	727,7

В 1981 г. в мире добывалось около 3 млрд. т нефти, на всех континентах (кроме Антарктиды) и во многих морях. Добыча нефти в четырех ведущих по нефти странах с рыночной экономикой и по социалистическим странам приведена в табл. 1.1

Добыча нефти в мире росла, каждое десятилетие в 1920-1970 гг. почти удваивалась. Любопытно отношение к нефти в США в послевоенные годы. В 1950 г. в США пришли к выводу, что импортировать нефть дешевле, чем добывать у себя, уже с 1971 г. стала падать собственная нефтедобыча. К этому добавился патриотический призыв: сохранить собственную нефть как важное стратегическое сырьё. Владельцы месторождений и нефтепромышленники поняли, что нефть — исчерпаемый ресурс, поэтому в будущем добыча её будет более выгодной. В США потребление нефти постоянно опережает её добычу.

В СССР осваивались все новые месторождения в труднодоступных районах Тюмени, Ханты-Мансийска, Коми, Перми, Сахалина... (Середа, 1980).

В послевоенные годы росла добыча за счёт запасов маловязкой нефти крупных месторождений. В 1970 г. восемь стран (СССР, США, Венесуэла, Иран, Саудовская Аравия, Ливия, Кувейт, Ирак) добывали 78% нефти в мире.

В 1983 г. в СССР насчитывалось 100 тысяч действующих скважин, из них 15 тыс. нагнетательных. В отрасль пришли погружные центробежные электронасосы, газлифтный способ добычи. Самый простой способ добычи, фонтанный, сохранялся, в 1976 г. им было добыто 45,2% нефти, средний дебит одной скважины при этом составлял 72,3 т/сут. (Щуров, 1983).

Максимальная добыча нефти в СССР была достигнута в 1987 г. — 624 млн. т, из них в России — 570 млн. т, газовая промышленность достигла максимума в 1991 г. — соответственно 815 млрд. т и 642,2 млрд. м (Дмитриевский, 2000).

Большим достижением тех лет стало создание системы разработки нефтяных месторождений с искусственным поддержанием пластового давления (методы законтурного; приконтурного и внутриконтурного заводнения), позволившей интенсифицировать добычу нефти.

Перестроечные и постперестроечные процессы, приведшие к развалу советского государства и экономики, начиная с 1990 г., привели к резкому сокращению добычи нефти из-за снижения капиталовложений в нефтяную промышленность и резкого сокращения потребности в нефти внутри страны.

По данным В.Н. Щелкачева (1990), добыча нефти (с конденсатом из попутного газа) в 1982 г. составляла (млн. т): СССР — 613, США — 426, Сауд. Аравия — 322, Мексика — 144, Великобритания — 10,6, Китай — 102, Ирак — 89, Венесуэла — 94.

По мере истощения нефтяных месторождений неизбежно (и уже практикуется) возвращение нефтяников к ним для добычи высоковязких и серосодержащихся после добычи легких нефтей, с нефтью в сильно обводненных пластах, содержащей до 90% воды.

Нефтегазоносность территорий в Российской Федерации достаточно изучена, особенно в последние полвека. Имеются книги и сборники нефтегазоносности Западной окраины Русской платформы, Западной Сиби-

ри, Западной части Тихоокеанского подвижного пояса, Западно-Сибирской низменности, морей и океана Севера Сибири, Волго-Донского региона, бассейнов Дальнего Востока, Северо-Восточной части страны, Юго-Восточной части Сибири и др.

Ведутся дальнейшие поиски, расширяющие нефтяные ресурсы на всех континентах и во многих морях. Благодаря проведенным геолого-разведочным работам в 2007 г. объём запасов нефти в Китае превысил 1,2 млрд. т. Одновременно резко растет во всех странах потребление нефти. В табл. 1.2 приведены данные по капиталистическим и социалистическим (включая СССР, Китайскую Народную Республику и др.), — информация американского автора Ф. Грея (2004).

Таблица 1.2

Добыча и потребление нефти в мире, млн. баррелей /сут

Страны	Годы		
	1989	1991	2010 (прогноз)
Добыча:			
капиталистические (рыночной экономики)	52,62	54,43	70,3
социалистические	15,33	13,60	15,3
Потребление:			
капиталистические	52,79	54,28	70,6
социалистические	13,24	12,70	15,3

* 1 баррель США = 159 л.

Значительные расхождения по добыче и потреблению объясняются тем, что в первую группу стран входят государства с огромными запасами нефти (Ближний Восток, Венесуэла и др.) и тем, что политика бывшего СССР была ориентирована на сохранение и экономное использование нефти на топливо в целях сохранения её запасов для грядущих поколений.

До сих пор не потеряло своего значения высказанное великим ученым — экономистом и химиком Д.И. Менделеевым — мнение о том, что расходовать нефть на топливо — это все равно, что топить печь ассигнациями. Нефть должна служить человечеству как сырье для производства пластмасс, каучука и т.п.

Многие месторождения нефти исчерпаны, на других снижаются дебиты скважин. Растёт добыча тяжелых высоковязких нефтей, а также битумов. Уже существуют различные прогнозы о времени полного расходования нефти, содержащейся в Земле. При этом даются оптимистические прогнозы для автомобилистов о переводе их двигателей на атомную и термоядерную энергию, растительные масла и пр.

Нефть — исчерпаемый природный ресурс, нельзя его безрассудно использовать, необходимы международные меры по её охране, как реликтовых и вымирающих животных и растений...

В «Докладе ООН о развитии человека» (2005) убедительно показано, что «доходы, полученные от экспорта нефти и других полезных ископаемых, не способствуют развитию и мешают установлению демократии». Это подтверждается тем, что в 34 развивающихся странах, где нефть и газ дают, по меньшей мере, 30% всех доходов, получаемых от экспорта, около половины населения живет меньше, чем за один доллар в день». Этот парадокс получил в мире название «проклятые ресурсы», он мешает развитию национальных экономик.

Транснациональные компании могут окончательно закабалить нефтяной сектор и, как показано ниже, водное хозяйство этих стран. Глобализм не дремлет в новых условиях развития цивилизации.

По данным В.И. Данилова-Данильяна (2007), истощение запасов нефти в России произойдет примерно через 15 лет, но более оптимистичный прогноз отодвигает эту дату на 25-30 лет. Главная статья доходов современной экономики иссякает. Надежды свои В.И. Данилов-Данильян связывает не с продажей воды, а с производством на экспорт водоёмкой продукции. Что, безусловно, ориентирует Россию на экстенсивное развитие и сохранение её в виде сырьевого придатка западных стран.

В России около 10% мировых разведанных запасов нефти, 30% природного газа и 27% его добычи.

К 2025 г. количество легковых и грузовых машин в мире достигнет 3 млрд. единиц. Возрастет добыча и потребление нефти, и пропорционально увеличится выброс двуокиси углерода в атмосферу. К этому времени для смягчения и предотвращения негативных воздействий на окружающую среду должны получить распространение альтернативные источники энергии — ветровая, биотопливо, двигатели на водородных топливных элементах. По этим направлениям расширяется научно-исследовательская и конструкторская работы, но нефть и газ остаются основными в энергетике.

Известная компания «Шелл» («Shell International BV») на период до 2050 г. рассматривает три энергетических сценария, обосновывая их следующими соображениями. «Мир должен столкнуться с тремя проблемами: энергопотребление ступенчато растет; поставки продолжают увеличиваться, чтобы удовлетворить растущий спрос; экологические требования непрерывно ужесточаются» (Weirauch, 2008). Отмечается, что «политики мало внимания уделяют эффективности использования энергии до тех пор, пока в энергоснабжении не наступит критическая ситуация. Точно такое же отношение демонстрируется и к

выбросам парниковых газов — полное отсутствие серьезных мер до тех пор, пока весь мир не забудет тревогу по поводу климатического шока»...

Работы экологического направления должны, в первую очередь, стимулировать разработку новых технологий получения чистой энергии с улавливанием, хранением и утилизацией диоксида углерода и мер по повышению эффективности использования энергии.

Добыча нефти из года в год растет; российские нефтяные компании за девять месяцев 2008 г. добыли 365,4829 млн. т нефти, в том числе ТНК-ВР Холдинг — 51,409 млн. т, Татнефть — 9,734, Башнефть — 8,785, Славнефть — 14,734, Русс Нефть — 10,721 млн. т. Одновременно с добычей растут их прибыли. Они за тот же срок составили по компаниям (млрд. долларов США): «Газпромнефть» — 27,2; «Роснефть» — 10,7, «Лукойл» — 10,3. По сравнению с 2007 г. прибыли от нефти возросли на 84-86%. Стала ли Россия при таких прибылях от эксплуатации природных ресурсов жить лучше?

О нефти, нефтяных месторождениях, добыче и переработке нефти, нефтяных комплексах и их лидерах в последние годы много пишут и говорят, издаются журналы «Нефтяное хозяйство», «Нефтяное дело» и другие, а нефтяные месторождения тем временем постепенно срабатываются, появляются новые, особенно на морском шельфе. Через 30-50 лет (по разным оценкам), нефти на планете Земля не станет. Об этом, к сожалению, многие политики не задумываются.

1.5. Водные ресурсы: некоторые вопросы развития и управления

Еще в 1960е годы в США пришли к выводу, что «издержки, связанные с подачей воды на большие расстояния, слишком велики по сравнению с её экономической ценностью, что отрицает существование для страны водного рынка. Необходимо регулирование водных ресурсов и повышение эффективности их использования» (Landsberg, 1963).

Многовековой опыт разных стран свидетельствует, что территориальное перераспределение речного стока — наиболее дорогостоящее мероприятие по сравнению со всеми другими, связанными с использованием местных вод, поэтому к нему прибегают только тогда, когда все другие меры исчерпаны. Основные из них:

1. регулирование речного и особенно паводкового стока водохранилищами;
2. борьба с потерями воды на испарение из водохранилищ;

3. сокращение транспирации дикорастущей растительностью (борьба с сорной растительностью);
4. борьба с потерями воды при орошении путем улучшения технологии и техники поливов, введения платы за воду;
5. использование пресных и слабоминерализованных подземных вод;
6. экономия воды и повторное использование отработанных вод;
7. выращивание на орошаемых землях новых видов и сортов сельскохозяйственных культур, более производительных использующих воду, и др.

До реализации проектов перебросок стока должно быть проведено тщательное изучение водных ресурсов, реализованы все необходимые мероприятия по экономии имеющихся местных вод.

Дальнейшее расширение орошаемых площадей во многих странах, помимо страшной экономии воды, возможно только за счёт подачи избытков воды из одной реки в бассейн другой на свободные земли, расположенные нередко на большом удалении, и использовании солоноватых подземных вод. Ознакомление с водохозяйственной практикой Туниса, Мексики и других стран показывает, что там учтены все возможные источники воды и идет планирование отраслей (промышленность, сельское хозяйство, транспорт, туризм и др.) с сокращением объёма водопользования в одних для расширения других отраслей. Все страны пытаются обеспечить продовольственную безопасность, поэтому часто приоритетными становятся наряду с питьевым водоснабжением орошаемое земледелие и туризм.

В России ежегодно перераспределяется из одних речных бассейнов в другие до 30-80 куб. км воды. Вспомним о каналах Москва-Волга, Большом Ставропольском канале. В советское время был построен канал Днепр-Донбасс на Украине; водовод Иртыш-Караганда в Казахстане, Верхне-Самгорский канал в Грузии с забором воды из р. Иори и подачей её самотёком по склону Большого Кавказского хребта в котловину около г. Тбилиси. Ранее существовавшие там три солёных озера исчезли, на их месте разлилось рукотворное Тбилисское море, ныне вошедшее в состав г. Тбилиси, а выжженная солнцем полупустыня благодаря орошению превращена на тысячах гектаров в цветущий край. На канале построены гидроэлектростанции. Мало кто слышал об этом реализованном проекте, но благотворными его плодами пользуется не одно поколение.

Советские крупные проекты перераспределения речного стока имели многих предшественников. В мире реализованы сотни таких проектов, особенно много в Китае, Индии, США. Канаде, Австралии и других странах. Ещё в VI веке до н.э. был построен в Китае Императорский канал длиной 1100 км между реками Хуанхэ и Хуайхе для орошения и судоходства. Ныне в Китае строится канал длиной 4 тыс. км с переброской воды из реки Янцзы в бас-

сейны названных выше рек. Вода многоводной реки Хуанхэ ежегодно почти полностью разбирается на орошение и другие нужды и практически не доходит до моря. Канал переброски части стока Янцзы позволит расширить орошаемые площади, повысить водообеспеченность населения городов и сел, решить многие социально-экологические задачи.

В США в 1960-е годы проложен большой канал длиной 720 км через Центральную долину Калифорнии с забором воды из реки Фетер на севере штата и подачей её в мегаполис Лос-Анджелес с орошением и обводнением земель по его трассе. Вода подаётся по каналу самотёком и насосными станциями, на устьевом участке по трубопроводу. Объём переброски 4,9-5,5 куб. км в год. Длина всех водоводов по проекту составляет 1040 км, 22 насосные станции подают воду на высоту 1150 м. Примеров много. Грандиозный проект перераспределения речного стока был предложен фирмой Ральфа Парсона (г. Лос-Анджелес) в 1964 г. Он ориентировал на переброску 214 куб. км воды в год из рек Аляски и Канады в США и Мексику. Реки Фразер, Юкон, Пис и Атабаску предусмотрено соединить каналами в единую водную магистраль, которая подаст воду в огромное водохранилище (длина его 800 км) на территории Канады в Скалистых горах. Вода из него пойдет по двум направлениям:

- в южные штаты США и Мексику;

- в район Великих озёр. Канал обеспечит водой на 100 лет штаты и провинции и откроет трансамериканский водный путь от Тихого до Атлантического океана. Проект не реализуется, т.к. пока не использованы все другие меры по водообеспечению, включая региональные переброски стока.

В СССР в своё время было два основных проекта: проект переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан для орошения земель и аналогичный проект переброски вод из северных рек в Волгу с последующим распределением воды на землях Северного Кавказа и Поволжья для орошения, водоснабжения и пополнения Каспийского моря. Госпланом СССР были одобрены основные показатели к ТЭО переброски сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан, подготовленные под руководством инженера И.А. Герарди, и в соответствии с ТЭО было составлено несколько проектов по отдельным объектам (например, водоподача из озёр Лача и Воже), и начаты без утверждения ТЭО не только проектные, но и подготовительные работы по Главному каналу сибирских перебросок Сибирь — Средняя Азия. Ко времени составления проектов, к сожалению, не были выполнены в полном объёме необходимые научные исследования: экологические, социально-экономические и даже технические, поэтому возникавшие вопросы: что будет с природной средой в месте отбора, транспортирования и распределения воды, как повлияют переброски на жизнь людей, дойдет ли северная и сибирская вода по каналам и какой она станет, пройдя более тысячи километров до Средней Азии, во сколько

обойдется этот проект и нельзя ли обойтись без перебросок той водой, которая постоянно течет по рекам Сырдарье, Амударье, Волге и другим? На многие важные вопросы, к сожалению, не было ответов, их нет и в настоящее время.

Идея переброски части речного стока на южный склон СССР не нова. Ещё в 1868 г. киевский гимназист Я.Г. Демченко представил докладную записку «О наводнении Арало-Каспийской низменности для улучшения климата», в которой предлагал направить часть стока сибирских рек в южные районы страны. В 1922 г. были рекомендации направить часть стока Иртыша в Тургайские степи (Казахстан); в 1924 г. В.А. Монастырёв выступил с проектом Сибирско-Казахско-Манычского водно-оросительного пути, предусматривавшего подачу воды из сибирских рек в Среднюю Азию и на Северный Кавказ. Перед Великой Отечественной войной М.М. Давыдов предлагал соорудить на Иртыше у *Белогорья* огромную плотину с водохранилищем, откуда повернуть антирекой воду на юг; впоследствии он предложил вместо водохранилища по трассе реки-канала построить каскад насосных станций. В 1933 г. на ноябрьской сессии Академии наук СССР, посвященной проблемам «Большой Волги», был заслушан и одобрен доклад В.Д. Никольского из Ленинградского отделения проектного института ГИДЕП «Проблемы регулирования Волги и её питание стоком северных рек, как основной фактор создания Большой Волги», в котором предусматривалась переброска части стока вод Печоры, Верхней Вычегды, Мезени, Вашки и Пинеги в бассейн Камы и далее в Каспийское море, а также части вод из Сухоны, Онеги, Вачи и других рек в Волгу. Рассматривались варианты с забором из этих рек 50, 70 и 90 куб. км воды в год. Подпитка Волги северными реками предусматривалась для увеличения выработки электроэнергии на будущих гидроэлектростанциях и развития народного хозяйства в степной зоне.

Предложение не было одобрено, так как оно отвлекало огромные средства, необходимые для индустриализации страны и подготовки к неизбежной мировой войне. Некоторые сторонники «проекта» были репрессированы.

Сошлемся на опыт США по развитию и управлению водными ресурсами. Ещё в 1960 г. сформулирована программа научно-технических исследований для территории страны, которая включает следующие основные вопросы:

1. Изучение водных ресурсов и их оценка. На эти цели в 1960 г. расходы составили 12-15 млрд. долларов (из них 10% на фундаментальные исследования) при капиталовложениях в освоение ресурсов около 9 млрд. долларов, т.е. на научно-технические исследования затраты были выше в 1,2-1,7 раза по сравнению со строительством;

2. Борьба с потерями воды при орошении путем улучшения технологии и техники орошения и введения платы за воду, способствующей её эффективному использованию;

3. Борьба с потерями воды на испарение из водохранилищ и сокращение потерь воды на транспирацию дикорастущей фауной на водосборах;
4. Борьба с наводнениями, использование вод половодий и паводков путем их регулирования в водохранилищах;
5. Использование пресных и минерализованных подземных вод, их восполнение (магазинирование), борьба с засолением и загрязнением этих вод;
6. Повторное использование отработанных вод на водооборотных системах в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве;
7. Перераспределение водных ресурсов внутри региона и страны в целом;
8. Опреснение морских и соленых подземных вод;
9. Изменение климата и управление погодой, улучшение прогнозов водности рек;
10. Использование сельскохозяйственных культур и сортов, экономно расходующих воду (Маслов, 1967).

В 1978 г. на базе известнейшего проектного института Минводхоза СССР «Союзгипроводхоза» был создан *Всесоюзный государственный головной проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт по переброске и распределению вод северных и сибирских рек*, который около десяти лет выполнял функции генерального проектировщика работ по межрегиональным переброскам стока. Функции головной организации по комплексным фундаментальным научно-исследовательским разработкам вопросов переброски и распределения стока возлагались на Институт водных проблем АН СССР.

В связи с изменившимися политическими и экономическими условиями под давлением общественности 14 августа 1986 года партийные и государственные органы СССР приняли Постановление ЦК и Совмина №978 «О прекращении работ по переброске части стока северных и сибирских рек». В Постановлении было поручение о необходимости «продолжить изучение научных проблем, связанных с региональным перераспределением водных ресурсов, на основе проведения всесторонних экономических и экологических исследований, а также глубокого анализа отечественного и зарубежного опыта». На деле все проектные и научно-исследовательские работы по этой теме были полностью свернуты, а в декабре 1990 г. было опубликовано заявление Комитета Государственной безопасности СССР, в котором отмечалось, что *«планируемые переброски толкали СССР на бесполезные, многомиллиардные затраты, на экономический коллапс страны»*.

Многолетние баталии в прессе между сторонниками «поворота» рек и их оппонентами сведены в книге А.А. Тушкина (1988), написанной с позиций первых. В начале 2000-х годов идею переброски части стока сибирских рек подхватил мэр Москвы Ю.М. Лужков, который реанимировал этот инженер-

ный замысел советской эпохи, заставил вновь говорить о нём. Обоснование целесообразности переброски стока изложены в книге Ю.М. Лужкова «Вода и мир» (2008). Приведем лишь три высказывания автора по данной проблеме.

«Футурологи предрекают: за водные ресурсы разгорятся такие войны, по сравнению с которыми иракская компания Буша покажется загородной прогулкой».

«Вода — ресурс не менее значимый, нежели нефть. И не надо быть Нострадамусом, чтобы предсказать: не научимся её продавать — придется отдавать даром».

«Осуществление переброски части стока северных рек может стать проектом уникального экологического значения...».

Как и у каждого активного человека, у Ю.М. Лужкова есть свои оппоненты, например, в лице «эколога» М.Я. Лемешева, который в статье «Реанимация преступного «проекта века» в 2003 г. негативно пишет о *возврате к реализации проекта переброски сибирских рек в Среднюю Азию и Казахстан*, или в лице главного редактора «Русского Дома», депутата Государственной Думы Крутова, который раскрывает политические аспекты причинно-следственных связей возврата нынешних геополитиков к проблеме сибирской переброски рек.

Одна из оценок «проекта переброски» выполнена академиком РАСХН Б.С. Масловым, который пришёл к выводу, что в бывших республиках Средней Азии коэффициент полезного использования воды составляет 0,2-0,3, т.е. 75% подаваемой воды не доходит до выращиваемых культур, а КПД оросительной сети не превышает 0,33-0,45 из-за применения архаичной техники полива «на глаз». Только около 30% водозаборов и водовыделов, включая насосные станции, оборудовано водоизмерительными устройствами.

Сегодня к проектам переброски следует подойти с современных экономических и политических позиций. Требуется с особой тщательностью научно-технических проработок понять кому нужна в Средней Азии дорогая вода, прошедшая 2150 км по каналу и поданная на высоту 140 м с затратой миллионов киловатт-часов энергии. Кто из современных потребителей будет за нее платить. К сожалению, показательно нынешнее взаимоотношение между Узбекистаном и Кыргызстаном; узбеки поставляют газ по международным ценам, за воду же из Нарына платят гроши от случая к случаю...

Проект «переброски северных и сибирских рек» стал трагедией для постсоветской России: в условиях дефицита воды на Северном Кавказе (Ставрополье, Калмыкия), на Урале и в Западной Сибири (Челябинская, Курганская, Оренбургская и др. области) и в других районах не ведутся необходимые работы по обоснованию инвестиций и проектированию водоводов в эти края; репутация гидротехников, к сожалению, несправедливо и необоснованно скомпрометирована, гидротехникам меньше доверяют, чем неспециалистам, работающим в

современном водном хозяйстве. Необходимо возрождение гидротехнического строительства на здоровой научной и практической основе, новыми инженерами по гидротехнике и мелиорации в Российской Федерации.

Ныне чистая вода стала важнейшим ресурсом в мире, дефицит её сдерживает развитие многих стран. Если из-за нефти только в последние годы были развязаны кровавые войны между Ираном и Ираком, Ираком и Кувейтом, оккупация США и европейскими странами Ирака, то из-за воды крупных войн пока не было, но в основе некоторых конфликтов уже имеются признаки водных противоречий как, например, в августовском конфликте 2008 года между Южной Осетией и Грузией. Существуют тяжбы из-за воды между США и Мексикой, Израилем и арабскими странами и др., но они пока решаются без войн.

В России веками сложилась стройная система управления водным хозяйством. В основу деятельности водохозяйственной отрасли постепенно к 2000 г. были положены акты водного законодательства: Водный кодекс Российской Федерации, Закон о безопасности ГТС, Федеральные законы «О плате за пользование водными объектами», «Об охране окружающей среды» и разработанные на их основе программы и схемы комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов (а в настоящее время — водных объектов).

В 2000 г. Совет Европейского Союза и Европарламент приняли Рамочную директиву по воде, которая обязательна для всех членов ЕС и кандидатов в члены, к которым, надо полагать, со временем будет относиться и Россия. Не случайно в дни празднования 300-летия Санкт-Петербурга 31 мая 2003 г. состоялось совещание на высшем уровне с участием глав правительств стран — членов и кандидатов в члены ЕС, а также России. Участники совещания договорились о создании условий для формирования общего экономического пространства, составной частью которого являются водные ресурсы. Реализуемые в ЕС основные направления водохозяйственной политики — использование воды для питьевого водоснабжения, развитие орошения и борьба с наводнениями — имеют важное значение и для России. К этому надо добавить, что для России одновременно необходимо развитие осушительной мелиорации для повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий, которая в странах ЕС выполнена ещё в середине XIX в., а ныне ведутся перманентно работы по реконструкции и модернизации ранее построенных осушительных систем.

Рамочная директива по воде направлена на достижение следующих основных целей:

- обеспечение к определенному сроку (примерно через 13-15 лет) хорошего состояния всех водных ресурсов;
- внедрение повсеместно бассейнового принципа управления водными ресурсами;

- охват водоохранным законодательством как поверхностных, так и подземных вод;
- реальное отражение затрат на водообеспечение в ценообразовании;
- активное участие граждан в управлении водными ресурсами.

Думается, что для достижения этих целей в России не требуются серьезные изменения в законодательстве и общественном мнении, так как апробированная в России система управления водным хозяйством отвечает основным принципам рамочной директивы ЕС, надо только рационально использовать накопленный опыт (Михеев, 2003).

Российская Федерация изъявила желание вступить во Всемирную Торговую организацию (ВТО), уже подписала около 70 соглашений по тематике ВТО. Среди них приняла на себя обязательства по либерализации торговли в сфере «экологии» и сфере «экологических товаров и услуг» (ЭТУ), включающую услуги в водном хозяйстве. Автоматически в связи с этим Россия становится членом Генерального соглашения по Торговле Услугами (GATS), требования которого сформулированы западными странами в своих интересах, а Россия, как и другие развивающиеся страны, может оказаться беззащитной перед экспансией экономически развитых западных стран (Великобритании, Франции, США и др.). По данным ЮНКТАД, более 85% мирового рынка ЭТУ принадлежит 53 крупнейшим «природоохранным» ТНК Западной Европы, США и Японии (Доклад..., 2003). Транснациональные компании (ТНК) устремились на российский рынок. В результате их деятельности, как показывает опыт стран третьего мира, в наиболее обеспеченной водой стране население может оказаться без воды, ибо она ему по цене станет недоступной (Комаров и др., 2008). Нынешняя деятельность ТНК никем не проанализирована в нашем отечестве, Водный Кодекс России принят срочно без нормального обсуждения в соответствии с принципами и нормами ВТО, хотя и противоречит по некоторым позициям подписанной Россией в 2003 г. Рамочной Водной Директиве Евросоюза.

Расширение деятельности ТНК и активно поддерживающего их Всемирного Банка в направлении приватизации услуг в водном секторе (включая рыболовство, промышленность и т.п.), уже проявилось в полной мере в поспешно принятом Водном Кодексе РФ, ориентированном на приватизацию водных ресурсов. Надо сказать, что большинство развивающихся стран не идут на приватизацию вод. По данным ООН, 90% населения в мире продолжает пользоваться государственными услугами в сфере водоснабжения и водоотведения, в том числе 80% в странах Евросоюза и 86% в США. Согласно GATS, Россия должна будет принимать обязательства по неограниченному допуску на свой рынок ЭТУ иностранных компаний и обеспечить им такой

же правовой режим, как и своим компаниям, включая водораспределение, водоподготовку и т.п.

В качестве примера приведем следующий: незаконными будут признаны решения государства о развитии собственной гидроэнергетики, если они негативно скажутся на уже осуществляемых поставках электроэнергии из других стран.

По данным ООН, уже более 2 млрд. людей лишены прав на воду. Верховный Комиссар ООН по правам человека обеспокоен дальнейшим страшным безводием и бесправием под влиянием GATS (Liberalization..., 2002).

Новый Водный Кодекс РФ в широкой печати не случайно назван *образцом безответственности отношения власти к правам и законным интересам населения страны. Содержание этого законопроекта нацелено, прежде всего, на обеспечение неограниченных прав крупного бизнеса на использование водных объектов за счёт ущемления прав большинства людей на охрану здоровья и доступа к воде.*

По указанному законопроекту бизнесмены-водопользователи получают права пользования водными объектами по гражданскому договору или решению органа власти. Условия пользования при этом определяют чиновник и заинтересованное лицо. Причем практически без всякой экспертизы принимаемых решений по ресурсу жизнеобеспечения!

Если учесть, что в законопроекте отсутствуют нормы по ограничению заборов воды из водных объектов рек, озер, водохранилищ и подземных водоносных горизонтов и сбросам в них сточных вод, то через несколько лет источники питьевого водоснабжения превратятся в сточные каналы и отстойники сточных вод.

При любом сценарии население всей страны пострадает от неизбежных массовых заболеваний или недостатка качественной питьевой воды. Поскольку условия пользования водными объектами закрепляются в договоре, они по действующему законодательству могут быть изменены только сторонами договора. Это означает, что население не сможет влиять на ситуацию даже в том случае, если водопользователь будет причинять вред здоровью людей или его действия направлены на истощение водных ресурсов.

Водный Кодекс РФ противоречит Конституции РФ и международным соглашениям России, он ликвидировал существовавшие ранее установленные законодательством Права граждан на воду, как и Лесной Кодекс — на лес.

Россия, занимаясь бесплодными и вредоносными идеями «поворота» рек и затопления огромных территорий при гидроэнергетическом строительстве, бессильна противостоять натиску ТНК и оказывается беззащитной в условиях конкуренции с ними.

Проблем с водой, с обеспечением водной независимости много, их неотложно надо решать.

Глава 2. Природные ресурсы, их уникальность

2.1. Природные ресурсы, критерии и принципы использования природных ресурсов

Природные ресурсы — это источники и предпосылки получения необходимых людям материальных и духовных благ (отдых, лечение, образование), которые можно реализовать при существующих технологиях и социально-экономических отношениях.

Вместе с тем, природные ресурсы — это вещества, энергия и информация, которые необходимы биоте для жизни.

Все ресурсы принято делить на три основные группы: природные, материальные, трудовые, в том числе интеллектуальные и духовные.



Рис. 2.1. Виды ресурсов.

Природные ресурсы (естественные ресурсы) определяются как компоненты природы, используемые человеком и биотой. В более широком смысле природные ресурсы можно считать частью всей совокупности природных условий, используемых для поддержания жизни. Основные виды природных ресурсов — солнечная энергия, внутриземное тепло, водные ресурсы, земельные, минеральные, растительные ресурсы, ресурсы животного мира, ресурсы пространства и времени и пр. В свою очередь, природные условия — совокупность живых тел и явлений природы, влияющих на другие живые организмы тела и явления, в том числе и на человека. Человек живет за счет даров приро-

ды, и не использовать их в виде ресурсов он не может. Образуется неразрывное единство в виде системы «биосфера — человек».

Развитие данной системы следует рассматривать в интегральной совокупности, так как каждая её часть не изолирована, а взаимодействует с другой частью и влияет на нее. Влияние человека на биосферу может быть положительным и отрицательным. В последнем случае биосфера «реагирует» неблагоприятным для человека образом. Так, например, сжигание больших количеств органического топлива привело к глобальному потеплению. При стабильности средних температур дополнительная энергия реализуется в виде вихрей, ураганов, наводнений и других, неблагоприятных для человека проявлений.

История взаимодействия человека и природы полна не только светлых, но и трагических страниц. Например, чрезмерный выпас скота в степях северной Африки превратил их в пустыню Сахару. Излишнее, нерациональное использование водных и земельных ресурсов в междуречье Тигра и Евфрата привели к падению величайшей империи. Недальновидная политика в отношении использования водных и земельных ресурсов в бывших республиках средней Азии Советского Союза привели к экологической катастрофе Аральского моря. Примеров можно привести множество. Идеальным представляется такой характер развития системы «биосфера и человек», когда одновременно идет прогрессивное развитие человечества и биосферы. Симбиоз человека и биосферы Вернадский В.И. назвал Ноосферой — сферой разума. В Ноосфере человек является «геологической силой», что подчеркивает его огромное влияние на природу, поэтому оно должно ограничиваться «разумными пределами». В соответствии с Правилом «Меры преобразования природных экосистем» (Реймерс Н.Ф., 1990), в ходе эксплуатации природных систем нельзя переходить некоторые пределы, позволяющие этим системам сохранять свойство самоподдержания.

Эксплуатация природных систем основана на принципах рационального природопользования. Рациональное природопользование это один из процессов взаимодействия человека и природы, основанный на выполнении определенных критериев. Критерии эти могут быть экономическими, социальными, экологическими, нравственными или какими либо другими. До недавнего времени использовались, в основном, экономические критерии, главенствующий принцип которых — «что выгодно, то разумно». Результат такого природопользования виден, и он отрицательный. Этого и следовало ожидать, так как экономический подход идет в разрез с одним из «железных» законом Эрлиха — «экономическая система, охваченная манией роста, и охрана природы принципиально противоречат друг другу» (Реймерс Н.Ф., 1994).

Введение социального критерия, например, создание новых рабочих мест, при использовании того или иного ресурса, во многом делает природопользование более гуманным, но не освобождает этот процесс от излишнего давления на экологическую систему. В последние годы во всем мире стали во более использовать критерии экологической безопасности. Так, например, в соответствии с Законом РФ «Об экологической экспертизе» ни один проект не может быть реализован, если он содержит решения, приводящие к отрицательному влиянию на экологические системы. К сожалению даже соблюдение всех норм этого закона не гарантирует полной экологической безопасности для человека и тем более для биотической части экосистемы. Для устранения этих недостатков было введено такое понятия, как комплексное природопользование, т.е. такое использование природно-ресурсного потенциала территории, при котором эксплуатация (добыча, изъятие) конкретного природного ресурса наносит наименьший ущерб природным объектам, а хозяйственная или иная деятельность в целом оказывает минимальное воздействие на окружающую среду. Рациональное природопользование должно быть комплексным и обеспечивать возрастающие потребности общества в основном за счет:

- ресурсосбережения,
- “не истощающего” использования всех природных ресурсов,
- восстановления или воспроизводства их в интересах здоровья населения, боты и социально-экономического развития качеств окружающей среды.

Однако и это полностью не устраняет негативного антропогенного влияния на биосферу. Невозможность безопасного природопользования в рамках вышеуказанных критериев приводит к необходимости введения какого-то нового критерия, новой формы контроля взаимоотношений человека с природой. Все больше ученых на Земле считают, что таким критерием самоконтроля может быть нравственность. Нравственность — один из самых важных факторов личной жизни, общественного развития и исторического прогресса. Он заключается в добровольном самостоятельном согласовании чувств, стремлений и действий членов общества с чувствами, стремлениями и действиями сограждан, их интересом и достоинством, с «интересом и достоинством» всего биотического сообщества в целом. Добровольность и самостоятельность согласования отличают всякое явление нравственности. По Канту нравственность — это чувство некоторой ощущаемой зависимости частной воли от общей воли. Здесь следует обратить внимание на необходимость согласовывать свои интересы с «интересами» биотической части экосистемы. Нравственный закон природопользования можно сформулировать: не навреди природе. В соответствии с ним, нравственное природопользование следует рассматривать как систему взаимоотношений человека и природы, при которой человеку не

стыдно (не говоря обо всех других) за свои действия. В последние годы делаются попытки исправить ошибки природопользования, идёт дальнейшее усовершенствование экономико-экологических критериев с введением элементов нравственного характера. Так, появилось понятие устойчивое развитие, что подразумевает длительный непрерывный процесс удовлетворения общественных потребностей на основе такого уровня и темпов развития экономики, которые не влекут за собой необратимых экологических последствий. Вместе с тем, это развитие не сопровождается разрушением природных объектов, которое возможно при совершенствовании техносферы в условиях стабильности окружающего природного комплекса, проходит без сокращения экологического разнообразия и ущемления прав будущих поколений и основано на применении научно обоснованной стратегии взаимодействия со средой. Результатом устойчивого развития может стать образование ноосферы, как новое состояние биосферы, при котором главным определяющим фактором становится разумная и нравственная деятельность человека, основанная на экологической целесообразности его существования. Термин предложен Э. Леруа и П. Тейяром де Шарденом в 1927 г. В.И. Вернадский, развивая идею о переходе биосферы в ноосферу, считал отличительной особенностью последней то, что глобальная деятельность человека будет всецело направляться и контролироваться достижениями научно-технической мысли. Элемент стихийности, типичный для сферы господства экономической выгоды, исчезнет. Научная мысль станет планетным явлением. Состояние биосферы, обеспечивающее устойчивое развитие, возможно благодаря применению человечеством осознанной рациональной и нравственной стратегии взаимодействия со средой и количественной оценки реакции экосистемы на любой вид антропогенного воздействия.

Рациональное и нравственное природопользование может привести к устойчивому развитию общества через систему мероприятий, которые, воздействуя на окружающую среду, не нарушают экологического равновесия и соответствуют экологической ёмкости территории и условиям, определяемым законами её устойчивости.

В основе экологической доктрины государства должны быть:

- фундаментальные научные знания в области экологии и смежных наук;
- оценка современного состояния природной среды и её воздействие на качество жизни населения Российской Федерации;
- признание важности природных систем Российской Федерации для глобальных биосферных процессов;
- учет глобальных и региональных особенностей взаимодействия человека и природы.

Стратегической целью государственной политики в области сохранения природных систем должно быть поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для их сохранения и воспроизводства. В свою очередь, это обеспечит устойчивое развитие общества, повышения качества жизни, улучшения здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения безопасности страны (экономической, экологической, и нравственной).

Государственная политика в области сохранения природных систем России должна базироваться на следующих руководящих принципах:

- устойчивого развития, предусматривающего равное внимание к его экономической, социальной и экологической составляющим;
- признания невозможности развития человеческого общества при деградации природы;
- приоритетность для общества жизнеобеспечивающих функций биосферы по отношению к прямому использованию её ресурсов;
- справедливое (с точки зрения любого элемента биотического сообщества — Биотическое сообщество — все живое на Земле) распределение доходов от использования природных ресурсов и доступа к ним;
- предотвращение и ликвидация негативных экологических последствий в результате хозяйственной деятельности, учет отдаленных экологических последствий;
- отказ от хозяйственных и иных проектов, связанных с воздействием на природные системы, если их последствия непредсказуемы для окружающей среды;
- природопользование на платной основе и возмещение природе и населению ущерба, наносимого в результате нарушения законодательства об охране окружающей среды;
- открытость экологической информации;
- участие гражданского общества, органов самоуправления и деловых кругов в подготовке, обсуждении, принятии и реализации решений в области охраны окружающей среды и рационального природопользования.

2.2. Классификация природных ресурсов

Нефть относится к исчерпаемым природным ресурсам, т.е. ресурсам, запасы которых снижаются в процессе эксплуатации. Нефть это не возобновляемый ресурс, а значит, не способный к самовосстановлению, по крайней мере, за время, соизмеримое с темпами хозяйственной деятельности человека. Нефть как ресурс может быть заменена другими ресурсами сейчас или в обозримом будущем для производства электроэнергии, промышленных товаров и пищевых продуктов. Поэтому нефть это ресурс заменимый.

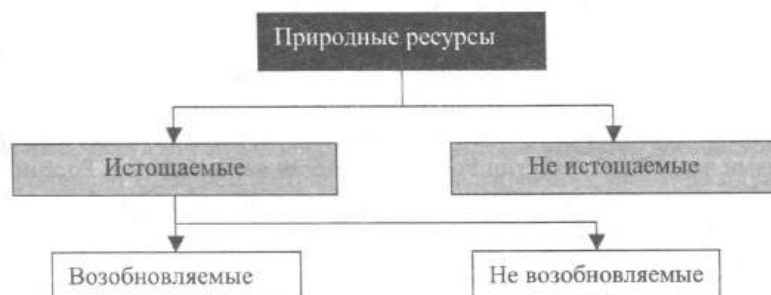


Рис. 2.2. Классификация природных ресурсов по истощаемости и возобновляемости.

В отношении воды классификация усложняется. С одной стороны, вода — исчерпаемый, возобновляемый, незаменимый ресурс, с другой, вода конкретного водного объекта обладает определенной энергией, которая относится к неисчерпаемым ресурсам. Например, энергия волн, гидротермическая энергия, гидроэнергия рек и озер, энергия приливов и отливов.

Таблица 2.1

Интенсивность использования нефти и воды.

Природный ресурс	Интенсивность использования
Нефть	90 — 100%
Гидроэнергия	2 — 25 %
Гидротермическая энергия	0 — 1%
Энергия приливов	0,5 — 1%
Пресные воды	70 — 100%
Морские воды	50%

2.3. Нефть как природный ресурс

В России сосредоточено примерно 5% мировых запасов нефти.

Россия не только удовлетворяет свои потребности в нефти, но и является её экспортером, главным образом, в страны СНГ и страны Европы. В тоже время, исходя из экономических интересов, некоторое количество полезных ископаемых (бокситы, вольфрам, олово, медь) импортируется. Ряд российских предприятий продолжает работать на минеральном сырье, завозимом (в рамках

международных торгово-экономических соглашений) из бывших республик СССР, где находятся довольно крупные сырьевые и топливные базы. Например, Казахстан поставляет железные руды из Соколово-Сарбайского бассейна, а уголь из Карагандинского бассейна идет на заводы Урала. Нефть с полуострова Мангышлак по нефтепроводу поступает на нефтеперерабатывающие предприятия Поволжья. Марганец из Никополя (Украина) используется предприятиями черной металлургии России. Сырьевая независимость России дает ей преимущества по сравнению с другими странами мира и может служить важным фактором подъема экономики.

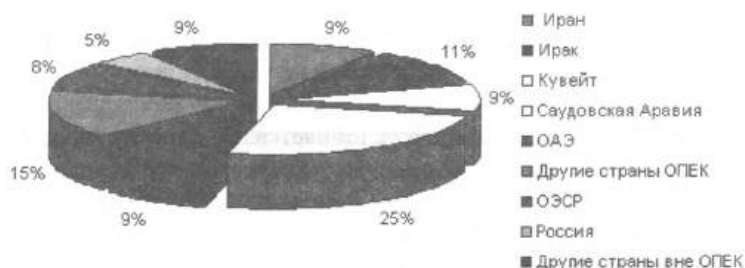


Рис. 2.3. Распределение мировых запасов нефти по данным на 2001 год

Следует иметь в виду территориальные различия в размещении природных ресурсов, и нефти в том числе. Характерной чертой их размещения является неравномерность.



Рис. 2.4. Зоны нефтедобычи на территории России

Большая часть ресурса сосредоточена в Сибирском, Уральском, Приволжском и Южном регионах. Основные потребители расположены в Европейской части. Это приводит к необходимости транспортировки огромных масс по территории страны и за рубеж. Исторически ресурсы европейской части России использовались более интенсивно, чем в восточных районах, и в настоящее время их запасы в значительной степени истощены. Качество российской нефти значительно хуже, чем в странах дальнего зарубежья, при этом затраты на её добычу значительно выше.



Рис. 2.5. Продукты переработки нефти

Мощность нефтяного месторождения непостоянна. В начале эксплуатации она нарастает, затем 3-5 лет идет постоянная добыча, и начинается устойчивое снижение мощности на 10-15 процентов в год. Таким образом, чтобы только поддерживать сложившийся в стране уровень добычи, необходимо ежегодно вводить как минимум 10 процентов новых мощностей.

Нефть используется, в основном, в качестве энергоносителя. Она перерабатывается в дизельное топливо, бензин и мазут. Как промышленное сырье нефть используется для производства пластмасс, спиртов, красителей и других продуктов, включая пищевые продукты и лекарственные препараты.

Использование нефти и продуктов её переработки сопряжено с существенным воздействием на окружающую среду (рис.2.5). Например, тепловое, химическое и физическое (выбросы взвешенных веществ) загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение почв (разливы нефти при добыче и транспортировке), загрязнение водных объектов.

По данным экологических организаций, в океан каждый год поступает около 3500000 тонн нефти и нефтепродуктов. К настоящему времени в водах океана только дизельного топлива сконцентрировалось около 500 000 тонн /www.goldformula.ru/. Ежегодно это количество увеличивается приблизительно на 45 000 тонн. Источником загрязнения являются: судоходство, аварии танкеров (22%), сточные воды промышленности и ливневой сток с урбанизированных территорий, утечки при добыче нефти (5%), атмосферный перенос, естественные утечки нефти с морского дна (45%).



Рис. 2.6. Вклад автомобильного транспорта в общей доле загрязнения атмосферного воздуха, %.

Например, в 1989 году неподалеку от побережья Аляски произошла авария танкера Exxon Valdez. Тогда в море вытекло 37 тыс. тонн нефти. В результате этой аварии примерно 2 тыс. км береговой линии были покрыты нефтью. Это привело к гибели 20 китов, 900 морских орлов, 250 тыс. морских птиц, 2,8 тыс. каланов и 300 морских котиков. Спасательные работы на месте аварии продолжались четыре года подряд. В них участвовало до 11 тыс. человек. Тем не ме-

нее, в 1999 году (через 10 лет после аварии) на побережье Аляски оставались места, покрытые слоем нефти.

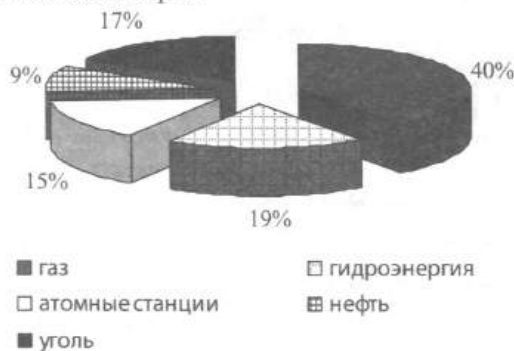


Рис. 2.7. Структура использования энергоносителей.

2.4. Водные ресурсы

Водные ресурсы — это пригодные для использования человеком и биотой воды. Вода используется человеком как фактор жизни, для выработки электроэнергии, производства всех видов товаров и продуктов. Для биоты вода — это среда обитания, способ получения пищи (для растений) и «охранная система», в которой можно укрыться от врага. Водные ресурсы сосредоточены в поверхностных и подземных водных объектах, атмосфере и почве.

Таблица 2.2.

Суммарные водные ресурсы России
(по данным Центра регистра и кадастра)

Ресурсы	Среднегодовой объем возобновляемого стока		Статические запасы		Время возобновления
	км ³ /год	%	км ³	%	
Речной сток*	4270	42	—	—	12 суток
Озера	532	5	26068	27	7 лет
Болота	1000	10	3000	3	5 лет
Ледники	110	1	39890	41	8000 лет
Подземные воды	787.5	8	28000	29	5000 лет
Почвенная влага	3500	34	—	—	1 год
Всего	10193.5	100	96958	100	

*В том числе 227 км³/год речного стока, поступающего с территории других государств



Рис. 2.8. Соотношение основных источников воды.

Основным источником водоснабжения являются реки (рис.2.8). Их годового сток на территории России составляет $4270 \text{ км}^3/\text{год}$ и характеризуются пространственной и временной неравномерностью. Пространственная неравномерность оценивается изменением модуля поверхностного стока, который изменяется от $0.1 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$ в южных областях до $25 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$. Водообеспеченность населения изменяется в пределах: $2.7 \text{ т.м}^3/\text{чел.} \cdot \text{год}$ (Центральный)... $90 \text{ т.м}^3/\text{чел.} \cdot \text{год}$ (Дальневосточный регион).

Однако на водообеспечение населения и отраслей экономики водой огромное значение оказывают следующие факторы:

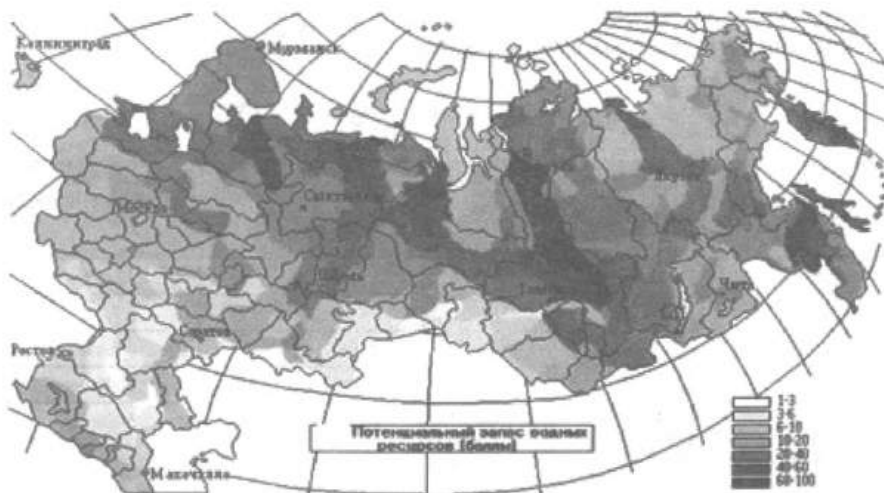


Рис. 2.9. Распределение потенциальных запасов водных ресурсов

Неравномерность распределения водных ресурсов во времени и пространстве. Неравномерность распределения стока во времени можно проследить по изменению коэффициента вариации C_v . Он изменяется от 0.1 — в северных областях (достаточно равномерный по годам и внутри года сток воды в реках, отклонение от среднееголетнего значения в пределах 30%), до 1.0 и более в южных областях (крайне неравномерный сток по годам, вплоть до пересыхания рек в отдельные периоды года. Отклонения от среднееголетнего значения могут составлять 100%).

Неравномерность расселения людей и размещение отраслей экономики. Наиболее освоенные районы европейской части страны, где сосредоточено до 80% населения и производственного потенциала, приходится менее 10% водных ресурсов (рис.2.10). Это сопряжено с чрезмерной нагрузкой на маловодные источники, что ведет к их истощению и загрязнению.

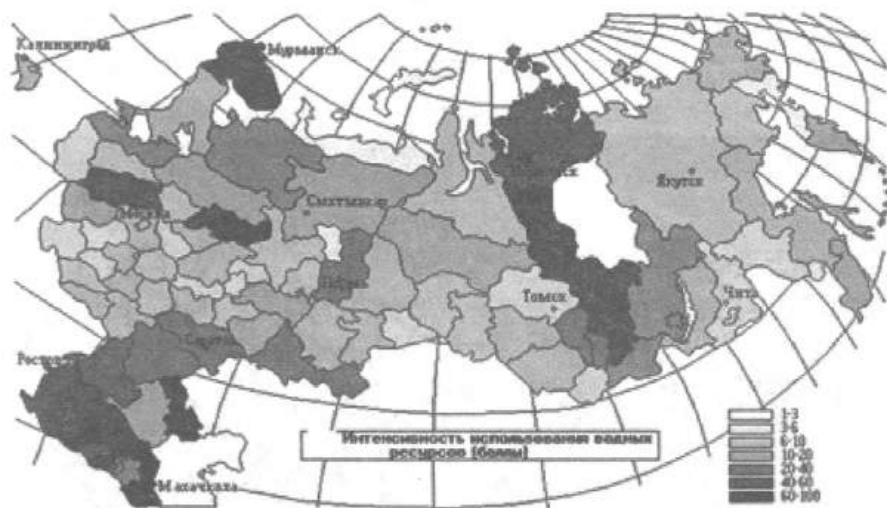


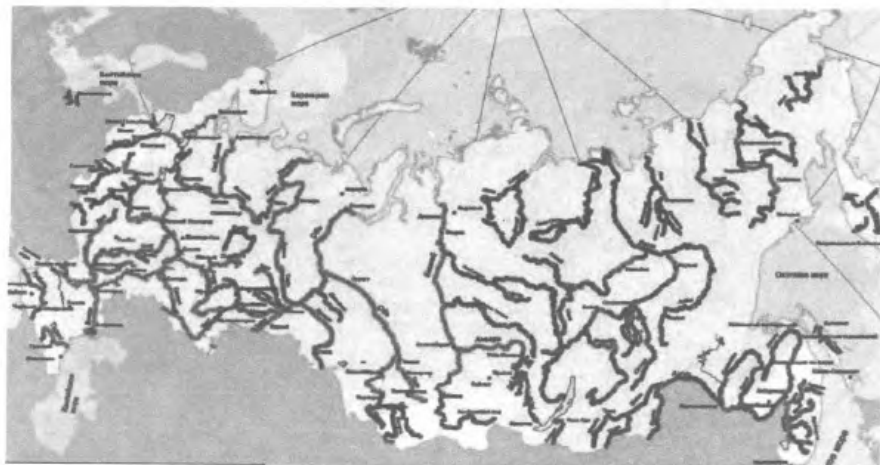
Рис. 2.10. Интенсивность использования водных ресурсов

Загрязненность воды. Поверхностные воды практически не имеют естественной защищенности от антропогенного загрязнения. В настоящее время чистых рек осталось менее 7% (рис.2.11).

Таблица 2.3

Характеристика Федеральных округов России по водообеспеченности

Федеральный округ	Площадь, т.км ²	Численность населения		Водообеспеченность	
		млн.чел	чел/км ²	населения, км ³ /чел*год	территории, л/с*км ²
Северо-западный	1678	14	8	42	10,98
Центральный	653	38	58	3	5,49
Южный	1036	31	30	6	6,09
Приволжский	589	23	39	3	3,18
Уральский	1789	12	7	35	7,44
Сибирский	5115	20	4	65	8,02
Дальне-восточный	6216	7	1	225	8,04
Россия	17075	145	8	29	7,88



Умеренно загрязненные и загрязненные
грязные
очень грязные

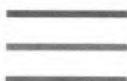


Рис. 2.11. Загрязненность рек России

Основными потребителями воды из поверхностных водных объектов являются: промышленность, сельское хозяйство и коммунально-бытовое хозяйство (рис.2.13).

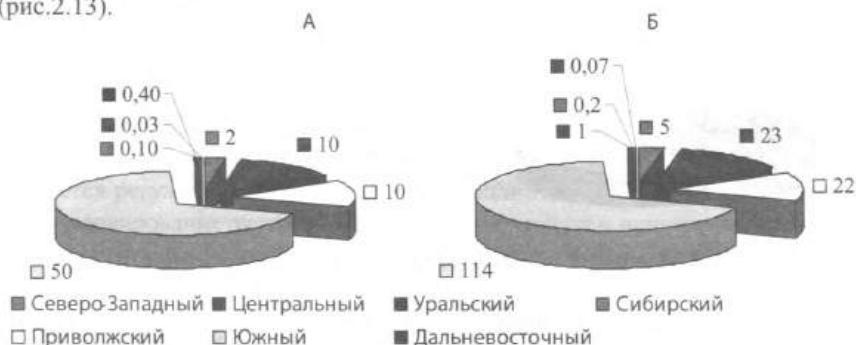


Рис. 2.12. Безвозвратное водопотребление из поверхностных водных объектов по регионам страны, для маловодных (А) и остро маловодных (Б) лет, %

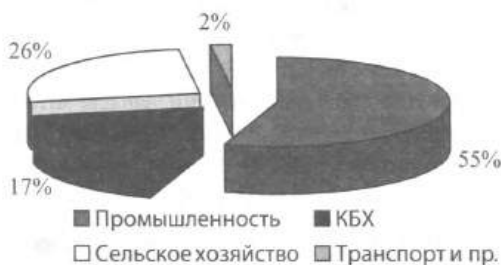


Рис. 2.13. Использование поверхностных вод

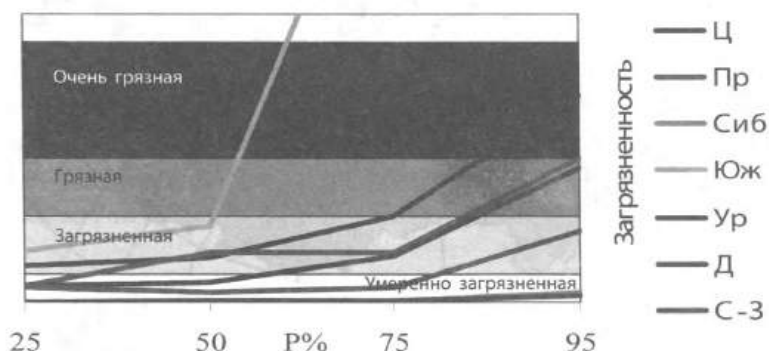


Рис. 2.14. Изменение загрязненности поверхностных вод для лет разной обеспеченности

Основными источниками загрязнения являются сточные воды промышленных предприятий и коммунально-бытового сектора, сточные воды с сельскохозяйственных и урбанизированных территорий. Суммарный сброс сточных вод составляет 55 т.м³/год, из них 20 т.м³ сбрасываются без очистки.

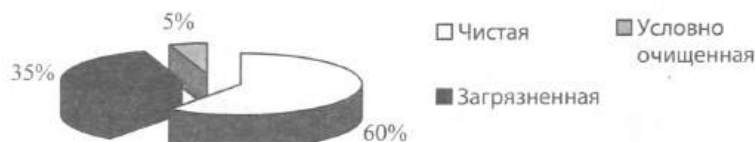


Рис. 2.15. Распределение качества сточных вод промышленности.

Россия обладает крупным гидроэнергетическим потенциалом. Большая часть (86%) гидроэнергетических ресурсов сосредоточена в восточных регионах. К важной энергетической составляющей относятся нетрадиционные (альтернативные) источники энергии. Это такие источники, как энергия солнца, ветра, воды, биомассы (леса), геотермальная энергии. Это всё элементы энергетики будущего. По прогнозам ученых, к 2030 году доля альтернативных и возобновляемых источников энергии в мировом энергобалансе достигнет 15%. Большие перспективы просматриваются при использовании геотермальной энергии, запасы которой в отдельных регионах земного шара весьма велики. В 25 странах мира их используют уже как традиционные виды получения энергии. В России используется приливная энергия в районе Кольского полуострова, где построена Кислогубская ПЭС

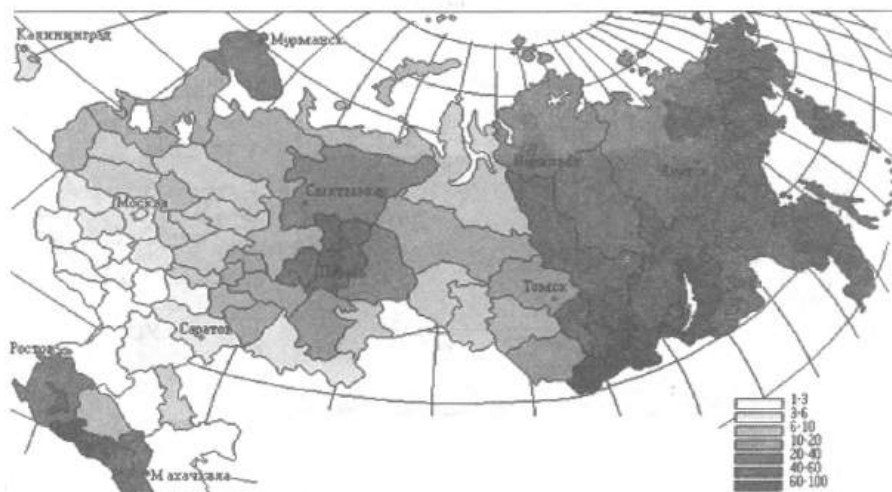


Рис. 2.16. Гидроэнергетический потенциал

2.4. Агроклиматические ресурсы

Агроклиматические ресурсы — природные ресурсы, способствующие получению сельскохозяйственной продукции. С точки зрения влияния на рост и развитие растений, а также возможности регулирования человеком, наиболее важными факторами являются: температура, почвенные влагозапасы, содержание в почве питательных веществ.

Температурный фактор влияет на рост и развитие растений, однако слабо поддается регулированию в пределах сельскохозяйственных угодий. Возможно контролирование экстремальных температур путем проведения противозаморозковых мероприятий и снижения экстремально высоких температур.

Важную роль при выращивании растений играет сумма активных температур $\sum t_{ак}$. Связано это с тем, что в процессе развития растения проходят определенные фазы, и переход с одной фазы развития на другую определяется определенной для конкретного растения суммы биологических температур $\sum t_б$. Возможность выращивания конкретного растения в определенных условиях с целью получения конечного урожая определяется условием $\sum t_{ак} \geq \sum t_б$. Аналогичное соотношение справедливо и для прохождения определенных фаз развития растений, например для зерновых культур: посев, всходы, кущение, стебление, цветение и созревание (6 фаз развития).

Температуры влияют и на рост растений. Функция продуктивности растений от температуры St , описывается куполообразной кривой.

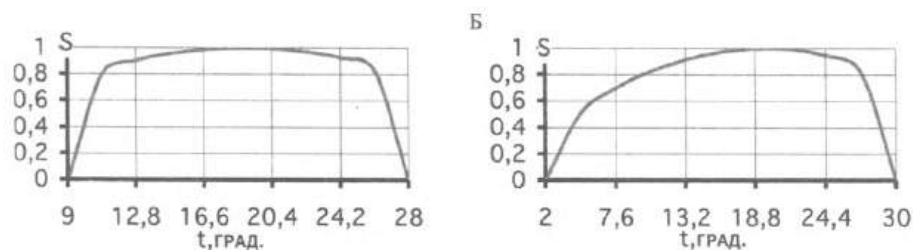


Рис. 2.17. Зависимость относительной продуктивности растений S : А — зерновые, Б — овощные, от температуры воздуха. $S = Y / Y_{max}$, где Y — фактическая урожайность, Y_{max} — максимально возможная урожайность в конкретных условиях.

Зависимости St показывают, что при некоторых экстремальных температурных условиях растение погибает, так как: становится слишком холодно, и биохимические процессы в растениях практически приостанавливаются, или слишком жарко и, например, происходит разрыв сплошности потока воды в почве, притекающего к растению из-за увеличивающейся скорости транспирации

при ограниченной скорости передвижения влаги в почве. В диапазоне от минимальной температуры до её оптимального значения, продуктивность растений лимитируется недостатком тепла. В диапазоне температур от оптимального значения до максимального развитие растений ограничивается необходимостью траты большого количества энергии на охлаждение, при этом растение меньше энергии использует на увеличение продуктивности. При оптимальных температурах растение затрачивает минимум энергии на борьбу с неблагоприятными температурными условиями, что сопровождается достижением максимального урожая.

Реакция продуктивности растений на изменение содержания влаги в почве (рис. 2.18) имеют также куполообразный вид. При влажности почвы на уровне влажности завядания ($ВЗ$) и меньше, рост большинства культурных растений невозможен из-за отсутствия доступной для них влаги. В диапазоне изменения влажности почвы от $Взз$ до $Wopt$ (при которой $S=1$) рост растений лимитируется недостатком влаги. В диапазоне изменения влажности почвы от $Wopt$ до полной влагоемкости ($ПВ$) рост растений лимитируется нехваткой кислорода для корневого дыхания. При оптимальном соотношении воздуха и воды в почве, которое достигается при оптимальной влажности, продуктивность — максимальна.

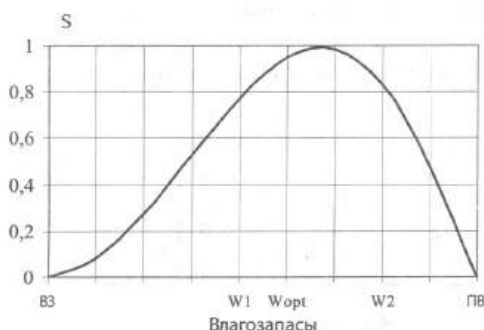


Рис. 2.18. Зависимость относительной продуктивности растений от почвенных влагозапасов.

Условия внешней среды по конкретному фактору полностью характеризуются функцией плотности распределения. Проверка соответствия условий среды потребностям растений можно сделать для заданного уровня продуктивности. Например, если плановая урожайность соответствует относительной продуктивности $S=0,8$, то по кривой зависимости (рис. 2.19) можно определить значения нижнего ($W1$) и верхнего ($W2$) оптимального пределов, которые накладываются на плотность распределения. Это позво-

ляет определить вероятность появления засушливых лет (P_{op}), когда следует проводить орошение. Вероятность соответствия условий среды требованиям растений на заданном уровне продуктивности (P_{opt}). Вероятность переувлажнения (P_{oc}), что говорит о необходимости проведения мероприятий по осушению.

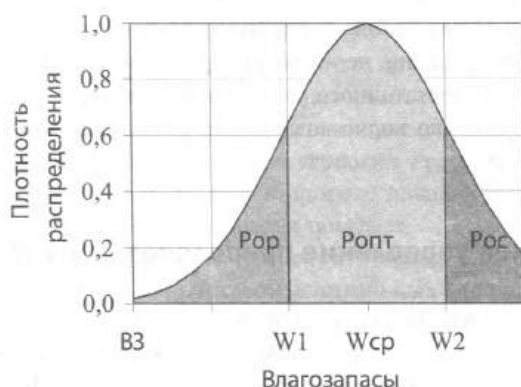


Рис. 2.19. Проверка соответствия условий среды заданному уровню продуктивности растений ($S=0.6$).

Сумма активных температур используется для районирования территории по условию теплообеспеченности. Влагообеспеченность территории можно характеризовать гидротермическим коэффициентом (ГТК), который определяется как отношение годовой суммы осадков к испарению:

$$\text{ГТК} = \text{Ос} / \text{Е}$$

Классификация территорий по теплообеспеченности

ГТК	<0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-1	1-1,5	>1,5
Зона	очень сухая	сухая	засушливая	недостаточного увлажнения	достаточного увлажнения	избыточного увлажнения

В холодной зоне выращивание растений невозможно в условиях открытого грунта. В прохладной зоне выращиваются светолюбивые растения с коротким вегетационным периодом (ранний картофель, турнепс). Умеренная зона благоприятна для сельского хозяйства, здесь выращивается большинство сельскохозяйственных культур. В теплой и жаркой зоне возможно получение двух урожаев в год теплолюбивых растений.

Классификация территорий по теплообеспеченности

$\Sigma(\text{так} \geq +5^{\circ}\text{C})$	<1000	1000-2000	2000-4000	4000-8000	>8000
Зона	холодная	прохладная	умеренная	теплая	жаркая

Сухие и засушливые условия характеризуются невозможностью получения высоких урожаев и выращивания растений без оросительных мероприятий. При избыточном увлажнении необходимо проведение осушения земель. В зоне недостаточного и достаточного увлажнения требуется проведение мероприятий по регулированию водно-воздушного режима почв в отдельные периоды конкретных лет.

2.6. Комплексное управление природопользованием

Комплексное управление природопользованием — скоординированное взаимодействие органов власти и специально уполномоченных государственных органов в сфере охраны окружающей природной среды, направленное на формирование и практическую реализацию единых межведомственных принципов в природопользовании.

При комплексном управлении природопользованием реализуется экосистемный подход при использовании отдельных видов природных ресурсов из природно-ресурсного потенциала территории. При этом выявляются и соблюдаются *экологические требования, экологические ограничения* и экологические приоритеты с целью создания условий для устойчивого *экологически безопасного* социально-экономического развития.

Экологические требования — закрепленные в законодательных и иных нормативно-правовых актах федерального и областного уровней процедурные правила организации и ведения хозяйственной и иной деятельности, связанной с использованием природных ресурсов и/или воздействием на окружающую среду.

Экологические ограничения — устанавливаемая на федеральном и областном уровнях система норм, нормативов, регламентов и правил природопользования, лимитов и других ограничителей, представляющих собой научно обоснованные количественные границы свойств и характеристик окружающей среды, которые в совокупности обеспечивают её благоприятное для жизнедеятельности состояние.

Экологическая безопасность — защищенность жизненно важных интересов личности, общества, окружающей среды от угроз, возникающих в резуль-

тате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду, в том числе обусловленных бедствиями и катастрофами, включая стихийные.

На основании этих требований формируются экологические приоритеты — направление деятельности, имеющие первостепенное значение для сохранения благоприятного для жизнедеятельности человека и биоты качества окружающей среды на конкретной территории. Экологически приоритетные направления социально-экономического развития должны получать первоочередное финансирование и материально-техническое обеспечение. В государстве функции управления природопользованием должны выполнять специально уполномоченные государственные органы. В настоящее время это Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Однако, без нравственного отношения к природе никакой государственный контроль в области природопользования не поможет.

Схема принятия решений в природопользовании. Схема принятия решений — это последовательность мыслительных операций, которые нужно предпринять для того, чтобы достичь определенной цели. При этом достичь цели нужно не любой ценой, а выполнить определенные условия, которые называются критериями эффективности. Для того, чтобы начать использовать тот или иной ресурс, необходимо знать сколько или насколько он нужен пользователю (S_i). Пользователем всегда выступает живое существо — растение, животное или человек. Зная сколько необходимо ресурса можно сопоставить эту величину с количеством имеющегося ресурса (R_i) и определить необходимые действия ($\Delta R_i = R_i - S_i$). Здесь принципиально могут возникнуть два случая. Первый, когда ресурса хватает ($\Delta R_i > 0$) и второй, когда ресурса не хватает ($\Delta R_i < 0$) (см. рис 2.20). В первом случае необходимо бережно, рационально использовать этот ресурс, а во втором повышать доступность ресурса либо путем поиска новых месторождений, либо путем природообустройства.

Мероприятия по рациональному природопользованию или природообустройству должны быть *эффективными и безопасными*. В качестве критериев эффективности могут быть выбраны — экономическая эффективность и социальная эффективность.

Экономическая эффективность — это результативность производства, соотношение между результатами хозяйственной деятельности и затратами труда. Экономическую эффективность могут характеризовать: производительность труда, фондоотдача, и материалоемкость продукции. В масштабах общества экономическая эффективность — это доля национального дохода в произведенном национальном продукте.

Наиболее интересен показатель материалоемкости продукции — количество исходных ресурсов, которые расходуются на тот или иной вид продукции.

Чем меньше материалоемкость, тем более рационально используются природные ресурсы. Например, изделия сделанные из вторичного сырья менее материалоемкости, т.е. экономят природные ресурсы. Показатели социального эффекта рационального природопользования измеряются числом людей, здоровье которых может быть улучшено с помощью сохраняемых ресурсов. Чистое производство приводит к снижению текучести персонала, улучшению их здоровья, повышению престижности жилых зон в районе предприятий, сохранению расположенных в них природных объектов и т.п. Безопасность природопользования можно рассматривать с двух позиций. Экологическая безопасность (экологическая эффективность) и нравственная безопасность. Показатели экологического эффекта рационального природопользования можно измерять размерами территорий и акваторий, обладающих экологической устойчивостью и не подверженных влиянию хозяйственной деятельности. Это можно наблюдать в случае охраны от загрязнения и истощения природных ресурсов, используемых в хозяйственных целях и подвергаемых антропогенному воздействию. Показатели экологического эффекта от охраны природных ресурсов можно измерять разностью между величиной улучшения экономических результатов материального производства, затрат в непродуктивной сфере и т.п.; достигнутых при проведении природоохранного мероприятия, и размерами эксплуатационных затрат на поддержание требуемого состояния охраняемого ресурса. И это, в конечном счете, выражается в сокращении народнохозяйственного ущерба от неизбежной деградации природных ресурсов.

В связи с тем, что управление антропогенными процессами происходит, в основном, через экономические отношения, уточнение оценки действия антропогенных систем на экологические проводят путем введения разнообразных экономических показателей. Так, абсолютную эффективность затрат (капитальных вложений) в охрану ресурсов измеряют отношением соответствующего экологического, социального или экономического эффекта к величине затрат, обусловивших получение данного вида эффекта. Сравнительную экономическую эффективность затрат на рациональное природопользование и охрану природных ресурсов определяют сопоставлением приведенных затрат на реализацию различных вариантов таких мероприятий при этом учитывают и сопутствующие экономические эффекты. В случае, если невозможно изменить распределение ресурсов так, чтобы один из субъектов улучшит свое положение, а другой — не ухудшит, вводят экономическую эффективность [по *Парето*]. Вообще же для определения способов рационального природопользования используют различные критерии эффективности. В рыночной экономике применительно к фирме в качестве критерия эффективности обычно используется максимум прибыли.

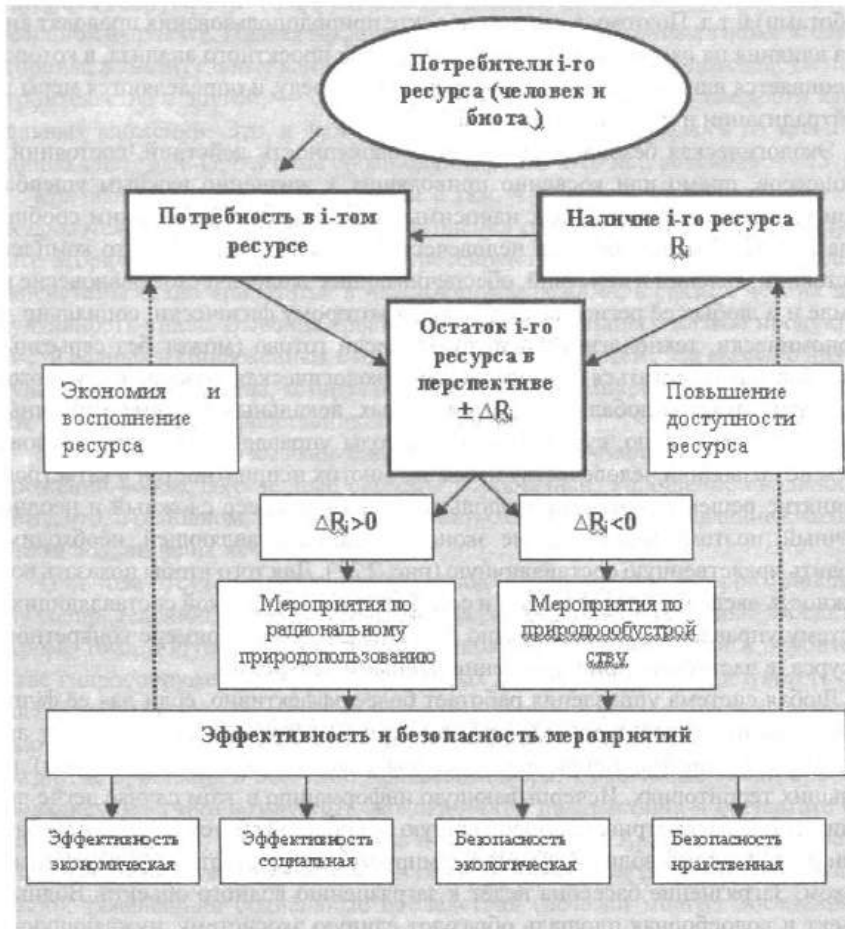


Рис. 2.20. Схема принятия решений при использовании природных ресурсов

Однако воздействия на окружающую среду при антропогенном использовании природных ресурсов, в отличие от биотического использования природных ресурсов, бывают столь значительны и многообразны, что не удастся полностью предотвратить их путем экономического регулирования. Воздействие на окружающую среду (обычно отрицательное) — загрязнение воздуха, воды и почвы в результате вредных выбросов, продуктов сгорания органического топлива и т.п., работы ядерных реакторов и утечек нефти и нефтепродуктов;

потеря природных ресурсов (изъятие земель, нарушение ландшафтов горными работами) и т.д. Поэтому в каждом проекте природопользования проводят анализ влияния на окружающую среду. Это раздел проектного анализа, в котором оценивается влияние проекта на окружающую среду, и определяются меры по нейтрализации или ограничению ущерба.

Экологическая безопасность — это совокупность действий, состояний и процессов, прямо или косвенно приводящих к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимых природным, биотическим сообществам, отдельным людям или человечеству в целом. В общем, это комплекс состояний, явлений и действий, обеспечивающих экологическое равновесие на Земле и в любых её регионах на уровне, к которому физически, социально — экономически, технологически и политически готово (может без серьезных ущербов адаптироваться) человечество. Экологическая безопасность может рассматриваться в глобальных, региональных, локальных и условно точечных рамках. К сожалению, существующие методы управления природопользованием не позволили человечеству избежать многих неприятностей и катастроф. Принятие решений при природопользовании — процесс сложный и неоднозначный, поэтому в него, кроме экономической составляющей, необходимо вводить нравственную составляющую (рис. 2.21). Для того чтобы показать возможность введения нравственной и социально-экологической составляющих в систему управления, целесообразно рассмотреть это на примере конкретного ресурса, в частности, при управлении водными ресурсами.

Любая система управления работает более эффективно, если для её функционирования используется исчерпывающая информация. В отличие от антропогенных систем, природные системы расположены (распределены) на больших территориях. Исчерпывающую информацию в этом случае легче получить, если рассматривать обособленную природную систему, например, бассейн реки. Каждый водный объект формируется поверхностным и подземным стоком. Загрязнение бассейна ведёт к загрязнению водного объекта. Водный объект и водосборная площадь образуют единую экосистему, нуждающуюся в охране.

В последние годы нерациональное природопользование подвергалось резкой критике со стороны специалистов и журналистов. Значительная доля этой критики пришлась на долю водного хозяйства, так как вода наиболее потребляемый ресурс, и нерациональное использование приводит к ухудшению качества воды. Кроме того, водохозяйственная деятельность требует больших денежных средств и существенно влияет на экономику страны.

К сожалению, значительная часть водохозяйственных систем не работает в проектном режиме, т.е. проектная эффективность не достигается (например, не достигается получение проектных урожаев). То же можно сказать и о работе

очистных сооружений — эффективность очистки во многих случаях ниже намеченной в проекте. Низкая эффективность водохозяйственных систем с одной стороны, и значительные капитальные удельные затраты на водохозяйственное строительство с другой, — обусловили длительные сроки окупаемости капитальных вложений. Это, в частности, наиболее ярко проявилось на мелиоративных системах. Проектные сроки окупаемости 8-10 лет, реальные — 15-18.

Критика усилилась еще и в связи с тем, что во многих водных объектах ухудшается качество вод за счет поступления органики в водоемы и в результате вторичного загрязнения, и прогрессирующего эвтрофирования. Водные экосистемы стали «работать» в неустойчивом режиме, в связи с чем их продуктивность упала. Высокие сроки окупаемости связаны с низкой продуктивностью водных и сопряженных с ними наземных экосистем. Это вызвано низкой культурой производства, которая обусловлена экономическими, экологическими, социальными и нравственными причинами.

Экономически это вызвано следующим. В целях уменьшения капитальных вложений водохозяйственные системы упрощались. Упрощение сводилось к тому, что, в основном, выполнялись работы, связанные с управлением количеством вод, но не их качеством.

При этом отсутствовал научный подход к обоснованию и территориальному распределению систем управления для различных видов водных экосистем. Кроме того, допускались серьезные ошибки в проектировании и строительстве гидросооружений водохозяйственных систем. Поэтому в результате осуществления крупномасштабных водохозяйственных программ в ряде регионов нарушалось экологическое равновесие. В качестве примера можно привести развитие орошения в бассейне Аральского моря. Орошаемые земли проектировались без учета возможных экологических последствий, в результате чего земли засолялись, реки истощались и загрязнялись, а Аральское море прекратило свое существование как целостный водный объект. Всё это повлекло за собой тяжелейшие социальные последствия (исчезли многие поселения на берегу Аральского моря, существенно ухудшилось здоровье местного населения, орошаемые земли не дают запланированной продукции). К сожалению, это происходило не только в Аральском регионе. Значительный ущерб развитию водного хозяйства нанесла несостоятельная концепция развития АПК в целом и на мелиорируемых землях. Достаточно произвольно в проектах производился подбор культур и сортов, размещение их на мелиорируемых землях. Не давалась оценка экологической опасности направлений интенсификации земледелия, не определялась роль и место сухих и водных мелиораций и их рационального сочетания. Не учитывался разрыв между производством, хранением и переработкой продукции с мелиорируемых земель, не уделялось должного внимания вопросам ресурсосбережения, и, прежде всего, водосбе-

режения на мелиорируемых землях, в том числе, за счет введения платы за землю и воду. До сих пор отсутствует эффективный экономический механизм взаимодействия землепользователей с водохозяйственными организациями. Всё это приводит к перерасходу водных ресурсов и ухудшению их качества. В аридной зоне Волжского бассейна при нерациональном орошении не только интенсивно росли площади вторично засоленных и заболачиваемых земель, но и загрязнялись водоемы высокоминерализованными и токсичными дренажными стоками. В субаридной и гумидной зонах на водосборах разрушалась структура почвы, усиливалась эрозия, что повышало загрязненность водных объектов. Сейчас можно констатировать, что нежелательные экологические изменения наземных экосистем всегда отрицательно сказываются и на водных экосистемах. Объективной причиной негативных явлений является то, что новые водохозяйственные объекты, как правило, находятся в более сложных природных условиях (климатических и геоморфологических), чем существующие. Поэтому механический перенос имеющегося положительного опыта создания водохозяйственных систем в одних зонах приводит к нежелательным экологическим последствиям в зонах с другими природными условиями, а следовательно, и с другими экосистемами, которые могут быть менее устойчивы при проведении водохозяйственных мероприятий. Казалось, что в этих условиях нужно было бы обратить особое внимание на обоснованность принятия решений, на проработку различных альтернатив коренного улучшения природных условий. Однако, проектные институты разрабатывали зачастую безальтернативные концепции, прогнозы и планы развития водного хозяйства в стране, в первую очередь учитывающие интересы саморазвития ведомств. При этом используемые модели развития водного хозяйства и мелиоративного земледелия привели к отрыву целей хозяйства от целей развития общества и улучшения качества жизни человека. В них недостаточно учитывалось динамическое единство лимитирующих природных ресурсов (водных, земельных и др.), не уделялось должного внимания функционированию природных комплексов, не проводилась оптимизация условий жизни биоты и человека. Таким образом, можно сделать вывод, что причина неудовлетворительного положения дел с водными ресурсами в стране заключается в следующем:

- отрыв водного хозяйства от основной социально — экономической и экологической задачи: управления качеством жизни человека и сохранения природного биотического сообщества;
- отсутствие региональных экологических концепций рационального природопользования, в том числе и при природообустройстве, например, при мелиорации земель;

– использование моделей планирования водного хозяйства, не позволяющих принимать решения в условиях быстро меняющейся природной, демографической и экологической ситуации.

В связи с тем, что развитие человечества остановить невозможно, неизбежно будут возникать зоны экологического неблагополучия. Для выживания человечества необходимо организовать систему управления условиями внешней среды, которая может стать основой для системы управления качеством жизни человека. Природные ресурсы и условия среды связаны. Основной задачей системы управления условиями внешней среды, на каком-либо обособленном природном объекте, например, на водосборе является управление круговоротом воды и питательных веществ (зольных элементов).

Управление процессами перевода должно осуществляться в направлении перевода воды и зольных элементов из геологического круговорота в биологический круговорот. Это, кстати, может повысить и экологическую устойчивость. Перевести зольные элементы в биологический круговорот можно, накопив их в биомассе, а это делается только под влиянием солнечной энергии. Таким образом, управляя круговоротом вещества можно управлять круговоротом энергии. Представляется, что дальнейшее развитие рационального природопользования, в общем, и использования водных ресурсов, в частности, должно соответствовать целям создания ноосферы, элементами которой являются техно-природные комплексы, например, водохозяйственные системы. Только на основе идеи создания ноосферы с учетом всех её компонентов можно осуществлять коренную экологизацию всего хозяйства и, в первую очередь, водного. Это может дать возможность перейти к оптимальному управлению геологическим и биологическим круговоротами веществ на водосборах.

Несомненно, что уже сейчас необходимо широко внедрять методы комплексного управления количеством и качеством водных ресурсов. Для этого необходимо, в частности, оптимизировать режимы водопользования, в первую очередь, орошения в целях экономии водных ресурсов, а при проектировании учитывать стоимость воды. В связи с тем, что наиболее водоемкой отраслью является мелиорация, в каждом проекте, схеме Комплексного использования водных ресурсов или в Целевой программе должна быть обоснована природная необходимость природообустроительных мероприятий, и доказана их экономическая и социальная эффективность, рассчитана экологическая безопасность и нравственная допустимость.

Однако, в рамках существующих проектов гарантировать улучшение качества жизни нельзя. В связи с этим целесообразно совместно со схемой комплексного использования природного ресурса разрабатывать систему имитационного моделирования природных, демографических и хозяйственных процессов. Поскольку эта система должна объединить все поресурсные схе-

мы управления и должна быть ориентирована на коренное улучшение жизни жителей региона, её можно назвать «Системой управления качеством жизни» (СУКЖ).



Рис. 2.21. Процедура непрерывного планирования природопользования.
(При изменении условий процедура повторяется).

Использование обратной связи между субъектами управления (человек — природа — социум) происходит при составлении плана, программы, мероприятий и при обсуждении результатов.

В связи с тем, что человек на каждом этапе фактически проводит экспертную оценку ситуации, перманентное планирование можно понимать как интерактивную экспертизу намерений, планов и проектов. Реализация обратных связей (участие жителей водосбора) в системе управления количеством и каче-

ством водных ресурсов может быть осуществлена посредством современных телекоммуникаций, например Internet. Одной из основных задач при использовании природных ресурсов является задача оптимального (справедливого, т.е. нравственного) разделения ресурсов между человеком, обществом и природными биотическими объектами. Если это распределение делать на основе экономических критериев, то в выигрыше оказывается человек, а проигрыше биотическое сообщество, если учитывать потребности биоты, то «выигрывает» не только биота, но и человек.

Около двух третей площади нашей страны (более 10 млн. км²) почти не затронуты хозяйственной деятельностью. На них сохранились сплошные массивы ненарушенных ландшафтов с разнообразными экосистемами. В Европейской части это, прежде всего, Северо-Восточные территории. В Азиатской — почти весь север Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также обширные районы Западной Сибири. Эти массивы образуют крупнейший в мире центр стабилизации окружающей среды, представляющий собой уникальный ресурс для восстановления биосферы Земли. В то же время экологическое состояние 15% территории России не соответствует нормативам, т.е. это части являются экологически опасными. На этой территории сосредоточена основная часть населения, производственные мощности и наиболее продуктивные сельскохозяйственные угодья.

2.7. Общие принципы рационального природопользования и природообустройства

2.7.1. Природопользование и природообустройство как отношения человека и природы

Деятельностные отношения человека и окружающей его природы можно разделить на *природоведение, природопользование и природообустройство*. В этих двукорневых словах присутствует понятие «природа» и указаны активные действия человека: ведение (изучение), пользование, обустройство. Иными словами, здесь подразумевается субъект — человек и объект его деятельности — природа, конкретизируются отношения человека и природы на современном этапе. Даже при изучении самого себя имеется в виду человек, как субъект, и человек — как объект изучения. Здесь под природой подразумевается все то, что окружает человека, т.е. совокупность естественных условий его существования. Вместе с тем в русском языке в понятие «природа» вкладываются и другие смыслы:

- самый общий: все существующее во Вселенной: неорганический и органический мир, включая и человека, т.е. все живое и неживое (косное);
- бытовой: вне города — поехать на природу;
- переносный: сущность — природа явления.

Сужение понятия природы до среды, окружающей человека, чисто методологическое. Оно вытекает из теории больших систем. Природу в самом общем смысле можно представить как сверхсистему, состоящую из окружающей человека природной среды (надсистемы) и особой системы — человеческого общества. Такое разделение сверхсистемы позволяет человеку выявлять, изучать и, в некоторой степени, организовывать отношения между её составляющими, что в настоящее время при возросших возможностях человека и общества («при его могуществе») становится очень актуальным, необходимым и для его выживания как биологического вида, и для сохранения природы.

Именно понятие природы как окружающей человека среды определяет его действия: именно он изучает природу, именно он ею пользуется и обустривает для своих нужд. Это существенно, так как некоторые учёные, например, трактуют природопользование излишне расширительно, включая в него и то, что заяц ест морковку, волк ест зайца, комар сосёт кровь из человека. Это естественные природные процессы, они сами оптимизируются и без вмешательства человека.

Вместе с тем, человек порожден природой и тем самым является её частью, но человек — единственное существо, способное постигать природу и самого себя. Эта двойственность человека усложняет создание теории отношения природы и человека. Философы, например, В. Хёсле, отмечают наличие «включающего» и «противополагающего» понятий природы. Отношения человека и природы эволюционировали по мере роста его численности, интеллектуального развития.

Отношения человека и природы вытекают из того, что он, как и другие живые организмы, является материальной саморазвивающейся системой. Саморазвитие заключается в том, что он содержит свои внутренние источники развития в виде разрешения заключенных в нём противоречий. Человек активно регулирует обмен энергией и веществом с окружающей средой (неизбежные потребление и отходы), формирует условия своего собственного существования, преобразуя окружающую среду.

Наиболее долго в истории человека имела место архаическая культура, человек воспринимал себя как часть великого природного организма, который мыслился им как божественный и живой. Единство человека и природы отражалось в мифах и ритуалах, наука и ремесло еще отсутствовали, имел место *промысел*, но *хозяйства* еще не было. Отношение человека к природе было наиболее адаптивным, приспособительным. Возникшая при росте численно-

сти людей нехватка естественных продуктов природы (перепромысел) заставила человека изменять природу, обустройства её, заниматься земледелием, в том числе, орошаемым, и скотоводством. Возникли ремёсла и зачатки науки, в том числе, о природе. Дальнейшее развитие человечества привело к широкому развитию земледелия, дифференциации сословий, основанием городов и государств, возникновению высоких культур. Человек при изучении природы начинает применять количественные методы, но наука пока еще не теряет связь с мифом. Даже греки еще не противопоставляли природу и человека, для них *Physis* (греческое *фьюсис* — природа) являлось совокупностью движущегося бытия, включающего в себя и человека, сущностью этого бытия.

По мере увеличения численности и роста потребностей человека происходило дальнейшее переселение народов на территории, условия которых существенно отличались от его родины. При переселении человек переносил с собой и привычные для него сельскохозяйственные растения, требования которых к условиям внешней среды отличались от условий нового места выращивания. Изменить генетически заложенные в растения требования человек еще не умел, поэтому он начинает менять среду выращивания. Так возникла мелиорация земель, — как один из видов природообустройства.

Сведение лесов и общее истощение растительных ресурсов привело к широкому использованию минеральных ресурсов для получения новых конструкционных материалов. Развитие промышленности привело к нарушению природных систем, к их загрязнению. Отношения человека к природе из адаптивных переходят к адаптирующим. Он начинает противопоставлять себя окружающей природной среде.

Переход от античной науки к современной подготавливался в эпоху средневековья, возникла идея бесконечного, абстрактная функция заменила субстанцию, субъект стал противопоставляться объекту. Вместе с тем, христианство в Европе онтологически (онтология — учение о бытии, гносеология — учение о познании) «ослабило» природу по отношению её к бесконечному творцу, человек перестал поклоняться природе, обожествлять ее, он стал верить, что Творец создал природу. Декарт (1596-1650), противопоставив душу и тело (*cogito, ergo sum* — я мыслю, следовательно, существую), создал тем самым фундамент современного естествознания.

Промышленная революция переросла в научно-техническую революцию текущего времени. Современный уровень природопользования характеризуется кризисом редуцентов (организмов, минерализующих мертвое органическое вещество до простых неорганических соединений), опасным загрязнением биосферы, приближением к безопасному максимуму использования энергии (энергетический кризис) и резким нарушением экологического равновесия. Отметим, что кризис — переломный момент, содержащий угрозу опасного ис-

хода, но отнюдь не катастрофа, т.е. внезапное бедствие, переворот, событие, влекущее за собой тяжелые, обычно неуправляемые и непредотвратимые события. Расширяющиеся работы по природообустройству, особенно направленные на ликвидацию негативных последствий природопользования, не успевают за ухудшением экологической обстановки.

Мы являемся свидетелями начинающейся гуманитарной экологической или ноосферной революции (ноосфера — сфера взаимодействия природы и общества, в пределах которой разумная человеческая деятельность становится существенным фактом развития), характеризуемой замыканием производственных циклов, максимальной экономией энергии, миниатюризацией технических объектов, экологическим планированием, регуляцией демографических процессов (Н.Ф. Реймерс).

Выстраивая современные отношения человека и окружающей его природы, надо помнить, что человечеству нужна природа того эволюционного отрезка, в котором оно возникло и эволюционировало, «коренное», в геологическом смысле, преобразование среды жизни было бы смертельным для людей. В разумных пределах человек должен управлять природной средой, что замедляет энтропийные процессы (энтропия — мера внутренней неупорядоченности системы) и дает возможность дальнейшего социально-экономического развития. В принципе можно развивать среду жизни в Космосе, но земная жизнь является порождением биосферы земного типа и не может поколениями существовать вне её уникальных условий.

Специфической чертой современных отношений человека и природы является понимание того, что от неограниченной эксплуатации природы и её безграничного преобразования следует переходить к экономии природных ресурсов и весьма осторожному изменению природной среды жизни (Н.Ф. Реймерс). Человек сейчас отказывается от позиций антропоцентризма, когда он считал себя всемогущим, царем природы, не ждущим милостей от природы, берущий в долг с обещанием потом исправить нарушенную природу. Сторонники антропоцентризма ставят суверенитет человеческого общества выше суверенитета природы. Взаимоотношения человека и природы они видят как деятельность по использованию и преобразованию компонентов природы во имя человека, его потребностей и интересов. Это, например, нашло отражение в долго существовавшей цели мелиорации сельскохозяйственных земель: получение (любой ценой!) высокого и устойчивого (?) урожая ограниченного набора сельскохозяйственных культур. Примеры: только хлопчатник в Средней Азии, только рис в низовьях Кубани, только овощи и картофель на осушенных торфяниках Белоруссии и в России, орошение больших территорий с черноземными почвами устаревшими технологиями.

Другой, противоположной крайностью является идеология экологизма, которая заключает в себе призыв к прекращению борьбы с природой, к остановке научно-технического прогресса, объявляет человеческое общество составной частью природы, призывает человека к слиянию с ней, к растворению в ней.

В действительности, и антропоцентризм, и экологизм — утопичны и ведут человека в тупик. Забота о человеке в антропоцентрическом мировоззрении — иллюзорна, т.к., в конце концов, оборачивается экологическим кризисом, разрушением природных (естественных) основ существования человечества. Столь же иллюзорен и экологизм, поскольку, объявляя человека частью биосферы, он, по существу, игнорирует качественные особенности развития человеческого общества, ликвидирует суверенитет человеческой личности (Р.М. Орлов).

Человек должен идти по единственно возможному пути, экологически безопасному и экономически эффективному коридору создания техноприродных или социоприродных систем, который обеспечил бы гармонический синтез изменений природных систем с возможностью их дальнейшего функционирования, наиболее полной продуктивностью, без потери устойчивости и, тем более, разрушения.

Нельзя ставить вопрос — что важнее: экономическое развитие человеческого общества или сохранение природы? Если преследовать только экономические цели, то чрезмерная разрушительная эксплуатация природы готовит нам скорый конец. Если законсервировать всю природу, то экономическое развитие остановилось бы, мы должны перестать есть, пить, дышать, т.е. вычеркнули бы себя из природы, но человек тоже часть природы в широком смысле, её дитя. Следовательно, экономическое развитие должно быть таким, чтобы давление человека на природу не превышало разумного уровня. Отсюда вытекает необходимость *разумного (рационального) природопользования и природообустройства*.

Отношения человека и природы должны, в конечном счете, обеспечить гармоничное сочетание суверенных интересов человека и общества со столь же суверенными «интересами» природы (Р.М. Орлов).

Человек в своей жизнедеятельности не может отказаться ни от использования природы, ни от изменения компонентов природы, ни от научно-технического прогресса. Следовательно, необходимо познание и использование в практической деятельности законов формирования, функционирования и развития особых техноприродных систем. Необходимо научное обоснование синтеза природных процессов и деятельности человека. Законы формирования, функционирования и развития техноприродных систем не являются ни чисто природными, ни чисто социальными, они дают знания об особых процессах при взаимодействии человека и природы. Учет этих законов как раз и

должен обеспечить коэволюцию, т.е. совместное развитие природы и человеческого общества.

Чтобы преодолеть крайности антропоцентризма и чистого экологизма, необходимо разрабатывать стратегию движения общества от ресурсно-потребительской деятельности к сберегающе-созидающей. Поэтому наряду с природопользованием возникает еще большая необходимость в осознанной деятельности — природообустройстве и природовоспроизводстве. Односторонний процесс движения изъятых из природы ресурсов в общество, который характерен для современных форм природопользования, должен быть дополнен противоположным процессом движения вещества и энергии в компоненты природы (Р.М. Орлов).

Концепция коэволюции нуждается в конкретизации, насыщении вещественно определенной деятельностью. Практическим осуществлением её положений является начало создания культурных ландшафтов, где деятельность человека гармонизирована в его интересах и в интересах природы.

Окружающую человека среду можно представить как состоящую из четырех неразрывно взаимосвязанных подсистем: а) собственно природной среды, б) квазиприродной, т.е. модифицированной человеком природной среды, в) искусственной или артеприродной среды и г) социальной среды.

Собственно природная среда в данном понимании — факторы и условия существования человека чисто естественного происхождения (факторы — материальные, энергетические и информационные компоненты, обеспечивающие жизнь; условия — обстоятельства, в которых развивается жизнь), имеющие свойства самоподдержания и саморегуляции без постоянного вмешательства человека. Это не означает, что человек не изменяет природную среду.

Квазиприродная среда — пахотные или иные преобразованные человеком угодья, введенные в природную среду культурные растения и домашние животные, грунтовые дороги, внешнее пространство населенных мест, зеленые насаждения (сады, парки, газоны, бульвары), водохранилища на реках, каналы в земляном русле и т.п. Эти элементы имеют природное происхождение, но, являясь инородными для конкретных природных объектов, не обладают системным самоподдержанием. Их долговременное существование возможно только при поддержке человеком.

Артеприродная среда — весь искусственный мир, созданный человеком, в основном для удовлетворения своих потребностей, вещественно-энергетически не имеющий аналогов в естественно природе, чуждый ей и разрушающийся без непрерывного обновления. К ней относятся здания, сооружения, дороги с твердым покрытием, трубопроводы, бетонированные каналы, искусственные водоемы (бассейны) и т.п. Для их создания человек очень часто использует или преобразованные вещества или полностью искусственные, не имеющиеся в природе. Эти вещества с трудом входят в естественные геохимические циклы,

возникает проблема с их хранением после использования. Правда, несмотря на свою искусственность, артеприродная среда подчиняется тем же объективным законам природы (тяжести, теплопроводности, электропроводности и др.).

И квазиприродная и артеприродная среды не существуют изолированно, человек их встраивает в природные системы, образуя вышеупомянутые техноприродные или социоприродные системы. Поэтому эти новые системы не являются полностью антропогенными, природная составляющая для них является базовой, что отражено в их названии. С этих позиций вариант названия «природнотехническая система» представляется некорректным, тем более — «антропогенный ландшафт» и т.п.

Социальная среда — культурно-психологический, информационный, политический климат, создаваемый для личности, социальных групп и человечества в целом самими людьми и слагающийся из влияния людей, как социально-биологических существ, друг на друга в коллективах с помощью средств материального, энергетического и информационного воздействия. Социальная среда интегрируется с природной, квазиприродной и артеприродной средами, формируя «качество среды жизни». Уровень природопользования и природообустройства в нем является незаменимой составляющей.

Понятие окружающая среда эквивалентна греческому *oikos* — экос (дом, родина). Наука о взаимодействии человека (в общем понимании — живых организмов) и окружающей среды называется экологией, по-русски — это «домоведение», т.е. наука о доме, а наука экономика — «домоводство». Так получилось, что вначале в бытовой речи, а затем и в научной литературе слово экология (наука) заменило предмет, который она изучает, т.е. экос, дом для человечества (живых организмов), природу как окружающую среду. Стали неудачно говорить: «плохая экология» (может ли быть плохая математика или биология?), «экологические условия» вместо качество окружающей среды и т.п.

Молодая наука экология стала очень модной, пока еще рыхлой, слабо структурированной. Сейчас различают биоэкологию, геоэкологию, экологию человека, социальную экологию, прикладную экологию (имеющие подразделения) и многие другие. В книге Н.Ф. Реймерса «Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы)» сформулированы порядка 240 гипотез, законов, принципов, правил и афоризмов. Из всего этого множества ниже сформулированы основные принципы природопользования и природообустройства, выполнение которых должно обеспечить заявленные выше отношения человека и природы, сделать их рациональными.

2.7.2. Объекты природопользования и природообустройства

Дадим вначале определения природоведению, природопользованию и природообустройству:

природоведение — познание объективных законов возникновения, развития, функционирования отдельных компонентов природы и их совокупности в виде природно-территориальных комплексов или геосистем различного ранга. Заметим, что наряду с объективными законами природы: (законы Ньютона, Ома, Генри) и законами формирования человеческого общества, которые человек познает, он придумывает «правила игры» — правила поведения человека в обществе: мораль, право, правила дорожного движения, правила игры в футбол и т.п.; специалисты создают для себя стандарты, технические условия, нормы, но всё это — предмет соглашения между людьми, является субъективным и может быть в любой момент изменено при согласии достаточно большого количества людей;

природопользование — извлечение из природных объектов вещества, энергии и информации, необходимых в общественном производстве; получение услуг от природных объектов (рекреационных, оздоровительных, воспитательных, научных и т.п.); использование природных объектов как пространственного базиса для размещения антропогенных объектов (населенных пунктов, объектов промышленности, транспорта, связи, природообустройства, обороны); использование природных объектов для размещения отходов антропогенной деятельности (газообразных, жидких, твердых, органических и неорганических);

природообустройство — согласование требований природопользователей и свойств природы, придание её компонентам новых свойств, повышающих потребительскую стоимость или полезность компонентов природы, восстановление нарушенных компонентов.

Необходимо обозначить объекты природопользования и природообустройства. Если понимать природу, как окружающую человека среду, то её можно представить как географическую оболочку, состоящую из пяти компонентов:

- масс твердой земной коры;
- масс вод во всех состояниях (жидкое, парообразное, твердое — лёд);
- воздушных масс;
- почвы;
- биоты или живых организмов и органических остатков, имеющих большое значение в биологическом круговороте.

Географы для упрощения анализа природных процессов и устройства оболочки Земли делят её на *геосферы* — концентрические, сплошные или прерывистые оболочки Земли, различающиеся между собой по преобладающему компоненту, по химическому составу, агрегатному состоянию и физическим свойствам, возникшие в результате дифференциации вещества Земли:

- атмосферу и её нижнюю часть — тропосферу;

– педосферу (почвенную оболочку, от лат. *pedis* — нога, педология — устаревшее название почвоведения, пед — представительный объем почвы);

– гидросферу — прерывистую водную оболочку, состоящую из океанов, морей, поверхностных вод суши, льда и снега высокогорий, Арктики и Антарктики, подземные и почвенные воды, атмосферную влагу, воду, содержащуюся в живых организмах;

– литосферу — внешнюю сферу «твердой» Земли, включающую земную кору и верхний слой мантии, состоящую из горных пород или геологических отложений разного происхождения. Горные породы в зоне выветривания называют еще грунтами, являющимися объектами инженерно-строительной деятельности человека и используемыми в качестве основания зданий и других инженерных сооружений, материала для сооружений (дорог, насыпей, плотин) и среды для размещения подземных сооружений (тоннелей, трубопроводов, хранилищ). Формально, почвенная оболочка также принадлежит литосфере, но по существу, это особое природное органно-минеральное средообразующее тело, обладающее уникальным свойством — плодородием, обеспечивающее жизнь на Земле, посему заслуживающее особого выделения, учета, использования, охраны.

Каждая из указанных сфер помимо определяющего компонента, содержит и другие: в атмосфере присутствует вода, твердые частицы, аэрозоли, микроорганизмы; в воде есть растворенный воздух, который важен для живых организмов, разнообразные живые организмы, твердые частицы в виде взвесей, взвешенных и влекомых наносов; почва — вообще комплексное природное тело (биокосное), непременно состоящее из измельченной горной породы, почвенной влаги (раствора), почвенного воздуха, по составу существенно отличающегося от атмосферного, живых организмов, в том числе и микроорганизмов, органических остатков разной степени разложения (гумус); в литосфере помимо горных пород имеется воздух, вода, живые организмы и их остатки (геологические породы биогенного происхождения — торф, каменный уголь, нефть, газ).

В последнее время стали выделять биосферу — нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы Земли, населенные живыми организмами, т.е. область существования живого вещества. Биосфера — самая крупная (глобальная) экосистема Земли — сфера системного взаимодействия живого и косного вещества на планете. Биосфера представлена иерархиями экосистем и геосистем, с разным сочетанием биоты и сферы её обитания.

По В.И. Вернадскому пределы биосферы обусловлены условиями существования жизни. Она ограничена по высоте шестью километрами над уровнем моря. До этой высоты сохраняются положительные температуры в атмосфере и могут жить растения, содержащие хлорофилл. Например, продуценты на-

ходят в Гималаях на высоте 6,2 км. Выше, в олово́й (ветровой) зоне, обитают лишь пауки, ногохвостки и некоторые клещи, питающиеся зернами растительной пыльцы, спорами растений, микроорганизмами и другими органическими частицами, заносимыми ветром. Еще выше живые организмы попадают лишь случайно, а микроорганизмы могут сохранять жизнь в виде спор.

Нижний предел существования жизни традиционно ограничивают дном океана и изотермой 100°C. Наиболее глубокая отметка дна океана расположена на глубине около 11 км, а по данным сверхглубокого бурения на Кольском полуострове (на 6 км), фактическая жизнь распространяется в литосфере до глубины 3 — 4 км.

По новейшим представлениям пределы биосферы намного шире, поскольку в гидротермах дна океана (их называли «черными курильщиками») из-за темного цвета извергающихся вод) на глубинах около 3 км обнаружены организмы, живущие при температуре до 250°C. При такой температуре вода под давлением 300 атм. не кипит. И так как пределы жизни ограничены точками превращения воды в пар и сворачиванием белков, то жизнь там принципиально возможна. Перегретая жидкая вода обнаружена в литосфере до глубин 10,5 км. Глубже 25 км, по оценкам геологов, должна существовать критическая температура в 460°C, при которой не зависимо от давления вода превращается в пар и жизнь принципиально невозможна. Таким образом, вертикальная мощность биосферы в океанической области Земли достигает чуть более 17 км, а в сухопутной — до 12 км.

В биосфере живые организмы (биота) и среда их обитания органически связаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную динамическую систему. Термин «биосфера» введен в 1875 австрийским ученым Э. Зюссом. Учение о биосфере как об активной оболочке Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов (в том числе человека) проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба, создано В.И. Вернадским (1926). Учение о биосфере оказало огромное влияние на развитие многих наук и на понимание и решение проблем, связанных с взаимоотношением природы и общества.

Если сопоставить толщину биосферы и радиус Земного шара: 12 км к 6360 км, то можно увидеть, что жизнь расположена в тончайшем слое, среднюю температуру которого природа поддерживает на уровне около 15°C. Человек может нарушить это хрупкое равновесие. Поэтому, в настоящее время, глобальному взаимодействию между биосферой и развивающимся человечеством нужно уделять пристальное внимание.

Развитие системы «биосфера — человек» следует рассматривать в совокупности, так как каждая часть этой системы не изолирована, а взаимодействует с другой и влияет на нее. Влияние человека на биосферу может быть поло-

жительным и отрицательным. В этом случае биосфера может «реагировать» неблагоприятным для человека образом. Так, например, сжигание больших количеств органического топлива приводит к потеплению атмосферы. При стабильности средних температур дополнительная энергия реализуется в виде вихрей, ураганов, наводнений и других, неблагоприятных для человека проявлений. История взаимодействия человека и природы полна не только светлых, радостных, но и трагических страниц. Например, перевыпас скота в степях северной Африки превратил их в пустыню Сахару. Излишнее, нерациональное использование водных и земельных ресурсов в междуречье Тигра и Евфрата привели к падению величайшей империи. В прошлом веке широкомасштабное орошение и возделывание хлопчатника в бассейне реки Сырдарья привело повсеместному подъему Уровня грунтовых вод, вторичному засолению, строительство неглубокого горизонтального дренажа положение не спасло, так как соленые дренажные воды в конце концов попадали в ту же реку, ухудшая качество поливной воды. В результате Сырдарья истощилась, вода её стала непригодной, Аральское море (озеро) пересохло, живущие на его берегах каракалпакки стали вырождаться. Таких примеров можно привести множество.

Новое эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором её развития, называется ноосфера (от греческого *noos* — разум). Это понятие введено французскими учеными Э. Леруа и П. Тейяром де Шарденом (1927). В.И. Вернадский развил представление о ноосфере как о качественно новой форме организованности, возникающей при взаимодействии природы и общества в результате преобразующей мир творческой деятельности человека, опирающейся на научную мысль. В ноосфере человек является «геологической силой», т.е. его влияние на природу велико, но оно должно ограничиваться разумными пределами.

Помимо биосферы выделяют также её часть — биогеосферу. В отличие от биосферы, биогеосфера — это область высокой концентрации живого вещества, толщина которой варьирует от нескольких метров в степях, пустынях, тундрах до десятков и сотен метров в лесных сообществах и морях. Элементарными ячейками биогеосферы являются биогеоценозы. Биогеосфера — единственная оболочка Земли, в которой возможны постоянное нахождение и нормальная всесторонняя деятельность человека. Из нее человечество черпает почти все необходимые ему ресурсы: воду, кислород, топливо, продовольствие, сырьё для промышленности, строительства и др. Биогеосфера в свою очередь испытывает со стороны человечества непрерывно растущие разнообразные и глубокие воздействия, вплоть до разрушительных. Близкое по объёму к биогеосфере является представление о ландшафтной оболочке Земли.

Помимо членения Земли на компоненты и сферы, современное природоведение, в частности физическая география предлагает членение территорий

на геосистемы — природные тела, включающие взаимообусловленный набор всех компонентов природы и развивающиеся как единое целое. Ниже приведена иерархия геосистем суши, их свойства, знание которых необходимо при природопользовании и природообустройстве.

В экологии одним из основных понятий является экосистема — природный комплекс (биокозная система), образованный живыми организмами (биоценоз) и средой их обитания (косной, например атмосфера, или биокосной — почва, водоём и т.п.), связанными между собой обменом веществ и энергии. Понятие экосистема приложима к объектам разной сложности и размеров. Примеры экосистем — пруд с обитающими в нём растениями, рыбами, беспозвоночными животными, микроорганизмами, донными отложениями, с характерными для него изменениями температуры, количества растворённого в воде кислорода, состава воды и т.п.; лес с лесной подстилкой, почвой, микроорганизмами, с населяющими его птицами, травоядными и хищными млекопитающими, с характерным для него распределением температуры и влажности воздуха, света, почвенных вод и др. факторов среды, с присущим ему обменом веществ и энергии. Гниющий пенёк в лесу с живущими на нём и в нём организмами и условиями обитания тоже можно рассматривать как экосистему. Цветочный горшок с геранью тоже экосистема. Этот термин приложим как к природным, так и к искусственным экосистемам, таким, например, как сельскохозяйственные угодья, сады, парки и даже к помещению с людьми и т.п. В виду многозначности этого термина, безмасштабности и некоторой неопределённости, использование его в природопользовании и природообустройстве представляется менее предпочтительным, чем геосистема или синонимы: природный объект, природная система, природно-территориальный комплекс. Это объясняется и тем, что при геосистемном подходе изучаются все связи между компонентами и сферами, а при экосистемном — только между биотой и остальными косными компонентами, иными словами, экосистемный подход избыточно биоцентричен.

2.7.2.1. Объекты, ресурсы и виды природопользования

Исходя из определения природопользования, человек пользуется определёнными природными ресурсами, которые помимо названия должны иметь меру, т.е. количественное выражение ресурса. Например, вода в реке есть, но её ирригационный ресурс равен нулю из-за непригодности её для полива конкретной почвы, или эту воду нельзя изъять, исходя из сохранности реки (ресурс ирригационного водопользования нулевой). Судоходный ресурс реки может быть невелик из-за малых глубин, но рекреационный — значителен.

Ресурсы вообще — денежные средства, ценности, запасы, возможности, источники дохода; различают природные, материальные, трудовые, финан-

совые ресурсы. Природный ресурс — допустимый объем изъятия вещества и энергии, допустимая антропогенная нагрузка на природные объекты, обеспечивающие сохранение объектов, экологическую безопасность для человека и природы. Главные виды природных ресурсов — солнечная энергия, энергия приливов и отливов, внутриземное тепло, водные, земельные, минеральные (в т. ч. топливно-энергетические), растительные, ресурсы животного мира, информационные. Природные ресурсы должны иметь меру, они не могут быть безразмерными. Территории, акватории или отдельные природные объекты (ландшафты) характеризуют природно-ресурсным потенциалом, т.е. способностью природной системы без ущерба для себя (для механизмов своего функционирования и самовосстановления) отдавать необходимую человеку продукцию, оказывать ему услуги, воспринимать другую антропогенную нагрузку, включая прием отходов, в том числе и энергетических. Природно-ресурсный потенциал зависит от степени обустроенности территории человеком, он может его повышать, например, улучшая тепло- и влагообеспеченность, увеличивать природную устойчивость, самовосстановление.

Воздействие человека на природу измеряется не только объемом использованных ресурсов, но и влиянием на все компоненты природного объекта или природной системы. Поэтому объектом природопользования надо считать природный объект в целом, обеспечивая его сохранность, восстановление. Кстати, именно к природным объектам или системам (геосистемам, природно-территориальным комплексам, ландшафтам) применительно понятие комплексного использования, т.е. в различных целях, например, озеро для водоснабжения, судоходства, рыболовства, отдыха и т.п. Возможно повторное использование некоторых ресурсов (воды, например), но не комплексное. Да и охранять лучше природные объекты, а не отдельные ресурсы, хотя последние можно поддерживать, восполнять: судоходные дноуглубительные работы, магазинирование (пополнение) подземных вод, пополнение рыбных запасов и др.

Мера природного ресурса нашла своё отражение в геологии: прогнозные запасы какого-либо ископаемого, разведанные запасы, утвержденные запасы. Мере имеют климатические ресурсы для целей сельского хозяйства или агроклиматические ресурсы: количество эффективных осадков, сумма биологически активных температур воздуха, количество фотосинтетически активной солнечной радиации, количество дней с суховеями, с заморозками и т.п.

С позиций природообустройства природопользование можно разделить на землепользование; водопользование; недропользование; воздухопользование. При этом становятся явными объекты природообустройства: земли (территории), водные объекты, недра, приземные слои атмосферы.

При землепользовании природные объекты, природно-территориальные комплексы (геосистемы, ландшафты) человек представляет в виде *земель, т.е. территорий с угодьями, находящимися в чем-то пользовании, владении, собственности*. Землепользование может быть сельскохозяйственным (с размещением посевов, животноводческих ферм, аграрной инфраструктуры); лесохозяйственным (тоже с его инфраструктурой); водохозяйственным (размещение искусственных водных объектов); урбанистическим (размещение населенных пунктов); индустриальным (размещение объектов промышленности, транспорта, связи); природообустроительным и природоохранным — размещение объектов природообустройства (инженерно-мелиоративных, инженерно-экологических, обводнительных, водохозяйственных и др. систем), элементов экологической инфраструктуры и др.; рекреационным, оздоровительным, историко-культурным, научным, образовательным; оборонным; для размещения отходов антропогенной деятельности (терриконы, отвалы, хвостохранилища, свалки или полигоны хранения отходов).

Разновидности водопользования: водоснабжение населенных пунктов, промышленности; ирригационное; гидроэнергетическое, в т.ч. приливные ГЭС; транспортное (судоходство, сплав леса); рыбохозяйственное; рекреационное, оздоровительное, научное, историко-культурное; оборонное; размещение стоков и отходов антропогенной деятельности, в т.ч. термальных вод.

Разновидности недропользования: добыча нерудных материалов, руд, энергоносителей (нефти, газа, углей), подземных вод (пресных, минерализованных, термальных); размещение антропогенных объектов (тоннелей, трубопроводов, хранилищ, убежищ), отходов антропогенной деятельности (радиоактивных отходов и т.п.).

Варианты воздухопользования: транспортное, оборонное, энергетическое, рекреационное, энергетическое, научное, размещение отходов, выбросов.

Такая классификация видов природопользования находит свое отражение в законодательных актах: Земельный Кодекс, Водный Кодекс, Лесной Кодекс, Закон о недрах.

Благами природы пользуется не только человек, но и все другие живые организмы, образуя питательные (трофические) цепи. При этом живые организмы не только извлекают пищу из природы, но и размещают в ней продукты своей жизнедеятельности, поселяются в ней, частично преобразуют окружающую среду для своих нужд — строят жилища. Эти натуральные взаимоотношения животного мира с окружающей средой не стоит называть природопользованием, что уже было отмечено выше. В деятельности человека можно обозначить *опосредованное природопользование*, когда культивируемые им растения используют питательные вещества, воду, воздух из почвы, домашние животные потребляют растительную пищу. Это уже не чисто природные процессы,

человек ими управляет, контролирует взаимодействие живых организмов с окружающей средой. Например, опасным в экологическом смысле является функционирование крупных животноводческих ферм с тысячами и десятками тысяч голов скота или птицы. Возникают большие проблемы с переработкой отходов жизнедеятельности. Большая нагрузка на почву требует активного поддержания её плодородия. От почвенного промысла надо переходить к почвенному хозяйству.

Более подробные классификации видов природопользования и природных ресурсов, их характеристика приводятся в соответствующих учебниках и в научной литературе (см. например, упомянутую выше книгу Н.Ф. Реймерса).

2.7.2.2. Объекты и виды природообустройства

Природообустройство призвано повышать эффективность природопользования, восстанавливать нарушенные природные объекты, защищать природу и человека от стихийных бедствий.

В природообустройство входит:

1) *мелиорация земель* разного назначения: сельскохозяйственных, водного и лесного фондов, поселений, промышленности, транспорта, связи; рекреационного, оздоровительного, историко-культурного, научного, оборонного назначения. Нуждаются в улучшающих, обустроительных работах недра при добыче полезных ископаемых (осушение карьеров, шахт, укрепление откосов и т.п.). Обустройство необходимо для водных объектов — строительство комплексных гидроузлов, судоходных сооружений. Человек может воздействовать и на качество воздушной среды: увлажнение воздуха при суховеях, борьба с неурочными заморозками посредством лесонасаждений, искусственного увлажнения распыленной водой и др.

2) *рекультивация земель*, т.е. восстановление свойств компонентов природы или даже самих компонентов после их использования; нарушенных при добыче полезных ископаемых, в результате строительства, восстановление растительного покрова, восстановление (возобновление) запасов и качества подземных и поверхностных вод; очистка загрязненных территорий, в рекультивации нуждаются и недра (заполнение выработанных полостей) и водные объекты (восстановление нарушенного гидрологического режима, водной биоты, очистка вод).

3) *природоохранное обустройство территорий*: борьба с водной и ветровой эрозией, восстановление естественной гидрографической сети, особенно малых рек, водоохранных зон; защита от некоторых природных стихий: наводнений, подтоплений, оползней, размыва берегов, селей.

Таким образом, природообустройство — это особый вид деятельности, отличающийся от природопользования. Природообустройство глубоко вмешива-

ется в природные процессы, вызывает изменения в развитии и функционировании природных систем и связано с расходом большого количества материальных, энергетических, трудовых и денежных ресурсов. Поэтому проводят его в условиях гласности, на определенной правовой основе, после всесторонней независимой высокопрофессиональной экспертизы, его последствия должны надежно прогнозироваться и контролироваться после осуществления.

Природообустройство тесно связано с природопользованием, часто предшествует ему, иногда проводится после смены характера использования природных объектов, во многих случаях осуществляется одновременно, хотя четкой границы между двумя этими видами деятельности нет. Любой вид природопользования сталкивается с необходимостью некоторого изменения свойств природных компонентов для более эффективного их использования, причем эти изменения непосредственно входят в состав технологии природопользования.

Отличие природообустройства от природопользования заключается в том, что осуществляют их разными технологиями. Например, сельскохозяйственное производство является типичным природопользованием и, в зависимости от климатических особенностей зоны оно включает агротехнические приемы сбережения влаги (лесонасаждения, снегозадержание, уменьшение поверхностного стока и др.) в засушливых местностях или приемы по уменьшению переувлажнения (планировку поверхности, узкозагонную вспашку, профилирование, грядование) в зоне избыточного увлажнения. При недостаточности этих приемов проводят оросительные или осушительные мелиорации, технологии которых отличаются от сельскохозяйственного производства, и осуществляют их другие специалисты.

При функционировании металлургического или химического предприятия задача природопользователя — максимально сокращать вредные выбросы, загрязняющие природную среду, совершенствуя свои технологии производства, а задача природообустроителя — очистка загрязненных территорий: почв, вод, геологических пород. Очевидно, что металлург или химик этим не могут заниматься.

Отличие природопользования и природообустройства заключается также в том, что для них является объектом труда, а что средством труда. Например, в растениеводстве объектом труда является культивируемое растение, а почва наряду с машинами, механизмами, удобрениями является средством труда. При мелиорации сельскохозяйственных земель основным объектом труда является почва, а насосы, каналы, дождевальные машины, дрены — средством труда.

Границу между природопользованием и природообустройством можно обозначить количественно, оценивая степень вмешательства человека в кру-

говороты вещества и энергии. Например, указанные выше водосохраняющие технологии богарного земледелия в засушливых районах не приводят к росту общей обводненности территории, количество атмосферных осадков не меняется, а улучшается полезное использование влаги. При орошении в этих районах искусственная водоподача превышает осадки за лето в 1,5...2 раза. При осушении практически исключают приток поверхностных вод и сокращают приток подземных вод, значительно увеличивают дренированность, уменьшая общую природную обводненность на 10...20 % и более. Ориентировочно при природообустройстве человек изменяет круговороты более чем на 10 % (В.В. Шабанов).

Природообустройство нуждается в собственных научных и практических знаниях.

При природообустройстве очень важно четко обозначить объект этой деятельности. Это имеет не только методологическое, но и большое практическое значение. Воздействие на отдельные компоненты природы — это, в сущности, абстракция, ибо эти компоненты не автономны. Это только кажется плохому специалисту, что он может лишь что-то поменять, оставив все остальное неизменным. Построив плотину на реке, чтобы сделать её судоходной, он не только изменил уровень воды на отдельном участке реки, но и повлиял на прилегающие земли, подтопив их, на температурный режим воды в реке и т.д. Полив почву, он не только изменил её свойства и состояние, но и питание подземных вод, их отток в дрены, химизм подземных вод, изменил физико-механические свойства грунтов, свойства приземного слоя атмосферы.

При природообустройстве, равно как и при природопользовании, надо рассматривать целостные геосистемы, из которых состоят обустройстваемые земли. Конечно, в каждом конкретном случае можно выделить главный объект природообустройства — определенный компонент геосистемы, не забывая, что он тесно связан с другими. Например, при мелиорации сельскохозяйственных земель главным объектом деятельности является почва, как среда и средство для жизни растений. В других случаях это могут быть поверхностные или подземные воды, грунты, как основания для сооружений и др.

Объектом природообустройства, как и природопользования, должна быть геосистема такого ранга, в пределах которой непосредственно проявляются осуществляемые человеком преобразования для целей конкретного природопользования. При этом, исходя из наличия межсистемных связей, при осуществлении преобразований необходимо отслеживать ближние и дальние последствия, т.е. оценивать влияние работ по природообустройству и природопользованию на соседние геосистемы.

Помимо обустройства природы человек осуществляет *инженерное обустройство территорий* перед их использованием: создает транспортные коммуникации, системы энергоснабжения, связи, водоснабжения и т.п.

Природопользование может экстенсивным — охота, ограниченное скотоводство, рыболовство, выборочная рубка леса, при таком природопользовании практически нет нужды в природообустройстве. По мере интенсификации природопользования возрастают потребности в природообустройстве: становятся более жесткими требования растений к факторам и условиям жизни, к диапазону и точности их регулирования, что заставляет применять новые технологии природообустройства, возрастают требования к количеству и качеству других ресурсов, увеличивается антропогенная нагрузка на природные системы, вызывая рост объемов работ по восстановлению нарушенных компонентов природы, безопасному хранению отходов. Ужесточаются требования к противостихийным мероприятиям в смысле их надёжности.

Природообустройство является одним из важных элементов национальной безопасности страны, характеризующей состояние защищенности жизни, здоровья, прав человека, интересов и ценностей общества и государства от различных видов вреда.

Национальная безопасность складывается из экономической (финансовой, природоресурсной, энергетической), экологической (защищенность от природных стихий, от негативных последствий деятельности человека), социальной (продовольственной, в сфере здравоохранения, в сфере прав человека), политической (внутри- и внешнеполитической, военной), информационной. Очевидно, что легче предотвращать состояние опасности, чем бороться с ним. Природообустройство ставит перед собой прямые задачи, имеющие отношение к природоресурсной, энергетической, продовольственной безопасности, безопасности в сфере прав человека, экологии и здравоохранения.

2.7.3. Принципы рационального природопользования и природообустройства

Человек накопил большой опыт в природопользовании, применении отдельных приемов природообустройства, в настоящее время возникла необходимость в познании общих закономерностей этих деятельности, выработке общих принципов, обеспечивающих гармоничное развитие природных систем и человеческого общества, т.е. коэволюцию. Именно широкомасштабность природопользования породила озабоченность общества и необходимость принятия определенных ограничений, как при использовании природных ресурсов, так и при переустройстве природы. Эта озабоченность

проявляется в известном правиле эколого-экономического восприятия Дж. М. Стайкса:

- вначале ни разговоров, ни действий;
- затем разговоры, но бездействие;
- далее разговоры, начало действий;
- и, наконец, решительные действия.

По-видимому, мы сейчас находимся на третьей стадии, более развитые страны вступили уже в четвертую стадию. Н.Ф. Реймерс предложил следующую схему экономико-экологических общественных отношений, также состоящую из четырех этапов:

- экономическое развитие при отсутствии экологических ограничений;
- возникновение экологических ограничений;
- доминанта охраны среды с экологическими и технологическими ограничениями;
- все ради выживания.

По этой схеме мы (Россия) находимся где-то между вторым и третьим этапами, в нашем общественном сознании и в политике государства проявляются признаки управляемой хозяйственной деятельности, подкрепляемой правовыми документами, исполнение которых ещё неудовлетворительное.

Под принципом будем понимать основное, исходное положение какой-нибудь теории, учения, науки. Например, известны основные принципы (законы) земледелия:

- 1) принцип незаменимости и равнозначности факторов жизни растений;
- 2) принцип оптимума: каждый фактор имеет оптимальное для продуктивности растений значение;
- 3) принцип совокупности действия факторов: максимальная продуктивность имеет место, когда все факторы в оптимуме;
- 4) принцип соответствия: оптимальное значение фактора меняется по мере развития растения;
- 5) принцип возврата в почву питательных веществ;
- 6) принцип плодосмена.

Эти давно сформулированные принципы отражают, прежде всего, желание обеспечить максимальную продуктивность сельскохозяйственных культур и практически не принимают во внимание сохранение природы, в частности, плодородия почв, и поэтому не являются полными. Принципы природопользования и природообустройства должны быть более полными, всесторонними, иметь общий характер, а главное, обеспечить природоохранную составляющую этой деятельности.

По своей сути природообустройство тесно связано с природопользованием, ориентировано на его особенности, эффективность и экологическая безопас-

ность природообустройства во многом зависит от правильно выбранного вида природопользования. Поэтому принципы природообустройства должны содержать много моментов, относящихся к оптимизации природопользования, направленной на охрану природы.

В теории рационального природопользования называются такие принципиальные положения:

- знания о природе и природопользовании должны быть глобальными, а действия локальными;
- у природы нельзя брать того, без чего можно обойтись;
- жизненное пространство нужно не отвоевывать у природной экосистемы, а создавать;
- природу нужно не покорять, а с ней сотрудничать;
- любой биотический элемент экосистемы имеет такие же «права на ресурсы», как и человек;
- при взаимоотношениях человека с природой он должен поступать так, чтобы ему не было стыдно за свои действия (нравственное природопользование); использовать природные ресурсы может только нравственный человек;
- вторичное использование ресурса эффективно и нравственно, оно должно всячески поощряться.

Рациональное природопользование направлено на обеспечение условий существования человечества и получение материальных благ, на эффективное использование каждого природного территориального комплекса, на предотвращение или максимальное снижение возможных вредных последствий процессов производства или других видов человеческой деятельности, на поддержание и повышение продуктивности и привлекательности природы, обеспечение и регулирование экономичного освоения её ресурсов.

Составными части рационального природопользования должны являться охрана, освоение и преобразование природы, восстановление нарушенных компонентов природы, восполнение природных ресурсов. Они проявляются в различных формах по отношению к различным типам природных ресурсов. При использовании практически неисчерпаемых ресурсов (энергия солнечного и подземного тепла, приливов и отливов и т.п.) рациональность природопользования характеризуется, прежде всего, наименьшими эксплуатационными расходами, наибольшими коэффициентами полезного действия добывающих производств и установок. Для ресурсов исчерпаемых и при этом невозобновимых (например, минеральных) важны комплексность и экономичность добычи, сокращение отходов и т.п. Извлекаемость многих ресурсов редко превышает 50%, что приводит к расширению площади разрабатываемых месторождений, к дополнительному нарушению и загрязнению окружающей среды, уменьшает

запасы ресурса, увеличивает объём отходов, содержащих в невысоких концентрациях полезные для человека вещества

Охрана ресурсов, восполняемых в ходе использования, должна быть направлена на поддержание их продуктивности и ресурсооборота, а эксплуатация должна обеспечивать их экономичную комплексную и безотходную добычу и сопровождаться мероприятиями по предотвращению ущерба смежным видам ресурсов и окружающей среде в целом. Показательной является недостаточная эффективность использования водных ресурсов для водоснабжения и ирригации, потери очень ценной пресной воды в таких системах составляют 30...40% забранной. Эти потери не только бесполезны и уменьшают объём ресурса, но и вредны, так как даже пресная вода в избыточном количестве в природных системах является своеобразным загрязнителем, т.к. её избыток приводит к негативным последствиям: подъёму уровня грунтовых вод, к заболачиванию, снижению плодородия почв, угнетению роста и развития растений и полезной микрофлоры. Отсюда — значимость технического прогресса в отраслях природопользования и природообустройства, совершенствования управления технологическими процессами.

Рационализации природопользования можно добиться путем разумного сокращения потребления в антропогенных экосистемах, а также селекцией животных и растений для получения видов с широким диапазоном саморегулирования, т.е. экономно использующих природный ресурс. Второй путь — увеличение того или иного ресурса с помощью природообустройства, придания нового качества ресурсу. Например, недостаток плодородных земельных ресурсов может быть восполнен посредством мелиорации земель. Недостаток тепловых ресурсов для растений может восполняться либо размещением их на «теплых» южных склонах, либо путем искусственного подогрева почвы или в теплицах.

Человек, как биологическое существо, несомненно, принадлежит биосфере, на протяжении многих лет он вёл себя во многом как животное, т.е. не использовал свой разум для рационализации своих отношений с природой. Это привело к существующему экологическому кризису. Основными качествами человека, отличающими его от животного, является не только способность мыслить, это в той или иной степени наблюдается и у животных. Человек имеет такие качества как стыд, совесть, боль за «ближнего» и другие нравственные категории. Поэтому, как существо нравственное человек должен «стоять над биосферой» для помощи живому и исправления ошибок всех поколений людей в отношениях с природой. Поэтому природопользование должно быть не только рациональным, т.е. экономным, экологически безопасным, но и нравственным.

При формулировании принципов рационального природопользования и природообустройства использованы работы Н.Ф. Реймерса, разработки кафедры философии (Р.М. Орлов) и кафедры мелиорации и рекультивации земель (А.И. Голованов) МГУП. Приведем эти принципы.

1. *Принцип целостности* природных объектов, подвергающихся обустройству или использованию, их надо рассматривать как единые геосистемы различного ранга; объектом природопользования и природообустройства должен быть не отдельный ресурс или компонент природы: поверхностные или подземные воды, почва, растение, — и не произвольно выбранная территория: поле севооборота, земли отдельного хозяйства, а определенного ранга геосистема, занятая переустраиваемыми землями и включающая взаимообусловленный набор компонентов природы и развивающихся как единое целое (фация, урочище, местность, ландшафт или их совокупность, речной водосбор, имеющие естественные границы). Такой подход позволяет объективно вычленять территорию, где осуществляется ресурсопользование и проводится обустройство, наиболее полно учесть все связи между компонентами природы, их взаимовлияние, отследить дальнейшие экологические последствия.

2. *Принцип сбалансированности* хозяйственной деятельности на обустроенной территории с ресурсными и экологическими возможностями природных систем, например, выращивание сельскохозяйственных культур, наиболее соответствующих местным климатическим ресурсам, применение соответствующих систем земледелия, использование технологий природопользования, наиболее органично вписывающихся в функционирование природных систем; этим достигается уменьшение нужды в обустройстве природы, следовательно, вмешательство в природу будет меньше, а пользование ресурсом — дешевле.

3. *Принцип природных аналогий*, т.е. применение направлений и технологий ресурсопользования и природообустройства, которые по возможности воспроизводят естественные процессы функционирования компонентов природы, например, если черноземные почвы исторически сформировались при увлажнении ливневыми дождями, то и полив их должен быть в виде искусственного дождя, рис же лучше выращивать на пойменных землях и поливать затоплением, так как это соответствует и его изначальным биологическим особенностям и почвы, на которых он растет, также сформировались при длительном затоплении водами рек или при обильных муссонных дождях; если естественный отток избыточной воды с территории обычно происходит в виде комбинации поверхностного и подземного стока, то и искусственный дренаж территории должен сочетать оба этих способа. Этот принцип созвучен с правилом «мягкого» управления природой в противовес «жесткому» (Н.Ф.

Реймерс). Выполняя этот принцип, можно добиться экосовместимости техники и технологий с природой, наносящих минимальный ущерб окружающей среде.

4. *Принцип необходимого разнообразия*: квазиприродная система, создаваемая человеком при ресурсопользовании, должна быть максимально возможно разнообразна по своему составу (севообороты, плодосмен, сохранение естественных биогеоценозов на части площади, достаточная экологическая инфраструктура), это подтверждается «правилом монокультуры» Ю. Одума, согласно которому созданные человеком монокультуры неустойчивы по своей природе; управляющая техногенная система тогда может успешно справиться со своей функцией, когда она будет устроена также разнообразно, как и управляемая квазиприродная система; например, гидромелиоративная система, созданная человеком для управления водным режимом почвы, должна быть настолько разнообразна, насколько разнообразны условия формирования водного режима в разных частях конкретной геосистемы (разные типы водного питания при осушении, разная потребность в орошении). Этот принцип обосновывает, в частности, необходимость применения комплексных мелиораций, т.е. одновременного регулирования нескольких факторов, формирующих плодородие почвы и продуктивность возделываемых растений, а также сочетания разных приемов мелиорации на разных частях переустраиваемой территории.

5. *Принцип адекватности воздействий*: управление квазиприродными системами должно строиться на основе прямых и обратных связей, т.е. техногенные системы должны оборудоваться средствами получения и обработки информации о состоянии природных систем (о развитии культивируемых растений, состоянии почвы, её влажности, количестве доступных элементов питания; об осадках, испарении, притоке воды к водохранилищу, о водозаборе — при регулировании стока и т.п.), а также блоками по выработке управляющих сигналов и их реализации в зависимости от меняющейся во времени ситуации, это очень важно для управления природными процессами, происходящими при сильной изменчивости и слабой предсказуемости погодных условий.

6. *Принцип гармонизации круговоротов*: нахождение наилучшего сочетания антропогенного и природного круговоротов веществ и энергии; что человек, вмешиваясь в природные процессы, изменяет естественные и создает новые круговороты, например, природа часто выводит из геохимического круговорота токсичные вещества, соли, «захоранивает» их в глубоких пластах или в полужамкнутых геологических образованиях, человек, интенсифицируя круговорот воды орошением и дренажем, «распечатывает» эти склады, что может приводить к засолению почв, загрязнению речных вод.

7. *Принцип предсказуемости*: природопользование и природообустройство должны опираться на достоверные количественные долгосрочные прогнозы изменения как функционирования природных систем под действием управляющих воздействий, так и на прогнозы изменения экономической и социальной обстановки. Этому соответствует принцип «обманчивого благополучия», когда первые успехи от преобразования природы и природопользования могут в последующем измениться на неблагоприятные, для объективной оценки мероприятий нужны годы.

8. *Принцип одновременной эффективности и безопасности* (не навреди!): эффективность может быть экономической — как результативность обустройства природы и последующего природопользования, соотношение между результатами хозяйственной деятельности и затратами труда, она характеризуется производительностью труда, фондоотдачей и материалоемкостью продукции, т.е. количеством исходных ресурсов, которые расходуются на тот или иной вид продукции, чем меньше материалоемкость, тем более рационально используются природные ресурсы, например, изделия сделанные из вторичного сырья менее материалоемки, т.е. экономят природные ресурсы. *Социальная эффективность* характеризует уровень жизни населения, его здоровье, объем получаемых услуг (отдых, образование, воспитание). *Экологическая эффективность* измеряется качеством среды жизни человека и биоты в целом, устойчивостью среды жизни; природопользование и природообустройство не должны наносить вреда человеку, биоте и окружающей среде, в противном случае негативные последствия должны быть компенсированы или устранены (загрязняющий платит). Безопасности природопользования и природообустройства можно достичь, соблюдая меру преобразования природных систем (Н.Ф. Реймерс): устанавливая допустимую распашку земель, объемы и площадь орошения, степень осушения, химическую нагрузку на природу, площадь затопления при строительстве крупных водохранилищ и т.п.

9. *Принцип комплексности* природообустройства и природопользования: гораздо эффективней всестороннее использование природного объекта, всех его полезностей, например, рек — для водоснабжения, энергетики, судоходства, рыбозаводства, отдыха, приема очищенных сточных вод; или лесов с глубокой переработкой всей древесины, или полезных ископаемых с полным извлечением всех полезных веществ. Комплексные мелиорации впервые предложены на кафедре мелиорации МГУП (С.Ф. Аверьянов, В.В. Шабанов). Это одновременное регулирование нескольких факторов, формирующих плодородие почвы и продуктивность возделываемых растений, применение всех доступных способов мелиорации. См. также комплексное обустройство территорий (глава 12). Помимо этого многие природные объекты выполняют несколько разных функций: социально-экономические, экологические, природоохранные. По-

этому комплексность природообустройства заключается и в одновременной поддержке различных функций. Например, главным объектом мелиорации и рекультивации сельскохозяйственных земель является почва. Для человека она важна своим плодородием, это её важная социально-экономическая функция. Одновременно почва выполняет ряд важнейших экологических функций: обладает защитными природоохранными свойствами, т.е. способна задерживать, связывать, разрушать вредные вещества, предохраняя другие компоненты природы от загрязнения, она качественно и количественно регулирует питание подземных вод, активно формирует поверхностный сток, оптимизируя соотношение поверхностного и подземного стока. На это обстоятельство обратил внимание И.П. Айдаров. Именно почва создала два механизма стока избыточных вод с водосбора в реки, отличающиеся в сто тысяч раз по скорости (поверхностные потоки имеют скорость доли метра в секунду, а подземные — в сутки).

10. *Принцип нравственности*, предложенный профессором В.В. Шабановым: безопасность природообустройства и природопользования с первого взгляда можно обеспечить соответствующими правилами, юридическими нормами (кодексами, законами, штрафами, поощрениями), но этого недостаточно, особенно в сфере воспитания, образования. Все больше ученых считают, что таким критерием самоконтроля деятельности человека может быть нравственность. Нравственность — один из самых важных факторов личной жизни, общественного развития и исторического прогресса. Она заключается в добровольном самостоятельном согласовании чувств, стремлений и действий членов общества с чувствами, стремлениями и действиями сограждан, их интересами и достоинством, с «интересами и достоинством» всего биотического сообщества в целом, а также с косной природой в целом. По Канту нравственность — чувство некоторой ощущаемой зависимости частной воли от общей воли. Принцип нравственности можно сформулировать как внутреннюю установку человека делать добро и не делать зла для природы в целом. В соответствии с этим нравственное природообустройство и природопользование можно рассматривать, как систему взаимоотношений человека и природы, при которой человеку не бывает стыдно за свои действия.

11. *Принцип интеграции знаний*: природопользование и природообустройство должны иметь свою собственную научную базу, которая использует знания наук о природе, социально-экономических наук и прикладных наук, обосновывающих инженерно-технические мероприятия, вместе с тем эти деятельности, синтезируя знания других наук, создает свои собственные знания (закон увеличения наукоемкости природопользования и природообустройства по Н.Ф. Реймерсу).

Сама логика развития человеческого общества ставит перед ним принципиально новые задачи, приводит к появлению новых наук, необходимости в новых специальностях, внесению новых компонентов в воспитание и образование человека. Этим как раз и объясняется необходимость создания общей теории природопользования и природообустройства, выработки новых технологий ресурсопользования и обустройства. Перечисленные принципы должны реализовываться при обосновании методов и способов природообустройства на конкретных территориях.

Сформулированные принципы природопользования и природообустройства во многом основаны на законах экологии, это видно из сравнения принципов с законами Б. Коммонера, высказанными им в афористичной форме:

- природа знает лучше, отсюда — принцип природных аналогий;
- все связано со всем, отсюда — принцип целостности;
- все должно куда-то деваться, отсюда — принцип безопасности;
- ничто не дается даром, отсюда — принципы сбалансированности и эффективности.

Глава 3. Водные ресурсы и их использование

3.1. Объём и режим поверхностных и подземных вод

Трудно представить и понять историю России без учета роли её многочисленных водных объектов в становлении Российской государственности и экономическом развитии страны на разных этапах её существования. Россия расположена в пределах четырех широтных географических поясов — арктического, субарктического, умеренного и субтропического и омывается водами 12 морей. Многообразие водных объектов гидросферы представлено на территории России следующими их видами: морями, реками, озерами, подземными водами, болотами, ледниками, водохранилищами и каналами. Два последних вида водных объектов обязаны своим появлением преобразующей деятельности человека и получили широкое распространение во второй половине XX века, когда масштабы хозяйственного использования воды неизмеримо возросли. Для каждого водного объекта характерна своя, присущая только ему, система геофизических процессов, диапазон изменения морфометрических, гидрофизических, физико-химических и биологических характеристик и в конечном итоге условия формирования и функционирования водных и околотоводных экосистем. Водные объекты имеют для человека наибольшее значение, прежде всего как источники питьевой воды, а также как рекреационные и средообразующие объекты.

В отличие от других видов природных ресурсов водные ресурсы являются незаменимыми. В процессе производства энергии, продовольствия, промышленной продукции расходуется большое количество воды. Вода, наряду с органическим топливом (нефть, газ, уголь), становится в XXI веке стратегическим сырьем. Дальнейшее промышленное и хозяйственное развитие многих стран, в том числе и России (её отдельных регионов и административных единиц) будет сдерживаться либо недостатком воды, либо ухудшением её потребительских свойств.

Водные объекты любого государства следует рассматривать как национальное достояние, которое требует, по крайней мере, своего сохранения. Зарождение древнейших цивилизаций происходило вблизи величайших рек и знаменитых озер. Сегодня национальными символами многих стран мира являются их водные объекты. В России это река Волга и озеро Байкал, в США — река

Миссисипи и Великие озера, в Венгрии — река Дунай и озера Балатон, в Киргизии — озеро Иссык-Куль, для некоторых африканских стран — река Нил и озера Чад, Виктория, Танганьика (Малави).

Россия обладает уникальным фондом водных объектов, являющихся огромным национальным богатством, рачительное распоряжение которым во многом определяет благосостояние ныне живущих и будущих поколений. Основными источниками водных ресурсов в России являются реки, озера, подземные воды, ледники и водохранилища. На территории России насчитывается более 2,5 миллионов больших и малых рек, свыше 2 миллионов озер, сотни тысяч болот, тысячи искусственных каналов, водохранилищ и прудов и др. Наибольшая густота речной сети характерна для северных и горных районов, наименьшая — для южных.

Реки. Под реками обычно понимают однонаправленные по рельефу (сверху вниз) потоки воды, текущие в руслах и формирующиеся за счет поверхностного и подземного стока, поступающего с водосборных территорий. Каждая крупная река представляет собой целую систему питающих её рек меньшего порядка. Археологические и исторические свидетельства говорят о том, что начало многих древних цивилизаций связано с реками: Тигр и Евфрат, Инд и Ганг, Янцзы и Хуанхэ и Нил. Значение речных систем в полной мере сохранилось и в эпоху индустриального развития, т.к. речные долины являются местом наибольшей концентрации населения, хозяйственных и промышленных объектов.

Главной особенностью речных систем является то, что в них осуществляется транзитный однонаправленный перенос вещества и энергии. Именно реки осуществляют связь суши с Мировым океаном, поставляя в него ежегодно миллиарды тонн минерального и органического вещества. Гидрографическое строение речных систем, т.е. топография, соотношение линейных и морфометрических элементов притоков разного порядка образуют удивительно упорядоченную структуру, особенную для разных типов рек. По рисунку речной сети можно получить представление о характере и особенностях территории, на которой сформировалась река.

Реки классифицируются и типизируются по многим признакам. Разделяют равнинные и горные реки; малые (длиной меньше 100 км, площадь бассейна 2000 км²), средние и крупные реки; постоянные и пересыхающие реки; реки снегового, снего-дождевого, дождевого и ледникового питания. Кроме того, существуют классификации по типу уровня режима, гидрохимическим характеристикам и т.д.

Основными характеристиками рек являются: объем годового стока и его многолетняя изменчивость, внутригодовое распределение стока по сезонам и месяцам, максимальный и минимальный расход воды, количество переноси-

мых за год и отдельные периоды наносов (взвешенных и влекомых), а также солей, поступающих в приемный водоток (другую реку) или водоем (озеро или море). Неравномерность стока рек наиболее выражена в аридных регионах, а также для горных рек с паводковым режимом. Наиболее богатыми и продуктивными считаются дельты рек, т.е. зоны контакта морских и речных вод.

Россия богата великими по мировым масштабам реками. По величине стока, протяженности и площади бассейна в «двадцатку» рек мира входят Обь, Енисей, Амур, Лена, Волга. В России более 120 тыс. рек длиной более 10 км, 99% всех рек относятся к категории малых. Суммарная протяженность речной сети превышает 2,3 млн. км, 400 тыс. км благоприятны для судоходства.

Для основных речных систем России характерно меридиональное расположение, большая часть речного стока (70%) поступает в моря Северного Ледовитого океана. На восток страны, в моря Тихого океана (Берингово, Охотское, Японское) поступает 18% стока. В Каспийское море поступает 7% стока, в Черное море 2% и Балтийское море 3% речного стока.

Озера — это природные континентальные водоемы с замедленным водообменом, которые занимают понижения рельефа (озерные котловины). По площади озера отличаются на три порядка — от долей км² до нескольких тысяч км², то же и по глубине — от нескольких до 1,5 тыс. и более метров. Общее количество озер на планете превышает несколько десятков миллионов, суммарная площадь их акватории оценивается в 2,7 млн. км² (1,8% общей площади суши).

Удивительно разнообразие типов озер, определяемое в основном происхождением их котловин, в соответствии с которым различают тектонические, ледниковые, речные (старицы), приморские (лиманы), провальные (карстовые и термокарстовые), вулканические (в кратерах потухших вулканов), завально-запрудные (при обвалах больших масс горных пород в речные долины). Возраст озер определяется их происхождением и составляет от нескольких десятков до нескольких миллионов лет (многие тектонические озера).

Основной характеристикой многих озер можно считать стабильность их уровня режима, который является результирующей водного баланса и отражает соотношение прихода и расхода воды. Основная особенность озерных систем — преобладание в них процессов накопления минерального и живого вещества, которые определяют эволюцию озера. Необходимо также отметить широкое распространение как пресных, так солоноватых и соленых озер.

Считается, что около 200 наиболее крупных озер планеты имеют общемировое и национальное (для отдельных стран) значение. Среди них наиболее известные и крупные озера: Великие американские и африканские озера; в России — Байкал, Ладожское, Онежское, Таймыр, Чудско-Псковское, Ильмень и др.

В России насчитывается более 2 млн. озер (пресных и соленых), общая площадь акватории которых составляет 350 тыс. км². Более 90% озер мелководны (глубиной 1–2 м) и невелики по площади (менее 1 км²). Многие небольшие озера аридной зоны в летний период сильно усыхают или пересыхают полностью. В гумидной зоне, особенно в районах с вечной мерзлотой, где имеется множество термокарстовых озер, их гидрографические характеристики также испытывают существенные сезонные и межгодовые изменения.

По территории России озера распределены весьма неравномерно: большая их часть расположена на северо-западе страны (Кольский полуостров, Карелия, Вологодская, Архангельская и Ленинградская области), на Урале, в Западной Сибири, на Ленско-Вилюйской возвышенности, в Забайкалье и бассейне реки Амура.

Проточные озера преимущественно распространены в гумидной зоне, бессточные озера — в аридной, где испаряемость с водной поверхности намного превышает количество атмосферных осадков. На северо-западе страны, в Карело-Кольском регионе много озер-водохранилищ, уровень которых повышен на 0,5–2 м и даже на 3–10 м (Выгозеро, Топозеро, Ковдозеро, Нотозеро и др.) в результате создания гидротехнических сооружений на реках, соединяющих озерные системы. Характеристика крупнейших озер России приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Крупнейшие озера России

Озеро	Площадь, км ²	Объем, км ³	Длина, км	Максимальная ширина, км	Максимальная глубина, м	Период водообмена, число лет
Байкал	31500	23000	636	79	1741	350-400
Ладожское	17700	908	200	124	230	12
Онежское	9720	285	248	90	127	17
Таймыр	4560	13	200	80	26	43
Ханка	4150	18,5	95	70	11	9
Чудско-Псковское	3550	35,2	96	50	15	3
Белое	1290	5,2	43	32	20	н.д.
Выгозеро	1140	6,4	70	30	18	н.д.
Топозеро и Пяозеро	1049	25	70	30	56	15
Ильмень	610-2100	1,8-4,2	45	35	5-6	н.д.

Многие озера и озерные системы являются естественными регуляторами стока, снижая высоту паводков и паводков, обеспечивают защиту территорий от затопления и подтопления, выравнивают внутригодовое распределение стока. Озера, особенно крупные и средние (площадью в десятки и сотни км²), играют важную роль в хозяйстве России. Они используются для целей энергетики (озера-водохранилища), водного транспорта, рыбного хозяйства, рекреации, туризма и спорта, служат источниками питьевого водоснабжения и водообеспечения промышленных и хозяйственных объектов. В последние два десятилетия антропогенное воздействие на водосборы и акватории озер существенно ухудшило их экологическое состояние.

Болота занимают сравнительно небольшую часть суши, около 3,5 млн. км², однако их экологическое значение трудно переоценить. Во-первых, это особый тип экосистем, представленный весьма специфической биотической системой, а во-вторых, болота выполняют чрезвычайно важную регулирующую функцию, определяя условия формирования и качества речного стока, особенно в лесной зоне.

Болота образуются на участках суши, для которых характерно постоянное и избыточное увлажнение, вызывающее появление гидрофильной (влаголюбивой) растительности и развитие специфических почвенных процессов, чаще всего приводящих к торфообразованию. В зависимости от условий водного питания болота подразделяются на евтрофные (низинные), мезотрофные (переходные) и олиготрофные (верховые). По типу преобладающей растительности болота принято подразделять на лесные, кустарничковые, травяные, мховые.

В России болота и заболоченные участки занимают свыше 10% территории страны. Запасы воды в них оцениваются в 3000 км³. Основные болотные массивы сосредоточены на Северо-Западе европейской части страны (до 40% территории региона) и на севере Западной Сибири (50-70%). Площади болот колеблются от нескольких гектаров до десятков км².

Болота не только естественные (природные) регуляторы объема и режима поверхностного стока. Их роль велика и в формировании качества поверхностных вод, поскольку уникальные болотные биоценозы осуществляют естественное самоочищение вод от многих атмосферных и антропогенных загрязнений. В болотных экосистемах продуцируется ежегодно огромное количество весьма ценных видов ягод (брусники, морошки, клюквы, черники), а также лекарственного сырья, которое используется в целом в очень незначительной степени. Урожайность ягодников моховых и торфяных болот достигает 100 ц/га и более, что существенно выше, чем в самых продуктивных зерновых агроценозах с интенсивной технологией выращивания. Для многих ценных видов охотофауны, особенно боровой и водоплавающей птицы, болота являются основными кормовыми угодьями.

Возможно, наиболее ценным природным ресурсом болот является торф, и не только как органическое топливо и удобрение. В последние годы в России созданы технологии, позволяющие получать на основе торфа уникальные и дешевые сорбенты, позволяющие эффективно и экономично очищать воду, снижать уровень радиоактивного загрязнения и проводить реабилитацию радиационно зараженных территорий.

Основным направлением охраны болотных комплексов является сохранение их естественного водного режима как главного условия функционирования.

Как известно, в 1970—80-е годы водный режим многих болотных массивов, особенно в Северо-Западном регионе России, был нарушен при проведении мелиоративных работ и торфоразработок. В 1990-е годы объем осушительных мелиораций резко снизился, но уровень добычи торфа в ряде регионов страны остался довольно высоким. Например, в Тверской, Ярославской, Костромской, Ивановской и Нижегородской областях ежегодно добывается несколько миллионов тонн торфа.

Ледники — это своеобразные, чаще всего горные и покровные системы накопления и движения воды в твердой фазе с очень медленными скоростями движения, измеряемыми десятками и сотнями метров в год. При определенных условиях, прежде всего скоплении больших масс льда, последний приобретает свойства пластичности и начинает перемещаться под воздействием силы тяжести. Ледники весьма разнообразны по форме и размерам — от долей км² до нескольких млн. км². Общая площадь современных ледников планеты достигает 16 млн. км² (11% площади суши). Самый крупный ледниковый покров планеты — Антарктида.

В ледниках законсервировано 2/3 пресных вод планеты, это вековые запасы пресной воды. Ледники — возобновляемые ресурсы, но оборот воды в них от десятков до сотен тысяч лет. Поэтому к заманчивым проектам использования ледников путем их ускоренного стаивания (в результате искусственного зачернения поверхности) в целях увеличения стока рек с ледниковым питанием нужно относиться крайне осторожно. Общеэкологическое значение ледников связано с тем, что их можно рассматривать как страховые («гарантированные») запасы пресной воды для человечества. Важно также, что ледники являются индикаторами общепланетарных процессов увлажнения, которые отражают изменения водного баланса целых регионов, обусловленные циклами и масштабами геосферных процессов либо техногенных воздействий (парниковый эффект).

Общая площадь ледников в России составляет около 60 тыс. км² — это около 3% общей площади ледников мира (без учета Антарктиды). Ледники распространены преимущественно на арктических островах (Новая Земля —

24300 км², Северная Земля — 17470 км², Земля Франца-Иосифа — 13700 км²) и горных районах (северный склон Большого Кавказа — 1230 км², Алтай — 900 км², Камчатка — 870 км², Северо-Восток Сибири — 480 км², Корякское нагорье — 180 км², Саяны, Полярный Урал, Саур и Становой Хребет — суммарно около 100 км²). Наибольшее число ледников расположено на Кавказе; в пределах российской части территории этой горной системы имеется более 1400 ледников, различающихся по объему и площади. Особенно велика роль ледников для южных районов страны, т.к. они во многом определяют сток горных рек.

В пределах России около 5 млн. км² занимают территории многолетней (вечной) мерзлоты. Для этих районов характерно образование наледей, мощных скоплений (до 10—20 м) льда в результате замерзания подземных вод, выходящих на поверхность. Наледеи имеют существенное регулирующее значение для формирования речного стока на территориях с вечной мерзлотой. В наледях ежегодно в среднем аккумулируется около 30 км³ воды (это больше чем два годовых стока такой реки, как Кубань).

Водохранилища. Регулирование стока рек путем создания водохранилищ к настоящему времени приобрело масштабы планетарного явления. Большая часть водохранилищ была создана во второй половине XX столетия, этот процесс охватил все континенты, индустриальные и развивающиеся страны. Сейчас на планете эксплуатируется около 40 тыс. водохранилищ, их суммарный полный объем составляет 6 тыс. км³, что в 5 раз превышает единовременный («мгновенный») запас воды в мировой речной сети (около 1200 км³). Наибольшее число крупных водохранилищ (объемом более 1 км³) создано в бывшем СССР, США, Канаде, Бразилии, Китае, Индии, Мексике, Аргентине. Длина некоторых крупных водохранилищ достигает 500 км, ширина — 60 км, а глубина — 300 м. Полный объем самого крупного в мире Братского водохранилища на Ангаре составляет 169 км³, это три годовых стока такой реки, как Днепр. Площадь крупнейших водохранилищ достигает нескольких тысяч км².

Многие реки мира превращены в каскады водохранилищ, например, Колумбия, Колорадо, Миссури, Теннесси, Евфрат, Днепр, Волга, Кама, Ангара, Енисей, Парана, Риу-Гранди.

Создание водохранилищ позволило во многих странах мира решить задачи водоснабжения и водообеспечения, гидро- и теплоэнергетики, водного транспорта, ирригации, борьбы с наводнениями. Десятки крупнейших городов мира осуществляют водоснабжение из систем водохранилищ.

Большая часть водохранилищ создана на реках, природа которых особенно сильно меняется при формировании непрерывных каскадов. Зарегулированные речные системы становятся транзитно-циркуляционными и в них существенно

замедляется скорость водообмена. По оценкам ряда специалистов в связи с созданием водохранилищ продолжительность водообмена в речных системах планеты увеличилась почти в 5 раз. В реках с каскадами водохранилищ этот показатель еще выше, так например на Волге — в 10 раз (табл.3.2).

Таблица 3.2.

Основные показатели водохранилищ Волжско-Камского
и Ангаро-Енисейского каскадов

Водохранилище	Годы заполнения	Объем, км³		Площадь зеркала, км²	Глубина, м		Длина, км	Коэффициент водообмена, число раз в году
		полный	полезный		максим.	средняя		
Волжско-Камский каскад								
Верхне-волжское	1845, 1944	0,52	0,47	183	17	2,8	85	1,8
Иваньковское	1937	1,12	0,81	327	19	3,4	120	7,9
Угличское	1939-1943	1,25	0,81	249	19	5	146	9,8
Рыбинское	1940-1949	25,42	16,67	4550	30	5,6	110	1,4
Горьковское	1955-1957	8,82	3,9	1591	22	5,5	430	6
Чебоксарское**	1981	4,6 12,6	0 5,4	1080 2170	13 18	4,3 5,8	340	24,3 8,9
Куйбышевское	1955-1957	57,3	33,9	6150	41	9,3	510	4,2
Саратовское	1967-1968	12,87	1,75	1831	31	7	312	19,1
Волгоградское	1958-1960	31,45	8,25	3117	41	10	540	8
Камское	1954-1956	12,2	9,8	1915	30	6,4	300	4,2
Воткинское	1961-1964	9,4	3,7	10,65	28	8,8	360	5,8
Нижнекамское	1978	2,8 13,8	0 4,6	1000 2570	14 20	2,8 5,3	270	6,6 3,2

Водохранилище	Годы заполнения	Объем, км ³		Площадь зеркала, км ²	Глубина, м		Длина, км	Коэффициент водообмена, число раз в году
		полный	полезный		максим.	средняя		
Итого (округлено)		168 187	80 90	23060 25720				
Ангара-Енисейский каскад								
Иркутское	1956-1959	2,1	0,45	154	35	14	70	9,6
Братское	1961-1967	169,3	48,2	5470	150	31	565	0,6
Усть-Илимское	1974-1977	58,9	2,7	1922	94	30	300	1,6
Красноярское	1967-1972	73,3	30,4	200	105	370	390	1,4
Саянское	1980-1987	31,4	15,3	621	220	50	313	1,9
Итого (округлено)		335	97	10160				

** В числителе — при современном подпорном уровне, в знаменателе — при проектном НПУ

Создание и эксплуатация водохранилищ привела к возникновению широкого круга весьма сложных социально-экономических, инженерно-технических и экологических проблем, и как следствие этого — к весьма неоднозначному отношению в обществе к проблеме создания и использования искусственных водоемов.

В настоящее время, по крайней мере в ближайшие несколько десятилетий, важнейшим практическим средством управления водными ресурсами по-прежнему будут являться водохранилища. Эта ситуация характерна не только для России, но и для большинства стран мира. Анализ многочисленных зарубежных публикаций не дает оснований считать, что процесс создания водохранилищ на планете завершился.

В России в настоящее время имеется более 1200 водохранилищ объемом более 1 млн. м³, из них к крупным (более 1 км³) относятся 49 гидроэнергетического назначения. Суммарный полный объем российских водохранилищ составляет 925 км³, полезный — 434 км³, площадь — 63 тыс. км² (с учетом подпертых озер — 115 тыс. км²). Доля водохранилищ России составляет в со-

временном мировом фонде 15% по суммарному объему и 16% по площади, а с учетом подпертых озер — 19%.

Изменения в окружающей среде, обусловленные созданием и эксплуатацией водохранилищ, затрагивают экологические и другие интересы десятков миллионов россиян. Достаточно сказать, что около 20 млн. человек проживают в России непосредственно на берегах водохранилищ и еще примерно 30 млн. проживают в зоне 2-часовой транспортной доступности от водохранилищ.

Водохранилища оказывают влияние практически на все компоненты литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы, образующих природную среду на прилегающих к водохранилищам территориях, т.е. на гидродинамические условия и рельеф, сейсмику, режим подземных вод, микроклимат, почвы, растительность, животный мир и ландшафт в целом.

Наиболее осязаемое воздействие на природную среду оказывают крупные водохранилища объемом более 1 км³ и площадью акватории в сотни и тысячи км². Важное социально-экономическое значение имеет и изменение инфраструктуры территорий в результате создания водохранилищ.

Создание водохранилищ на планете привело к изменениям природных и хозяйственных условий на территории в 1,5 млн. км², что равно суммарной площади таких европейских стран, как Франция, Испания, Великобритания и Германия. В бывшем СССР общая площадь территорий, где произошли изменения, связанные с созданием и эксплуатацией водохранилищ, оценивалась примерно в 100 тыс. км². Для России эта территория составляет 75–80 тыс. км².

Влияние водохранилищ на окружающую среду многообразно: оно может быть прямым и косвенным, проявляться немедленно или много лет спустя после создания. Это влияние зависит также от внутривековых и других климатических флуктуаций, которые могут снижать или, наоборот, усиливать воздействие водохранилищ на климат, гидрологические, физико-химические, гидрогеологические и биологические процессы.

Наиболее осязаемыми и заметными последствиями создания и эксплуатации водохранилищ для природной среды являются: затопление земель, перестроение берегов водохранилищ и размыв русла и берегов реки ниже гидроузлов (а иногда и прилегающих к устью берегов морей), повышение уровня грунтовых вод и вызываемое им заболачивание и подтопление земель, изменение почвенного и растительного покрова под влиянием подтопления, изменение условий обитания фауны в долине реки, коренная перестройка фауны в зарегулированной речной системе, в результате чего изменяются условия обитания и размножения разных водных организмов, особенно рыб, изменение системы внутриводоемных процессов формирования качества воды из-за замедления водообмена, а также создания благоприятных условий для избыточного развития сине-зеленых водорослей («цветение воды») и т.п.

Указанные изменения с экологических позиций, как правило, нежелательны. Однако при этом человек и его хозяйство получают определенные выгоды. К ним относятся:

- улучшение гидрографической сети;
- перераспределение стока между сезонами года и годами разной водности, между днями недели и часами суток, создание акватории в интересах хозяйства;
- концентрация и аккумуляция гидроэнергоресурсов;
- преобразование гидрологического режима для целей использования земельных ресурсов: орошение земель, интенсификации использования земель (освобождение пойменных земель ниже плотины от чрезмерно частых и длительных наводнений и т.п.);
- вовлечение в хозяйственное использование непродуктивных земель путем аккумуляции на них водных ресурсов и создание более продуктивной в ряде случаев водной среды (рыболовство и рыбоводство);
- уменьшение или полная ликвидация вредных стихийных явлений природы: наводнений, селей, маловодья, засорения озер или заливов морей наносами и т.п.;
- улучшение природных условий прилегающих территорий: смягчение климата, водное благоустройство и т.п.

К наиболее характерным отрицательным явлениям относятся активные процессы переформирования берегов, которые продолжаются до сих пор с разной интенсивностью практически на всех водохранилищах, даже тех, которые существуют уже несколько десятилетий. Доля разрушающихся берегов составляет для разных водохранилищ 10-60% общего периметра береговой линии. Для водохранилищ волжского каскада эта величина оценивается в диапазоне от 24 до 62%. Итогом действия процессов береговой абразии, эрозии, оползневых деформаций являются потери земельных угодий, которые суммарно по России оцениваются величиной 200-250 тыс. га. из них ценные пахотные земли составляют несколько десятков тысяч гектаров. Еще более серьезная проблема — защита многочисленных населенных пунктов, оказавшихся в зоне береговых деформаций. Инженерные методы защиты территорий, как известно, весьма дороги и возможности их применения в период экономического кризиса весьма ограничены.

Подтопление береговых территорий водохранилищ — масштабный и многофакторный процесс. Причем величина подтопленных земель резко меняется для разных водохранилищ в зависимости от их параметров и природно-хозяйственных условий района создания. По отношению к площади зеркала водохранилища доля подтопленных земель может варьировать от первых до многих десятков процентов. Например, для волжских водохранилищ доля под-

топленных земель изменяется от 3–10% (Рыбинское, Куйбышевское, Саратовское, Волгоградское) до 40% (Угличское) и даже до 77% (Иваньковское). Причем данные по одному и тому же объекту, приводимые в разные годы в разных источниках, могут отличаться до 3–4 раз, что, естественно, не способствует объективной оценке этого сложного явления.

Подземные воды являются одним из источников водоснабжения и важнейшим полезным ископаемым. По типам подземных вод различают: питьевые, технические, минеральные лечебные, теплоэнергетические и промышленные воды. Пресные подземные воды, наряду с поверхностными водами, являются основой водного фонда России и служат, главным образом, для питьевых целей. В условиях нарастающего ухудшения качества поверхностных вод пресные подземные воды являются нередко единственным источником обеспечения населения питьевой водой высокого качества, защищенным от загрязнения.

Процессы формирования подземных вод определяются совокупностью многих факторов: особенностями геологических структур, характером осадконакопления, вулканизмом, физико-географическими условиями (климат, рельеф, почвенный и растительный покров) и др. Основными источниками образования подземных вод являются: инфильтрационные и конденсационные воды атмосферного происхождения; воды древних водоемов, покрывавших в прошлом участки современной суши; воды, возникающие при охлаждении магмы в земной коре. В зависимости от характера и последовательности процессов формирования выделяются подземные воды относительно однородного происхождения. Так, например, выделяются грунтовые и артезианские воды, образующиеся в результате инфильтрации атмосферных осадков.

Распределение подземных вод на территории России тесно связано с размещением, возрастом, историей формирования основных типов геологических структур и зависит от современных климатических условий. Основными структурными единицами, характеризующими подземные воды являются водоносные горизонты и комплексы, водоупорные горизонты (водоупоры) и водоносные зоны трещиноватости. Под водоносным горизонтом понимается пласт или группа пластов однородных по литологическому составу горных пород, содержащая гравитационные подземные воды с единой поверхностью. Под водоносным комплексом понимается система гидравлически связанных водоносных горизонтов, разобщенных слабопроницаемыми слоями. Водоносный зоной трещиноватостей называется часть породы, трещины которой заполнены водой. Водоупорный горизонт — это порода, не пропускающая гравитационную воду (глины, мергели, мрамор и т.д.).

Водоносные горизонты могут быть напорными и безнапорными (грунтовыми). В напорных водоносных горизонтах уровень подземных вод находится выше кровли водовмещающих пород, перекрытых водоупором. Безнапорные

водоносные горизонты характеризуются свободной поверхностью подземных вод, выше которых располагается зона аэрации. Водоносные горизонты и комплексы делятся на связанные и не связанные с поверхностным стоком. Водоносные горизонты, тесно связанные с реками, как правило, находятся в более благоприятных условиях формирования запасов подземных вод.

Анализ гидрогеологических условий территории России и особенностей формирования подземных вод показывает, что распределение пресных и слабосолоноватых подземных вод крайне неравномерно. В пределах европейской России к району, чрезвычайно бедными подземными водами, относятся Республика Карелия, Мурманская область, Республика Калмыкия, Астраханская область, заволжские части Волгоградской, Саратовской и Самарской областей, некоторые регионы Северного Кавказа и отдельные регионы центра. На азиатской территории неблагоприятными условиями формирования подземных вод отличаются области развития мощных толщ многолетнемерзлых пород.

Благоприятными условиями формирования подземных вод характеризуются Западно-Сибирская низменность, восточная часть Русской равнины, Печорский, Ангаро-Ленский и Амурский бассейны, где на больших площадях развиты водообильные горизонты, содержащие пресную воду.

Почвенная влага. Значительная часть атмосферных осадков, выпадающих на земную поверхность, насыщает почву. Из общего количества воды, которое может вместить почва, растениями используется лишь часть, идущая на формирование биомассы. Эта влага называется продуктивной. По территории России запасы продуктивной влаги распределены весьма неравномерно: более 60 % содержится в почвах Восточно-Сибирского и Дальневосточного регионов, около 15 % — в Западно-Сибирском регионе. В районах интенсивного сельскохозяйственного производства почвенная влага составляет всего около 10 % от общего объема.

Интегральным показателем, отражающим особенности процессов, происходящих в водных объектах, является продолжительность водообмена (время полной смены его водной массы), который оценивается для Мирового океана в 2500 лет, подземных вод разных горизонтов — от 1400 до 10000 лет, озер — 17 лет, почвенных вод — 1 год, болот — 5 лет, водохранилищ — 0,5 года, рек — 16 суток, атмосферных вод — 8 суток.

Данные о количестве и разнообразии водных источников в пределах той или иной территории не дают представления о том количестве воды, которым располагает общество для удовлетворения своих многообразных потребностей. Для определения количества воды в водных объектах, очевидно, необходимо подсчитать, сколько воды одновременно находится в реках, озерах, болотах, ледниках и в толще почвогрунтов, а также в водоносных горизонтах.

Наиболее просто и достаточно точно определяется количество воды в тех водных объектах, в которых вода локализована в пределах некоторого объема,

выделяемого на поверхности суши или в толще земной коры (котловины озер и болот, тело ледника, некоторый объем почвогрунтов). При этом вода может занимать либо весь выделяемый объем, либо его часть, зависящую от пористости или трещиноватости почвогрунтов и горных пород. Кроме того, этот вид водных объектов характеризуется замедленной скоростью водообмена, поэтому при неизменных климатических условиях количество воды в них может считаться относительно постоянным. В этом смысле они аналогичны запасам месторождений нефти и газа, и количество воды в них выражают в объемных единицах (м^3 , км^3). В связи с этим количество воды в озерах определяют, умножая площадь водной поверхности (зеркала) озера на его среднюю глубину. Для определения количества воды в ледниках, очевидно, необходимо знать их площадь, среднюю мощность (толщину) и плотность льда. Сложно определить количество воды в почвенно-грунтовой толще ввиду чрезвычайно большой пестроты удельной влагоемкости грунтов (количество воды в единице объема грунта). Количество подземных вод обычно определяется объемом воды, движение которой совершается под влиянием силы тяжести (гравитационная вода), содержащейся в порах и трещинах водонасыщенной толщи земной коры. Количество этих вод определяется как произведение объема, который занимает водоносный горизонт, на его водоотдачу, зависящую от его эффективной пористости, которая принимается в пределах от 5 (нижняя зона замедленного водообмена) до 15% (для верхней зоны активного водообмена).

Значительно сложнее определить количество воды в реках, объем воды в которых непрерывно меняется во времени, во много раз быстрее, чем в других водных объектах. Поэтому количество воды в реках принято выражать в объемных величинах, отнесенных к единице времени ($\text{м}^3/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{год}$, $\text{км}^3/\text{год}$), т.е. в виде количества воды, проходящей через данное поперечное сечение речного потока в единицу времени — расхода воды. Именно расходы воды систематически измеряются на сети гидрологических станций и постов. На основе этих данных подсчитывается объем речного стока для каждого конкретного створа на реке за тот или иной отрезок времени путем умножения среднего расхода на число секунд в данном временном отрезке (месяц, сезон, год). Величина среднего объема речного стока за многолетний период получается путем деления суммы ежегодных значений стока на число лет. Для страны, или какой либо иной территории соответствующие величины определяются путем суммирования годовых (средних многолетних) значений стока всех рек рассматриваемой территории.

Количественная оценка стока рек по величине их годового стока обладает существенным недостатком, поскольку в силу сезонной (внутригодовой) и многолетней (от года к году) его изменчивости не весь средний годовой сток может быть практически использован в полном объеме. Действительно же количество воды, которое можно использовать значительно меньше среднего го-

дового стока. Поэтому количественная оценка речного стока осуществляется с учетом внутригодовых и многолетних его колебаний. Для гарантии принимается оценка по стоку маловодного года редкой повторяемости (например, 1 раз в 75, 90 или 99 лет). При этом учитывается также неравномерное распределение стока внутри года: рассчитывается сток маловодного сезона или месяца.

Как известно, природные тела становятся ресурсом, как только возникает потребность в них для удовлетворения потребностей в них со стороны человека не только как отдельного индивидуума, но и общества в целом. При этом эти потребности должны быть удовлетворены в нужном месте и в определенное время в необходимом количестве и надлежащем качестве. Разумеется, на различных стадиях развития человеческого общества перечень и масштабы использования природных ресурсов претерпевали значительные изменения. Однако это не касается водных ресурсов, потребность в которых существовала во все времена.

Общий объем воды на Земле составляет по примерным оценкам около 1400 млн. км³. При этом две трети от этого объема находится в твердом состоянии, хотя эта доля уменьшается по причине глобального потепления. Несмотря на то, что вода является самым распространенным веществом на Земле, лишь 2,5% (35 млн. км³) её является пресной. Разница между количеством осадков (119 тыс. км³/год), выпадающих на сушу, и испарением с её поверхности (72 тыс. км³/год) приходится на сток и пополнение запасов грунтовых вод (47 тыс. км³/год).

В таблице 3.3 приведены суммарные водные ресурсы России по всем видам водных объектов. При этом из общего объема водных ресурсов (статический запас воды) выделяются возобновляемые объемы. Как видно из этой таблицы, статические (вековые)

Таблица 3.3

Суммарные водные ресурсы России

Ресурс	Статический запас, км ³		Среднее многолетний объем (возобновление), км ³ /год	
	всего	%	всего	%
Реки	470	0,5	4875,5	45,1
Озера	26500	29,8	530,0	4,9
Болота	3000	3,4	1000,0	9,2
Ледники	15148	17,0	110,0	1,0
Подземный лед	15800	17,8	—	—
Подземные воды	28000	31,5	787,5	7,3
Почвенная влага	—	—	3500,0	32,5
Всего	88918	100	10803	100

Запасы водных ресурсов на территории России, большая часть которых сосредоточена в озерах (26,5 тыс. км³) и подземных (28,0 тыс. км³) водах, составляют в целом 88,9 тыс. км³/год. Возобновляемые водные ресурсы, оцениваемые объемом годового стока рек, на территории России составляют 10% мирового речного стока. Разведанные месторождения подземных вод располагают суммарными эксплуатационными запасами более чем в 30 км³/год (потенциальные эксплуатационные ресурсы подземных вод, относящихся к данной категории, превышают 300 км³/год). Таким образом, суммарные возобновляемые ресурсы пресных вод России оцениваются в размере 10803 км³/год, основной объем которых приходится на долю речного стока (45%) и почвенные воды (33%). Для оценки степени обеспеченности водными ресурсами территории и населения России по сравнению с другими странами целесообразно сопоставить их удельные показатели (на 1 км² и на 1 человека).

Распределение водных ресурсов в мире отличается значительной неравномерностью. По запасам на Россию приходится более 20% мировых ресурсов пресных вод (без учета ледников и подземных вод). Среди шести стран мира, обладающих наибольшим речным стоком (Бразилия, Россия, Канада, США, Китай, Индия) по абсолютной величине Россия занимает второе место в мире после Бразилии, по водообеспеченности на душу населения — третье (после Бразилии и Канады).

В расчете объема пресной воды на одного жителя России приходится около 30 тыс. м³ речного стока в год. Это примерно в 5,5 раза больше среднемирового уровня, в 2,5 раза больше, чем в США и в 14 раз больше, чем в Китае (табл. 3.4). Среднегодовое значение показателя водообеспеченности в целом по миру составляет 5400 м³/чел. в год. Если принять в качестве критического уровня 1700 м³/чел. в год то становится очевидным, многие страны Западной Европы и Ближнего Востока уже сегодня испытывают недостаток воды (рис. 3.1 на стр. 96).

Большое разнообразие природно-климатических характеристик территории России, различные сочетания факторов влияния в совокупности создают сложные условия формирования поверхностных вод, являющихся основным источником возобновляемых водных ресурсов. У рек, находящихся в разных физико-географических условиях режим стока неодинаков. Общей закономерностью водного режима всех рек является наибольший сток в период весеннего половодья и наименьший — в период зимней межени, когда все реки в основном переходят на подземное (грунтовое) питание.

По характеру внутригодового распределения речного стока на территории России выделяют три основные группы рек: с ярко выраженным весенним половодьем и относительно низким стоком в остальной период года, с паводками в летне-осенний период, с паводочным режимом в течение всего года или его большей части. В каждой из этих групп выделяются подгруппы с характер-

ными особенностями половодья (например, короткое концентрированное или затяжное распластанное половодье) и меженного стока.

Таблица 3.4

Ресурсы пресной воды в среднем на душу населения, м³
(по оценке Института мировых ресурсов за последний год,
по которому имеются данные)

Страна	Ресурсы пресной воды в среднем на душу населения, м ³	Страна	Ресурсы пресной воды в среднем на душу населения, м ³
Среднемировой показатель	5418,3	США	9628
Россия	299441	Чили	56042
Европа		Азия	
Австрия	6729	Бангладеш	761
Беларусь	3745	Вьетнам	4513
Болгария	2706	Грузия	11315
Великобритания	2422	Израиль	150
Венгрия	594	Индия	1185
Германия	1297	Индонезия	13220
Греция	5246	Иран	1943
Ирландия	12045	Казахстан	5041
Испания	2605	Киргизия	9105
Италия	3170	Пакистан	350
Молдова	236	Республика Корея	1357
Норвегия	83735	Таджикистан	10469
Польша	1404	Таиланд	3386
Португалия	3618	Туркмения	206
Румыния	1951	Турция	3210
Словакия	9524	Узбекистан	625
Украина	1096	Япония	3371
Финляндия	20466		

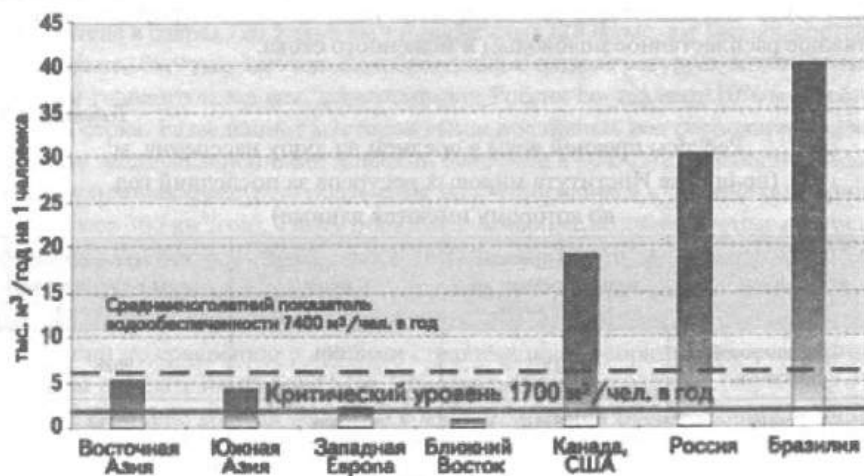


Рис. 3.1. Водообеспеченность населения разных стран, м³/чел. в год

По большинству крупных рек равнинной территории европейской части России сток весеннего половодья составляет от 50 до 70–75% его годового объема. В засушливых степных районах доля весеннего половодья возрастает до 80–90% годового объема стока. Так весенний сток Урала в большинстве лет составляет 80–85% годового объема. К последующему шестимесячному летне-осеннему периоду года приурочено 10–15%, а к зимнему — лишь около 5% годового стока реки.

На территории России наиболее распространены реки с весенним половодьем. В течение весеннего половодья в реке в зависимости от её величины и района расположения проходит от 50 до 100% годового стока. Колебания стока половодья за многолетний период в значительной мере повторяют закономерности колебаний годового стока. Средний многолетний сток половодья изменяется от 3–5 мм (Прикаспийская и юг Западно-Сибирской низменности) до 1000 мм на юге Камчатки. На реках лесной зоны России имеются районы с резкими отклонениями в режиме половодья — это Забайкалье, Приамурье и Приморье, где вместо половодий формируются паводки, что обусловлено малыми снегозапасами и резким преобладанием жидких осадков в году. Паводки характерны для большинства рек России. В европейской части они наблюдаются в летне-осенний период, на Дальнем Востоке — в период муссонных дождей. Распределение дождевых паводков по территории, так же, как и распределение половодий, подчинено прежде всего зональности. В условиях умеренного континен-

тального климата паводки находятся под влиянием преобладающего влагопереноса. На европейской территории от г. Санкт-Петербурга до р. Енисей преобладает западный влагоперенос со стороны Атлантического океана, формирующий паводки. Территория от берегов Тихого океана до Урала находится под влиянием восточного влагопереноса. На реках умеренного климата доля паводочного стока в годовом сначала увеличивается с севера на юг (в лесной зоне до 20-30%), а затем убывает (до 10-5% в пустынной зоне), что связано с закономерностями изменений осадков и испарения. С запада на восток она сначала убывает в связи с ростом континентальности, а затем увеличивается. На реках субтропического климата, в зависимости от грунтового стока, доля паводочного стока в годовом может достигать 80-100%. Слой стока дождевых паводков на большинстве рек России существенно меньше слоя весеннего половодья. Закономерности изменения меженного стока (летнего и зимнего) следующие: с севера на юг его величина сначала возрастает от арктической к лесной зоне, а затем убывает к пустынной зоне. Такая закономерность связана на севере с наличием многолетней мерзлоты, на юге — с глубоким залеганием уровня грунтовых вод. С запада на восток в соответствии с ростом континентальности климата меженный сток убывает. В таблице 5 приведено распределение стока рек по сезонам года для отдельных регионов России.

Средний многолетний слой половодья рек изменяется по территории России от 3-5 мм (Прикаспийская и юг Западно-Сибирской низменности) до 100-120 мм (центральная часть европейской территории; бассейн Оби — на участке от впадения р. Томи и несколько ниже впадения р. Иртыш; низовья рек Ангары и Оленек; верховья Колымы и низовья её правобережных притоков). Наибольший слой весеннего стока (500-600 мм) характерен для рек Северного Урала, верховий правобережных притоков, впадающих в Енисей (на участке от Туруханска до Дудинки), и левобережных притоков Хатанги. На юге Камчатки его значения увеличиваются до 1000 мм.

В многолетнем разрезе колебания стока половодья в значительной мере повторяют колебания годового стока, и чем больше его доля в годовом, тем ближе количественные показатели.

На реках Прикаспийской низменности слой стока весеннего половодья в многоводные годы в 4-5 раз больше, а в маловодные годы в 50-60 раз меньше, чем средние многолетние значения. В районах, где слой весеннего стока составляет 100-120 мм, в многоводные годы он в 2-2,5 раза возрастает, а в маловодные во столько же раз снижается по сравнению со средним многолетним. На реках с наибольшими значениями среднего многолетнего стока слой весеннего стока в многоводные годы повышается, а в маловодные соответственно уменьшается примерно на 50%.

Внутригодовое распределение стока рек по некоторым регионам России

Регион	Сезонный сток, % от годового		
	Весна	Лето-осень	Зима
Север европейской территории	55-65	25-35	10-20
Запад и юго-запад европейской территории	30-50	30-35	20-35
Южное Заволжье, Южное Приуралье	90-95	4-8	1-2
Крайний север и северо-восток Сибири	40-50	45-55	5
Западная Сибирь	45-55	35-45	10
Восточная Сибирь, Урал	70-80	15-25	5
Забайкалье, Яно-Индигирский район, Дальний Восток, Камчатка	30-40	55-65	5

Паводки наблюдаются в большинстве районов России. При этом в европейской части они могут проходить в любой месяц летне-осеннего периода, а на Дальнем Востоке — в период муссонных дождей. Слой стока дождевых паводков практически по всем рекам существенно меньше слоя весеннего половодья.

Слой дождевого стока повторяемостью раз в 100 лет изменяется от 5 мм (Прикаспийская низменность, Ставрополье, север Краснодарского края, Курганская область) до 200 мм (Северный Урал, Дальний Восток, Сахалин и Камчатка).

На малых реках, а в зоне муссонных дождей и на средних реках, максимальные расходы дождевых паводков повторяемостью раз в 100 и более лет превышают соответствующие расходы весеннего половодья.

На ряде рек Урала и некоторых других регионов отмечаются максимальные расходы воды смешанного происхождения (снеговые и дождевые). Причем расходы повторяемостью раз в 100 и более лет оказываются здесь самыми большими среди всех генетических групп. В высокогорных районах формирование максимальных расходов обусловлено неодновременностью процессов снеготаяния по высотным зонам. В Уральском регионе, где горы относительно невысокие, существенную роль играет большая расчлененность горного образования. Здесь максимальные расходы формируются при следующих условиях. Под влиянием положительных температур воздуха, которые стоят в течение нескольких дней, снежная масса в ущельях уже подготовлена к интенсивной водоотдаче, и как раз в это время выпадают достаточно обильные дождевые осадки. Такие условия

наблюдаются сравнительно редко, обычно после прохождения основной волны половодья на большей части водосбора. Однако расходы воды, которые формируются в этот период, имеют исторический характер (они значительно превышают максимумы чисто снегового и дождевого происхождения редкой повторяемости) и поэтому должны приниматься во внимание при обосновании водопропускных сооружений

Минимальный 30-дневный летне-осенний сток 80%-ной обеспеченности на реках с площадью водосбора более 2000 км² в Прикаспийской низменности, низовьях Дона, бассейнах Тобола (выше впадения р. Уй), Ишима (на границе с Казахстаном), Иртыша (в районе впадения р. Оми) практически равен нулю. В центральной части европейской территории его значения составляют 0,5-1 л/с-км², на Дальнем Востоке — до 9, а на Северном Урале и в Забайкалье — до 10-15 л/с-км².

Минимальный 30-дневный зимний сток на большинстве рек меньше летнего. Так, на Северном Урале и в Забайкалье он составляет 3 л/с-км², а на Дальнем Востоке — всего 0,5 л/с-км². В то же время в центральной части европейской России его значения равны 1,5-2 л/с-км², или на 0,5-1 л/с-км² больше, чем летом. Самые высокие модули зимнего 30-дневного стока 80%-ной обеспеченности наблюдаются в низовьях Северной Двины — 4-5 л/с-км², что близко к значениям для летне-осеннего сезона.

Эффективное использование природных вод в значительной мере зависит от учета их межгодовой изменчивости. При характерном чередовании сравнительно длительных многоводных и маловодных фаз водного режима рек нетрудно заметить, что даже на общем фоне многоводного и маловодного периодов имеют место как многоводные, так и маловодные годы. Особенности многолетних колебаний стока рек России свидетельствуют, что наступление многоводных и маловодных лет носит случайный характер, и, к сожалению, прогнозирование ожидаемого стока даже на очередной год представляет довольно сложную проблему.

Если суммарные ресурсы речного стока за многолетие меняются незначительно, в пределах 5-10% от средней величины (нормы стока), то в отдельных речных бассейнах колебания речного стока выражены более значительно. Например, в бассейнах Волги, Дона, Печоры, Северной Двины сток в многоводные годы превышает норму в 1,5-2 раза, а в маловодные годы снижается до 0,5-0,7 от нормы. На крупнейших реках Сибири сток в многоводные годы составляет 1,2-1,3 от нормы, а в маловодные (0,7-0,8. В засушливых районах Прикаспийской низменности в многоводные годы сток увеличивается по сравнению с нормой в 2 раза, а в маловодные годы может падать почти до нуля. Для малых и средних рек межгодовые колебания выражены еще сильнее.

Оценка естественных ресурсов речного стока дает лишь самое общее представление о водообеспеченности территории Российской Федерации. Социально-экономическое значение имеет та часть естественных ресурсов,

которую можно использовать на современном уровне развития науки и техники, не нарушая условия их постоянного воспроизводства. Эту социально-экономическую часть естественных ресурсов речного стока называют потенциальными эксплуатационными ресурсами (ресурсы, допустимые к использованию). Принципиально, что потенциальные эксплуатационные ресурсы речного стока представляют собой совокупность природных вод той или иной территории, которые возможно изъять из водных объектов. При этом необходимо сохранить последние как элементы ландшафта, предотвратить в них неблагоприятные изменения.

При хозяйственном использовании, как правило, вода изымается из водного источника и безвозвратно теряется (для данного створа, участка, бассейна). Недостаток её в реке может привести к ухудшению условий функционирования водных и околотоводных экосистем. Чрезмерный отбор воды может сделать постоянными маловодные и засушливые условия даже в зоне достаточного увлажнения.

Результаты расчетов и осреднения данных по рекам Российской Федерации свидетельствуют, что объем экологически безопасного стока должен составлять не менее 70% от среднемноголетнего, а объем допустимого безвозвратного изъятия — не более 30%.

Таким образом, из суммарного среднемноголетнего объема речных вод России, равного $4270,6 \text{ км}^3$, потенциальные эксплуатационные ресурсы могут быть оценены приблизительно в $1280 \text{ км}^3/\text{год}$. Однако, следует иметь в виду, что и эти ресурсы со временем могут уменьшиться под влиянием хозяйственной деятельности человека. Так, например, бассейны рек Волги и Дона, в которых проживает около 70% населения нашей страны, испытывают колоссальную антропогенную нагрузку, которая выражается изменением как количественных, так и качественных характеристик речного стока. Влияние хозяйственной деятельности на сток наглядно проявляется при сопоставлении разностных интегральных кривых условно-естественного и наблюдаемого годового стока этих рек (рис. 3.2). Интегральное снижение годового стока р. Волги за последние 60 лет составило около 1040 км^3 или $17 \text{ км}^3/\text{год}$, т.е. около 7% от среднемноголетнего условно-естественного стока. Столь незначительное снижение годового стока свидетельствует о том, что основную роль в формировании стока Волги играют природные факторы и, прежде всего климатические. Интегральное снижение годового стока Дона за 60 последних лет составило 347 км^3 , или в среднем $5,8 \text{ км}^3/\text{год}$, т.е. 21% среднемноголетнего условно-естественного стока. Столь явное снижение годового стока свидетельствует о том, что основную роль в формировании стока р. Дон, в отличие от р. Волги, играет антропогенный фактор.

Наряду с временной изменчивостью водных ресурсов России характерной особенностью их является также резко выраженная пространственная неравномерность распределения. Основные характеристики водных ресурсов меняются

на территории Российской Федерации более чем на два порядка. Так основной объем речного стока приходится на северные районы с суровыми климатическими условиями и слабо заселенные. На более комфортные для проживания регионы России с 72% населения (бассейны Каспийского, Черного и Балтийского морей) приходится 12% речного стока. Характерным является пример бассейна Волги, в котором формируется только 8% стока, но проживает 40% населения России и производится почти 70% всей промышленной и сельскохозяйственной продукции Российской Федерации. В связи с этим, важное значение имеет рассмотрение территориального распределения водных ресурсов.

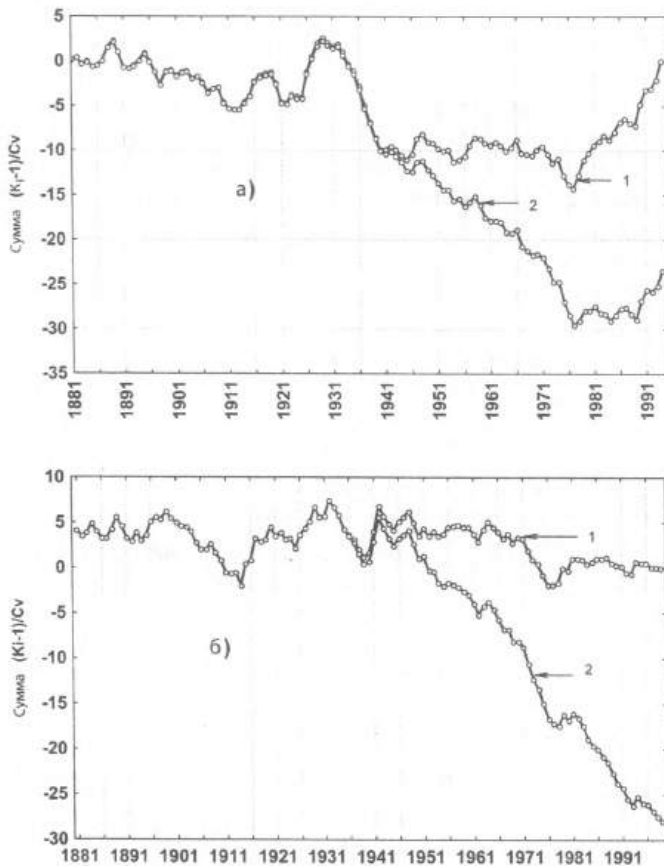


Рис.3.2. Разностные интегральные кривые условно-естественного (1) и наблюдаемого (2) рядов годового стока рек Волги (а) и Дона (б)

3.2. Распределение водных ресурсов по территории страны

Несмотря на высокую обеспеченность водными ресурсами в целом, острой проблемой в России остаётся неравномерность распределения ресурсов поверхностных и подземных вод по территории страны. За последние 15-20 лет в целом по России удельная водообеспеченность (на одного жителя) заметно увеличилась, в том числе, за счет уменьшения численности населения. Однако главный недостаток российских водных ресурсов — их неравномерное распределение по территории страны, не согласующееся с реальными потребностями в пресной воде — сохранился. Во многих регионах России имеются серьезные проблемы с водообеспечением из-за указанного неравномерного распределения, очень большой их временной изменчивости (особенно в южных районах), высокой степени загрязнения.

Основным источником, формирующим водные ресурсы России, являются атмосферные осадки, которые затрачиваются на речной сток (поверхностный и грунтовый), испарение и пополнение влагозапасов в почвогрунтах. В таблице 3.6 приведены основные элементы водного баланса территории федеральных округов России. Как видно из этой таблицы, наибольшее количество осадков выпадает в Северо-Западном, Центральном, Приволжском и Южном округах (600-710 мм/год). Однако, повышенные величины стока имеют место в Уральском, Сибирском и Дальневосточном округах., что обусловлено более низкими значениями суммарного испарения (260-320 мм/год).

Таблица 3.6

Водный баланс федеральных округов России

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км ²	Элементы баланса (нормы), мм/год			
		осадки	сток	испарение	инфильтрация
Северо-Западный	1677,9	674,4	324,6	349,8	277,0
Центральный	652,8	709,4	160,5	548,9	402,9
Приволжский	1035,9	602,2	154,2	448,0	330,8
Южный	589,2	602,4	84,6	517,8	334,7
Уральский	1788,9	528,8	211,7	317,1	264,8
Сибирский	5114,8	512,4	247,9	264,5	221,8
Дальневосточный	6215,9	516,1	247,5	268,6	224,4
Российская Федерация в целом	17075,4	547,5	236,9	310,6	250,0

В таблице 3.7 приведены ресурсы речного стока по федеральным округам России. При этом выделяются местные и суммарные ресурсы речного стока. Последние включают также сток, поступающий с сопредельных территорий. Как видно, особенно велика роль внешнего стока в водообеспеченности территории Южного округа, где он в 6 раз превышает ресурсы местного стока. Обращает так же на себя внимание относительно не высокая изменчивость во времени местных ресурсов стока. Ещё более контрастна водообеспеченность населения. Так, по величине ресурсов речного стока, приходящихся на одного человека, Центральный и Дальневосточный федеральные округа различаются более чем в 80 раз (табл. 3.8).

Таблица 3.7

Водные ресурсы федеральных округов России

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км ²	Местные водные ресурсы, км ³ /год	Изменчивость местных водных ресурсов C_v	Суммарные водные ресурсы, км ³ /год
Северо-Западный	1677,9	556	0,08	611
Центральный	652,8	108	0,22	136
Приволжский	1035,9	171	0,20	284
Южный	589,2	53,7	0,15	347
Уральский	1788,9	379	0,17	604
Сибирский	5114,8	1274	0,09	1335
Дальневосточный	6215,9	1571	0,08	1868
Российская Федерация в целом	17075,4	4113	0,05	4348

Среди субъектов Российской Федерации наибольшие ресурсы речного стока имеются в Красноярском крае и Республике Саха (Якутия) — соответственно 947 и 896 км³/год, наименьшие — в Республике Калмыкии, Белгородской, Курганской и Курской областях (соответственно 1,83; 2,72; 3,52 и 3,70 км³/год); еще в 10 областях и республиках водные ресурсы не превышают 8 км³/год.

В таблице 3.9 приведены величины годовых ресурсов местного стока (без учета притока речных вод извне) по федеральным округам за период с 1990 по 2006 гг. Как видно из этой таблицы, водные ресурсы федеральных округов Российской Федерации в 1990-2006 гг. имели различные отклонения от средних многолетних значений. В Северо-Западном федеральном округе водность местных рек колебалась в пределах $\pm 10\%$ от нормы, т.е. была в целом близка среднееголетнему стоку. В Центральном федеральном округе водность рек изменялась в пределах $\pm 25-32\%$, т.е. от умеренно низкий до умеренно высокой. В Южном федеральном округе значения водных ресурсов изменялись в пределах $\pm 15-20\%$ от нормы. В Приволжском федеральном округе, так же как и в Центральном, водность менялась от умеренно низкий до умеренно высокой ($\pm 25-30\%$).

Таблица 3.8

**Водообеспеченность территории и населения России
по федеральным округам**

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км ²	Население, млн человек	Водообеспеченность территории, тыс. м ³ /год/ км ²		Водообеспеченность населения, тыс. м ³ /год/ чел.	
			Местными водными ресурсами	Суммарными водными ресурсами	Местными водными ресурсами	Суммарными водными ресурсами
Северо-Западный	1677,9	14,0	331,4	364,0	39,71	43,62
Центральный	652,8	38,0	165,4	208,2	2,84	3,58
Приволжский	1035,9	31,2	165,1	274,2	5,48	9,10
Южный	589,2	22,9	91,1	588,4	2,34	15,14
Уральский	1788,9	12,4	211,9	337,6	30,56	48,71
Сибирский	5114,8	20,1	249,1	261,0	63,38	66,41
Дальневосточный	6215,9	6,7	252,7	300,5	234,48	278,81
Российская Федерация в целом	17075,4	145,3	240,9	254,6	28,31	29,92

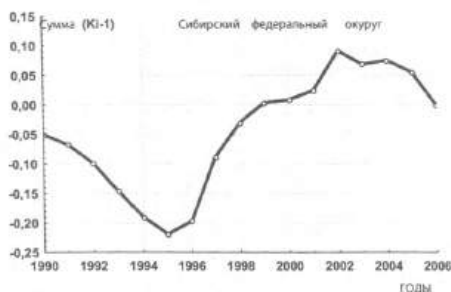
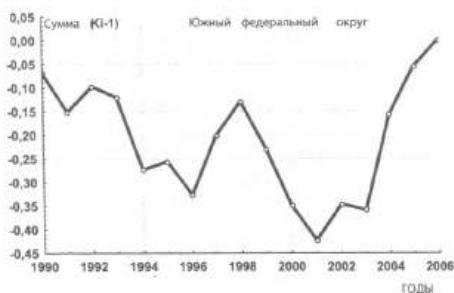
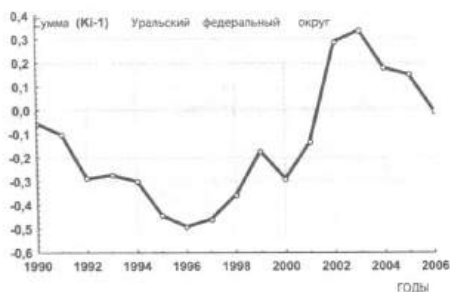
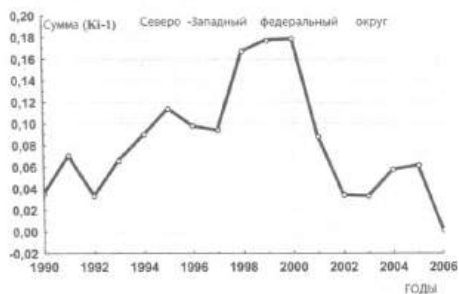


Рис.3.3. Разностные сумарные кривые поверхностных вод федеральных округов РФ за период 1990-2006

В Уральском федеральном округе водность в целом за период была близка к норме. В Сибирском и Дальневосточном федеральных округах водность рек во все годы также была близка к норме. В целом для всей территории России водность рек изменялась в пределах $\pm 5\%$ нормы. Таким образом, за рассматриваемый период при водности рек близкой к норме для большинства Федеральных округов, в наиболее населенных Центральном, Приволжском и Уральском округах оно в отдельные годы отличалась от нормы на $\pm 30-40\%$. Более наглядно неравномерность территориального распределения ресурсов поверхностных вод видна из рисунка 3.3.

Таблица 3.9

Поверхностный (местный) сток, км³/год

Годы	Российская Федерация в целом	Европейская территория России					Азиатская территория России	
		Северо-Западный округ	Приволжский округ	Южный округ	Центральный округ	Уральский округ	Сибирский округ	Дальневосточный округ
1990	4512,1	613,8	252,6	52,7	142,3	308,8	1265,9	1795,0
1991	4316,3	613,3	222,4	51,9	128,5	393,5	1309,0	1597,7
1992	3956,2	570,5	172,8	59,7	103,4	336,2	1290,3	1423,3
1993	4092,0	612,1	214,6	55,3	112,9	418,9	1270,1	1408,1
1994	4490,8	606,7	251,4	47,9	146,4	401,9	1273,9	1762,6
1995	4089,3	607,0	199,4	57,6	110,7	353,3	1294,8	1466,5
1996	4272,2	582,9	144,7	52,6	73,5	393,5	1361,9	1663,1
1997	4538,0	590,3	178,3	63,7	89,0	425,8	1477,1	1713,8
1998	4414,6	636,0	193,5	60,7	146,0	455,5	1409,8	1513,1
1999	4433,4	598,8	197,4	50,9	122,2	488,5	1377,5	1598,1
2000	4364,5	593,2	190,7	49,8	95,7	364,9	1339,6	1730,6
2001	4186,1	539,3	221,1	52,5	104,5	475,8	1353,2	1439,7
2002	4529,2	560,1	220,5	60,9	83,4	588,7	1422,3	1593,3
2003	4098,0	592,0	198,6	55,9	104,3	432,1	1302,3	1412,8
2004	4313,1	607,3	181,2	68,0	128,6	347,6	1341,8	1638,6
2005	4364,7	594,7	182,0	62,4	131,2	401,6	1306,1	1686,7
2006	4175,2	557,0	161,4	59,8	113,1	349,4	1258,6	1675,9
Средн. 1993-2006	4302,7	592,6	199,0	56,6	113,9	412,8	1332,6	1595,2

Как видно, динамика ресурсов поверхностных вод в Европейской территории России (Северо-Западный и Южный округа) находится в противофазе динамике вод в её Азиатской части (Уральский и Сибирский округа).

Еще более контрастно распределение ресурсов речного стока по основным речным бассейнам страны (табл.3.9).

Таблица 3.10

Годовой сток основных рек России за характерные годы

Реки	Площадь водосбора, тыс.км ²	Кoeffици- ент измен- чивости	Объем стока, км ³					
			Многоводные годы обеспеченностью, %		Средний год	Маловодные годы обеспеченностью, %		
			10%	25%		75%	90%	95%
Европейская часть России								
Южная зона								
Бассейн Каспийского моря								
Волга	1380	0.17	414	283	251	222	198	184
Кама	522	0.20	152	136	124	104	90.4	84.4
Урал	237	0.64	20.9	15.0	11.4	6.20	3.76	2.70
Терек	43.2	0.13	14.0	12.8	11.6	10.3	9.30	8.75
Сулак	15.2	0.16	6.82	6.21	5.60	5.00	4.52	4.25
Бассейн Черного моря								
Днепр	504	0.27	72.5	62.3	53.4	43.0	36.0	32.2
Бассейн Азовского моря								
Дон	378	0.38	42.1	34.0	27.9	20.2		
Кубань	45.9	0.17	16.4	14.8	13.4	11.8	10.6	9.92
Северная зона								
Бассейн Баренцева моря								
Печора	322	0.12	152	141	131	120	111	106
Северная Двина	357	0.21	139	123	109	92.5	82.2	74.2
Онега	56.9	0.24	21.3	18.4	16.0	13.4	11.3	10.3
Бассейн Балтийского моря								
Нева	281	0.18	97.5	87.8	78.8	68.8	61.3	57.1
Западная Двина	87.9	0.24	28.2	24.6	21.4	17.8	15.2	13.7

Реки	Площадь водосбора, тыс. км ²	Коэффициент изменчивости	Объем стока, км ³					
			Многоводные годы обеспеченностью, %		Средний год	Маловодные годы обеспеченностью, %		
			10%	25%		75%	90%	95%
Неман	98.2	0.17	24.1	21.8	19.7	17.3	15.6	14.6
Азиатская часть России Северная зона Бассейн Карского моря								
Обь	2.90	0.15	478	438	399	357	325	308
Енисей	2580	0.17	643	619	590	560	537	525
Ангара	1039	0.11	161	151	142	132	122	116
Бассейн моря Лаптевых								
Лена	2490	0.11	602	535	528	485	454	428
Колыма	647	0.20	164	145	130	112	99.1	91.3
Бассейн Охотского моря								
Амур	1855	0.20	451	405	358	308	269	247

Анализ данных таблицы 3.10 показывает, что в южной зоне страны наиболее значительные колебания годового стока присущи рекам Дон и Урал. Сток Дона и Урала формируется в основном на равнинной степной территории в зоне недостаточного увлажнения. Поэтому, несмотря на то, что водосбор Дона превышает водосборы Северной Двины и Печоры, средний многолетний сток Дона в 3.9 и 4.7 раза ниже стока каждой из этих рек. В засушливые годы, когда в бассейне Дона выпадает пониженное количество осадков, годовой сток реки снижается в 2 раза и больше по сравнению со средним многолетним значением. В годы высокой увлажненности сток Дона почти в таких же размерах увеличивается. В диапазоне обеспеченности от 10 до 95% сток Дона изменяется в 3.2 раза. Еще более значительны колебания стока Урала. В маловодные годы сток реки снижается в 4 раза а в многоводные годы он возрастает в 1.5 — 2 раза. Годовой сток Урала в диапазоне обеспеченности от 10 до 95% изменяется в 8 раз.

Наименьшие колебания годового стока в южной зоне имеют реки, получающие значительную долю питания за счет таяния ледников и высокогорного снега. Так, годовой сток Кубани, Терека, Сулака в крайне маловодные и многоводные годы отличается от средних многолетних значений лишь на 20 — 30%. Сток этих рек в рассматриваемом диапазоне обеспеченности изменяется лишь в 1.6 — 1.8 раза.

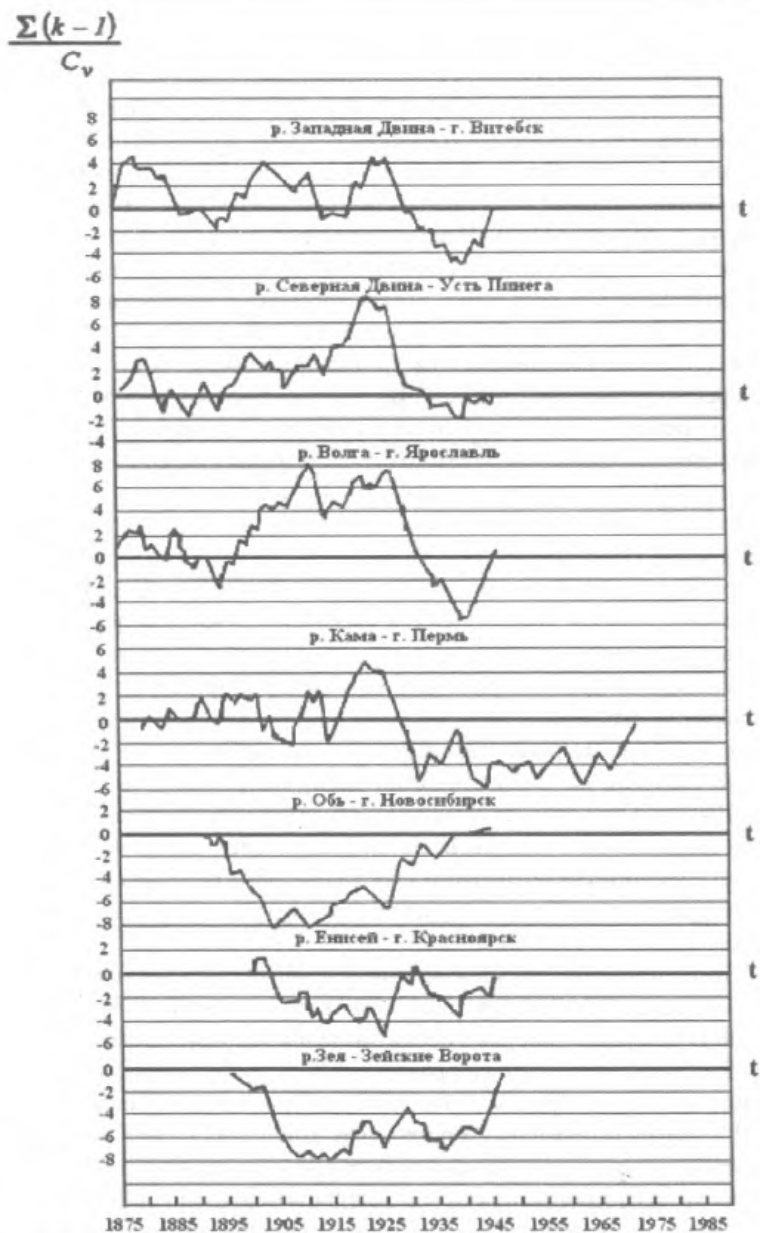


Рис. 3.4. Нормированные разностные интегральные кривые годового стока рек.

Годовой сток Волги — самой большой реки европейской части России и европейского континента в целом, изменяется в рассматриваемом диапазоне обеспеченности в 2.2 раза. Сравнительно небольшой размах колебаний годового стока Волги обусловлен двумя факторами — преобладающей долей питания реки стоком зоны избыточного увлажнения и чрезвычайно большой водосборной площадью бассейна. В зоне избыточного увлажнения располагается более 85% водосборной площади реки (полностью бассейны Камы и Верхней Волги и большая часть бассейна Оки). Влияние размеров бассейна на снижение диапазона колебаний годового стока реки объясняется асинхронностью формирования стока в разных водосборных частях бассейна, значительно удаленных друг от друга.

В северной зоне европейской части страны колебания годового стока основных рек — отношение стока многоводного года к стоку маловодного, как правило, не превышает 1.5 — 2.1 раза (реки Печора, Северная Двина, Онега и др.). Наименьшие изменения годового стока по сравнению с другими рассматриваемыми реками имеют Лена и Енисей — лишь 1.4 и 1.2 раза. Годовой сток Лены и Енисея в годы обеспеченностью 95% всего на 17 и 11% ниже, а в годы обеспеченностью 10% лишь на 14 и 9% выше средних многолетних значений.

Суммарный сток от года к году изменяется незначительно: по сравнению со средними многолетними значениями его увеличение в многоводные и уменьшение в маловодные годы не превышает 5-10%. Это обусловлено тем, что для рек европейской и азиатской территорий России характерны асинфазные колебания (рис. 3.4 на стр. 109).

В периоды, когда на реках европейской части наблюдается многоводная волна (1898-1935 гг.), на реках азиатской части, напротив, — маловодная, и наоборот. Вместе с тем следует отметить, что синхронность в колебаниях водности рек европейской и азиатской частей России имеет место на небольших территориях. Теснота связи годового стока по близко расположенным водосборам, как правило, ослабевает от зон избыточного увлажнения к зонам недостаточно увлажненным и засушливым.

В бассейнах отдельных рек многолетние колебания стока весьма значительны и зависят не только от географической зоны, но и от размеров водосборных территорий. В северных районах России значения годового стока в многоводные годы на 25-60% выше, а в маловодные годы на 20-40% ниже, чем средние многолетние величины. Причем это характерно практически для всех категорий рек. В центральных районах многолетняя амплитуда колебаний годового стока несколько возрастает, составляя 1,2 от среднего многолетнего расхода, т.е. годовые расходы изменяются от 0,6 до 1,8 относительно среднего многолетнего значения. На средних реках южного склона России (южнее Тамбова, Пензы, Самары, Кургана, Омска) годовые расходы воды в многоводные годы

в 2-4 раза больше, а в маловодные — в 6-20 раз меньше средних многолетних. На малых реках в засушливых зонах годовые расходы в многоводные годы в 4,5-5 раз больше средней многолетней величины, а в маловодные годы — в 20-30 раз меньше её (либо вообще близки к нулю).

В таблице 3.11 приведены местные водные ресурсы России по федеральным округам за различные годы. Из таблицы следует, что водные ресурсы за последние 15-20 лет

Таблица 3.11

Водные ресурсы России (местные) по федеральным округам
за различные периоды

Федеральные округа	Местные водные ресурсы, км ³ /год		Изменение местных водных ресурсов	
	1936–1984	1990–2006	км ³ /год	%
Центральный	105	114	9	8,5
Северо-Западный	546	592	46	8,4
Южный	51,1	57	5,9	11,5
Приволжский	166	199	33	20
Уральский	372	413	48	11
Сибирский	1230	1332	102	8,3
Дальневосточный	1558	1595	37	2,4
Российская Федерация в целом	4028	4303	213	6,8

(1990-2006 гг.) были выше нормы (4175 км³/год) примерно 3%, а по сравнению 1936-1984 гг. примерно 7%. По отдельным федеральным округам эти изменения доходят до 11-20% (Южный и Приволжский Округи). Причины роста водных ресурсов за последние 20 лет объясняются, прежде всего, интенсификация общей циркуляции в атмосферы, в частности появление двух мощных Эль-Ниньо в 1982/1983 и в 1997/1998 гг., а также наблюдавшиеся неоднократные повышения температуры воды в тропической зоне Мирового океана.

В связи со значительным антропогенным воздействием на водные ресурсы в наиболее обжитой и хозяйственно освоенной территории России наряду с количественной оценкой водных ресурсов в последние годы важное значение приобретает и оценка их качества. Однако, поскольку вопросы качества вод

требуют самостоятельного анализа и обобщения, в данной работе ограничимся лишь общей оценкой качества речных вод на современном этапе.

Анализ качества поверхностных вод на территории Российской Федерации, выполненный на основе статистической обработки данных гидрохимической сети наблюдений Росгидромета, за последние годы свидетельствует о низком качестве воды на наиболее освоенных участках бассейнов таких рек, как Северная Двина, Печора, Дон, реки Кольского полуострова и др. Вода в этих реках отнесена к категории загрязненных, грязных и чрезвычайно грязных (табл. 3.12).

Таблица 3.12

Характеристика качества воды основных рек России (по итогам последних лет)

Река	Качество воды (варianция)
<i>Восточный склон территории Российской Федерации</i>	
Амур	От условно чистой до грязной
Реки Камчатки	От условно чистой до слабо загрязненной
Реки Сахалина	От слабо загрязненной до чрезвычайно грязной
<i>Южный склон территории Российской Федерации</i>	
Урал	От умеренно загрязненной до загрязненной
Волга, в том числе основные притоки	Загрязненная
Ока	От умеренно загрязненной до грязной
Москва	От умеренно загрязненной до чрезвычайно грязной
Терек	От слабо загрязненной до очень грязной
Дон	От загрязненной до чрезвычайно грязной
Кубань	От умеренно загрязненной до грязной
Днепр	От слабо загрязненной до грязной
<i>Западный склон территории Российской Федерации</i>	
Нева	От умеренно загрязненной до загрязненной
<i>Северный склон территории Российской Федерации</i>	
Северная Двина	От весьма загрязненной до грязной
Печора	От весьма загрязненной до грязной
Реки Кольского полуострова	От загрязненной до чрезвычайно грязной
Обь	От слабо загрязненной до чрезвычайно грязной
Енисей	Загрязненная
Лена	От условно чистой до грязной

Проведенный анализ и оценка объема и режима ресурсов поверхностных и подземных вод России в целом свидетельствует о значительном объеме возобновляемых водных ресурсов и высокой удельной водообеспеченности как её территории, так и населения и хозяйства. Однако значительная неравномерность распределения водных ресурсов по территории и во времени приводит к тому, что для отдельных субъектов РФ в некоторые моменты времени может не оказаться необходимого количества воды для удовлетворения потребности населения и хозяйства. Это к тому же усугубляется не высоким качеством воды в большинстве водных объектов. Следовательно, водные проблемы остаются актуальными, и их острота будет усиливаться по мере развития экономики и роста народонаселения. Несмотря на изменения, происшедшие в политической и социально-экономической жизни страны в конце XX-го столетия, роль водного фактора как элемента производительных сил и как ландшафтообразующего фактора остается предопределяющей для жизни населения России и развития её экономики. Одновременно становится всё более актуальной и всё более усложняется проблема водообеспечения развивающейся экономики страны и управления её водными ресурсами. В связи с этим необходимо проведение комплекса научных исследований в рамках проблемы «Разработать стратегию и определить пути решения водообеспечения страны в ближайшей и отдаленной перспективе с учетом возможных изменений климата и стратегии развития экономики России».

Разумеется, в рамках этой проблемы могут быть рассмотрены различные варианты территориального перераспределения водных ресурсов страны между отдельными субъектами и речными бассейнами РФ, а также и целесообразность переброски части стока сибирских рек в Центральную Азию и Казахстан. В сущности, речь идет о разработке «Генеральной схемы комплексного использования, охраны и воспроизводства водных ресурсов России» на ближайшие 20-30 лет с учетом новых реалий в России, странах СНГ и мире.

Как показали многочисленные исследования, проблема водообеспечения экономики и населения страны и охраны водных ресурсов выходит за рамки технических и экономических задач и является также проблемой природопользования в самом широком смысле. Это положение в полной мере относится и к территориальному перераспределению водных ресурсов, как одному из путей водообеспечения экономики и населения страны в обозримой перспективе, и превращения воды в предмет экспорта.

В результате работ над научным обоснованием перераспределения речного стока стало очевидным, что еще далеко не на все вопросы, связанные с влиянием этого мероприятия на социально-экономические, физико-географические и экологические процессы, могут быть даны однозначные ответы. Выявилась необходимость более углубленного рассмотрения всей проблемы водообеспе-

чения экономики и населения, основываясь как на прогнозах развития производительных сил страны с учетом научно-технического прогресса в области водопотребления и водоотведения, так и на прогнозах влияния намечаемых водохозяйственных мероприятий на окружающую среду. Решающее значение для обоснования стратегии водообеспечения страны имеет прогнозирование водопотребления и развития водохозяйственного комплекса страны в целом. Важное значение имеет также оценка влияния возможных изменений климата на режим вод суши. Эти исследования должны заключаться в совместном изучении изменений атмосферной и наземной ветвей гидрологического цикла.

3.3 Водохозяйственный комплекс России

Общая характеристика

Водохозяйственный комплекс — это комплекс отраслей и производств, состоящий из обеспечивающего водой и потребляющего воду комплексов. Водообеспечивающий комплекс включает водный фонд, объединяющий все водные объекты, и водохозяйственное производство, состоящее из русловых сооружений по формированию, регулированию и территориальному перераспределению стока, воспроизводству водных ресурсов, а также водозаборов и сооружений по защите от вредного воздействия вод. Водопотребляющий комплекс включает сооружения по технологическому и социально-бытовому водопользованию и его рационализации, а также сооружения по очистке и отведению сточных вод.

По данным Российского регистра гидротехнических сооружений в составе водохозяйственного комплекса Российской Федерации находится свыше 65 тысяч гидротехнических сооружений (ГТС), значительную часть которых составляют водонапорные сооружения малых и средних водохранилищ и 37 крупных водохозяйственных систем, используемых для межбассейнового перераспределения стока рек из районов с избытком речного стока в районы страны с их дефицитом. Суммарная протяженность каналов переброски на территории России более 3 тыс. км, объем перебрасываемого стока около 17 км³.

Для регулирования речного стока в России построено свыше 30 тысяч водохранилищ и прудов общей вместимостью более 800 км³, в том числе 2290 водохранилищ с объемом свыше 1 млн. м³ каждое, из них 110 — крупнейших с объемом свыше 100 млн. м³ каждое. Для защиты поселений, объектов экономики и сельскохозяйственных угодий в стране построено более 10 тыс. км защитных водоградительных дамб и валов. На внутренних водных путях Российской Федерации расположено 723 судоходных ГТС, в том числе более 120 шлюзов.

К участникам водохозяйственного комплекса относят водоснабжение и водоотведение населения и отраслей экономики, гидротехнические мелиорации, гидроэнергетику, водный транспорт, лесосплав, рыбное хозяйство, здравоохранение, водные рекреации. В гидротехнические мелиорации входят оросительные и осушительные работы, осуществление мероприятий по борьбе с вредным воздействием вод: защита от наводнений, борьба с водной эрозией, селевыми потоками, оползнями и разрушениями берегов, а также с заболачиванием и засолением почв.

Установленное Водным кодексом понятие «водопользователь» (физическое лицо или юридическое лицо, которым предоставлено право пользование водным объектом) может быть условно разделено на две группы: первая — лица, которые существенную часть вовлекаемой в технологический процесс воды расходуют безвозвратно, и вторая — лица не изымающие воду из водного объекта, но нуждающиеся для своей деятельности в поддержании определенных уровней, расходов и качества воды в водном объекте. Ниже дано условное распределение участников водохозяйственного комплекса по группам.

Таблица 3.13

Водопотребители	Водопользователи
Коммунальное хозяйство городов Промышленность в т.ч. теплоэнергетика и атомная энергетика Сельское хозяйство: водоснабжение сельских населенных мест и животноводческих ферм орошение земель обводнение пастбищ увлажнение осушенных земель влагозадержание на неорошаемых землях Прудовое рыбоводство	Гидроэнергетика Водный транспорт Лесосплав Рыбное хозяйство внутренних водоемов Водные рекреации Водные и околотоводные экосистемы (природоохранные попуски) Здравоохранение (санитарные попуски) Осушение земель Пойменное луговое хозяйство

В водопотребление входит не только использование воды непосредственно потребителем, но и потери воды на испарение и фильтрацию из водохранилищ и каналов. С точки зрения использования и охраны водных ресурсов производственная деятельность водопотребителей характеризуется:

общим водопотреблением — суммой забора свежей и оборотной воды; этот объем воды проходит через технологические цехи предприятий за единицу времени (год, сутки, час);

забором свежей воды (пресной или морской) — водозабором из водного объекта;

забором оборотной воды — водозабором из системы замкнутого водоснабжения;

водоотведением — сбросом в водный объект;

безвозвратным водопотреблением — забором свежей воды за вычетом водоотведения;

объемами сброса загрязнений — величиной контролируемых компонентов загрязняющих веществ в сбрасываемой воде за вычетом содержания этих веществ в воде, забираемой из источника;

тепловым загрязнением — количеством тепла, сбрасываемого в водный объект, определяемым по расходу сбрасываемой воды и повышению температуры в сбросных водах по сравнению с температурой забираемой воды.

Водопользователи характеризуются величиной необходимых расходов воды (гидроэнергетика) и уровней (судоходство, гидроэнергетика, рыбное хозяйство внутренних водоемов, рекреация). Некоторых водопользователей может характеризовать также и сброс загрязнений.

Начиная с данных за 2005 год, сводные материалы статистического наблюдения за использованием воды по форме № 2-тип (водхоз) начали разрабатываться в отраслевом разрезе на основе Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД), заменившего Общесоюзный классификатор отраслей народного хозяйства (ОКОНХ). Возможности сопоставления сводных данных, полученных на основе этих классификаторов, ограничены; поэтому формирование длительных статистических рядов в отраслевом разрезе затруднено.

Из всех участников водохозяйственного комплекса наибольший удельный вес по объему использования воды принадлежит производству и распределению газа, электроэнергии и воды — 66% водопотребления в 2007 году (табл. 3.14). Значительно меньше по объемам использование воды в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве (16%) и обрабатывающих производствах (10%), рыболовства и рыбоводства (3%), добыче полезных ископаемых (2%). На все прочие виды хозяйственной деятельности в целом приходится порядка 2–3%. В современных условиях самый крупный водопотребитель подразделяется на два подвида экономической деятельности — энергетику и газоснабжение (49,4% общероссийского водопотребления) и «сбор, очистка и распределение воды» (16,4%). Последний подвид деятельности в основном характеризует работу коммунальных и крупных производственных водопроводных систем, но по масштабам заметно уступает прежней отрасли «жилищно-коммунальное хозяйство».

Важная особенность участников водохозяйственного комплекса — взаимное несовпадение требований к режиму водисточника во времени. При недостаточных водных ресурсах вступают в действие ограничения расчетной обеспеченности.

Жилищно-коммунальное хозяйство

Часть жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), связанная с водообеспечением и водоотведением населенных пунктов и расположенных в них населением, коммунально-бытовых и частично-промышленных предприятий, относится к сфере водопроводно-канализационного хозяйства. В период перехода к рыночным отношениям отрасль оказалась в кризисном состоянии. К 2000 г. средний износ водопроводных сетей составил 75%, с колебаниями от 56 до 92% по отдельным Водоканалам. При этом ежегодно восстанавливалось лишь по 0.7% общей протяженности сетей вместо необходимых 5%. В 30% городов утечки и неучтенный расход воды превысил 1/3 объема воды, поданной в сеть. Почти во всех российских городах значительная часть водопроводных сооружений и сетей находилась в эксплуатации свыше 30 лет, а значит физически и морально устарела. Тарифы на услуги ЖКХ росли быстрее всех цен.

Таблица 3.14

Основные характеристики водообеспечения видов экономической деятельности в Российской Федерации, млн. м³

Вид производ- ственной деятель- ности	Год	Забор воды из природных ис- точников		Использование свежей воды				Потери воды при тран- спорти- ровке	Расход воды в си- стемах обо- ротного и повторного (последова- тельного) водоснаб- жения
		всего, на все цели	в т.ч. из под- земных источ- ников	всего	в том числе для нужд				
					произ- водствен- ных	хозяйст- венно- питьевых	ороше- ния		
Итого по России	2004	79361		63337	36344	12785	7673	8092	135014
	2005	79472		61335	36544	12301	7735	7963	135463
	2006	79273		62153	37349	11995	8158	8044	142597
	2007	79985		62506	38015	11627	8369	7897	144386
Производ- ство и рас- пределение электро- энергии, газа и воды	2005	41437		39048	29051	92701	19,7	2345	65144,
	2006	43027	5219	40468	30380	9338	23,8	2472	80151
	2007	43287	5294	41114	31208	9166	26,9	2312	81636
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	2005	18525		9560	175,3	571,4	7510	4766	605,4
	2006	18715	1030	9695	163,3	443,3	7888	4893	663,9
	2007	18875	837	9759	168,4	389,7	8107	4869	572,6

Вид производственной деятельности	Год	Забор воды из природных источников		Использование свежей воды				Потери воды при транспортировке	Расход воды в системах оборотного и повторного (последовательного) водоснабжения
		всего, на все цели	в т.ч. из подземных источников	всего	в том числе для нужд				
					производственных	хозяйственно-питьевых	орошения		
Обрабатывающие производства	2005	6475		6038	5120	749,6	27,3	127,4	48340
	2006	6316	883	6248	5421	683,4	19,1	105,0	50083
	2007	6613	868	6118	5303	650,8	15,1	96,9	50151
Добыча полезных ископаемых	2005	3078		1842	1147	115,0	0,4	20,9	11629
	2006	2569	1883	1406	674,5	112,9	0,9	20,6	10030
	2007	2659	2007	1387	698,0	93,4	0,7	19,3	10348
Рыболовство и рыбоводство	2005	2709		2028	139,6	2,8	20,2	141,5	136,3
	2006	2651	60,0	2013	153,5	2,6	48,6	149,7	144,6
	2007	2619	67,3	1856	82,6	1,9	6,6	172,5	146,9
Строительство	2005	2227		44,6	19,7	20,	3,2	260,3	90,7
	2006	2195	140	40,7	15,2	21,2	3,2	174	9,9
	2007	2287	149	43,4	15,5	20,6	3,1	205,0	15,7
Транспорт и связь	2005	1979		311,4	144,0	152,3	0,3	19,0	278,1
	2006	1424	194	292,4	139,4	139,7	0,2	20,0	216,5
	2007	1310	151	280,3	137,5	128,5	0,2	9,4	197,5
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	2005	1388		610,0	127,3	456,3	5,3	126,2	48,9
	2006	1260	179	584,0	123,4	440,9	5,4	131,2	38,4
	2007	1224	...212	574,8	126,6	425,9	5,7	122,6	32,7

По состоянию на конец 2007 г., услугами централизованного водоснабжения обеспечено 31% всех населенных пунктов России, а услугами централизованной канализации — всего 6%, в том числе в городах — соответственно 100% и 98% населения, в поселках — 96% и 81%, в сельских населенных

пунктах всего 30% и 5% (табл. 3.15, табл. 3.16). Протяженность уличной водопроводной сети в населенных пунктах России составляет 331,7 тыс. км, в том числе 145,3 тыс. км в городской местности (44%). Мощность водопроводов достигает 89,7 млн. м³ в сутки, на города и поселки приходится 73,1 млн. м³ в сутки (81%).

Таблица 3.15

Водоснабжение населенных пунктов России в 1995-2007 гг.

	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007
Число населенных пунктов, имеющих водопроводы:							
городов	1063	1085	1087	1094	1087	1091	1092
в процентах от их общего числа	98	99	99	99	100	100	100
поселков городского типа	1670	1727	1686	1554	1320	1295	1302
в процентах от их общего числа	83	93	94	94	96	96	96
сельских населенных пунктов	33266	42904	45230	45171	46066	46192	46465
в процентах от их общего числа	22	28	29	30	30	30	30
Одинокое протяжение уличной водопроводной сети, тыс. км	305,8	324,1	334,4	335,3	332,8	334,3	331,7
в т.ч. в городской местности	128,5	139,7	144,3	147,2	145,5	148,4	145,3
в т.ч. в сельской местности	177,3	184,4	190,1	188,1	187,3	185,9	186,4
Мощность водопроводов, млн. м ³ в сутки	90,3	89,0	88,3	87,9	88,9	88,9	89,7
в т.ч. в городской местности	71,8	70,6	71,3	71,4	72,4	72,7	73,1
в т.ч. в сельской местности	18,5	18,4	17,0	16,5	16,5	16,2	16,6
Пропуск воды через очистные сооружения в общем объеме поданной воды, процентов	52	55	58	59	59	59	59
в т.ч. в городской местности	60	65	63	63	63	62	62
в т.ч. в сельской местности	12	17	14	14	23	21	20
Среднесуточный отпуск воды в расчете на одного жителя, л	303	247	224	212	200	184	179
в т.ч. в городской местности	332	288	268	257	244	225	218
в т.ч. в сельской местности	202	131	100	88	81	73	72

Таблица 3.16

Канализация в населенных пунктах России в 1995 — 2007 гг.

	1995	2000	2003	2004	2005	2006	2007
Число населенных пунктов, имеющих канализацию:							
городов	1033	1051	1059	1066	1072	1066	1068
в процентах от их общего числа	95	96	97	97	97	97	98
поселков городского типа	1246	1358	1363	1249	1088	1086	1095
в процентах от их общего числа	61	73	76	76	79	80	81
сельских населенных пунктов	5045	6206	6375	6410	6899	7380	7112
в процентах от их общего числа	3	4	4	4	5	5	5
Одинокое протяжение уличной канализационной сети, тыс. км	67,2	73,8	75,2	76,9	75,1	74,9	74,8
в т.ч. в городской местности	53,3	58,7	60,0	61,4	59,7	59,6	59,4
в т.ч. в сельской местности	13,9	15,1	15,2	15,5	15,4	15,3	15,4
Пропуск сточных вод за год, млрд. м ³	20,0	16,3	15,4	15,1	14,4	13,8	13,5
в т.ч. в городской местности	19,1	15,7	14,9	14,6	13,9	13,3	13,0
в т.ч. в сельской местности	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Пропуск сточных вод через очистные сооружения, в процентах от их общего объема	78	86	87	88	89	90	91
в т.ч. в городской местности	79	87	88	89	89	91	92
в т.ч. в сельской местности	67	71	67	70	70	60	69

В настоящее время состояние водопроводно-канализационного хозяйства оценивается как кризисное — износ основных средств колеблется от 50 до 70%, при этом ежегодно степень износа увеличивается на 2-3%. В частности, износ водопроводных сетей превышает 65%, канализационных сетей — 62%, водопроводных насосных станций — 65%, канализационных насосных станций — 57%, очистных сооружений водопровода — 54%, очистных сооружений канализации — 56%.

По данным на 2005 г. 24.4% жилого фонда России не обеспечено водопроводом, а 28.5% жилого фонда не оборудовано централизованной канализацией (табл. 3.17). При этом объемы ввода в действие новых водопроводных сетей являются очень низкими и по сравнению с 1990 г. они снизились в 5 раз. Подача воды из подземных источников (наиболее защищенных от загрязнений) со-

ставляет менее 40%, от общего объема воды, поданной в водопроводные сети, что намного ниже, чем в большинстве европейских стран. Худшее положение среди федеральных округов принадлежит Сибирскому округу, где более 30% жилого фонда не обеспечено водопроводом и более 36% — канализацией.

Таблица 3.17

Обеспеченность жилищного фонда водопроводом и канализацией
по федеральным округам Российской Федерации, %

Федеральный округ	Удельный вес общей площади, оборудованной			
	водопроводом		канализацией	
	2000 г.	2005 г.	2000 г.	2005 г.
Российская Федерация	73	75,6	69	71,5
Центральный ФО	77	79,1	74	76,7
Северо-Западный ФО	79	79,7	77	78,0
Южный ФО	69	71,9	62	65,8
Приволжский ФО	72	74,3	65	68,1
Уральский ФО	77	78,3	74	75,9
Сибирский ФО	73	69,5	62	63,6
Дальневосточный ФО	72	73,3	71	71,9

Забор воды из поверхностных источников не имеет необходимого комплекса очистных сооружений и не обеспечивает полноты обеззараживания и очистки воды. Обеспеченность централизованных систем водоснабжения сооружениями предочистки и водоподготовки составляет около 60% от общего количества водозаборных сооружений. Средний по России уровень потерь воды в сетях водоснабжения превышает 19% от объема воды, поданной в сеть. В 2006 г. на 100 км водопроводной сети в год приходилось 29 аварий, что в 2-3 раза превышает показатели европейских стран. Начиная с 2002 г. наметилась тенденция к снижению количества аварий на сетях водоснабжения.

Экологическое состояние водосмлов в России неудовлетворительное. В 2007 г. более 28% проб санитарного состояния водных объектов (водоемы I категории), используемых в качестве источников питьевого и хозяйственно-бытового водопользования населения, не соответствует гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, и более 21% проб — по микробиологическим показателям. Из года в год динамика этих показателей не улучшается. Из эксплуатирующихся канализационных очистных сооружений 60% перегружены, 38% эксплуатируются 25-30 и более лет и требуют срочной реконструк-

ции. Дефицит мощностей по очистке канализационных сооружений в настоящее время достигает около 9 млн. м³ в сутки.

Промышленность

Потребительские свойства воды обусловили её использование в технологиях промышленного производства. На промышленных предприятиях обрабатывающих производств вода используется на самые различные нужды, но преимущественно её используют для следующих основных целей:

- от 70 до 90% воды используется в качестве хладагента, охлаждающего продукцию в теплообменных аппаратах, или для защиты отдельных элементов машин и установок от чрезмерного нагрева.

- от 10 до 20% воды теряется за счет испарения или входит в состав произведенной продукции.

- от 5 до 13% воды используется для очищения продукции или сырья от примесей (протравка стали, очистка текстиля, пищевых продуктов и т.д.), а также в качестве транспортирующей среды (в бумажной промышленности для транспортирования сырой бумажной массы в виде водной суспензии, при гидравлической добыче угля и рудных полезных ископаемых).

Объемы выпуска обрабатывающими отраслями промышленности России за последние годы увеличивались значительно — 107,6% в 2005 г., 108,3% в 2006 г., 109,5% в 2007 г. При этом объемы использования воды изменялись незначительно (табл. 3.18)

Таблица 3.18

Основные показатели использования воды обрабатывающими производствами промышленности РФ в 2005-2007 гг., млн. м³

Показатель	2005	2006	2007
Забрано воды	6475	6316	6613
Использовано свежей воды всего	6038	6249	6118
в т.ч для производственных нужд	5121	5421	5303
для хозяйственно-питьевых нужд	750	683	651
Потери воды при транспортировке	127,4	105,0	96,9
Расход воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения	48340	50083	50151
Экономия свежей воды, %	90,4	90,2	90,4
Сброшено сточных вод всего	4813	4978	4689
в т.ч. загрязненных	3771	3573	3295
нормативно очищенных	415,6	354,9	344,8

В 2006 г. увеличился объем использования свежей воды (на 3.5%) и расход воды в системах оборотного водоснабжения (на 3.6%). В 2007 г. объем использования свежей воды несколько снизился, а оборотной воды немного увеличился. Экономия воды за счет систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в обрабатывающих снизилась отраслях промышленности в целом составляет 90.2-90.4%. Загрязненных сточных вод за последние два года стало сбрасываться в водные источники на 13% меньше, но и количество нормативно очищенных сточных вод снизилось на 17%. Удельный вес нормативно очищенных сточных вод в общем объеме вод, подлежащих очистке, составляет всего 9-10%.

Крупнейшими водопотребителями из обрабатывающих отраслей промышленности являются: целлюлозно-бумажное производство, издательская и полиграфическая деятельность; производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов; химическое производство; металлургическое производство. На эти четыре вида экономической деятельности (из 13 видов обрабатывающих производств) приходится 69% объема использованной воды и 81% сброса загрязненных сточных вод.

Технологии, применяемые при добыче полезных ископаемых, условно можно разделить на две группы: технологии по добыче угля и рудных полезных ископаемых и технологии добычи нефти и газа. Наиболее распространенным способом добычи угля и рудных полезных ископаемых является гидравлическая добыча. Данная технология предполагает воздействие на рудные породы струей воды высокого давления. При этом рудная порода разрушается и перемешивается с водой, образуя пульпу. Далее пульпа откачивается с помощью специальных насосных станций и фильтруется. В рамках технологий добычи нефти и газа предполагается использование водных ресурсов для повышения давления в нефтегазоносных пластах. Вода закачивается в нефтегазоносный пласт через специальные скважины, что позволяет повысить давление нефти и газа и увеличивает ресурс нефтяной или газовой скважины. Как правило, данная методика используется при вторичной и последующей добыче нефти и газа на месторождениях.

Индекс производства продукции в отрасли «Добыча полезных ископаемых» за последние три года увеличивался незначительно — 101.4% в 2005 г., 102.5% в 2006 г., 101.9% в 2007. г. При этом основные показатели водопользования существенно снизились (табл. 3.19).

Объем использования свежей воды в целом в 2007 г. по сравнению с 2005 г. снизился на 25%, при этом на производственные нужды — на 39%, а на хозяйственно-питьевые нужды — на 19%. Расход воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения также снизился (на 11%), но опережающее снижение водопотребления на производственные нужды привело к росту показателя экономии свежей воды с 91.0 до 93.7%. Объем сброса

сточных и коллекторно-дренажных вод сократился на 379 млн. м³ (20%), причем за счет снижения сброса нормативно чистых вод. Объем загрязненных вод за два года вырос на 5.4%, а нормативно очищенных вод остался прежним. Удельный вес нормативно очищенных сточных вод в общем объеме вод, подлежащих очистке, составляет всего 13-14%.

Таблица 3.19

Основные показатели использования воды по отрасли
«Добыча полезных ископаемых» в 2005-2007 гг., млн. м³

Показатель	2005	2006	2007
Забрано воды	3078	2569	2659
Использовано свежей воды всего	1842	1406	1387
в т.ч для производственных нужд	1148	675	698
для хозяйственно-питьевых нужд	115,0	112,9	93,4
Потери воды при транспортировке	20,9	20,6	19,3
Расход воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения	11629	10030	10348
Экономия свежей воды, %	91,0	93,7	93,7
Сброшено сточных вод всего	1886	1381	1507
в т.ч. загрязненных	1020	964	1075
нормативно очищенных	156,3	162,1	158,2

Основным видом очистки воды на предприятиях остается механический способ, который не обеспечивает требуемого качества воды в соответствии с установленными нормативами предельно допустимых сбросов. Низкая степень улавливания и обезвреживания вредных веществ в области добычи полезных ископаемых (36% против 75% в среднем по России) обусловлена тем, что источники выбросов на добывающих предприятиях в основном неорганизованные. Часть сточных этих предприятий сбрасывается на рельеф местности, поля фильтрации, в накопители и подземные горизонты. Серьезный ущерб окружающей среде наносится разливами нефти и пластовой воды вследствие прорыва трубопроводов, основной причиной которых является коррозия металла.

Теплоэнергетика

Электроэнергетика является одной из основных отраслей экономики страны. Главным продуктом отрасли является электроэнергия, для генерации ко-

торой используют два типа электростанций: тепловые (КЭС, ТЭЦ, АЭС) и гидравлические (ГЭС, ГАЭС). Отрасль электроэнергетики находится на первом месте по объемам забора воды из природных источников и её использования. В 2007 г. объем использования воды электроэнергетикой превысил 49% общего объема её использования для экономической деятельности.

При осуществлении хозяйственной деятельности электростанции оказывают воздействие на водные ресурсы за счет трех процессов: забора воды на производственные и иные нужды; сброса сточных вод в поверхностные водные объекты; загрязнения поверхностных водных объектов.

Выделяют три вида тепловых электростанций :

- конденсационные (КЭС), в которых отработанный пар, прошедший через турбину, охлаждается, конденсируется и вновь поступает в котел;
- теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), в которых отработанный пар используется для отопления;
- атомные электростанции (АЭС), которые действуют по принципу КЭС и отличаются типом использования топлива (вместо органического — ядерное).

Во всех тепловых электростанциях использование воды является важным фактором хозяйственной деятельности. В теплоэлектростанциях вода используется для следующих целей: для получения пара в котлах, парогенераторах, ядерных реакторах кипящего типа, испарителях, паропреобразователях; — для конденсации отработавшего в паровых турбинах пара; для охлаждения различных аппаратов и агрегатов ТЭС и АЭС; для производства отопительной воды. Основная часть воды используется для охлаждения конденсаторов турбин. На тепловых электростанциях используются два типа водоснабжения: прямоточные системы и последовательные и оборотные системы. Водным Кодексом РФ 2006г. (статья 60) запрещено проектировать системы прямоточного водоснабжения.

Сброс отработанной воды может происходить напрямую в естественные водоисточники или в искусственные водохранилища-охладители, градирни. Основной объем сточных вод электростанций составляет охлаждающая вода, которая относится к категории «нормативно-чистых», т.е. не требующих очистки вод. Температура отработавшей на тепловой электростанции воды выше, чем температура воды в водных объектах. Сбрасывать теплые воды непосредственно в естественные источники нельзя, иначе неизбежно так называемое «тепловое загрязнение водных источников», которое приводит к росту водорослей, снижению концентрации кислорода в воде и гибели живых организмов, обитающих в водоемах. Кроме того, при эксплуатации ТЭС в воду попадают различные примеси: химические реагенты, которые используются в очистных установках, а также нефтепродукты, масла, компоненты золы, шлака и т.п.

После преодоления кризиса в отрасли объем выработки электроэнергии ежегодно растет (табл. 3.20). Наибольший рост производства электроэнергии за 2005-2007 гг. отмечается на тепловых станциях — 11,0%, на атомных станциях — 10,3%, на ГЭС — всего 0,6%.

Таблица 3.20

Производство электроэнергии электростанциями,
млрд. киловатт-часов

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Все электростанции	1082	860	878	891	891	916	932	953	996	1015
в том числе										
тепловые	797	583	582	578	585	608	609	629	664	676
атомные	118	99,5	131	137	142	150	145	149	156	160
гидроэлектростанции	167	177	165	176	164	158	178	175	175	179

Забор воды для нужд электроэнергетики в 2007 г. составил более 30 км³ воды (на долю газоснабжения приходится очень незначительная величина) и превысил показатель 2005 г. на 5,6%, объем использования воды — на 6,8%. (табл. 3.21). Значительное увеличение расхода воды из систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения привел к росту экономии свежей воды с 70,2 до 73,3%.

Таблица 3.21

Основные показатели использования воды при производстве, передаче и
распределении электроэнергии, газа, пара и горячей воды»
в 2005-2007 гг., млн. м³

Показатель	2005	2006	2007
Забрано воды	28559	29756	30155
Использовано свежей воды всего	28895	30121	30855
Расход воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения	64811	79747	81184
Экономия свежей воды, %	70,2	73,4	73,3
Сброшено сточных вод всего	25262	26404	27168
в т.ч. загрязненных	816	826	893
нормативно очищенных	165,5	157	120

Отмечается заметный рост негативного воздействия на водные объекты. Так, сброс загрязненных сточных вод вырос на 9,4%, а нормативно-очищенных вод снизился на 27,5%.

Гидроэнергетика

Россия обладает значительным гидроэнергетическим потенциалом, занимающая второе место в мире после Китая. Экономический гидроэнергетический потенциал страны превышает 850 млрд. кВтч. Однако данный потенциал используется только на 20%, тогда как во Франции и Швейцарии степень его освоения составляет более 90%, Канаде и Норвегии — более 70%, США и Бразилии — более 50%. По установленной мощности ГЭС Россия занимает пятое место в мире, по производству электроэнергии на ГЭС — также пятое место. Однако доля производимой ГЭС электроэнергии не превышает 18% всей производимой электроэнергии в России. В то же время в 65 странах мира гидроэлектростанции производят свыше 50% потребляемой электроэнергии, в том числе в 24 странах — более 90%.

Главной причиной слабого освоения гидроэнергетического потенциала в России является его значительное удаление от потребителя электроэнергии — 90% гидроэнергетического потенциала сосредоточено на реках Сибири и Дальнего Востока. Около 80% потенциала приходится на бассейны четырех рек — Енисея (288 млрд. кВтч), Лены (235 млрд.), Оби (94 млрд.) и Волги (56 млрд.). Степень освоения экономического гидроэнергетического потенциала существенно отличается по регионам страны — от 2% в Западно-Сибирском до 74% в Поволжском экономическом районах.

Принцип комплексного использования водных ресурсов потребовал осуществлять освоение гидроэнергетического потенциала крупных и средних рек, как правило, путем строительства каскадов гидроэлектростанций. Каскадное строительство гидроэнергетических узлов позволило постепенно и планомерно осваивать водные ресурсы рек с учетом возрастающих потребностей в регулировании их стока. Последовательность строительства объектов определялась на основе схем комплексного использования и охраны водных ресурсов. Каскады ГЭС построены на Волге, Каме, Енисее, Ангаре, Кубани, Сулаке, Неве, Кеме, Свири и других реках. Практически ни один каскад ГЭС не создавался для решения только энергетических задач. Крупные гидроэнергетические объекты являлись, как правило, основой для индустриального развития целых районов, в которых размещались гидроузлы, а в ряде случаев и крупных регионов страны.

Современная суммарная установленная мощность ГЭС России превышает 46 млн. кВт, а их годовая выработка электроэнергии в последние годы составляет 175-179 млрд. кВтч. В настоящее время на территории России работают

102 гидростанции мощностью свыше 100 МВт. Крупнейшие ГЭС России представлены в таблице 3.22.

Таблица 3.22

Гидроэлектростанции мощностью более 1000 МВт

Гидроэлектростанция	Река	Мощность, МВт	Среднегодовая выработка, млрд. кВт.ч	Число агрегатов
<i>Европейская часть России</i>				
Волжская им. XXII съезда КПСС	Волга	2550	11,1	22
Жигулевская (Волжская им. Ленина)	Волга	2320	10,1	20
Чебоксарская	Волга	1370	2,2	18
Саратовская	Волга	1360	5,35	24
Нижекамская	Кама	1250	2,67	16
Загорская ГАЭС	—	1200	1,95	6
Воткинская	Кама	1020	2,22	10
Чиркейская	Сулак	1000	2,47	4
<i>Сибирь и Дальний Восток</i>				
Саяно-Шушенская	Енисей	6720	24,5	10
Красноярская	Енисей	6000	17,5	12
Братская	Ангара	4500	22,6	18
Усть-Илимская	Ангара	3840	21,7	16
Богучанская	Ангара	3000	17,6	9
Бурейская	Буря	1975	7,1	6
Зейская	Зея	1330	4,1	6

К числу гидроэнергетических установок, помимо ГЭС, относятся также *гидроаккумулирующие электростанции* (ГАЭС). Основной задачей ГАЭС является перераспределение электроэнергии, вырабатываемой маломаневренными атомными и крупноблочными тепловыми электростанциями в течение суток, с накоплением её в период ночных «провалов» в графиках электропотребления и выдачей в энергосистему в часы наиболее «пиковых» нагрузок. Для этой цели на ГАЭС устанавливают обратимые гидроагрегаты, работающие как в турбинном, так и в насосном режимах. Если для ГЭС повышение мощ-

ности часто связано с недопустимым увеличением площади затопления, то для ГАЭС площади затопления невелики (они определяются размерами бассейнов суточного регулирования), а повышение мощности при благоприятном рельефе можно достичь за счет увеличения напора.

В настоящее время в мире существует свыше 300 ГАЭС общей мощностью порядка 100 млн. кВт. Суммарная мощность ГАЭС в США — свыше 20 млн. кВт, в Германии, Франции и Италии — свыше 5 млн. кВт. В России действуют Кубанская ГАЭС мощностью 16 МВт и Загорская ГАЭС мощностью 1200 МВт. Эксплуатация Загорской ГАЭС показала её высокую эффективность и поэтому в 2007 г. начато строительство Загорской ГАЭС-2 мощностью 840 МВт.

Возможности эффективного использования в ближайшие годы действующих гидроэлектростанций ограничены в связи с износом оборудования, проработавшего более 40, а на некоторых ГЭС более 50 лет. В настоящее время на 80 крупнейших ГЭС России эксплуатируются 420 гидроагрегатов, из которых 170 гидроагрегатов общей мощностью около 12 млн. кВт достигли 40-летнего рубежа (в т.ч. 70 агрегатов общей мощностью свыше 2 млн. кВт эксплуатируются более 50 лет) и нуждаются в замене. К 2015 г. более 70% имеющихся мощностей ГЭС будет эксплуатироваться за пределами нормативного срока.

К 2030 г. планируется построить 46 ГЭС. Прирост производства электроэнергии на гидроэлектростанциях будет происходить в основном в Сибири и на Дальнем Востоке. Одним из серьезных препятствий на пути строительства ГЭС является затопление земель водохранилищами. Ими в России было затоплено 4,6 млн. га, в том числе 1,7 млн. га сельхозугодий, включая 0,5 млн. га пашни, и 2,2 млн. га лесов. Из зон затопления было переселено 840 тыс. человек, в том числе 600 тыс. человек с территории будущих водохранилищ на Волге и Каме. По расчетам, при намечаемом увеличении выработки электроэнергии на ГЭС к 2030 г. на 140 млрд. кВтч может быть затоплено 1 млн. га сельхозугодий и переселено 180 тыс. га человек.

Сельское хозяйство

Сельское хозяйство — один из основных водопотребителей среди видов экономической деятельности по общим (16% суммарного использования воды в 2007 г.) и особенно по безвозвратным изъятиям. Количество используемой свежей воды сельским хозяйством России на протяжении 1980-х годов несмотря на заметный рост производства продукции было довольно стабильным — 25 — 29 км³. С началом вхождения экономики России в сферу рыночных отношений объем используемой свежей воды стал неуклонно снижаться, опустившись в 2000 г. до 13,6 км³, а в 2007 г. до 11,6 км³ (с учетом прудового рыбоводства, ранее входившего в отрасль сельского хозяйства).

Одним из основных способов повышения урожайности сельскохозяйственных угодий является проведение мелиоративных работ. В мире шестая часть земель мелиорирована и с них получают 40–50% всех производимых сельскохозяйственных продуктов. В России на 1 января 2008 г. площадь мелиорированных земель составляла 9,1 млн. га (в т.ч. 4,3 млн. га орошаемых и 4,8 млн. га осушаемых) или менее 6% угодий сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. В 1980-е годы мелиоративная отрасль давала более 30% земледелия, в настоящее время — всего 15%. Мелиоративными системами, находящимися в федеральной собственности, обслуживается 3,3 млн. га земли, мелиоративными системами, находящимися в собственности субъектов РФ — 0,4 млн. га, и сельскохозяйственными товаропроизводителями эксплуатируется 5,4 млн. га.

Около 80% сельхозугодий страны расположено в зоне рискованного земледелия с недостаточным и неустойчивым увлажнением, с часто повторяющимися засухами и суховеями, резко снижающими урожайность и валовые сборы сельскохозяйственной продукции. В этих условиях повышение продуктивности и устойчивое развитие земледелия невозможно без проведения комплексных мелиораций и освоения адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия. С 1970 по 1990 г. площадь орошаемых земель во всех категориях хозяйств возросла с 2,0 до 6,2 млн. га. Резкое снижение финансового обеспечения отрасли в 1990-е гг., обвальное сокращение затрат на поддержание мелиоративных систем в рабочем состоянии сопровождалось разрушением поливного потенциала и переводом орошаемых земель в богарные. Площадь земель регулярного орошения стала неуклонно сокращаться и к 2007 г. составила около 4,3 млн. га (табл. 3.23),

Таблица 3.23

Площадь орошаемых земель по федеральным округам России,
тыс. га

Федеральный округ	1991	1996	2001	2006	2007	2008
Российская Федерация	6155,6	4876,1	4466,0	4497,0	4474,1	4338,9
Центральный ФО	807,1	616,3	524,9	503,1	503,0	497,0
Северо-Западный ФО	50,7	34,9	23,0	18,8	19,7	18,3
Южный ФО	2739,3	2297,8	2180,2	2235,6	2216,6	2153,3
Приволжский ФО	1512,2	1053,8	919,4	931,0	933,2	907,9
Уральский ФО	197,9	173,4	155,2	154,8	155,3	125,2
Сибирский ФО	701,7	566,6	551,9	531,4	526,1	515
Дальневосточный ФО	146,7	130,4	111,4	122,3	120,2	122,2

Балансовая стоимость мелиоративных систем России на 01.01 2007 г. составляла 305 млрд. рублей, при этом на долю мелиоративных фондов государственной собственности (федеральной и субъектов РФ) приходилось 114 млрд. рублей (37%), на долю фондов муниципальной собственности и товаропроизводителей — 191 млрд. рублей (63%). Стоимость объектов на оросительных системах составляла 169.5 млрд. рублей, на осушительных системах — 129.7 млрд., прочих объектов (здания, мастерские и т.д.) — 5.9 млрд. рублей.

Степень износа основных фондов на многих мелиоративных системах и ГТС достигает 60%. Свыше половины оросительных систем (2.34 млн. га) и четверть осушительных систем (1.2 млн. га) нуждаются в проведении работ по реконструкции и повышению их технического уровня. Большая часть магистральной и распределительной оросительной сети выполнена в земляном русле, потери воды на фильтрацию достигают 40% от объема водозабора. Только 30% протяженности каналов имеют противофильтрационные облицовки. Из общей площади орошаемых угодий не используется в сельскохозяйственном производстве почти 0.5 млн. га (11%), в значительной степени по причине засоления и заболачивания почв. В 2007 г. не использовалось также 0.67 млн. га осушаемых угодий (14%), в частности из-за неисправности сети на площади 0.31 млн. га.

Более динамично, чем площадь наличных орошаемых земель, сокращалась площадь фактически политых земель. Если в 1970-1980-е годы поливалась значительная часть земель, не учтенных в числе орошаемых (так называемые земли инициативного орошения), то в 1990-е годы не хватало средств на проведение поливов даже на землях, оборудованных стационарной оросительной сетью. Площадь фактически политых земель в целом по России снизилась с 5.0 млн. га в конце 1980-х гг. до 2.5 млн. га в 2005-2007 гг. Причина — неисправность внутрихозяйственной сети, вышедшей из строя поливной техники и отсутствие возможности её замены, ухудшение ремонтной базы.

В середине 1980-х гг. на нужды регулярного и лиманного орошения расходовалось 20-21 км³, в 2007 г. было использовано 8.4 км³ воды (табл. 3.24). Произошло это как из-за резкого сокращения поливаемых площадей, так и за счет снижения удельного водопотребления.

Системы сельскохозяйственного водоснабжения предназначены для удовлетворения в питьевой воде потребностей населения, животных, работников перерабатывающих и обслуживающих отраслей АПК. С 1980 по 1990 г. объемом использования воды на эти нужды вырос более чем в 2 раза (табл. 3.24). В последующем этот показатель стал сильно сокращаться. Связано это, прежде всего, с резким падением поголовья животных в общественном секторе. Кроме того, в последние годы на селе стали интенсивно образовываться коммунальные службы, в результате чего произошло формальное перераспределение

объемов воды, используемой сельскими жителями, из категории «сельскохозяйственное водоснабжение» в категорию «хозяйственно-питьевые нужды». В связи с этим объем использования воды на хозяйственно-питьевые нужды по отрасли «сельское хозяйство» вырос в целом по России с 80-90 млн. м³ в середине 1990-х гг. до 400-600 млн. м³ в 2005-2007 гг.

Таблица 3.24

Использовано воды на нужды орошения и сельскохозяйственного водоснабжения, млн. м³

Федеральный округ	1980 г.	1985 г.	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
орошение								
Центральный	292	750	368	146	84	39,9	24,9	25,2
Северо-Западный	1,2	11,2	10,4	4,3	3,6	1,8	0,9	0,9
Южный	14623	14664	12790	9091	8303	7258	7691	7810
Приволжский	2290	2992	1569	1188	356	194	182	260
Уральский	179	301	217	53,8	19,8	9,3	6,4	6,3
Сибирский	775	928	948	477	337	209	209	216
Дальневосточный	368	685	492	182	78	23,3	44,4	50,3
Российская Федерация	18528	20331	16394	11141	9181	7735	8158	8369
сельскохозяйственное водоснабжение								
Центральный	397	689	854	778	337	168	131	122
Северо-Западный	150	193	208	143	48,5	22,2	20,0	19,2
Южный	850	1234	1248	1014	373	234	200	184
Приволжский	177	826	876	861	283	130	111	97
Уральский	132	221	211	149	51	35,2	35,7	32,9
Сибирский	222	531	624	510	247	114	108	101
Дальневосточный	36	111	105	61,3	38,9	38,1	40,1	39,7
Российская Федерация	1964	3805	4126	3517	1378	743	646	596

Сельскохозяйственное водоснабжение базируется преимущественно на подземных водах, их доля в общем объеме водопотребления составляет около

85 %. В 2007 г. централизованным водоснабжением было охвачено 30 % сельских населенных пунктов, при этом площадь жилищ в сельской местности, оборудованная водопроводом, составляла 43%. Техническое состояние большинства локальных систем водоснабжения далеко от нормального — 55% из них нуждается в техническом улучшении, в т. ч. более 30% — в реконструкции. В регионах с дефицитом водных ресурсов были построены групповые водопроводы с водозаборами в основном из поверхностных источников и подачей воды на большие расстояния (например, протяженность Чарышского группового водопровода в Алтайском крае достигает 1524 км). Однако износ групповых водопроводов в настоящее время доходит до 70%. Протяженность сельских водопроводных сетей в 2007 г. составляла 187 тыс. км, или 4,9 м на одного жителя, должно же быть, как свидетельствует практика, 12-15 м. Население некоторых регионов, где отсутствуют подземные воды питьевого качества, снабжается привозной водой.

Населенные пункты и животноводческие фермы часто получают воду не соответствующую установленным требованиям, так как не обустроены сооружениями по улучшению качества подаваемой воды. Особенно тревожное положение сложилось в полупустынных и пустынных районах, где питьевая вода подается в населенные пункты с недопустимыми концентрациями солей. Удаление солей при водоподготовке — дорогостоящее мероприятие и практически нигде не применяется.

Локальные водопроводы эксплуатируются силами сельскохозяйственных предприятий, не располагающих необходимыми возможностями для содержания систем в удовлетворительном санитарно-техническом состоянии. Эксплуатация групповых водопроводов ведется на более высоком уровне, так как их обслуживание осуществляется специализированными водохозяйственными организациями. После 1990 г. объемы строительства и реконструкции сетей и буровых скважин сократились в 15 — 20 раз. Лишь с 1999 г. существенно возросло строительство групповых водопроводов, на отдельных водопроводах проведена модернизация оборудования по очистке природных вод, проведена инвентаризация групповых водопроводов, находящихся в федеральной собственности.

Загрязненные сточные воды образуются преимущественно на объектах коммунального хозяйства, животноводства и производственной структуры сельского хозяйства. В настоящее время лишь 5% сельских населенных пунктов имеют канализационные сети. В сельской местности через очистные сооружения проходит лишь 60-70% образующихся сточных вод. Основная масса сбросных вод идет на поля фильтрации, вызывая подъем уровня грунтовых вод, подтопление и загрязнение земель. Сточные воды объектов животновод-

ства практически не подвергаются очистке и наносят значительный урон качеству природных вод и окружающей среде.

Ситуация с очисткой загрязненных сточных вод непрерывно ухудшается. В середине 1980х годов нормативно очищалось 60 — 100 млн. м³ (что составляло 3-5% от всего объема, подлежащего очистке). При этом 1.5-2.0 км³ стоков сбрасывалось в водные объекты вообще без очистки. В 2007 г. через очистные сооружения прошло 188 млн. м³ стоков, однако только 10 млн. м³ было очищено до необходимого качества. Удельный вес очищенных сточных вод сократился до катастрофически низкой величины — 1% от всего объема стоков, подлежащих очистке. Резкое сокращение инвестиций в водоохрану привело к значительному сокращению мощностей очистных сооружений, однако даже они из-за скудного финансирования эксплуатируются лишь частично.

Основную массу возвратных вод АПК составляют коллекторно-дренажные воды с орошаемых земель — 3.2-3.5 км³/год, которые отнесены в настоящее время к категории “нормативно-чистых”. Фактически основная часть этих вод загрязнены ядохимикатами, азотными и фосфорными соединениями, минеральными веществами. Никакой очистке эти воды сейчас не подвергаются.

Для повышения плодородия почв сельскохозяйственного назначения, а также комплексного решения вопросов рационального использования и воспроизводства водных ресурсов была разработана федеральная целевая программа «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национальное достояние России на 2006-2010 годы и на период до 2012 года». В программе предусматривается: проведение водоохраных мероприятий по сохранению и восстановлению водных ресурсов; строительство и реконструкция мелиоративных и водохозяйственных объектов; проведение мероприятий по обеспечению безаварийных пропусков паводков на гидротехнических сооружениях; проведение агролесомелиоративных мероприятий на землях сельскохозяйственного назначения.

Рыбное хозяйство

Рыбное хозяйство Российской Федерации является комплексным сектором экономики, включающим в себя широкий спектр видов деятельности — от прогнозирования сырьевой базы до организации торговли рыбной продукции. С начала 1990-х годов в рыбохозяйственном комплексе сложилась кризисная ситуация. Объем добычи водных биологических ресурсов в России с 1990 по 2007 год сократился более чем в 2 раза (с 7,88 до 3,42 млн. тонн). В общих объемах уловов водных биологических ресурсов на долю внутренних водоемов за последние 20 лет приходится 7-8%. С 2000 г. по 2007 г. улов рыбы во внутренних водоемах сократился более чем на 40 тыс. т, или 14% (табл. 3.25)

Таблица 3.25

Улов рыбы во внутренних морях, реках, озерах, водохранилищах и производство её в товарных хозяйствах, тыс. т

Водоем	1998	2000	2004	2005	2006	2007
Каспийское море	156,2	170,1	50,7	63,7	55,2	55,9
Азово-Черноморский бассейн	8,2	25,8	32,9	33,0	27,4	22,4
Реки, озера, водохранилища	53	44,9	64	72,0	64	66,5
Товарное рыболовство	34,2	50,9	41,5	...	...	105,2
Всего уловы	251,6	291,7	189,1	...		250,0

Наиболее важные рыбохозяйственные водоемы — внутренние моря. Рыбопродуктивность их определяется речным стоком, от величины и внутригодового распределения которого зависят гидрологические режим на речных нерестилищах, площади опресненных зон в морях, биогенный сток и кормовая база рыб.

Самый ценный рыбохозяйственный водоем — Каспийское море. Уникальность его определялась прежде всего большими запасами осетровых, добыча которых составляла около 90% мировых уловов. Однако уловы осетровых только Россией снизились с 18-20 тыс. т в начале 1980-х гг. до 0,47 тыс. т в 2000 г. С 2005 г. промышленная добыча осетровых была полностью прекращена. Сейчас вылов этих ценных рыб для воспроизводства и научных целей не превышает 100 т.

Невыполнение заявок рыбохозяйственных органов на объем и режим сброса воды из Волгоградского водохранилища, потеря нерестилищ в Волго-Ахтубинской пойме, зарастание и заиливание каналов-рыбоходов, по которым рыба должна идти на нерест и которые почти не чистятся, ухудшение кормовой базы, огромное количество загрязнений, которое несет Волга в море — вот далеко не полный список причин, приведший к резкому снижению уловов рыбы. Падение уловов рыбы в Каспийском море произошло в основном за счет группы морских рыб, главным образом кильки. Если в 2000 г. улов таких рыб составил 118 тыс. т, то в 2007 г. он не достиг и 15 тыс. т. Улов полупроходных и речных рыб тоже снизился, но незначительно, а доля этой группы рыб в общем улове повысилась с 30 до 73,5%.

Россия располагает самым крупным в мире фондом рыбохозяйственных водоемов. В федеральной собственности находится 22,5 млн. га озер, 4,3 млн. га водохранилищ, около 1 млн. га сельскохозяйственных водоемов комплексного назначения, 142,9 тыс. га прудов и 523 тыс. км рек. Основные ресурсы внутренних водоемов сосредоточены в Сибирском, Уральском, Северо-Западном

и Дальневосточном федеральных округах. В то же время для развития аквакультуры на сегодняшний день используется не более 5–6% этого фонда.

В фонд рек рыбохозяйственного значения входят промысловые реки и реки, имеющие значение для воспроизводства рыбных запасов. Наибольшее значение для промысла и воспроизводства рыбных запасов имеют низовья рек Волги и Дона, реки Сибири (Обь, Енисей, Лена, Яна), реки Дальнего Востока и Северо-Запада России, речные бассейны Северной Двины и Печоры. Общая протяженность рек, используемых промыслом — около 200 тыс. км.

Рыбохозяйственные угодья многих водохранилищ имеют преимущества, обусловленные их местом расположения вблизи населенных пунктов с развитыми инфраструктурой и сельским хозяйством. В учетном рыбохозяйственном фонде на долю крупных водохранилищ приходится 3,2 млн. га, или 75% общей площади этих водоемов. В таблице 3.26 приведены данные о вылове рыбы за последние 12 лет в крупнейших пресноводных водоемах Российской Федерации.

Таблица 3.26

Уловы рыбы в наиболее крупных пресноводных водоемах России
в 1995–2007 гг., тыс. т

Водоем	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Обь-Иртышский бассейн	15,0	16,4	16,2	16,1	20,6	16,8	19,2	14,0	14,1
Бассейн р. Енисей	1,8	1,7	1,8	1,7	1,5	1,57	1,15	1,45	1,35
Озера: Ладожское	3,1	2,9	3,0	3,4	3,0	2,8	2,9	2,8	2,9
Онежское	1,0	0,7	2,0	2,1	1,7	1,88	2,1	2,2	2,3
Чудско-Псковское	2,7	3,9	2,7	5,6	4,8	3,6	4,0	4,5	4,3
Ильмень	1,6	1,3	1,5	1,4	1,4	1,2	1,38	1,5	1,56
Байкал	3,2	2,6	2,8	2,8	3,2	2,5	2,5	2,0	1,95
Водохранилища: Рыбинское	1,4	1,5	1,6	1,7	1,0	1,3	1,04	1	1,1
Куйбышевское	3,2	2,8	2,7	2,7	2,0	1,94	2,11	2,62	2,7
Саратовское	0,8	0,5	0,7	0,8	0,6	0,67	0,6	0,69	0,7
Волгоградское	1,0	1,0	1,3	1,3	1,5	1,69	1,72	2,17	2,05
Цимлянское	7,4	7,4	8,8	6,4	6,4	6,3	6,9	6,85	6,9

В Обь-Иртышском бассейне в 2006-2007 гг. произошло заметное снижение уловов, как и на озере Байкал. Из всех водохранилищ наибольшая рыбопродуктивность отмечается в Цимлянском водохранилище, где улов превышает суммарный улов остальных четырех крупнейших водохранилищ.

Прудовый фонд, в который входят нагульные и питомные площади, является основой материально-технической базы прудового рыбоводства. Основная часть прудового фонда расположена в Южном федеральном округе — наиболее благоприятном по климатическим условиям для ведения прудового рыбоводства. Для нужд прудового рыбного хозяйства России в 1990-1995 гг. использовалось $> 4 \text{ км}^3$ воды, после 2000 г. объем водопотребления для этих нужд снизился до $1.8-2.0 \text{ км}^3$, в том числе в Южном округе до 1.4 км^3 .

В условиях негативного влияния на среду обитания различных видов хозяйственной деятельности искусственное воспроизводство является эффективным, а во многих случаях главным источником пополнения водных биоресурсов. Основу работ по искусственному воспроизводству рыбных запасов составляет деятельность находящихся в ведении Федерального агентства по рыболовству 72 рыбоводных предприятий по выращиванию молоди ценных промысловых видов рыб — осетровых, лососевых, сиговых, чистиковых, растительноядных. Большой вклад в воспроизводство рыбных запасов вносят предприятия и организации Ассоциации ГКО «Росрыбхоз» — более 40 предприятий, а также колхозы Росрыбколхозсоюза. Выпуск молоди ценных промысловых видов рыб в естественные водоемы и водохранилища Российской Федерации увеличился с 5216 млн. штук в 1996 г. до 6646 млн. в 2000 г., и до 7654 млн. в 2007 г.

Водный транспорт и лесосплав

Внутренний водный транспорт включает речной флот и необходимую инфраструктуру для его обслуживания. С точки зрения использования воды, особенность эксплуатации водного транспорта заключается в предъявлении минимальных требований к качеству водных ресурсов. Однако водный транспорт является одним из источников загрязнения воды, прежде всего нефтепродуктами и взвешьями. Более того, эксплуатация водного транспорта связана с использованием соответствующих гидротехнических сооружений, также оказывающих негативное воздействие на водные ресурсы.

Речной флот используется для перевозки грузов и пассажиров по внутренним водным путям. Основным его преимуществом является возможность доставки грузов и пассажиров в труднодоступные регионы. Функционирование внутреннего водного транспорта определяется следующими факторами: — продолжительностью навигации; — наличием и состоянием речного флота; —

наличием и функционированием необходимой инфраструктуры; — глубиной и шириной водных путей.

Наличие речного флота определяется количеством речных и озерных судов. Состояние речного флота характеризуется возрастом и соответствующим износом речных судов. Основными элементами инфраструктуры внутреннего водного транспорта являются: — речные и озерные порты и пристани; — шлюзы, обеспечивающие пропуск судов между водными бассейнами и через гидротехнические сооружения; — межбассейновые соединения и каналы; — береговые и плавучие знаки; — насосные станции, обеспечивающие обводные водных путей подачу воды для населения и промышленных предприятий.

Глубина и ширина водных путей определяют возможность движения по ним основных видов речных и морских судов. Для обеспечения функционирования внутреннего водного транспорта необходимо обеспечить соответствие глубины и ширины (судоходных габаритов) водных путей минимальным требованиям.

Стоимость основных фондов организаций внутреннего водного транспорта на конец 1995 г. составляла 53,4 млрд. рублей (по полной учетной стоимости). К 2000 г. она снизилась до 41,4 млрд. а с 2005 г. составляет около 53 млрд. руб. При этом отмечается стремительное старение основных фондов этой отрасли (степень износа фондов упала с 46% в 1995 г. до 71,4% в 2007 г.

Внутренние водные пути Российской Федерации обеспечивают транспортное обслуживание 26 автономных республик, краев, национальных округов и 42 области Российской Федерации, а также внешнеторговые перевозки. Текущее состояние водных путей характеризуется низкой долей путей с гарантированными габаритами (табл. 3.27)

Таблица 3.27

Протяженность внутренних водных путей (на конец года, тыс. км)

	1995	2000	2005	2006	2007
Внутренние водные судоходные пути	83,7	84,6	101,7	101,6	101,6
в том числе с гарантированными габаритами пути	34,1	42,4	33,0	33,0	43,6
Внутренние водные судоходные пути со знаками судоходности — всего	77,6	72,8	68,5	64,7	64,1
в том числе:					
с освещаемыми, светоотражающими	33,3	27,5	32,8	32,6	33,3
с прочими	44,3	45,3	35,7	33,1	30,7

В 1995 г. общая протяженность внутренних водных путей составляла 83,7 тыс. км, а доля протяженности путей с гарантированными габаритами пути равнялась 41%. К концу 2007 г. протяженность внутренних водных путей увеличилась до 101,6 тыс. км (на 21%), однако доля протяженности путей с гарантированными габаритами пути возросла незначительно — до 43%. Протяженность водных путей, оборудованных знаками судоходности, систематически снижается (за 12 лет на 17%). На внутренних водных путях эксплуатируется около 100 тыс. плавучих и береговых знаков судоходной обстановки.

Наиболее интенсивно речной транспорт используется в рамках Единой глубоководной системы (ЕГС) европейской части страны. С вводом в строй в 60-х годах прошлого века Волго-Балтийского канала было закончено формирование ЕГС европейской части России протяженностью 6,5 тыс. км, связывающей Белое, Балтийское, Каспийское, Черное и Азовское моря. Составляя лишь 6% длины внутренних водных путей, она обеспечивает более половины грузооборота внутреннего водного транспорта. Эта воднотранспортная система входит в состав внутренних водных путей международного значения. Единая глубоководная система России обеспечивает экономические связи с 44 странами мира: объем экспорта составляет около 15,2 млн. т, импорта — около 1,0 млн. т.

На внутренних водных путях Российской Федерации расположено 723 судоходных гидротехнических сооружений. Они относятся к объектам федеральной собственности, являются объектами инфраструктуры внутренних водных путей, осуществляют пропуск судов, в том числе по межбассейновым каналам, поддерживают уровни в бьефах и глубины судовых ходов. 17% гидротехнических сооружений составляют шлюзы, 18% — каналы, 16% — дамбы, 13% — плотины, 36% приходится на все прочие сооружения.

Таблица 3.28

Показатели работы речного флота России за 1995-2007 гг.

	1995	2000	2005	2006	2007
Перевезено пассажиров, млн. человек	26,8	27,7	20,7	19,6	21,5
Пассажирооборот, млрд. пассажиро-км	1,1	0,95	0,88	0,90	0,96
Перевезено грузов, млн. т	144,9	116,8	134,2	139,2	153,4
Грузооборот, млрд. тонно-километров	90,9	71,0	87,2	86,7	86,0

Несмотря на рост доли протяженности внутренних водных путей с гарантированными габаритами судовых ходов, грузооборот речного транспорта России в 2007 г. сократился по сравнению с уровнем 2005 г. и особенно 1995 г. (табл. 3.28). При этом объем перевозок грузов в текущем десятилетии посто-

янно увеличивался и в 2007 г. превысил уровень 2000 г. на 31%. Объем же перевозки пассажиров после 2000 г. постоянно снижался, однако в 2007г. намечился его рост. С 2000г. наблюдается рост туристской активности на водном транспорте.

Особое значение внутренний водный транспорт имеет при перевозке грузов в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности, где внутренние водные пути зачастую являются единственными транспортными коммуникациями. Грузы, завозимые по внутренним водным путям в пункты Крайнего Севера, включая арктические, имеют важное социальное значение, так как обеспечивают жизнедеятельность населения, постоянно проживающего в этих районах. После длительного снижения объемов таких перевозок, в результате которого они к 2003 г. снизились почти вдвое по сравнению с 1995 г., в последние два года отмечен их рост. В 2007 г. завоз грузов речными и озерными судами увеличился по сравнению с предыдущим годом в 1,9 раза, составил 26 млн. т и существенно превысил уровень 1995 г.

В структуре перевозок грузов внутренним водным транспортом общего пользования в целом по России наливные грузы (нефть и нефтепродукты) в последние годы составляют 7-16%, а сухие грузы — 84-93%. Среди сухих грузов преобладают строительные материалы (58-68%), лес (6-7%), черные металлы и каменный уголь (по 2-3%).

В период экономического кризиса отмечалось устойчивое снижение количества речных и озерных судов речного флота. Только с 1995 по 2000 г. было списано более чем 5.5 тысяч судов. В 2000-х годах количество судов уменьшалось незначительно, но за 2007 оно снизилось на 1800 единиц (на 5.5% по сравнению с 2006 г.). При этом особенно резко снизился парк буксирных и вспомогательных судов (табл. 3.29).

Значительный интерес представляет возрастная структура речных и озерных судов. Отмечается заметное старение парка судов. Так, в 1995 г. количество судов, находящихся в эксплуатации до 15 лет, составляло 36.6% общего количества судов, от 15 до 25 лет — 27.1%, свыше 25 лет — 36. 2%. В 2005 г. количество судов составляло соответственно 13.8, 33.7 и 52.4%.

Лесосплав как технологический процесс входит в состав лесозаготовительных работ и является их заключительной стадией, имеющей целью доставку заготовленных лесоматериалов в пункты потребления или перевалки их на другой вид транспорта. Лесосплав массовый, наиболее дешёвый, а в некоторых районах и единственный вид транспорта древесины. Различают молевой (россышью), плотовой и кошельный лесосплав. В СССР из общего объема лесосплава на долю молевого приходилось около половины. В России в начале 1990х годов молевой сплав практиковался на 275 реках. Согласно Водному кодексу РФ 1995 года сплав леса без судовой тяги на водных объектах, исполь-

зуемых для судоходства, и молевой сплав леса на водных объектах был запрещен. Это положение подтверждается в Водном кодексе РФ 2006 года.

Таблица 3.29

Наличие речных и озерных судов (на конец года)

	1995	2000	2005	2006	2007
Суда- всего	39259	33743	33312	33312	31512
в том числе самоходные	25666	21842	21532	21548	20192
из них пассажирские и грузо-пассажирские	2257	1950	1957	2010	1988
сухогрузные	3823	2648	2120	2066	1943
наливные	767	693	603	614	620
буксирные	9969	8708	8529	8506	7896
рейдовые	690	319	176	176	169
вспомогательные	8160	7524	8147	8176	7576
несамоходные	13593	11901	11780	11764	11320
из них сухогрузные	7829	6724	6350	6313	6163
наливные	1008	955	1085	1113	1111
вспомогательные	4756	4222	4345	4338	4046

Под влиянием лесосплава нарушается естественное состояние русел, происходит засорение водотоков и водоемов затопленной древесиной, разрушаются нерестовые участки, образуются заторы, препятствующие передвижению рыб и способствующие заилению русел и нерестилищ. Затопливаемая древесина придает воде токсические свойства и изменяет её гидрохимический состав. В результате поступления и последующего распада легкоокисляемых органических соединений в воде снижается содержание растворимого кислорода, изменяется цветность, увеличивается окисляемость.

Превращение рек в каскады водохранилищ и зарегулирование их стока способствовало увеличению глубины и ширины судового хода, что позволяет буксировать плоты с большей осадкой судами большей мощности, а также делает экономичной перевозку леса в судах. В последние годы увеличение производства продукции лесоперерабатывающих предприятий привело к возрождению и развитию лесосплава.

Использование водных ресурсов для рекреации

Рекреация означает восстановление здоровья и трудоспособности путем отдыха вне жилища — на лоне природы или во время туристической поезд-

ки, связанной с посещением интересных для обозрения мест, в том числе национальных парков, памятников природы. Водные объекты используются для массового отдыха, туризма и спорта в местах, устанавливаемых органами местного самоуправления по согласованию с уполномоченными Правительством РФ федеральными органами исполнительной власти в области управления использованием и охраной водного фонда, охраны окружающей среды, санитарно-эпидемиологического надзора, с соблюдением требований охраны жизни людей на воде.

Водные объекты — излюбленное место для отдыха, спорта, оздоровления людей. В последние годы масштабы рекреационной деятельности на водных объектах постоянно растут, чему способствует увеличение численности городского населения и совершенствование транспортных коммуникаций. В Российской Федерации на берегах водоемов расположено около 60% всех санаториев, свыше 80% учреждений отдыха. 60% туристических баз и 90% рекреационных объектов для самого массового в стране пригородного отдыха.

Рекреация на водных объектах как важная часть индустрии отдыха включает: купание, греблю, катание на лодках, прием солнечных и воздушных ванн. Рекреационное значение рек и водоемов чрезвычайно велико. Более всего привлекает людей сочетание воды и леса в условиях грядово-холмистого рельефа, причем оптимальная залесенность прибрежной территории должна составлять 20-60%.

К водным рекреационным ресурсам относятся все водные объекты, пригодные для отдыха, спорта, туризма. Водные объекты и примыкающие к ним иные природные объекты образуют порой единое рекреационное целое и создают благоприятные условия для всех видов отдыха. Пригодность водных и прибрежных объектов для разных видов отдыха определяется рядом характеристик: качеством воды, чистотой прибрежной территории; формой, глубиной и площадью водоема, температурой воды; богатством водной фауны, типом прибрежной растительности; безопасностью водоема для купания (отсутствием участков быстрого течения, омутов, водорослей, различных опасных предметов на дне); видами берегов (пляжи, скалы, обрывы, травянистые, заболоченные); типом ландшафтов; наличием природных и исторических памятников; обеспеченностью транспортом и подъездными путями; условиями сплава, имеющими определяющее значение для спортивного туризма (длина реки, её уклон, скорость течения, наличие порогов, водопадов, плотин, завалов бревен и др.). Важны также показатели площади мелководий, как наиболее комфортной зоны для купания, и тип донных отложений.

Большое значение для рекреационного освоения водных объектов играет гидрологический режим, характер гидрографических связей, проточность водоемов. Последствия негативных экологических процессов на площади

водосборного бассейна через гидрологические связи и поверхностный смыв могут отрицательно влиять на гидрохимические характеристики водной массы и ухудшить возможности рекреационного использования водного объекта. Важным показателем для рекреационной оценки выступает также удельный водообмен.

Места, выделенные для купания, должны быть удобными, безопасными для населения, отвечать санитарно-гигиеническим требованиям для купания и пляжей, располагаться выше по течению реки и вдали от мест ближайшего загрязнения водоема. При определении прохождения туристских маршрутов, мест проведения массовых мероприятий обращается внимание на соблюдение требований природоохранного законодательства. Так, действующее законодательство об особо охраняемых природных территориях запрещает использование для рекреации водных объектов, признанных заповедными.

В соответствии с законодательством об использовании и охране рыбных ресурсов любительский и спортивный лов рыбы неистребительными орудиями лова в определенных размерах разрешается во всех водоемах на условиях общего водопользования с соблюдением правил рыболовства и водопользования. Спортивный и любительский лов рыбы не допускается в водоемах и участках водоемов, признанных государственными заповедниками, специальными биологическими заказниками для охраны редких и ценных видов рыб и водных животных, рыбопитомниках, прудовых рыбных хозяйствах.

Районы купания и рыболовства должны отличаться высоким качеством воды, поэтому вблизи зон отдыха недопустим выпуск сточных вод, а прибрежные полосы и дно водоемов следует периодически чистить. Для таких видов спорта, как гребля, парусный спорт, водные лыжи, качество воды не играет решающей роли, но поскольку они обычно сочетаются с купанием, к качеству воды и в этих случаях предъявляются высокие требования. В ряде мест использование моторных лодок и катеров в целях охраны водоемов и водотоков от загрязнения горючими смазочными веществами и от переработки берегов волной резко ограничено, особенно на малых реках.

С 2000 г. наблюдается рост туристской активности на внутреннем водном транспорте, особенно возрос спрос на услуги прогулочных теплоходов. На долю пассажиров на туристских и экскурсионно-прогулочных маршрутах приходится четверть всех перевозок пассажиров на этом виде транспорта (в 2000 г. — только 11,0%) и почти 70% их пассажирооборота (50,7%). В 2007 г. на туристских маршрутах было перевезено 940 тыс. человек, что в 2,4 раза больше, чем в 2000 г. В том же году на экскурсионно-прогулочных маршрутах перевезено более 4,2 млн. человек или в 1,7 раза больше, чем в 2000 г.

Статистика свидетельствует — речной туризм превратился в самостоятельную подотрасль речного транспорта. Причем приблизительно 60% туристов

отправляются в круизы повторно, находясь под впечатлением от предыдущих поездок. Среди речных туристов значительная доля иностранных граждан, в зависимости от маршрута их доля в пассажиропотоке достигает 90%. По оценке судовладельцев, ежегодно по нашим рекам путешествует около 150 тыс. иностранных туристов.

В настоящее время туристы путешествуют более чем по 150 различным маршрутам. Более двух третей речных туристских маршрутов проходят по европейской части России. Использование пассажирских судов смешанного плавания значительно расширяет географию речного туризма благодаря выходу туристских судов на реки Западной и Центральной Европы и, прежде всего, на Дунай, крупнейшую реку Центральной и Юго-Восточной Европы. Представляется, что речные туристские перевозки должны стать неотъемлемой составляющей «Большого европейского водно-транспортного кольца» (Волга-Дунай). В перспективе речь может идти о формировании единого европейского круизного пространства. По мнению специалистов, уже в ближайшие годы реально увеличить масштабы речного туризма в России в 1,5-2 раза.

Водные и околотоводные экосистемы

Водные объекты — незаменимый средообразующий фактор, от состояния которого в свою очередь зависит состояние других компонентов природной среды, а следовательно, природные условия жизни человека. В случаях изъятия водных ресурсов из водоисточника выше определенного уровня и покрытия вододефицитности за счёт объёмов воды экологически необходимого стока (попуска) поверхностных вод, возникают существенные экологические риски необратимого снижения природоресурсного потенциала и нарушения экологически полноценного состояния водных объектов, и, как следствие, ухудшение качества окружающей среды. Нескоординированное водопользование ведёт к возрастанию экологической напряжённости, и создаёт условия для роста противоречий по водному фактору между субъектами Российской Федерации, напряжённости между участниками видов экономической деятельности, росту социальной напряжённости.

Под экологическим попуском понимается сток зарегулированной реки, обеспечивающий воспроизводство и функционирование водных и околотоводных экосистем в нижнем бьефе гидроузла. При определении экологического попуска рассматриваются все гидрологические фазы: периоды половодий и паводков, когда в основном осуществляется воспроизводство экосистем, периоды межени, когда в маловодные годы создаются лимитирующие условия функционирования экосистем. Определение экологических попусков базируется на анализе связей характеристик гидрологического режима (расходов и объёмов стока, уровней воды, скоростей течения и др.) с биологическими или

гомеостатическими показателями (продуктивность и видовой состав гидробионтов, пойменной растительности и др.), или заменяющими их косвенными показателями, характеризующими состояние экосистем. В большинстве случаев состояние ихтиофауны служит интегральным показателем состояния водных и околоводных экосистем.

Особое внимание уделяется критическим для воспроизводства и функционирования экосистем гидрологическим условиям, при которых практически не происходит воспроизводство большинства ключевых водных и околоводных экосистем. Критические гидрологические условия создаются, в основном, в маловодные годы и периоды. Эти экосистемы могут функционировать при эпизодических снижениях объема стока ниже критического, что имеет место и в естественных условиях. Однако, систематическое снижение объемов стока при антропогенных воздействиях может привести к деградации и гибели экосистем.

В качестве экологических критериев, которые учитываются и используются при разработке норм экологического попуска, рекомендуются следующие: условия естественного воспроизводства ихтиофауны и пойменной растительности; уровень биологической продуктивности экосистем; структуры сообщества рыб, в том числе соотношение и ценных и малоценных видов рыб, темпы их роста; эффективность промышленного воспроизводства рыб, промыслового возврата и промысловых запасов гидробионтов; видовое разнообразие организмов, смена сообществ животных и растений; состояние русла реки и поймы, процессы дельтообразования и пр.

В качестве основных гидрологических параметров при разработке норм экологических попусков используются: расход, сток и уровни воды, а также их внутригодовое распределение в годы различной обеспеченности; сроки весеннего половодья и паводков; площадь затопления поймы и дельты; характеристики водного режима русловых и пойменных нерестилищ; — видовой состав, численность и биомасса планктонных и донных организмов, динамика численности популяций рыб, промысловый возраст, запасы и уловы промысловых рыб; уровенный режим, соленость воды и другие показатели для замыкающих водных объектов.

Одной из разновидностей экологического попуска является пропуск воды из водохранилищ для прочистки русел рек, в донных отложениях которых часто содержится много загрязняющих веществ. Обычно так делают во время паводка. Многие реки, особенно в густонаселенных районах, находятся в состоянии деградации и эта экологическая процедура им крайне необходима. Однако, во многих регионах с напряженным водным балансом эти попуски стараются сократить, а то и вовсе прекратить.

Гарантированные хозяйственные попуски из водохранилища осуществляются в интересах энергетики, судоходства, удовлетворения хозяйственных потребностей в нижнем бьефе гидроузла, обводнения поймы реки. Санитарные попуски назначаются для обеспечения качества воды в водном объекте, соответствующего санитарным правилам и нормам. Экологические попуски должны обеспечивать поддержание необходимых условий для существования и воспроизводства рыбного стада и функционирование сложившихся на данном объекте водных и околотоводных экосистем, способствуя повышению их биологической продуктивности. В реках, являющихся местами обитания особо ценных видов рыб, в качестве режима расходов рекомендуется использовать гидрограф месячных расходов среднемаловодного года 75% обеспеченности в качестве основы для построения не нарушаемого гидрографа. Для отдельных водных объектов, имеющих экологическую, научную, историческую или культурную ценность, могут устанавливаются особые требования к минимально допустимому расходу.

К числу экологических относятся и режимные попуски, обеспечивающие вынос солей, поступающих с дренажными водами (на реках с развитым орошением), предупреждающие повышение русла по причине отложения наносов (на реках с большой мутностью при значительных изъятиях стока), обеспечивающие среднемноголетний приток к устьевому створу, который поддерживает заданный водно-солевой режим, либо предотвращающие интрузию соленых морских вод в водоносные горизонты.

3.4. Водохозяйственный баланс.

На первый взгляд составить водохозяйственный баланс очень просто. Достаточно сопоставить располагаемые водные ресурсы с предъявляемыми к воде требованиями, и мы имеем водохозяйственный баланс. Осталось только оценить располагаемые водные ресурсы и сформулировать требования к ним. После этого становится ясным, что водохозяйственный баланс — это не очень просто, поскольку обе предварительных задачи связаны со многими факторами, требующими серьезного осмысления. Именно по этой причине водохозяйственный баланс является лишь составляющей более широкого понятия «водохозяйственные расчеты». Часто в проектной документации вопросы водохозяйственного обоснования объединяют в разделе «Водохозяйственные расчеты и балансы». В составе раздела предусматривается всесторонняя оценка соответствия проектируемых гидросооружений и водохозяйственных установок режиму и объему требований к воде участников водохозяйственного комплекса или отдельных водопользователей. При этом решаются задачи

водообеспечения, поддержания и регулирования качества воды и водной экологии, защиты и компенсации негативного действия вод. Перечень вопросов, решаемых с помощью водохозяйственных расчетов, достаточно широк и устанавливается в зависимости от условий конкретного объекта с учетом стадии проектирования.

Возвращаясь к водохозяйственным балансам, как к инструменту сопоставления ресурсов и требований, коротко рассмотрим наиболее важные методические моменты и имеющиеся данные по водохозяйственному балансу России. Многие положения методики изложены в работах С.Н. Крицкого и М.Ф. Менкеля, основоположников стохастической гидрологии. В дальнейшем научные разработки в области водохозяйственных расчетов были продолжены их учениками и последователями Великановым А.Л., Асариным А.Е., Блохиновым Е.Г., Картвелишвили Н.А., Ратковичем Д.Я., Резниковским А.Ш..

Располагаемые водные ресурсы

Водные ресурсы, как известно, это доступные для изъятия и пригодные для использования речные и подземные воды. Но доступные для изъятия не означает располагаемые для использования в смысле их отбора из водоисточника. Располагаемые ресурсы определяются как естественными природными причинами, так и возможностями финансирования мероприятий по рационализации водопользования и увеличению гарантированной водоотдачи. Одним из наиболее важных вопросов водохозяйственного обоснования проектов является анализ преобразования естественных ресурсов в располагаемые. Соотношение естественных и располагаемых водных ресурсов зависит, таким образом, от следующих факторов. Влияют особенности гидрологического режима (естественная изменчивость годового стока, внутригодовое распределение), соответствие режима водопотребления естественному водному режиму; доля стока, обязательная для сохранения с позиции экологии и санитарного состояния водных объектов; условия формирования подземных вод. С другой стороны, — это возможность регулирования стока водохранилищами и его территориального перераспределения.

В числе мероприятий по увеличению и экономии располагаемых ресурсов — в первую очередь их рациональное использование. Под «рациональностью» в данном случае предусматривается внедрение водосберегающих технологий; борьба с непроизводительными потерями воды; сокращение удельных норм водопотребления; внедрение прогрессивных промышленных технологий и методов орошения; экономия ресурсов за счет альтернативных мероприятий, таких например, как создание системы низконапорных гидроузлов для обеспечения судоходства, снимая необходимость высоких навигационных попусков.

Следует отметить, что анализ водохозяйственной обстановки по отдельным годам характерной водности недостаточно информативен, поэтому необходима оценка водообеспеченности за весь многолетний расчетный ряд. Это делается на основе сопоставления кривых обеспеченности естественного и проектного стока (рис. 3.5). Такая практика стала возможной благодаря широкому использованию имитационных водохозяйственных моделей, оперирующих многолетними гидрологическими рядами (естественными или восстановленными).

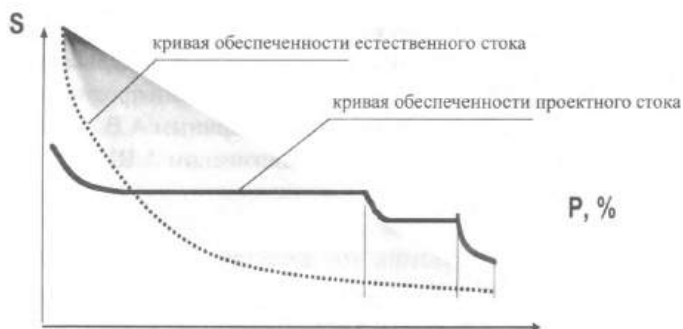


Рис. 3.5. Определение располагаемых водных ресурсов в многолетнем разрезе по кривой обеспеченности

Виды водохозяйственных балансов

Обычно различают отчетные, оперативные, плановые и перспективные водохозяйственные балансы. Отчетные балансы выполняются за отчетный период, служат для анализа работы водохозяйственных систем в течение прошедшего периода. Фиксируется рост водопотребления, соблюдение договорных обязательств (лимитов водопотребления и водоотведения). Оперативные балансы отслеживают соблюдение режима эксплуатации или коррекции правил водопользования (в том числе диспетчерских правил водохранилищ). Они требуются при необходимости перераспределения ВР между потребителями, внесения уточнений в режим водопользования, исправления недопустимых отклонений от действующего проекта. Первые два типа балансов направлены на анализ ретроспективной информации и формирование статистической базы данных. Плановые водохозяйственные балансы отражают современное состояние водохозяйственного комплекса и являются составной частью планов развития бассейна (региона, области и т.д.). Наконец перспективные балансы, предназначены для оценки достаточности существующих и проектируемых мероприятий и сооружений для удовлетворения требований водохозяйственного комплекса в проектной и отдаленной перспективе.

Уравнение и структура водохозяйственного баланса

Уравнение водохозяйственного баланса участка реки, заканчивающегося плотиной гидроузла (рис. 3.6) может быть представлено следующим выражением:

$$ВХБ = S_{пп} + S_{бок} + W_{под} \pm \Delta S + TR + W_{вв} \pm \Delta V - (W_{\Sigma} + КП + UR + D + ПОТ) \quad (3.1)$$

$S_{пп}$ — проектный приток с вышерасположенных водохозяйственных участков; $S_{бок}$ — сток, формируемый на участке; $W_{под}$ — подземный водозабор; ΔS — антропогенное изменение естественного стока; TR — переброска стока извне; $W_{вв}$ — возвратные воды на участке; ΔV — регулирование стока на водохозяйственном участке; W_{Σ} — суммарный водозабор на участке; $КП$ — комплексный попуск в нижнем бьефе гидроузла; UR — ущерб речному стоку в результате подземного водозабора; D — дотация стока в другие бассейны или створы; $ПОТ$ — потери на фильтрацию и дополнительное испарение, связанные с регулированием стока на участке.

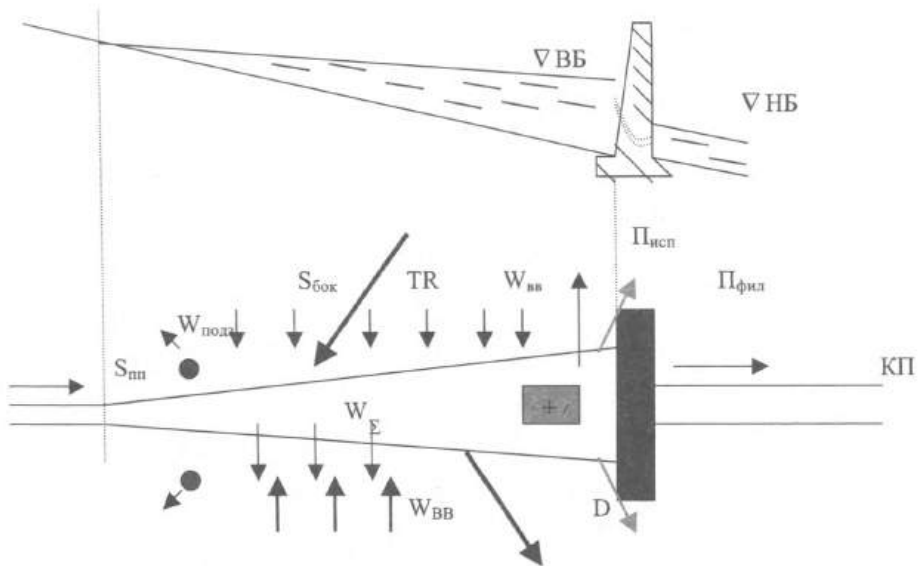


Рис. 3.6. Схема формирования водохозяйственного баланса

Расчет баланса неразрывно связан с понятием водохозяйственного участка. Водохозяйственный участок определяется положением расчетных створов, намечаемых путем водохозяйственного районирования. В частных случаях водохозяйственное районирование обусловлено реальным размещением водополь-

зователей и водоисточников рассматриваемой территории. В государственном масштабе расчетные замыкающие створы устанавливаются в ходе водохозяйственного районирования, осуществляемого Федеральным агентством водных ресурсов.

Месяцы (годы)	РАСПОЛАГАЕМЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ							РАСЧЕТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ						РЕЗУЛЬТАТЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА		
	Приток к водохозяйственному участку	Сток, формирующийся на участке	Дотация из внешнего бассейна	Возвратные воды	Регулирование (+сработка; — наполнение)	Водозабор из подземных вод	ВСЕГО	Отраслевое водопотребление	Санитарно-экологический попуск	Ущерб речному стоку от изъятия подземных вод	Переброска вод из бассейна	Потери на фильтрацию и испарение	ВСЕГО	Дефицит водных ресурсов	Резерв воды на участке	Проектный сток в замыкающем створе
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
III	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
IV	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
V	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
VI	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
VII	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
VIII	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
IX	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
XI	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
XII	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
I	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
II	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Год	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Рис. 3.7. Стандартная форма водохозяйственного баланса для расчетного года

Вариант развития водопотребления в зоне влияния водохозяйственной системы	***
Тип водозабора из реки Самур	Бесплатный
Принцип вододеления	по существующему протоколу 1967 года
Размерность составляющих баланса	млн. м ³

ГОДЫ	ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ВЕРХНЕГО САМУРА					Проектируемый сток в створе головного водозабора	Санитарно-экологиче- ский попуск	Резерв стока для возво- дотребления	Резерв стока Дагестана	Располагаемые водные ресурсы для изъятия	Располагаемые ресурсы Дагестана	То же с учетом всех ограничений	РАСЧЕТНОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ НИЖНЕГО САМУРА					РЕЗУЛЬТАТЫ ВОДОХОЗЯЙ- СТВЕННОГО БАЛАНСА																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Сток в створе объеди- нения водозабора		Ахтыжская ОС		Верхнекукушка- ская ОС								Другие орошае- мые каналы		Непосредственно на Самуре	Система «Правовое поле»	Бассейны малых рек	ИТОГО	ДВОИТИ			Про- ект- ный прирост к СТУ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	1	2	3	4	5								6	7					8	9	10		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1949/50	2020.60	2020.60	22.90	14.00	29.90	1953.80	560.00	1393.80	337.41	586.14	337.41	255.31	51.30	39.70	121.50	212.50	.00	14.74	14.74	1756.04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

Рис. 3.8. Водохозяйственный баланс р.Самур в створе объединенного водозабора по многолетнему ряду стока и водопотребления

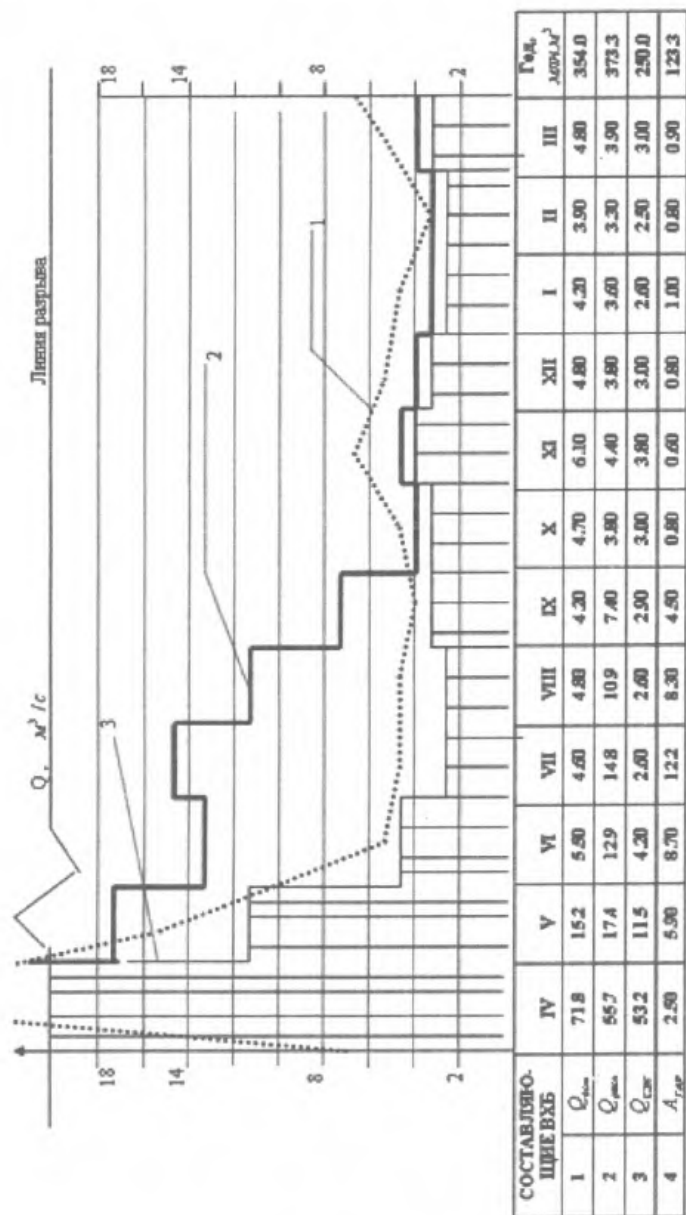


Рис 3.9. Пример иллюстративного водохозяйственного баланса

1 — линия естественного стока; 2 — располагаемые водные ресурсы с учетом водохозяйственных мероприятий;
3 — санитарно-экологические требования к стоку

Уравнение баланса может быть более детальным и более укрупненным, в зависимости от особенностей конкретного объекта и ответственности принимаемых решений. Каждая составляющая в уравнении баланса имеет свою специфику и методику определения. В частности, приток на водохозяйственный участок и сток, формирующийся непосредственно на участке — это не просто фиксированные данные наблюдений, подвергнутые камеральной обработке. Предстоит статистический анализ этих данных, определение многолетних параметров стока, оценка репрезентативности полученной информации, однородности многолетних рядов наблюдений. Для водохозяйственного баланса, как правило, необходим естественный сток. Но водный режим большей части наших рек искажен хозяйственной деятельностью. Поэтому во многих случаях необходимо восстанавливать сток, прибегая к его ретрансформации. Ретрансформация заключается в проведении комплекса гидродинамических расчетов разной степени сложности, освобождающих сток от влияния водопотребления и регулирования на протяжении расчетного ретроспективного периода, принимаемого за прототип будущего водного режима.

Стандартная структура водохозяйственного баланса включает приходную и расходную части, а также результат баланса (рис. 3.7). Поскольку баланс отражает режим работы водохозяйственных систем, в большинстве случаев варьируются некоторые составляющие баланса или сама структура. Разработка макета и линейной расчетной схемы баланса водохозяйственной системы позволяет отразить природные особенности водного объекта, схему функционирования водохозяйственного комплекса, все планируемые мероприятия. При составлении баланса сложной водохозяйственной системы существенным моментом является порядок представления материалов. Возможная форма представления водохозяйственных балансов определяется специалистами в процессе работы. Это может быть многолетний водохозяйственный баланс в годовых объемах стока и водопотребления (рис. 3.8); баланс характерных по водности лет и иллюстративный ВХБ (рис. 3.9), дающий графическую интерпретацию произведенных балансовых расчетов.

Как учесть использование подземных вод в водохозяйственном балансе?

Водохозяйственный баланс подземных вод может выполняться отдельно, и тогда, часть требований исключается из расходной части баланса поверхностных вод, однако возвратные воды последнего корректируются согласно схеме водоотведения. При другом способе подземный водозабор включается в приходную часть суммарного баланса. Но здесь необходимо учитывать, что изъятие подземных вод отражается на речном стоке в соответствии с характером гидравлической связи поверхностных и подземных вод. Обычной практикой является введение в расходную часть баланса величины «ущерба речному стоку» в результате подземного водозабора. Считается, что влияние

отбора подземных вод практически не сказывается на поверхностном стоке при расположении подземных горизонтов ниже местного базиса эрозии или если водозабор находится на значительном удалении от гидрографической сети. Отбор из речных долин (аллювиальные отложения) полностью можно отнести к поверхностному стоку. В промежуточных ситуациях коэффициент гидравлической связи принимается обычно 0.3 — 0.7 в соответствии с гидро-геологическим анализом.

Регулирование стока в уравнении водохозяйственного баланса

Регулирование стока учитывается в балансах введением составляющих сработки (+) или (—) наполнения водохранилищ или прудов. Лучше всего и то и другое задавать в приходной части баланса для возможности оценки располагаемых ресурсов. При сезонном регулировании стока сумма плюсов (+) и минусов (—) за год равна нулю. При многолетнем регулировании — эта сумма должна быть равна нулю за многолетие. Выполняя баланс, нельзя забывать, что мы обязаны следовать правилам регулирования всех существующих на данном участке водохранилищ. Однако в случае изменения режима использования водных ресурсов, отход от правил (диспетчерского графика) неизбежен. Правила использования водных ресурсов водохранилищ одна из наиболее актуальных задач современного водного хозяйства России. В настоящее время такие правила разрабатываются или утверждаются в новой редакции. Ядром правил являются диспетчерские графики (рис.3.10), регламентирующие работу водохранилищ в различных по водности условиях с учетом текущего наполнения полезной емкости. По вертикальной оси графика откладывается отметка наполнения или объем водохранилища, по оси абсцисс — шкала времени.

Наличие диспетчерского графика не всегда определяет в полной мере режим работы водохранилищ. На крупных гидроузлах и каскадах гидроузлов (Цимлянский гидроузел, водохранилища Волжско-Камского каскада) необходимо регламентировать попуски разного объема в зависимости от прогнозируемого стока половодья и наполнения водохранилища на начало водохозяйственного года. Немаловажным является вопрос о разбивке водохозяйственного года для ВХБ. Часто требуется переход от месячных к декадным и даже пентадным значениям стока в те сезоны года, когда неравномерность расходов особенно значима.

Цимлянский гидроузел (ЦГУ) обеспечивает отраслевое водопотребление, гарантированные расходы ГЭС для выработки электроэнергии и транспортное судоходство нижнего Дона. Детальное перечисление водопользователей в балансовой таблице в данном случае нецелесообразно. Поэтому все участники комплекса разделены на две группы приоритетов, что практикуется на многих объектах. К первому приоритету обычно относят хозяйственно-питьевое и про-

мышленное водоснабжение, остальные водопотребители составляют требования второго приоритета. В таблицах 3.29-30 представлена одна из версий баланса Дона в створе Цимлянского гидроузла многолетнего регулирования стока.

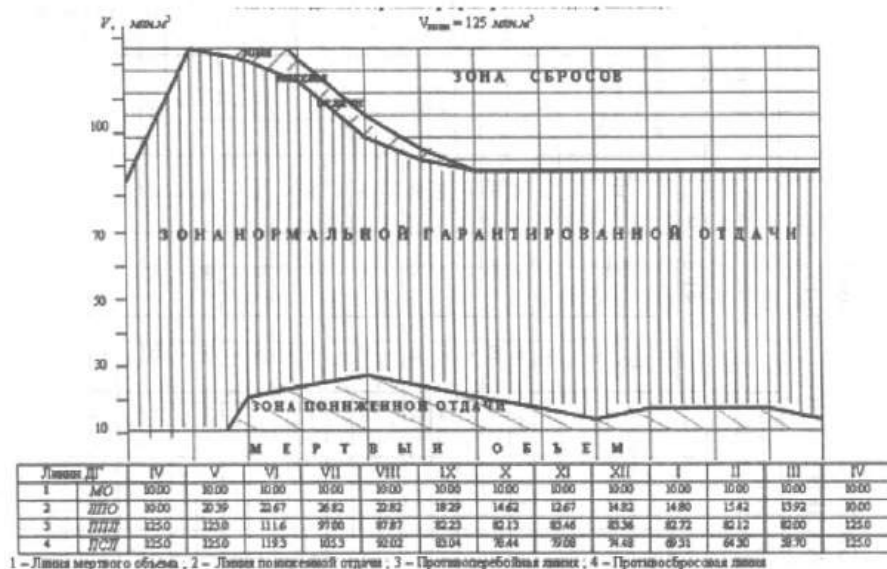


Рис. 3.10. Структурная схема диспетчерского графика

Водохозяйственный баланс рассчитывается для водных объектов, функционирующих на водосборной площади. Если рассматривать речной бассейн, то водный поток реки сильно отличается от движения воды в лотке. Русло потока и пойма реки обладают определенной аккумулирующей способностью. В случае значительного влияния названных факторов используются модели руслового водного баланса. Модели руслового баланса применяются для обоснования необходимости учёта руслового и берегового регулирования стока при составлении водохозяйственного баланса. Различают два вида указанных моделей: стационарный и нестационарный. При использовании стационарной модели русловое и береговое регулирование стока не учитываются, и водохозяйственный баланс выполняется по уравнению (3.1). Нестационарная модель учитывает влияние названных факторов. Необходимость её использования определяется временем «добегания» расходов воды, то есть интервалом времени между появлением характерных и соответствующих друг другу фаз гидрографа во входящем и замыкающем створах расчетного водохозяйственного участка. Если время «добегания» расходов в пределах участка превышает

Таблица 3.29

**ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАЛАНС р.ДОН В СТВОРЕ ЦГУ
ПО МНОГОЛЕТНЕМУ КАЛЕНДАРНОМУ РЯДУ, км³**

ГОДЫ	РАСПОЛАГАЕМЫЕ РЕСУРСЫ				РАСЧЕТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЦИМЛЯНСКОМУ ВОДОХРАНИЛИЩУ С УЧЕТОМ ПРАВИЛ УПРАВЛЕНИЯ					РЕЗУЛЬТАТЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА					
	Проектные водные ресурсы в створе ЦГУ	Регулирование наплавляемых ресурсов + сбросы	Наполнение водохранилища на конец интервала	ВСЕГО	Требования первого приоритета	Требования второго приоритета	Превышение Комп. попуска сверх минимального	Потери на испарение	ВСЕГО	ДЕФИЦИТЫ			Фактический гарантированный попуск м3/с	Холодные сбросы	Проектный сток в л/б м3/с
										1-ый приоритет	2-ой приоритет	ВСЕГО			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1914/15	14.80	2.74	6.99	17.54	5.86	1.72	6.70	1.69	15.97	.00	.00	.00	11.69	1.57	13.26
1915	43.00	- 3.43	10.41	39.58	5.86	1.72	13.26	1.79	22.64	.00	.00	.00	18.25	16.94	35.19
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1920	36.19	2.58	8.06	38.77	5.86	1.72	13.26	1.79	22.64	.00	.00	.00	18.25	16.14	34.39
1921	18.96	1.76	6.30	20.72	5.86	1.72	8.51	1.75	17.84	.00	.00	.00	13.50	2.87	16.37
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1930	15.91	1.70	7.64	17.61	5.86	1.72	6.70	1.73	16.02	.00	.00	.00	11.69	1.59	13.28
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1940	20.00	- 4.16	5.36	15.84	5.86	1.67	6.70	1.61	15.84	.00	.05	.05	11.69	.00	11.69
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1950	8.92	.97	1.45	9.89	5.86	1.27	1.43	1.33	9.89	.00	.45	.45	6.42	.00	6.42
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1960	19.56	- .16	8.93	19.40	5.86	1.72	7.99	1.78	17.36	.00	.00	.00	12.98	2.04	15.02
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1970	23.96	- 4.64	10.32	19.32	5.86	1.72	8.13	1.78	17.49	.00	.00	.00	13.12	1.83	14.95
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1980	19.53	- 1.85	11.54	17.67	5.86	1.72	6.70	1.75	16.04	.00	.00	.00	11.69	1.63	13.32
1981/82	26.26	1.81	9.73	28.07	5.86	1.72	13.26	1.74	22.58	.00	.00	.00	18.25	5.49	23.74
1914 — 82	20.44	.00	7.03	20.44	5.86	1.66	8.44	1.68	17.64	.00	.06	.06	13.43	2.80	16.23

Таблица 3.30

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАЛАНС Р.ДОН В СТОРЕ ЦГУ ПО РЕАЛЬНОМУ КАЛЕНДАРНОМУ ГОДУ,
БЛИЗКОМУ 80 % ОБЕСПЕЧЕННОСТИ, км³

ВОДА ИЛИ НЕФТЬ?

МЕСЯЦЫ	РАСПОЛАГАЕМЫЕ РЕСУРСЫ					РАСЧЕТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЦИМЛЯНСКОМУ ВОДОХОЗЯЙСТВУ С УЧЕТОМ ПРАВИЛ УПРАВЛЕНИЯ					РЕЗУЛЬТАТЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА					
	Проектные водные ресурсы в створе ЦГУ	Регулирование напоя + сбросы	Наполнение водохранилища на конец интервала	ВСЕГО	Требования первого приоритета	Требования второго приоритета	Превышение Ком. напуска сверх миним. малого	Потери на испарение	ВСЕГО	ДЕФИЦИТЫ			Фактический гарантированный попуск м3/с	Холодные сбросы	Проектный сток в п/б м3/с	
										первый приоритет	второй приоритет	ВСЕГО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
мар1дек	.871	- .723	9.437	.147	.094	.008	.045	.001	.147	.000	.000	.000	.150.000	.000	.150.00	
мар2дек	.871	- .723	10.160	.147	.094	.008	.045	.001	.147	.000	.000	.000	.150.000	.000	.150.00	
мар3дек	.871	- .678	10.839	.192	.139	.008	.045	.001	.192	.000	.000	.000	.200.000	.000	.200.00	
апр1дек	.918	- .406	11.245	.512	.412	.067	.000	.032	.512	.000	.000	.000	.440.000	.000	.440.00	
апр2дек	.918	- .095	11.340	.823	.412	.067	.311	.032	.823	.000	.000	.000	.800.000	.000	.800.00	
апр3дек	.918	.078	11.262	.996	.412	.067	.483	.032	.996	.000	.000	.000	.1000.000	.000	.1000.00	
май1дек	.270	.844	10.418	1.114	.433	.083	.500	.098	1.114	.000	.000	.000	.1000.000	.000	.1000.00	
май2дек	.270	.842	9.575	1.112	.433	.083	.500	.096	1.112	.000	.000	.000	.1000.000	.000	.1000.00	
май3дек	.270	.840	8.735	1.110	.433	.083	.500	.094	1.110	.000	.000	.000	.1000.000	.000	.1000.00	
июн1дек	.474	.127	8.608	.601	.125	.113	.242	.121	.601	.000	.000	.000	.380.015	.000	.380.01	
июн2дек	.484	.117	8.491	.601	.125	.113	.242	.121	.601	.000	.000	.000	.380.015	.000	.380.01	
июн3дек	.484	.116	8.375	.600	.125	.113	.242	.121	.600	.000	.000	.000	.380.015	.000	.380.01	
июль	1.184	.794	7.580	1.979	.396	.382	.750	.451	1.979	.000	.000	.000	.380.000	.000	.380.00	
август	.895	.920	6.660	1.815	.385	.258	.750	.422	1.815	.000	.000	.000	.380.000	.000	.380.00	
сентябр	.670	.893	5.768	1.563	.372	.183	.725	.282	1.563	.000	.000	.000	.380.000	.000	.380.00	
октябрь	.560	.763	5.005	1.323	.382	.086	.750	.104	1.323	.000	.000	.000	.380.000	.000	.380.00	
ноябрь	.634	- .196	5.201	.437	.292	.000	.181	- .037	.437	.000	.000	.000	.170.000	.000	.170.00	
декабрь	.506	- .202	5.403	.304	.274	.000	.134	- .104	.304	.000	.000	.000	.150.000	.000	.150.00	
январь	.617	- .305	5.708	.312	.274	.000	.134	- .095	.312	.000	.000	.000	.150.000	.000	.150.00	
февраль	.514	- .232	5.940	.281	.247	.000	.121	- .087	.281	.000	.000	.000	.150.000	.000	.150.00	

10% от продолжительности расчётного интервала, рекомендуется применение нестационарной модели. В остальных случаях используется стационарная модель руслового водного баланса, отвечающая традиционному балансовому уравнению.

Критерии оценки результатов водохозяйственного баланса и попуски в нижний бьеф гидроузлов

Результат водохозяйственного баланса — это показатель водообеспеченности рассматриваемого водохозяйственного участка при заданном уровне развития водопотребления и соответствующем наборе водохозяйственных и водоохраных мероприятий. В отечественной практике самым распространенным критерием удовлетворения требований к воде является обеспеченность по числу бесперебойных лет, определяемая несложной формулой (3.2)

$$P = \frac{N - m}{N + 1} \cdot 100\% \quad (3.2)$$

где: N — продолжительность многолетнего расчетного ряда, в годах; m — число перебоек лет.

Обеспеченность по числу бесперебойных лет показывает вероятность того, что требования к воде со стороны водопользователей будут выдержаны в полном объеме в P чбл лет из 100.

В тех случаях, когда число бесперебойных лет является недостаточной характеристикой водообеспеченности (например, для навигационных и рыбохозяйственных попусков), дополнительно рассматривается обеспеченность по сумме бесперебойных месяцев (3.3).

$$P = \frac{N \cdot 12 - M}{N \cdot 12} \cdot 100\% \quad (3.3),$$

Где M — сумма перебоек месяцев (декад) в расчетном ряду.

Комплексное водопользование связано с одновременной оценкой удовлетворения требований каждого из участников. Для получения такой оценки применяется так называемая приведенная обеспеченность (3.4).

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n [A_i \cdot P_i + A_{\text{сок}i} \cdot (100 - P_i)]}{\sum_{i=1}^n A_i} \cdot 100\% \quad (3.4),$$

A_i , $A_{\text{сок}i}$ — значения нормальной и сокращенной гарантированной зодотдачи соответственно.

Значения расчетной обеспеченности обычно принимаются по опыту проектирования, поскольку их технико-экономическое обоснование осложнено отсутствием или недостаточностью исходной информации. Величина расчетной обеспеченности по числу бесперебойных лет принимается для коммунально-бытового водоснабжения (95-97)%; для промышленности 95%; для орошаемого земледелия от 75% до 90% в зависимости от обеспеченности территории осадками; для водного транспорта и рыбного хозяйства — (75-90)%; для энергетики от 80 до 95%; санитарного попуска — (95-97)%. Для рыбохозяйственных попусков более существенным показателем, чем обеспеченность по числу бесперебойных лет (которая в данном случае может быть и на уровне 50-60%), является хронология поддержания таких попусков (например, недопустимость срыва попусков два или три года подряд), определяемая специальными исследованиями. Нерестовые попуски, попуски для воспроизводства рыбных запасов, попуски для обводнения речных пойм, обеспечиваются в соответствии с правилами использования водных ресурсов водохранилищ.

Работы в области обоснования экологических требований свидетельствуют о необходимости определенных методических обобщений при назначении специальных попусков из водохранилищ, принимая во внимание располагаемые водные ресурсы, сложившийся водохозяйственный баланс, состояние природной (водной) среды, ущербы от угнетения природных экосистем и ряд других факторов.

Можно выделить несколько видов попусков, составив примерную их классификацию:

- гарантированные хозяйственные попуски — энергетические, навигационные, на обводнение поймы
- санитарные попуски, обеспечивающие качество воды в соответствии с санитарными нормами
- экологические попуски, обеспечивающие требования экосистем ниже рассматриваемых створов к факторам водности, уровня режима, скорости течения, а также специальные требования по качеству воды для водотоков рыбо — хозяйственного и культурно — бытового назначения
- режимные попуски: 1) обеспечивающие вынос солей, поступающих с дренажными водами (на реках с развитым орошением); 2) предупреждающие повышение русла по причине отложения наносов (на реках с большой мутностью при значительных изъятиях стока); 3) обеспечивающие среднесезонный приток к устьевому створу, который поддерживает заданный водно-солевой режим

Гарантированные хозяйственные попуски — категория понятная. Требования каждого водопользователя выражаются количеством водных ресурсов в водотоке, обеспечивающем его функциональную деятельность. Что касается

режимных попусков, то они, к сожалению, обычно не учитываются ввиду напряженного водохозяйственного баланса. Это приводит к негативным последствиям, прежде всего экологического характера, поскольку данный вид попусков может квалифицироваться как часть экологического.

Санитарные попуски должны обеспечивать необходимое разбавление поступающих в источники загрязнений. Минимально допустимые расходы в реке должны гарантировать отсутствие обратных течений, когда сточные воды способны достигнуть водозаборных сооружений.

Экологические попуски призваны гарантировать поддержание необходимых условий для существования и воспроизводства рыбного поголовья и функционирование сложившихся на данном объекте водных и околотовдных систем, способствуя повышению их биологической продуктивности. Отсутствие научно-обоснованной методики назначения экологических попусков стало причиной тяжелых экологических последствий на многих бассейнах.

Определение названных попусков в числе расходных составляющих ВХБ одна из наиболее сложных задач современной водохозяйственной практики. Поскольку существующий уровень наших знаний часто не позволяет однозначно ответить на вопрос о попуске, определяющим становится уровень квалификации конкретного специалиста.

Ориентируясь на существующие методы определения объема и режима попусков, следует выбрать определенную схему, учитывающую природный фактор с одной стороны и сложившуюся водохозяйственную ситуацию с другой. В связи с этим можно наметить несколько уровней назначения попуска. Например, первый уровень, наиболее благоприятный для водоисточника возможен только при сведенном водохозяйственном балансе, неглубоком сезонном регулировании стока, отсутствии крупных потребителей и потребителей, существенно загрязняющих воду. Второй уровень можно квалифицировать как санитарный, обеспечивающий выполнение нескольких требований:

- разбавление загрязненных стоков до уровня допустимых концентраций. Поскольку в большинстве случаев невозможно иметь количество воды, достаточное для такого разбавления, определяется предельное количество загрязнений, необходимая степень очистки и соответственно мощность очистных сооружений при том или ином попуске.
- уровни воды в реке, необходимые для нормальной работы водозаборных сооружений;
- предотвращение промерзания реки зимой, а летом размножения кровососущих насекомых.

Наконец, третий уровень ориентируется на сохранение в водоисточнике санитарной проточности в размере минимальных меженных расходов 95 % обеспеченности в условиях острodefицитного водохозяйственного баланса, когда

сокращение водопотребления в интересах природного комплекса невозможно в силу причин местного социального характера.

Конечно, рассмотренный подход предусматривает специальные проработки для обоснования объема и режима того или иного вида попусков методами, описанными в классической литературе.

Кроме обеспеченности параллельно учитывается и такой критерий, как глубина перебоев водоподачи за пределами расчетной обеспеченности. Значения допустимой глубины перебоев также установлены на основе многолетнего опыта. Более подробно данный вопрос рассматривается в методических рекомендациях к расчету водохозяйственного баланса.

Действующая у нас практика назначения критериев удовлетворения требований к воде в значительной мере устарела. Необходима разработка менее жестких подходов на основе индивидуального анализа водохозяйственной обстановки в каждом конкретном случае.

Отметим, что окончательный вариант водохозяйственного баланса должен быть «сведенным», то есть с нулевым дефицитом. Для этого используются все возможные водохозяйственные мероприятия вплоть до сокращения водопотребления. Анализ перспективного баланса начинается именно с оценки возможности ликвидации дефицита воды в проектной перспективе.

Водохозяйственный баланс трансграничных створов

Формально такой баланс ничем не отличается от всех остальных. Разница состоит в том, что мероприятия, связанные с изъятием стока (водопотреблением) и управлением водными ресурсами находятся в компетенции не одного юридического лица, а нескольких субъектов водodelения. Отметим наиболее существенные моменты. На современном уровне развития общественных отношений решение вопросов водodelения должно вестись цивилизованными методами. Соображения справедливости и даже международного права необходимо согласовывать со сложившейся практикой водопользования, отстаивая свои интересы путем переговоров. Термин «водodelение» должен исчезнуть из переговорного процесса. Основой переговоров должно быть «совместное использование». Для того, чтобы переговоры содержали меньше демагогии, а были конструктивны, необходим надежный и объективный анализ водохозяйственной обстановки. Совместное использование водных ресурсов неразделимо с водохозяйственным балансом каждого периода водности как внутри года, так и в многолетии. В качестве примера трансграничного баланса можно предложить одну из версий ВХБ Самура, представленную в таблице п.

Своеобразная водохозяйственная система этой реки (рис. 3.11) не может быть описана балансом одной структуры. Здесь необходимы два ВХБ — баланс «изъятия» и баланс «гарантии» (или «распределения»). Баланс изъятия

определяет располагаемые водные ресурсы бассейна и их распределение воды между Дагестаном, Азербайджаном и уникальной дельтой Самура на основании согласованного принципа вододелиения. В таблице ... заложен принцип соответствия протоколу 1967 года (примерно 3:1 в пользу Азербайджана).

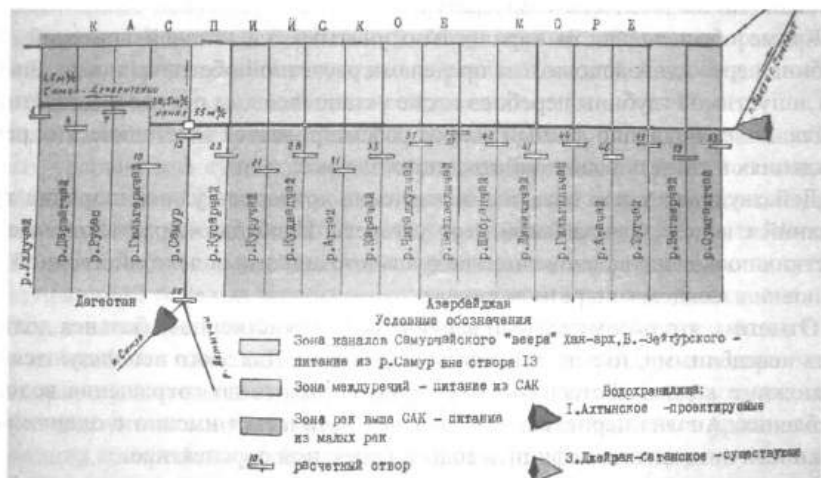


Рис. 3.11. Линейная схема водохозяйственной системы Самура по материалам бассейновой схемы

Самурский реликтовый лес в дельте реки представляет основную экологическую проблему бассейна. Строительство Самурского гидроузла в середине XX века привело к резкому изменению гидравлического режима дельты. Как следствие, нарушился баланс поверхностного и подземного притока, возникла проблема исчезновения объекта, занесенного в Красную Книгу.

Реалии сегодняшнего дня связаны с независимым решением своих проблем каждой из республик. Изыскиваться возможности локальных проектов регулирования стока каждым из соседей, в то время как предложенное в бассейновой схеме 1981 года Ахтынское водохранилище могло решать проблему централизованного управления водными ресурсами бассейна реки Самур.

Некоторые показатели водохозяйственного баланса РФ

Водохозяйственные балансы разрабатываются для участка реки, для створа гидроузла, для части бассейна в зависимости от конкретных задач. По результатам таких частных балансов делаются обобщения для областей, регионов, бассейнов в целом. Основой для подобных обобщений могут служить только бассейновые схемы. Бассейновые схемы в свою очередь позволяют формиро-

вать генеральную схему Российской Федерации и водохозяйственный баланс страны. В настоящее время возобновляются бассейновые схемы, не разрабатываемые многие годы.

Для характеристики баланса страны воспользуемся некоторыми материалами открытого пользования, содержащимися в разных источниках. По данным И.С.Шахова, отраслями экономики России используется примерно 200 км³ водных ресурсов, из которых 166 км³ приходится на промышленность, около 14 км³ — на сельское хозяйство и 20 км³ на ЖКХ и прочие отрасли. Забор свежей воды оценивается приблизительно в (35-40)% от суммарного водопотребления. Суммарное безвозвратное водопотребление порядка составляет порядка 30 км³ в год. Системы оборотного водоснабжения и последовательного использования воды покрывают около 65% суммарного водопотребления. Более подробная характеристика объемов водоотведения и сбросов сточных вод дается в предшествующем параграфе главы.

Как мы уже убедились, ВХБ — это, прежде всего, располагаемые водные ресурсы с учетом всего намечаемого комплекса водохозяйственных и водоохраных мероприятий. Следовательно, серьезные обобщения водохозяйственного баланса Российской Федерации возможны только после завершения генеральной схемы комплексного использования водных ресурсов на основе водной стратегии России до 2020 года.

3.5. Исторические этапы развития водного хозяйства России

Название нашего государства и его связь с гидрографией

Водное хозяйство России неразрывно связано с историей нашего государства и населяющих его народов. На протяжении многих веков известные учёные, в первую очередь историки и филологи, пытались объяснить смысловое значение слова Русь, ставшего названием нашей страны. В трудах историков XIX века доминировала концепция о его скандинавском происхождении. В работах нашего времени были представлены аргументы, свидетельствующие о том, что название Русь имеет сугубо местное происхождение и первоначально применялось к южному очагу древнерусской государственности.

Ключом к разрешению этой проблемы послужила Библия, которая при внимательном её прочтении всегда открывает массу ценнейших сведений об истории, географии и топонимике Древнего мира. В ветхозаветной книге пророка Иезекииля (VI... VII вв. до н.э.) упоминается «...Гог в земле Магога, князь Роша, Мешеха и Фувала» (гл.38...39) — грозный владыка северных варваров, грозящих опустошить страны тогдашнего «цивилизованного мира».

Анализ, осуществлённый современными историками и филологами, показал, что страна Рош упоминается в Библии не случайно. Она входила в круг реалий геополитики VI...VII вв. до н.э., и созвучие её названия с названием исторической Руси — не просто фонетическое совпадение. Известный знаток библеистики Эрнст Ренан в своей книге «Антихрист» доказал, что в этом сюжете в лице грозного воинства «Гога и Магога» подразумеваются скифы, чьи разрушительные набеги некогда доходили до Месопотамии и Палестины. Там же показано, что «Меше и Фува» — страны, ведущие торговлю с библейским городом Тиром (ныне г.Сур в Ливане), который в те времена был крупнейшим центром мореплавания. «Меше» — это хорошо известная античным авторам Меотиды (Метх, Мешех) область у Азовского моря, а «Фува» — Колхида, упоминаемая ещё в книге Бытия (гл.2) под названием Фувал (Хавила). В Меше добывали медь, а в Колхиде — золото (отсюда — известный миф о Золотом руне). Включение перечисленных государств в международную морскую торговлю тех времён объясняется тем, что они обладали запасами этих материалов.

Другими словами, речь в книге пророка Иезекииля идёт о грозном скифском князе, владыке трёх государств — Роси, Меотиды и Колхиды. При этом под Росью подразумевается область проживания скифов-пахарей — Среднее Поднепровье — колыбель древнерусской и восточнославянской культуры. Таким образом время употребления прототопонима названия Русь — скифская эпоха VI...VII вв. до н.э.

Славяне действительно в III...II вв. до н.э. унаследовали поднепровские земли скифов-пахарей и при этом сохранили большую часть скифской топонимики. Например, гидронимы — название рек Днепр, Дон и Днестр имеют скифское происхождение. Равным образом славяне сохранили и первоначальное название занятой ими местности (страны).

Название каждой страны имеет свой смысл. Иногда он достаточно прост и символичен: Франция — страна франков, то есть свободных людей; Норвегия — северная страны, Италия — страна жизни. Однако чаще всего первоначальный смысл топонима с течением времени стирается, особенно на тех территориях, где народы и языки многократно сменяли друг друга.

Типонимы с корневой основой типа -рос, -рус, -ротс, -рутс и т.п., как правило, связанные с гидронимикой, были широко распространены по всей древнеиндоевропейской ойкумене, то есть от г.Руссильон на р.Рускино в Пиренеях до поселения Панчруд (Пять рек) или Пасруд (Заречье) на Памире. Такая корневая основа в праиндоевропейских языках означает «река», «водный поток». Со временем эта основа исчезла из употребления, оставив, например, в русском языке реликты типа «русло» (ложе реки) или «русалка» (речная дева).

Слово «Русь» образовано соединением двух первичных фонетических блоков. Первый из них (-ръ) означает нечто светлое, хорошее, тёплое, второй

(-ьсь, -ьсть) — нечто важное. Объединение этих двух блоков кроме обычного смысла — «река» имеет более глубокий смысл — «светлая вода». Если слово рьса — это «река», то его изменённый вид — рьси, рьсе, рьсь, или с добавлением мягкого знака или гласных -и-, -е- на конце, добавляет смысл множественности и пространственности, то есть, - «место, где есть река или реки».

Исследования археологов дополнили сведения историков и филологов. Они показали, что первые индоевропейские племена осели в Среднем Поднепровье в третьем тысячелетии до н.э. По контрасту с засушливыми степями Приуралья и Нижнего Поволжья, откуда они появились, их новая Родина была названа — *Русь (Рось)*, то есть «*Речная страна*» или «*Страна светлых вод*».

В составе скифской державы страна *Рош (Рось, Русь)* первоначально занимала подчинённое положение, там первенствовали «царские скифы» — конные войска — кочевники. Именно из-за этого имя Скифии гремело, а имя Руси едва успело попасть в книгу мудрого пророка Иудеи, а с ней — в Библию. В V...VIII вв. византийские авторы именовали славян «антами». Это название было связано и именем племенного союза в Среднем Поднепровье, а также с тем, что слово «ант» интерпретируется ещё и как «крайний, последний», то есть житель лесостепной окраины, граничащей с землями причерноморских сарматов и готов. В VII в. племенное объединение антов разрушается из-за внутренних противоречий, а также нашествию авар. В VIII в. началось формирование нового обширного объединения восточных славян с центром в г.Киеве в VIII...IX вв. это объединение стало раннефеодальным государством, глава которого первоначально именовался «Хакан Руси», поровнявшись с титулами правителей соседних могущественных держав Хазарии и Болгарии, а также одновременно предъявив претензии на власть во всех землях поднепровских славян.

На первом этапе власть «Хаканов Руси» была тверда лишь в Полянской земле (лесостепная часть Среднего Поднепровья), поэтому поляне первыми в начале IX в. стали называться *русичами, русскими* — и ощущать себя таковыми. По мере вхождения в состав Русского государства восточнославянские земли постепенно теряли свою племенную идентичность — это процесс прошёл в X...XI вв.

Так слово «*Русь*», бывшее изначально топонимом, то есть «Речная страна», «Страна светлых вод», стало названием государства, а затем самоназванием великого народа.

Мы начали изложение настоящего параграфа с результатов новейших исследований историков, филологов и археологов потому, что у Руси, то есть у «Страны светлых вод», иного пути, чем стать великой водохозяйственной державой быть не могло. Действительно, невозможно понять историю Россий-

ского государства в отрыве от его водного богатства. Поэты и писатели воспе-ли и запечатали неразрывное единство на Руси водных систем и населяющих её людей. «Какое красивое слово Россия: здесь Росы и Рось, и что-то синее», «Сверху взгляд на Россию брось — рассинелась реками», «Роскошное изоби-лие российских вод» и т.п.

Как самостоятельная специфическая отрасль науки и практики водохозяй-ственная отрасль возникла в глубокой древности. Накопление опыта и знаний шло постепенно, но неукоснительно. Основой любого использования водных ресурсов являлись и являются до сих пор картографические и гидрографиче-ские материалы. Исходным материалом для их составления являлись: истори-ческие источники общего характера — летописи и грамоты, писцовые книги, дневальные записи и т.п.; специальные архивные материалы — подрядные за-писи, дневники путешественников, чертежи и старинные карты, планы, гравю-ры, рисунки и т.п.; топографические материалы и наименования, позволяющие изучить характер местностей, их истории и особенности быта и жизни насе-ления; результаты археологических исследований.

В основу описания русской земли и отдельных её местностей на всех этапах существования российского государства легла гидрография, так как с незапамят-ных времён речная сеть наметила и определяла в течение сотен веков местопо-ложение многих русских поселений, рост городов и развития торговли. Отмеченное отчётливо видно из рассмотрения «Несторовой летописи». В ней топография рас-селения славянских племён была привязана к рекам и их водосборным бассейнам, а также содержалась ценнейшая гидрографическая информация. Последняя за-тем была положена как в основу различных географических сведений, оставлен-ных нам иностранными путешественниками, так и в основу «Книги Большому Чертежу» — первому официальному описанию нашего государства.

Процедуру накопления картографических и гидрографических данных в России можно проследить на примере территории Москвы. Этот процесс чёт-ко делится на два периода — допетровский и события, происшедшие после воцарения Петра I.

До середины XVII столетия территория, занимаемая сегодня Москвой, изу-чалась и описывалась лишь случайными путешественниками — иностранцами, дневники и записи которых служат теперь главными источниками для изуче-ния картографии, гидрографии и быта старой русской столицы в допетровские времена. Следует, однако, отметить, что и в этот период в России уже имелись специалисты (служивые люди), достаточно хорошо знавшие географию и ги-дрографию, но их знания стали достоянием лишь при посредстве иностранцев. Средний же уровень грамотности населения к концу средних веков в России был относительно низок; если на Западе в это время уже процветали как ду-ховные, так и светские науки, то в России, и в её столице Москве, ещё имела

место простая грамотность, то есть умение читать, писать и считать было редкостью. За весь XVII век здесь издаётся всего лишь одно сочинение, имевшее отдалённое отношение к точным наукам — это таблицы умножения, носившие названия «Считание удобное, которым всякий человек купующий или продающий зело удобно изыскать может число всякие вещи». Лишь в начале XVIII столетия русскими стали известны арабские цифры. Однако уже в XVI...XVII веках они уже имели возможность познакомиться с сочинениями, содержащими элементы картографии, гидрографии и гидротехники. Почти все они распространялись рукописными экземплярами и были доступны лишь немногим избранным читателям. К таким сочинениям, например, относятся: перевод польской книги XVI в., написанной Бельским, имевшей название «Книга, именуемая Космография, размерение и описание всея Земли»; рукопись рубежа XVI...XVIII столетий «Роспись как зачат делат новая труба на новом месте», содержание которой говорило о том, что наши предки были знакомы с закономерностями движения жидкости в трубах под действием поршневого насоса. Сохранившиеся исторические свидетельства XVII в. говорят о существовании во времена царствования отца Петра I Алексея Михайловича московской «водомерной службы». Так в «Дневальных записях приказа тайных дел» за 1660 г. были обнаружены сведения о суточном ходе и изменениях погоды, а также о ходе половодья в Москве-реке весной 1660 г.

Аналогичные сведения содержались и в оригинальных произведениях любознательных россиян, в силу различных причин проявлявших интерес к картографии, гидрографии и природным ландшафтам посещаемых ими стран. Среди этих произведений следует отметить:

- дневники монаха Симеона, побывавшего в Германии и Италии в 1437 г. Его поразили водоподъёмное колесо и «хитрость» водопровода в Нюрнберге;
- записи «торгового гостя» (купца) Василия, побывавшего паломником в Иерусалиме в 1465...1466 гг. Описывая свои впечатления, полученные на маршруте от берегов Чёрного моря до Палестины, он уделил большое внимание увиденным им водопроводам и системам искусственного орошения сельхозугодий;
- «тетрадь» тверского купца Афанасия Никитина о путешествии в Индию в 1466...1472 гг., задолго до Васко-де-Гама. Он снарядил судно с товарами в Шамаху, но на Волге был сначала дочиста ограблен татарами, а затем потерпел кораблекрушение в Каспийском море. Лишившись всего, Никитин, как он говорит, «...пошёл в Индию от многих бед потому, что на Руси не с чем было воротиться, не осталось ничего товара». В Индию Афанасий прошёл через Азербайджан и Персию. Он долго путешествовал по городам Индии, различил два слоя их населения; завоевателей — хоросальцев (персидских монголов) и гиндустанцев (индусов): им были отмечены 84 веры жителей этой страны, описана их пища, обычаи, животный мир и т.п. Вернувшись в Россию через

Ормуз, Трапезунд и Крым, до Твери он не добрался — умер зимой 1472 г. по дороге в Смоленск. Рассказ Никитина «Хождение за три моря» (Хвалынское, Индийское и Чёрное) вместе с его записями был доставлен в Москву, где был напечатан в «Софийском летописце» в 1472 г. В записях тверитянина содержалась обширная информация о реках и морях, об уровнях в них, о наводнениях, о конструкциях речных и портовых сооружений, об особенностях кораблей, на которых ему довелось плыть;

- записи русского посла С.Толбузина о поездке в Италию в 1475 г. В этих записях он подробно описал отвоевание венецианцами территорий у моря для последующего их использования под городскую застройку;

- описание путешествия русского посла в Китае Н.Спафария (1675...1678 гг.), в котором содержатся ценные сведения о гидрографии сибирских рек (Иртыша, Оби, Лены, Енисея и их притоков). Большая глава посвящена Байкалу;

- многочисленные дневниковые записи паломников в Иерусалим и Царьград в X...XVII вв., содержащие обширные картографические гидрографические данные.

Следует, однако, отметить, что большая часть этих материалов была опубликована только в XIX в., то есть воспользоваться содержавшейся в них информацией смогли лишь немногие. Действенные шаги для развития картографических и гидрографических работ в России были созданы лишь в XVII в.; вместе с этими шагами постепенно начали формироваться и государственные органы, которые ведали изучением и использованием вод.

Крупнейшим событием в истории русской картографии и гидрографии было составление первой карты Руси, известной под названием «Большой Чертёж». К великому сожалению этот памятник русской науки и письменности позднее был утрачен, а время его точного составления точно установлено не было: историк Татищев считал, что в 1552 г. его велел составить Иван Грозный; другой великий историк Н.М.Карамзин считал, что «Большой Чертёж» был составлен при сыне Ивана Грозного русском царе Фёдоре Иоановиче в 1595 г.; третья группа историков полагала, первая перерисовка «Большого Чертёжа» состоялась в период царствования Бориса Годунова, приписывая его авторство блестяще образованному сыну последнего — Фёдору в 1600...1605 гг. Слова об этой карте А.С.Пушкин вложил в уста царя Бориса, обращённые к его сыну:

«Как с облаков ты можешь обозреть
Всё царство вдруг: границы, грады, реки...
Все области, которые ты ныне
Изобразил так хитро на бумаге...»

Однако позднее в 1613...1614 гг., произошло другое событие, позволившее до сегодняшних дней сохранить достаточно подробное представление о том,

что же представлял собой утраченный «Большой Чертёж», составленный царевичем Фёдором Годуновым. А произошло следующее — царь Борис Годунов приказал награвировать в Голландии карту России, которая была издана Герардом в Амстердаме в 1614 г., то есть уже после смерти царя-заказчика. В картуше этой карты, то есть в гравированном украшении в виде щита или полуразвёрнутого свитка, помещённом на карте было упомянуто имя царевича Фёдора. Оригинал же, с которого было осуществлено гравирование карты, был навсегда утрачен.

В тридцатые годы XX в. были проведены специальные исследования, которые показали, что «...несомненно, эта карта (изданная Герардом) основана на «Большом Чертёже...». Не имея этого материала, невозможно было составить удовлетворительную географическую карту «... и далеко выше всех прежних карт России, исполненных иллюстрациями». «Большой Чертёж» охватывал пространство почти всей европейской части территории России; на нём значатся все важнейшие реки и города, причём многие частные детали, например, начертание рек, изображены так точно и верно, как реки эти никем до того не изображались. Характерно и то, что карта Фёдора Годунова была снабжена сеткой медианов, то есть она была основана на некоторых измерениях, что резко отличает её от ранее изданных за границей «расспросных» карт Герберштейна, Дженкинсова, Меркатора и др. Всё это послужило основанием к тому, чтобы «...признать уцелевшую в голландской перепечатке карту Фёдора Годунова лучшим и близким к современному её оригиналу «Большого Чертёжа» изданием русской карты XVI в. ...». Эта карты послужила заменой «Большому Чертёжу» или, во всяком случае, основанием для его восстановления.

При составлении «Большого Чертёжа» были собраны обширные данные, изложенные затем в так называемой «Книге Большому Чертёжу», современной эпохе создания карты и являющейся её подробным объяснением. Особое внимание в этой книге было уделено рекам, благодаря чему долгое время она являлась единственным источником древнерусской гидрографии и позволяла обоснованно решать многие важные вопросы государства.

Одновременно с «Большим Чертёжом» в 1605 г. был составлен «Годунов Чертёж Москвы», хронологически являвшийся вторым планом древней столицы. Оригинал этого чертежа также не сохранился, но он был многократно издан и переиздан за рубежом во многих атласах и сочинениях о Московии.

Воцарение Петра I сопровождалось усилением развития наук в России, систематизацией изучения её природы и гидрографии в связи с резким возрастанием значения её водных путей в развитии промышленности и торговли, в военном деле. Пётр I пригласил много зарубежных учёных и специалистов различных профилей, подготовил собственные кадры учёных и инженеров, поручил и тем и другим осуществить обследование и описание интересовав-

ших его регионов России. Одним из таких заданий — была разработка проекта соединения Москвы-реки с Волгой. При разработке этого проекта и выборе наилучшего варианта трассы этого соединения уже в петровские времена была произведена инструментальная нивелировка последней по четырём различным направлениям.

В эти же годы начались разовые водомерные наблюдения на реках России. Первоначально они осуществлялись в форме нанесения «меток высоких вод» на каменных частях различных строений городов, расположенных на крупных река. В Москве, например, такие «метки» были обнаружены при разборке старинных церковных оград в зоне Краснохолмского моста, на постройках и башнях Симонова и Новодевичьего монастырей. Эти «метки» закрепили уровни прохождения больших наводнений на Москве-реке в 1788, 1806, 1828 и 1856 гг. Регулярные водомерные наблюдения за уровнями воды были начаты гораздо позднее, с 1873 г., при решении практических задач улучшения судоходных условий и противопаводковых мероприятий. Затем, с 1875 по 1877 гг., на Москве-реке были установлены пять водомерных постов у пяти существовавших тогда плотин. С 1878 г. начались наблюдения на посту у набережной строившегося Храма Христа Спасителя. На этом же посту впервые стали измерять с помощью поплавков скорости течения и расходы реки Москвы.

Появление первых гидротехников в России

Гидротехническое строительство в Древней Руси в начале своего развития было тесно связано с другими направлениями строительного дела. Лишь спустя достаточно длительное время оно постепенно обособилось в самостоятельную отрасль.

Обилие местных строительных материалов и их отличительная дешевизна издревле обусловили повсеместность распространения на Руси построек из дерева. Это отразилось на развитии каменного строительства и в относительно позднем появлении здесь искусственного камня — кирпича. При возведении любых деревянных сооружений русские не нуждались в иноземных руководителях, их совершенное владение всеми тонкостями возведения таких построек вызывало удивление иностранных путешественников и купцов. Все элементы конструкции деревянного сооружения (дома, плотины, церкви и т.п.) русские мастера соединяли между собой «врубкой», брёвна при возведении стен соединялись между собой с помощью зубцов в нижнем и выемок в верхнем бревне (рубка в «обло»). Другой метод соединения брёвен применялся при устройстве углов — он заключался в рубке узлов «в зуб», «в лапу», «в шап», то есть брёвна в углах соединялись с помощью внутренних вырубов специальной формы в соединяемых концах последних. Лишь в очень редких случаях в ход шли деревянные костыли; железные гвозди и металлические скрепы русским мастерам

в то время известны не были. Однако самое большое удивление иностранцев вызвало то, что русские строители пользовались только металлическими топорами и практически не знали пилы. Эта особенность строительного дела прослеживалась повсеместно: выходящие наружу концы венцов брёвен не обпиливались, а обрубались. Кроме того удивляло и другое — обрубались они так мастерски, что ...на первый взгляд казались опилёнными. Бруски и доски обтёсывались также одними лишь топорами. Рубили лес и дрова, рубили строения и сооружения, рубили в прямом смысле этого слова. Французский моряк Жан Соваж описал осмотренную им в 1586 г. оборонительную ограду города Архангельска следующим образом: «...она составляет замок, сооружённый из брёвен, заострённых и перекрёстных; постройка его из брёвен превосходна; нет ни гвоздей, ни крючьев; но всё так хорошо отделано, чего нечего похвалить, хотя у русских строителей все орудия состоят в одних топорах, но ни один архитектор не сделает лучше, как они делают». Аналогично выглядели и русские деревянные суда XVI...XVII веков. Он также строились без применения железа — вместо железных гвоздей использовались деревянные, а рубленные доски соединялись лыковыми скрутками из древесной коры.

Пила появилась в строительной практике России лишь при Петре I, когда для строительства пристаней в Россию был приглашён в 1715 г. инженер Леблон. Для ускорения перехода от «топорных» досок к «пильным» пришлось издавать специальные указы, рекомендовавшие применять пилы и пильные водяные и ветровые машины.

Первыми «профессиональными» строителями в России были мастеровые, возводившие сооружения военного назначения — «ограды» городов и переправы через водные объекты. При Ярославе Мудром их называли «городниками» и «мостниками». Это были специалисты достаточно высокой квалификации, получавшие за свой труд достаточно щедрое вознаграждение. Каменные сооружения русских научили строить греки, появившиеся у нас после принятия Россией христианства. В 1200 г. в русских летописях появляется имя греческого специалиста-строителя Петра Милонегга, прославившегося постройкой первого каменного гидротехнического сооружения — набережной Днепра около Выдубецкого монастыря в Киеве.

Дальнейшему развитию строительства в России до XV века мы обязаны северо-западным соседям, передавшим нашим предкам запасы своего опыта; в летописях в эти времена появляется термин «мастер», который постепенно начинает сменять термин «хитрец», долгие годы употреблявшийся в древнерусском строительном лексиконе. В 1475 г. летописцы зафиксировали революционное технологическое новшество — «венецианский муроль» (строитель) Аристотель Фьораванти научил русских строителей готовить кирпич и известковый раствор.

Мудрый Иван III и его приемники обратили внимание на несовершенство применявшихся в те времена строительных технологий и высокое качество каменной кладки. Они вызывали из Италии мастеров, которые были затем использованы при возведении московских объектов. Именно итальянцы научили наших строителей приготовить более вязкий известковый раствор и изготавливать кирпич отличного качества. Именно они помогли построить на берегу Яузы кирпичный завод. «Муроль» Аристотель Фьораванти научил наших мастеров возводить каменные стены с помощью кладки равными рядами кирпичей, благодаря чему стены перестали «извихляться». Он же научил наших предков использовать ворота — специальные подъёмные машины для перемещения камней и кирпичей по вертикали. С помощью воротов Аристотель Фьораванти построит Успенский Собор в Кремле.

В XVI в. летописцы оставили нам другое свидетельство — «хитрец из Псковския страны» Невежа в 20-х годах этого века построил ряжевую плотину на р.Волхов.

При Иване IV Грозном в Москве создаётся первое учреждение по строительству — Каменный приказ, ведавший городским строительством, кирпичными заводами, мастерами каменного дела. В это же время в Германии впервые появляется специальная квалификация — инженер, причём инженерное дело входит в разряд математических наук. Из Германии и Англии в Россию приезжают первые инженеры-строители. Позднее, при других царях, инженеры приезжают ещё и из Голландии. При царе Алексее Михайловиче звание «инженер» начинает официально употребляться в государственных документах, причём исключительно в отношении иностранцев. Русские строители именуются «городовыми мастерами», а их помощники — «мастерами» и «подмастерьями», чертежи составляют «чертежники» — художники особой квалификации. Первые русские «инженеры» появились в России лишь в XVIII в. при Петре I. Он уделял главное внимание гидротехнике и фортификации. Петровское посольство в Голландии нанимает в 1698 г. на русскую службу «слюзных да каменных дел мастеров». В 1701 г. к последним присоединился де-Бролли — первый механик, который впоследствии работал на строительстве Вышневолоцкой водной системы. В первой школе «инженерства», открытой в Москве в 1701 г. по указу Петра I среди прочих наук изучается «слюзное дело», а в июле 1708 г. издаётся первый в России учебник, которым оказывается переводной учебник по гидротехнике «Книга о способах, творящих водохождение рек свободное» (перевод с французского).

Среди инженеров, нанятых на службу в 1698 г. был Вилим (Иванович) де Геннин — голландец, начавший службу у Петра I фейерверком. В 1710 г. он уже подполковник и участвует в штурме Кексгольма. В 1717 г. Пётр I назначает его начальником Петровских и Олонецкий заводов. При их возведении В.де

Геннин строит заводские пруды с плотинами, которые позволили «мануфактуре водой действовать». С 1722 г. В. де Геннин — генерал, которому поручено строительство уральских и сибирских заводов, а также изыскание трассы «водяной коммуникации» между р. Москвой и р. Волгой.

Одним из первых гидротехнических сооружений в Москве стали крепостные рвы, окружившие отдельные части города. Первый из этих рвов был назван Алевизовским по имени своего строителя итальянца Алевиза Фрязина (всех итальянцев тогда в России звали «фрягами» или «фряжинами»), на самом деле он звался Алоизом де Каркано. Этот ров прорезал всю Красную площадь от реки Неглинной до реки Москвы. Для регулирования уровней вдоль рва были построены несколько шлюзов с затворами и мостами через него. Другой водяной ров был построен вдоль стены Китай-города от реки Неглинной к реке Москве. Он также имел шлюзы-регуляторы под мостами воротных башен Китай-города.

Долгое время Уральский хребет скрывал от Европейской части России ту часть Азии, которую мы теперь именуем Сибирью. Европейцы также мало что знали о ней — почти всерьёз они верили многим небылицам о Сибири: о том, что там живут люди с собачьими головами, с одним глазом, с природной лысиной и пр. Новгородские купцы этих иллюзий не испытывали. Они поддерживали торговые и политические отношения с Зауральем. Обычно их походы туда совершались на судах-кочах (карбозах) под руководством отважным и опытным моряков-варягов. К концу XII в. эти плаванья были уже регулярными, но их пришлось затем надолго прервать из-за набегов татар. Возобновление сношений с Сибирью началось с 1580 г., после завоевания её казаками, возглавляемым Ермаком. Тогда же были основаны новые города — остроги и через леса и болота проложена дорога в Сибирь. Кроме того был создан и водный путь через Верхний Волочёк. Перевозка товаров по нему осуществлялась на плотках и в мелко сидящих лодках, с волоками у Верхнего Волочка и в Держкове. Этим путём сибирские товары перевозились в Новгород, Торжок и Тверь.

Большими водохозяйственными «проектами» допетровской поры явились работы, выполненные английскими специалистами при Иване IV Грозном. Было осуществлено соединение рек Волги и Северной Двины по двум направлениям: по шестикилометровому каналу между р. Лежей и р. Монзой, впадающей в приток Волги р. Кострому; по каналу между р. Печерью и р. Журиной, связанной с р. Шексной.

По словам известного русского историка В. О. Ключевского «...Пётр I с удивительной силой внимания изучал эту единственную в мире сеть, которую природа дала русской торговле в бассейнах русских рек. В уме Петра I много лет складывался великолепный план канализации этих столь остроумно расчерченных природой бассейнов...». Одной из первых инженерных задач, ко-

торую предполагалось рассмотреть при Петре I, явилась разработка проекта соединения Дона с Волгой.

Во второй половине XVII в. объективные условия вынудили Россию поставить в число своих первоочередных задач развития водных путей в Европейской части территории страны.

Ещё в 1696 г. Пётр I предложил соорудить канал между Волгой и Доном. Для этого было предложено соединить истоки рек Иловли и Камышинки каналом, трасса которого проходила примерно на 0,5 км южнее канала, строительство которого ещё во времена Ивана Грозного начал хан Девлет-Гирей. Строительство было начато и в 1697 г. построен первый шлюз. Однако конструкция его оказалась неудачной и строительство было приостановлено. Новый проект был разработан английским инженером Д.Перри. За три года построили часть ложа канала и три шлюза. Однако в 1701 г. Пётр I и его консультанты решили соединить Волгу с Доном по иной трассе, получившей название Ивановской или Епифанской. Её длина должна была быть 225 км, трасса шла от Иван-озера и рр.Шать и Упа. Строительство длилось до 1720 г. Однако эксплуатация этого канала оказалась убыточной и в сороковых годах XIX века была вовсе прекращена, а канал заброшен.

По Столбовскому миру 1617 г. Россия потеряла выход к Балтийскому морю. Поэтому Пётр I приложил много усилий к тому, чтобы вновь обрести такой путь, так как все водные коммуникации России с её северо-западом доходили лишь до Ладожского озера. Водные пути из бассейна р.Волги в реки, текущие к Балтийскому морю, прерывались водораздельными участками, которые можно было преодолеть путём перетаскивания судов волоком. Самым коротким был волок от р.Волги по р.Тверце до места, получившего название Вышний Волочок, так как вблизи него располагалось начало волока. Суда, привозившие товары по Волге, двигались затем по её притоку — р.Тверце, в районе Вышего Волочка разгружались, перетаскивали волоком через водораздел до р.Цны, спускались по ней до оз.Мстино, затем по р.Мсте до оз.Ильмень, а далее по р.Волхов в Ладжское озеро и по р.Неве — в Финский залив. Провозка судов по р.Тверце, то есть вверх против её течения, осуществлялась с помощью десяти лошадей, двигающихся по обоим берегам и тянувших судно с помощью каната. В зоне порогов тяга доходила до 25 лошадей.

В 1701 г. Пётр I принял решение создать канал на месте старинного волока у Вышнего Волочка, который соединил бы рр.Тверцу и Мсту. В 1702 г. начались подготовительные работы, в 1703 г. издан царский указ о «перекопной работе в Вышнем Волочке». Царь сам выступил в роли проектировщика, то есть определил трассу канала, пройдя этот путь пешком. Для проведения строительных работ от пригласил десять мастеров из Голландии. В 1709 г. по

каналу началось движение судов и он стал первой в России искусственной водной системой. В год по нему проходило около 400...500 судов и плотов.

В 1718 г. Пётр I принял решение построить Ладожский судоходный канал. Издавна плавание судов по Ладожскому озеру было достаточно опасным из-за высоких ветровых волн, возникающих на нём. Уже в апреле 1718 г. начались работы по строительству канала; общий объём земляных работ должен был составить примерно 14 млн.м³, длина его была равна 111 км. Окончательно канал был построен лишь к 1735 г.

Во времена царствования Петра I много каналов было построено в Санкт-Петербурге. Они в основном предназначались для: улучшения судоходства, снабжения водой паркового хозяйства и дворцовых фонтанов, соединения мелких рек, обхода порогов, обеспечение водой промышленных предприятий, тушение пожаров.

В 1722 г. Пётр I поручил голландцу Виллиму де Геннину изучить и обследовать трассы канала, «где быть с Москвы прямо в Волгу-реку водяной коммуникации». Проведя большой объём картографических, топографических, гидрометрических работ и натурных обследований, Виллим де Геннин предложил четыре варианта трассировки канала. В своём докладе царю он предупреждал, что «... сия работу будет зело велика... и для того хорошо начать, надобно совершить; лучше первая оступа без убытка, нежели последняя с великим убытком». Один из вариантов трассы В. де Геннина был очень близок к той трассе, по которой в 1932...1937 гг. был построен канал Москва — Волга (им. Москвы). Вопрос о строительстве этого канала поднимался ещё в 1746 г., то есть во времена царствования Елизаветы, но никаких реальных действия для осуществления этого плана предпринято не было.

Строитель Вышневолоцкой системы М.И.Сердюков (1678-1754)

Михаил Иванович Сердюков был одним из первых русских гидротехников петровской поры, ярко выделившимся своей индивидуальностью и предприимчивостью.

Академик Я.Я.Штелин, близко знавший семью Сердюковых, писал о Михаиле Ивановиче: «...калмык или, собственно говоря, монгол». Следует учитывать, что в те времена на Руси «калмыками» часто называли всех людей с монгольскими чертами лица. Вопрос о своём происхождении М.И.Сердюков прояснил сам в 1723 г., когда он вынужден был давать показания в связи с обвинением его в причастности к расколу русской православной церкви: «...Рождением он мунгальского народа — пишет его следователь. Родился он на реке Селинге, в местечке по той реке, называемом Селинге. Отец у него был мастеровой человек, делал сёдла и луки. И езживал в Китай для продажи лошадей. Имя ему (его отцу) было Именген, Зонтохнов сын. Который в прошлых го-

дах, лет с тридцати или больше, от российских людей на баталии убит». Далее в своих показаниях М.И.Сердюков сообщил, что настоящее его имя — Бароно и, что до 13 лет он воспитывался в традициях ламаизма (тибето-монгольской формы буддизма).

В 1691 г. Бароно попал в плен к русским и был привезён в г.Енисейск. так его за 10 рублей купил приказчик московского купца Ивана Михайловича Сердюкова, который покрестил его, стал ему крёстным отцом и при крещении назвал Михаилом Ивановичем Сердюковым. В 1700 г. крёстный отец М.И.Сердюкова умер, а сам он нанялся работать приказчиком к богатому купцу М.Г.Евреину. Самоучкой он быстро научился читать, писать, считать и решать арифметические задачи. Пётр I, побывавший в гостях у М.Г.Евреина, осматривая его лавку заметил молодого приказчика — калмыка (монгола). Его ответы на вопросы царя были точны и основательны. Царь попросил М.Г.Евреина отпустить мальчика и сам записал его в Новгородское купечество, поручив ему снабжение русских войск, воевавших на северо-западе России, а также обеспечение всем необходимым строителей водных путей. М.И.Сердюкову был выдан небольшой кредит и он занялся поставками зерна из бассейна Волги для армии и строителей. Сердюков довольно быстро «развернулся», построил склады, приобрёл мельницы, а также винокуренные, кирпичные, черепичные и др. заводы. Он получил от своих предприятий довольно большие прибыли и стал главным подрядчиком по снабжению Тверецкого канала в Вышнем Волочке. В 1714 и 1717 гг. Сердюков выигрывает, говоря современным языком, «тендеры» на преимущественное право сбора кабацких, канцелярских и таможенных сборов, а также на привилегию в проведении некоторых строительных работ на канале. В 1719...1720 г. он начинает работы по строительству канала от р.Шлины к озёрам и возведению плотины с деревянным водосбросом. Постепенно М.И.Сердюков стал основным подрядчиком на строительстве Вышневолоцкой системы. Им были построены почти все основные гидротехнические сооружения. Почти все работы он выполнял за свой счёт; казна вернула ему потраченные деньги лишь спустя 14 лет. К 1740...1741 гг. судоходство по Вышневолоцкому водному пути стало осуществляться в течении всего срока навигации. Создание этого уникального для того времени водохозяйственного комплекса было одним из ярких проявлений выдающегося таланта российского гидротехника — самородка первой половины XVIII века Михаила Ивановича Сердюкова.

Совершенствование системы управления водохозяйственными объектами в России с XVIII...XIX столетиях

Согласно изданному в 1775 г. «Учреждению для управления губерний» в России было создано 50 губерний, в каждую из которых входило 10-12 уездов.

В конце XVIII в. тематика судостроения и судоходства отражалась в гербах 20 российских городов и двух губерний, Петербургской и Костромской.

С 1714 г. на протяжении более чем 50 лет, строительством и эксплуатацией дорог в России ведала «Канцелярия от строений государственных дорог». В Сенате имелся специальный 3-й департамент, ведавший строительством дорог и каналов. Кроме того функционировала экспедиция Ладожского канала, которая ведала эксплуатацией этого водного пути. Работа этой экспедиции находилась под контролем Сената. Эксплуатацию водяных коммуникаций и других регионах возглавляли, например, смотритель Волховских порогов Департамента искусственных дел, ярославский смотритель водных путей, смотрители на р.Ловати и р.Ковже и др. В конце XVIII в. были созданы дирекции Двинских (Западная Двина) и Днепровских порогов.

В 1778 г. управление Вышневолоцким водным путём было разделено на три района: от Твери до Мстинского шлюза, от Мстинского шлюза до Новгорода и от Новгорода до Ладожского канала. Контора управления находилась в Вышнем Волочке, во главе управления (Канцелярии) стоял Главный директор водяной коммуникации. В штате управления были введены должности шлюзных мастеров, их подмастерьев и офицеров по эксплуатации шлюзов и пропуску судов через шлюзы.

В октябре 1782 г. императрица Екатерина II издала указ о создании Гидравлического корпуса в связи с «умножением в государстве нашем различных водных работ». Предусматривалось, что в штате Гидравлического корпуса будут состоять «восемь гидравликов первой степени и восемь водяных строителей, или гидравликов второй степени». Предполагалось, что в корпусе будут работать в основном офицеры инженерных войск из Инженерного, Кадетского и Артиллерийского корпусов, а также Генштаба. Все они должны были «теми работами управлять и оные производить» и готовить «на будущее время людей в сей части искусных и способных».

Намечалось ввести в программу обучения в Инженерном корпусе механику, гидравлику, гидротехнику и иностранные языки, на которых было издано более всего книг по этим предметам.

В октябре 1782 г. новгородским губернатором, сменившим Я.Е.Сиверса на этом посту, стал генерал-аншеф, сенатор, граф Я.В.Брюс. Он же управлял всей деятельностью Вышневолоцкого водного пути.

Через два года произошли изменения в руководстве созданного в последние десятилетия XVIII в. Главного управления водными коммуникациями.

Тверским и новгородским губернатором и главным директором водяной коммуникации и руководителем водных путей в указанных ранее губерниях был назначен генерал-поручик Н.П.Архаров, проработавший до 1797 г. В том же году император

Павел I назначил Н.П.Архарова петербургским военным губернатором, но вскоре освободил его от этой должности.

Летом 1785 г. императрица Екатерина II со свитой посетила Вышневолоцкую систему. Путь от Вышнего Волочка до Боровицких порогов проходил по берегу. Императрица осмотрела Тверский и Цнинский каналы, новый Заводской гранитный бейшлот, Мстинский полушлюз, указала место для строительства нового Мстинского полушлюза из гранита.

Из специально построенного красивого павильона императрица наблюдала за проходом судов через Боровицкие пороги. На одной из барок пороги прошли князь Г.А.Потёмкин, губернатор Н.П.Архаров. Далее весь путь Екатерины II и её гостей проходил по воде, по рр.Мсте и Волхову до Новой Ладogi. Для этого путешествия под наблюдением присланного из Петербурга адмирала П.И.Пушина было построено около 30 судов. Всё пребывание императрицы Екатерины II на Вышневолоцкой системе заняло 10 дней. Н.П.Архаров просил там императрицу утвердить проект канала между рр.Мстой и Волховым вблизи Новгорода с целью обхода оз.Ильмень. Кроме того он планировал продолжить работы по строительству Вельевского канала, по которому можно было бы перебрасывать воду из Вельевского озера в Заводское водохранилище.

В 1797 г. Я.Е.Сиверса (1731-1808) назначили новгородским губернатором и одновременно — управляющим всеми водными путями России и в феврале 1798 г. по подготовленному им проекту был создан Департамент водяных коммуникаций, имевший права Коллегии Сената. При этом Департаменте было создано «Депо всем гидравлическим картам Империи» и «Чертёжная». В «Депо...» работало восемь инженеров-гидротехников. Кроме того в составе Департамента были созданы четыре инспекции, тремя из которых руководили инженер генерал-лейтенант Я.Я.де Витте (1740-1809), тайный советник И.К.Герард (1720-1808) и генерал-лейтенант Ф.П. де Воллан (1752-1818). Каждый из этих инспекций был подведомственен обширный по площади регион.

Четвёртая инспекция должна была подготовить проекты соединения Волги с оз.Ильмень, р.Десны с Окой, а также создания каналов между реками и озёрами в Латвии, Эстонии и в Псковской губернии.

В марте 1800 г. Я.Е.Сиверс по собственному желанию ушёл с поста главного директора Департамента водяных коммуникаций. Затем примерно полтора года Департаментом руководил адмирал граф Г.Г.Кушелев (1754-1833), до этого работавший вице-президентом Адмиралтейств-коллегии, в регламент которой в 1763 г. был добавлен параграф, обязывавший, кроме морских дел, «иметь смотрение в реках, где судово́й ход имеется...».

После Г.Г.Кушелева директором Департамента водяных коммуникаций был граф Н.П.Румянцев (1754-1826).

В апреле 1809 г. должность генерал-губернатора новгородского, тверского и ярославского по императорскому указанию Сенату была объединена с должностью Главного директора Департамента водяных коммуникаций. На этот объединённый пост был назначен принц Пётр Фридрих Георг (Георгий) Гольштейн-Ольденбургский (1784-1812). За восемь дней до этого было объявлено о бракосочетании принца и великой княжны Александры Павловны, сестры императора Александра I (1777-1825). С этого момента Георгий Гольштейн-Ольденбургский получил титул «императорского высочества». По его инициативе в июне и сентябре 1809 г. были изданы указы о преобразовании Департамента в Экспедицию водяных коммуникаций, к которой присоединили Экспедицию об устроении дорог в государстве, работавшую с 1800 г. Аппарат управления экспедиции водяными коммуникациями находится в г.Твери.

Началась работа по созданию общероссийской системы управления водными коммуникациями. В создании документов участвовал и государственный секретарь граф М.М.Сперанский (1772-1839). В ноябре 1809 г. проект системы управления водными коммуникациями был утверждён императором Александром I. Одновременно было опубликовано «Учреждение об управлении водными и сухопутными сообщениями» и «Манифест», посвящённый необходимости указанных преобразований.

Транспортная система России, в том числе и её водные трассы, была разделена на десять округов. В экспедиции были созданы три отделения: по водным сообщениям, по сухопутным сообщениям и по торговым портам. В Совет Управления путей сообщения входил Главный директор и три советника (генерал-инспекторы водных и сухопутных сообщений). Был основан военизированный корпус инженеров, в который входили пять генерал-инспекторов, десять начальников округов и ещё 112 директоров (управляющих и производителей работ) и инженеров I, II и III классов. Генерал-инспектор должен быть иметь чин не ниже генерал-лейтенанта, а начальник округа путей сообщения — не ниже генерал-майора. Таким образом физически было создано ведомство путей сообщения (Управление), которым руководил Главный директор.

Председателем Совета, работавшего при Главном директоре, был назначен министр внутренних дел князь В.П.Кочубей (1768-1834), впоследствии ставший председателем Государственного совета и Комитета министров. Членами Совета были генерал-лейтенант Августин Хосе Педро дель Кармен Доминго де Канцелярия де Бетанкур и Молина (Августин Августинович Бетанкур, 1758-1824), инженер-генерал-лейтенант Ф.П.де Воллан и тайный советник И.К.Герард. Генерал-лейтенант А.А.Бетанкур в течение нескольких лет руководил Генеральной инспекцией путей сообщения Испании. Он был выдающимся инженером и преподавателем, приглашённым на русскую службу в сентябре 1808 г. в Эрфурте, где в это время происходила встреча Александра I с Напо-

леоном. Служивший ранее в голландских поселениях в Америке (Голландская Гвиана, ныне Суринам), а затем в Голландии, Ф.П. де Воллан с 1787 г. работает в России, начав с чина инженер-майора. Тайный советник И.К.Герард ранее работал на строительстве Мытишинского водопровода в Москве.

После начала Отечественной войны 1812 г. Экспедиция была преобразована во Временную канцелярию, переведённую из Твери в г.Рыбинск, а затем в г.Череповец. Главный директор Т.Гольштейн-Ольденбургский служил в армии, он умер в конце 1812 г. Руководителем общероссийской службы водяных коммуникаций был назначен генерал-лейтенант Ф.П. де Воллан — создатель Мариинской водной системы, Нарвского и Одесского портов, г.Новочеркасска, шоссе Москва — Санкт Петербург, участник штурма Измаила, строитель крепостей на Днестре, в Крыму, на северном побережье Чёрного моря.

После Отечественной войны 1812 г. был составлен план развития российских водных путей. Им предусматривалось закончить создание Тихвинской и Мариинской водных систем, завершить строительство Ивановского канала для соединения Оки и Дона, провести шлюзование Северского Донца, углубить устье Дона. Предполагалось также выполнить соединение Волги с Доном, построить канал, соединяющий Северную Двину с водной системой Камы, а также провести значительные по объёму работы, которые должны были обеспечить улучшение условий судоходства в бассейнах Днепра, Западной Двины и Северной Двины. В 1820 г. был создан Департамент (Главное управление) путей сообщения. На его основе в 1832 г. появилось Главное управление путей сообщения и публичных зданий, в 1865 г. преобразованное в Министерство путей сообщения России.

Создание Мариинской водной системы

Трасса, по которой впоследствии пролегла Мариинская система, начиналась на Волге от Рыбинска и проходила по притоку Волги — Шексне, её длина составила 426 км. На участке, называемом «нижнее плесо», до Череповца (240 км от устья Шексны) в русле не было порогов. Порожистые места простирались от Череповца выше по течению на расстоянии около 138 км. Далее (48 км) до оз.Белого фарватер был свободным. Для прохождения порогов крупное судно тащили до 70 лошадей, а малое судно — от 20 до 30 лошадей. Длина Белого озера 41,5 км, наибольшая ширина озера 31 км. Переход судов из Шексны в Ковжу был весьма затруднён тем, что надо было пересекать бурное Белое озеро. Иногда судам, подошедшим к нему по реке, приходилось длительное время ожидать хорошей безветренной погоды. Часто грузы из речных судов перегружали в озёрные, более безопасные суда. По прибытии по озеру к истокам р.Ковжи грузы вновь переваливались в речные суда. После пересечения акватории этого озера суда по р.Ковжа доходили до Бадожской пристани,

расположенной в устье р.Ваткомы. По Ковже проходили суда с грузом до 150 т. От Бадожской пристани грузы перевозили гужевым транспортом на расстояние 40 км до р.Вытегры, общая длина которой 70 км. Товары вновь перегружали, на этот раз на суда, которые через 18 км плавания по Вытегре попадали в Онежское озеро. Дальнейший путь судов в сторону Петербурга пролегал по южной части крайне опасного для судоходства Онежского озера и далее по р.Свири, вытекающей из этого озера и впадающей в Ладожское озеро. Длина Свири — 221 км. Этот путь крупные суда проходили за срок, иногда превышавший 30 дней. В русле Свири было много порогов и мелей.

Сенат несколько раз обсуждал необходимость улучшения пути по Шексне, озёрам Вытегре и Свири. В 1762 г. начались изыскания в местах, связанных с этой трассой. Проект «новой водяной коммуникации», составленный П.И.Шуваловым, уточнялся и дополнялся Г.А.Резановым, М.А.Деденевым, другими специалистами. Однако в течение многих лет к претворению этих проектов в жизнь не приступали. В июле 1785 г. вышел именной указ Екатерины II, адресованный обер-прокурору Сената князю А.А.Вяземскому (1727-1793), в котором предлагалось приступить к работам по новому водяному пути «в виду ожидаемой великой пользы и доставления местным жителям занятий». В декабре 1786 г. даже была выделена часть необходимых для начала работ денежных средств, но вскоре их перевели в распоряжение строителей дороги Петербург — Нарва. В результате изучения всех проектов будущего Мариинского водного пути за основные были приняты проектные предложения, созданные по инициативе и при непосредственном участии Петра I. В 1797-1798 гг. в районе намечавшегося строительства работали шлюзовой мастер Свендсон и инженер майор И.Б.Барклай-де-Толли, брат будущего военного министра России и генерал-фельдмаршала М.Б.Барклая-де-Толли (1761-1818).

В январе 1799 г. император Павел I в именном указе главному директору водяных коммуникаций графу Я.Е.Сиверсу повелел открыть работы по созданию новой водной системы. Значительные средства на это строительство было выделено женой Павла I императрицей Марией Фёдоровной (1759-1828), «главноначальствующей над воспитательными домами обеих столиц», основавшей ряд благотворительных организаций (Мариинское ведомство). Как отмечалось в указе Павла I, деньги (до 4000 тысяч руб. в год) «из сохранный казны здешнего воспитательного дома» принимались «заимообразно... на подлежащих условиях». В указе также говорилось, что канал «...отныне во изъявление признательности нашей к таковому споспешествованию Её Императорского величества и на память потомству, соизволили мы именовать Мариинским».

В мае 1799 г. приступили к земляным работам на соединении Ковжи с Вытегрой. Начало Мариинского соединительного канала находилось у д.Грязный Омут на Ковже, далее канал пересекал два небольших озера, затем Матко-озеро

(точка раздела между волжской и балтийской частями системы), озёра Пустое и Лудожское и соединялся с Вытеграй. Часть Вытегры, расположенную выше устья канала, называли Шимой.

Руководителем работ по строительству был назначен упоминавшийся выше Ф.П. де Воллан. Предполагалось, что будет построено 26 шлюзов. В действительности на Мариинской системе вначале действовало 29 шлюзов. По системе могли проходить суда длиной до 27,9 м и шириной 8,5 м. Грузоподъёмность таких судов доходила до 160 т.

Строительство системы продвигалось достаточно быстро. В феврале 1800 г. Я.Е.Сиверс доложил Павлу I, что участки от р.Вытегры до истока р.Свири в обход Онежского озера и от устья р.Свири до устья р.Сяси в обход Ладожского озера «с точностью на планы сняты и двумя испытанными инженерами нивелированы». Проекты обводных каналов были составлены Ф.П. де Волланом. В 1802 г. началось строительство Свирского канала, законченное в 1810 г., одновременно с началом судоходства по всему Мариинскому водному пути. В 1808 г. первое судно пришло из Ковжи в Вытегру. Осадка этого судна составила 0,97 м. В том же году де Воллан написал документ, регламентирующий плавание судов по Мариинской системе. В июле 1810 г. состоялось официальное открытие судоходства на Мариинской водной системе. Она входит сейчас как составная часть в трассу Волго-Балтийского водного пути, длина которого составляет 1100 км.

Строительство водохранилищ в России

Неравномерное естественное распределение воды по территории России и сезонам года предопределило необходимость инженерно-технического вмешательства в природные процессы и закономерности формирования водных ресурсов с целью искусственного создания благоприятных условий для практического водопользования. К числу наиболее распространённых инженерно-технических мероприятий воздействия на природные воды относятся внутрибассейновое регулирование стока с помощью водохранилищ, территориальное управление стоком с помощью каналов, пространственное перераспределение воды между поверхностной и подземной составляющими стока, преобразование водного баланса и т.д.

Основным техническим мероприятием, позволяющим повысить надёжность водообеспечения населения и отраслей экономики, является создание водохранилищ, осуществляющих многолетнее и сезонное регулирование стока.

Строительство водохранилищ в России началось в ХУП-ХІХ вв. Некоторые из них эксплуатируются до сих пор: Межозёрское (ХУШ в.) и Лососинское (ХІХ в.) в бассейне Онежского озера (каждое полезным объёмом 29 млн м³) или Мстинское и Кемецкое (ХVІІІ в.) в бассейне Ладожского озера (78,6 и 42 млн м³). На Верхней Волге для обеспечения водой металлургической

и металлообрабатывающей промышленности в XVIII в. были построены Белохолуницкое (41,3 млн.м³), Большое Кирсинское (15,8 млн.м³), Омутнинское (17,9 млн.м³), Лысьвенское (15,7 млн.м³) и Нытвенское (18,9 млн.м³) водохранилища. Для этих же целей на Урале в бассейне р.Оби были созданы Верхнетуринское (9,8 млн.м³), Невьянское (12,6 млн.м³) водохранилища и др.

В XX столетии гидротехническое строительство осуществлялось особенно большими темпами. В 30-е годы началась реализация проекта, известного под названием «Большая Волга», который предусматривал создание крупнейших водохранилищ для регулирования волжского стока.

Уже в 1938 г. было сооружено Ивановское водохранилище полезным объёмом 0,9 млн.м³. В 1955 г. введены в эксплуатацию Рыбинское (16,67 км³) и Угличское (0,8 км³) водохранилища, в 1959 г. — Куйбышевское (34,6 км³), в 1961 г. — Горьковское (2,78 км³) и Волгоградское (8,65 км³), в 1971 г. — Саратовское (1,75 км³), в 1980 г. — Чебоксарское (5,7 км³). Основным регулятором стока в Волжском каскаде является Куйбышевское водохранилище, осуществляющее сезонное регулирование стока. Для многолетнего регулирования предназначено только Рыбинское водохранилище. Саратовское и Волгоградское осуществляют суточное (недельное), а остальные водохранилища каскада — сезонное регулирование стока.

В 60-70-е годы XX в. было введено в эксплуатацию несколько крупных водохранилищ на Каме, Ангаре и Енисее. На Каме — Воткинское (3,7 км³) и Камское (9,2 км³) для сезонного регулирования стока. На Ангаре — три водохранилища многолетнего регулирования: Братское (48,2 км³), Иркутское (0,45 км³), предназначенные для целей энергетики. На Енисее — также два водохранилища энергетического назначения: Красноярское (30,4 км³) — для многолетнего и Саяно-Шушенское (15,3 км³) — для годичного регулирования. Одновременно практически по всей стране велось строительство водохранилищ ёмкостью от 1 до 10 млн.м³ и более.

Высокой степенью зарегулированности стока отличаются реки европейской территории, где водопотребители и водопользователи испытывают дефицит водных ресурсов в отдельные периоды и годы. К настоящему времени сток Волги зарегулирован на 40%, Дона — на 50%, Урала — на 68%. В целом на реках европейской части России суммарный полезный объём зарегулированного стока достигает 161 км³, в том числе на реках северного склона — 35, южного — 126 км³.

В целом по территории России сейчас находится в эксплуатации 2650 водохранилищ ёмкостью свыше 1 млн.м³. Их суммарный полезный объём составляет 342 км³, причём более 90% приходится на водохранилища, имеющие ёмкость свыше 10 млн.м³. Из общего количества водохранилищ комплексно используются около 230, а остальные — только отдельными отраслями хозяй-

ства: для нужд энергетики — 30, сельского хозяйства — 1761, водоснабжения — 297, прочих нужд — 586.

Характеристики водохранилищ в разрезе экономических районов (на уровень 1996 г.) и бассейнов основных рек приведены в табл. 3.31-32.

Таблица 3.31

**Основные показатели регулирования стока рек
по экономическим районам России**

Экономический район	Количество водохранилищ	Площадь зеркала при полном объеме, тыс.км ²	Полный объем, км ³	Полезный объем, км ³
Северный	72	12,96	78,78	35,5
Северо-Западный	32	0,69	2,53	1,14
Центральный	206	6,36	32,46	21,55
Волго-Вятский	74	3,49	15,13	9,03
Центрально-Чернозёмный	575	0,64	1,89	1,62
Поволжский	612	15,67	120,66	52,13
Северо-Кавказский	408	5,56	37,2	19,17
Уральский	394	4,89	33,4	23,39
Западно-Сибирский	121	1,84	10,93	6,16
Восточно-Сибирский	68	12,47	359,41	114,91
Дальневосточный	79	5,17	119,43	57,1
Калининградская область	9	0,01	0,04	0,03
Всего по России	2650	69,77	811,87	341,76

Таблица 3.32

**Основные показатели регулирования стока
по бассейнам рек России**

Бассейн реки	Количество водохранилища	Площадь зеркала при полном объеме, тыс.км ²	Полный объем, км ³	Полезный объем, км ³
р.Нева	49	1,8	6,09	3,24
р.Нарва	3	0,21	0,46	0,13
р.Западная Двина	3	0,02	0,05	0,02
р.Днепр	179	0,24	0,82	0,49
р.Дон	746	4,89	31,17	14,94
р.Кубань	50	0,67	4,39	3,06

Бассейн реки	Количество водохранилища	Площадь зеркала при полном объёме, тыс.км ²	Полный объём, км ³	Полезный объём, км ³
р.Сулак	7	0,09	3,02	1,42
р.Терек	15	0,02	0,05	0,04
р.Волга	790	30,43	197,9	100,68
р.Урал	71	0,47	4,36	3,66
р.Обь	268	2,45	13,99	8,48
<i>в том числе</i>				
р.Томь	17	0,02	0,06	0,05
р.Иртыш	173	1,1	3,88	2,9
<i>в том числе</i>				
р.Ишим	1	0,19	0,23	0,04
р.Тобол	167	0,82	3,57	2,78
р. Онега	1	0,001	0,001	0,001
р. Северная Двина	5	0,66	1,76	0,42
р.Печора	4	0,01	0,06	0,02
р.Енисей	53	12,37	358,85	114,67
р.Амур	32	2,5	68,77	32,34
р.Лена	15	2,23	36,24	18,04
<i>Бессточные районы:</i>				
междуречье Волги и Урала	42	0,08	0,27	0,22
оз.Чаны	11	0,21	0,63	0,48
<i>Прочие реки:</i>				
Балтийского моря	17	0,07	0,19	0,1
Белого	24	7,06	45,1	21,74
Баренцева	11	2,18	21,11	8,27
Чёрного	5	0,02	0,01	0,01
Азовского	142	0,28	0,55	0,31
Каспийского	73	0,32	1,22	1,08
Восточно-Сибирского	6	0,45	14,42	6,57
Берингова	1	0,002	0,01	0,01
Охотского	8	0,01	0,06	0,05
Японского	19	0,03	0,28	0,26

К прудам принято относить искусственные водоёмы, которые создаются в бассейнах рек и имеют объём до 1 млн.м³. Систематизированная информация по прудам отсутствует, существуют лишь некоторые данные по отдельным бассейнам и территориям.

В бассейне Дона насчитывается более 10 тыс. прудов с суммарным полным объёмом 2,1 км³ и полезным 1,9 км³, что составляет 11% полезной ёмкости всех водохранилищ бассейна. Общая площадь водной поверхности прудов превышает 853 км². Большинство из них создано в 60-е годы XX в. и используется главным образом для орошения земель.

В Краснодарском крае в разное время было построено (в основном хозяйственным способом) около 1400 прудов с суммарной ёмкостью 0,3 км³. Они обеспечивают водой отдельные орошаемые участки, не входящие в состав крупных оросительных систем, частично используются для рыборазведения и ограниченно (около 1%) — для сельскохозяйственного водоснабжения.

Более половины прудов на степных участках в настоящее время не эксплуатируются.

В бассейне Тобола насчитывается 219 прудов с суммарным полным объёмом 0,069 млн.м³, полезным 0,064 млн.м³, площадь зеркала 43 км². В них сосредоточено 2,6% полезной ёмкости всех водохранилищ бассейна. Почти половина прудов (105) служит водоисточником для 20,9 тыс.га орошаемых земель, остальные пруды используются для рыборазведения, рекреации и других целей.

Начиная с 1968 г. в Центральном, Центально-Чернозёмном и Поволжском районах началось массовое строительство противозерозийных прудов, обеспечивающих эффективное задержание и использование местного склонового стока. Эти пруды расположены в основном в Белгородской, Тамбовской, Курской областях, республиках Татарстан и Чувашской. Как правило, они не только служат для защиты почв от эрозии, но используются также для водопоя скота, рыборазведения и других целей.

Общее количество прудов в России огромно. В некоторых регионах, особенно в южных, пруды есть практически в каждом населённом пункте. Например, в Краснодарском крае в 1977 сельских населённых пунктах насчитывается 1400 прудов, а в Ростовской области на 2274 сельских населённых пункта приходится 2600 прудов.

На Урале и в Сибири прудов значительно меньше: в Челябинской области (1262 сельских населённых пунктов) — 120, в Курганской (1253 сельских населённых пункта) — 19.

Сельские пруды используются в целях рекреации, полива сельскохозяйственных угодий, разведения домашней водоплавающей птицы, водопоя скота и создания противопожарных запасов воды.

Около 30% сельских прудов, в основном малых, являются непроточными. Остальные сооружены на постоянно действующих водотоках. Средние глубины рассматриваемых водоёмов, как правило, менее 3 м.

Наполнение прудов происходит в период избыточного стока, т.е. в основном весной, сработка — в меженный период в режиме водопотребления.

В последующие столетия было разработано множество проектов соединения рек каналами, которые должны были обеспечить выход речных судов в Белое, Балтийское, Чёрное и Каспийское моря. Реализация этих проектов началась в 30-х годах XX в. и продолжалась до 1980 г.

В настоящее время Российская Федерация имеет водные пути, обустроенные каналами и шлюзами для перевозки грузов, с выходом во все указанные моря. Создана единая глубоководная (до 3,5 м) система в европейской части страны (табл.3.33).

Таблица 3.33

Основные параметры некоторых каналов европейской территории России

Река-донор-река-реципиент	Канал	Длина, км	Головой объём переброски, км³	Год ввода
Волга-Москва	им. Москвы	128	2,3	1937
Кубань-Калаус	Большой Ставропольский	160	2,5	1957
Кубань-Ерголык	Невинномысский	50	1,9	1948
Дон-Сал-Маныч	Донской магистральный	110	1	1958
Терек-Кума	Терско-Кумский	150	2,7	1961

На 1980 г. общая протяжённость водных путей составляла 145 тыс. км, в том числе по водохранилищам около 12 тыс. км. Благодаря регулирования были улучшены водные пути практически на всех судоходных реках. При строительстве на этих реках гидроэлектростанций в составе гидроузла всегда предусматривался судоходный шлюз.

Объёмы воды для шлюзования судов в зависимости от типа сооружений колеблются в широких пределах. Так, на Павловском гидроузле на одно шлюзование расходуется 57,9 тыс.м³. Шестикамерный шлюз Камского гидроузла имеет объём около 250 тыс.м³. В зависимости от грузопотока, на шлюзование в таких гидроузлах используется не более 2,5% от полезного объёма водохранилища, что практически не влияет на оценку водохозяйственного баланса.

При решении проблем межбассейнового перераспределения стока также применяются каналы и системы, служащие для передачи свободных ресур-

сов вод в наиболее напряжённые по водообеспечению регионы. В настоящее время на территории бывшего СССР насчитывается около 60 крупных (с расходом более 100 м³/с) земляных каналов, проложенных в различных геологических и климатических условиях. Многие из них используются комплексно.

*Современная структура водного хозяйства
и система управления им*

Водные ресурсы и отношения в сфере водопользования в совокупности составляют важный элемент и блок государственного управления в области использования и охраны природных ресурсов России. Управление использованием и охраной водных ресурсов основывается на том, что природные (в том числе водные) ресурсы в соответствии с Конституцией Российской Федерации (статьи 9, 36, 42, 72) используются и охраняются как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории, а вопросы владения, пользования и распоряжения водными и другими природными ресурсами находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов РФ.

В истории современной России было несколько характерных периодов, отличающихся своеобразием систем управления использованием и охраной водных ресурсов. Однако, бассейновый принцип такого управления определен самой природой.

В Российской Федерации государственное управление водохозяйственной деятельностью по бассейново-территориальному принципу осуществляется с начала 1960-х годов, когда были образованы бассейновые инспекции Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР (Минводхоз РСФСР).

В соответствии с «Основами водного законодательства Союза ССР» (1971 года) и Водным кодексом РСФСР (1972 года) разрозненные по различным министерствам и ведомствам основные функции государственного управления (планирование, учет и контроль) в области использования и охраны водных объектов были возложены на специально уполномоченный государственный орган по регулированию использования и охраны вод, которым до 1990 года являлся Минводхоз РСФСР. Коллегия Минводхоза РСФСР рассматривала работу отраслевых министерств и ведомств в части вопросов водного хозяйства.

Перестройка структуры управления водными ресурсами, начатая в конце 1980-х годов, продолжается и по настоящее время. В 1988 г. Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР было преобразовано в Министерство водохозяйственного строительства СССР. В это же время был создан союзно-республиканский Государственный комитет СССР по охране природы, в ведение которого из Минводхоза были переданы практически все функции по

охране и использованию водных ресурсов: разработка и проведение единой научно-технической политики, государственный контроль за использованием и охраной вод, разработка соответствующих нормативов, правил и стандартов, выдача разрешений на специальное водопользование. В результате произошло ослабление и без того недостаточно целостной системы комплексного использования и охраны водных ресурсов. Аналогичная перестройка произошла и на республиканском уровне.

В то же время в стране резко обострились региональные проблемы водообеспечения, а водный фактор стал приобретать всё более определяющее значение в устойчивом развитии единого народнохозяйственного комплекса.

Поэтому уже в 1988-1989 гг. была проведена перестройка структуры Минводхоза РСФСР: созданы Главное управление эксплуатации мелиоративных систем, Главное управление комплексного использования водных ресурсов. В системе министерства действовало 18 бассейновых водохозяйственных объединений, зоны деятельности которых, хотя и максимально приближенных к водным бассейнам, были жестко привязаны к административным границам субъектов Российской Федерации.

На следующем этапе структурной перестройки Главное управление комплексного использования водных ресурсов вошло на короткое время в систему вновь созданного Комитета по экологии и природопользованию. Однако в тот сложный для экономики страны период это не привело к радикальным изменениям: не были разграничены контрольные и хозяйственные функции, водные ресурсы так и не приобрели единого «хозяина», не удалось устранить ведомственный принцип управления и эксплуатации водохозяйственных объектов, не был реализован системный подход к объекту управления.

В 1990-ые годы в результате непрерывных реорганизаций структуры управления водным хозяйством, утраты значительной части материальной базы, необходимой, в том числе для мониторинга водных объектов и сооружений; разгосударствления региональных проектных и научных организаций и потери в связи с этим значительной части информации о водных объектах; значительного сокращения финансирования, профессионального обучения и научных исследований, резкого снижения темпов проектно-исследовательских работ, эксплуатационных мероприятий; медленного внедрения в систему управления водным хозяйством современных технологий, ухудшения технического состояния основных производственных фондов отрасли; снижения объемов финансирования работ по капитальному ремонту гидротехнических сооружений, снижения безопасности их эксплуатации, возрастания затрат на их содержание, водное хозяйство страны оказалось в тяжелом положении.

На основе закона «О республиканских министерствах и государственных комитетах РСФСР» от 14 июля 1990 года Минводхоз РСФСР был упразднен. Постановлением Совета Министров РСФСР от 13 августа 1990 года №299 был образован Комитет по водному хозяйству при Совете Министров РСФСР. Кроме того, в структуре Министерства сельского хозяйства и продовольствия РСФСР образовалось Главное управление водного хозяйства. В марте 1993 года Постановлением Совета Министров – Правительства РФ №209 был образован Комитет по водному хозяйству при Совете Министров – Правительстве РФ (Роскомвод), на который были возложены функции государственного управления в области использования и охраны водных объектов. Благодаря тому, что в структуру Роскомвода вошли бассейновые водохозяйственные объединения, управления и отделы комплексного использования и охраны водных ресурсов, впервые были созданы реальные условия для управления водным хозяйством на основе сочетания бассейнового и административно-территориального подходов. По ряду причин структура и функции органов управления водными ресурсами менялись ещё дважды — в 1991 и 1993 гг.

В августе 1996 года Указом Президента РФ №1177 на базе части Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации, Роскомгеологии и Роскомвода было создано Министерство природных ресурсов Российской Федерации. С 1996 года специально уполномоченным государственным органом управления использованием и охраной водного фонда является Министерство природных ресурсов Российской Федерации.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 6 июля 2000 года №495 в составе Министерства природных ресурсов Российской Федерации была сформирована Государственная водная служба (Росводресурс).

В настоящее время в Российской Федерации действует сложная и многокомпонентная система государственного управления водохозяйственным комплексом, использованием и охраной водного фонда.

Структура российских федеральных органов системы управления водными ресурсами в современных социально-экономических условиях хозяйствования представлена на рис.3.6.

Центральное место в структуре управления использованием и охраны водных ресурсов является **Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации**, на которое согласно постановлению Правительства РФ от 22.07.2004 г. (с изм. от 20.12.2006 г.) № 370 «Об утверждении Положения о Министерстве природных ресурсов Российской Федерации», возложено осуществление функций по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере изучения, использования, воспроизводства, охраны природных ресурсов, включая использование и охрану водного фонда,

а также эксплуатацию и обеспечение безопасности водохранилищ и водохозяйственных систем комплексного назначения, защитных и других гидротехнических сооружений (за исключением судоходных гидротехнических сооружений).

В сфере использования и охраны водных ресурсов, Минприроды России осуществляет координацию и контроль деятельности находящихся в его ведении Федерального агентства водных ресурсов, Федеральной службы по надзору в сфере природопользования и Федерального агентства по недропользованию.

Федеральное агентство водных ресурсов является органом государственной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению федеральным имуществом в сфере водных отношений.

Исходя из этого и в соответствии с положениями Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации, Программы социально-экономического развития Российской Федерации на среднесрочную перспективу, Основных направлений развития водохозяйственного комплекса России до 2010 года и Плана мероприятий по их реализации, утвержденных распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.05.2004 г. № 742-р целью деятельности Агентства является устойчивое водопользование при сохранении водных экосистем и обеспечение безопасности населения и объектов экономики от негативного воздействия вод.

Агентство является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению федеральным имуществом в сфере водных ресурсов.

Росводресурсы осуществляют свою деятельность непосредственно или через свои территориальные органы (в том числе бассейновые) и через подведомственные организации во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями.

В соответствии с принципами административной реформы Минприроды России сформирована современная организационная структура Федерального агентства водных ресурсов (рис. 3.7). Реализуя задачу комплексного управления водными ресурсами по бассейновому принципу в структуре Росводресурсов образованы 16 территориальных органов, 14 из которых – бассейновые водные управления (рис. 3.8). Агентству подведомственны 48 ФГУ и 3 ФГУПа.

Структура территориальных органов Росводресурсов позволила в значительной мере перенести центр подготовки принятия ключевых решений в об-

ласти использования и охраны водных объектов на бассейновый уровень, что отвечает общему вектору сосредоточения управленческих функций в бассейнах, приблизив центр принятия решений к объекту управления.

Вступивший в действие с 1 января 2007 года новый Водный кодекс РФ (от 03.06.2006 г. 74-ФЗ) определил разграничение полномочий между федеральными органами исполнительной власти и органами государственной власти субъектов Российской Федерации в сфере водных отношений.

Специальные функции государственного управления в области использования и охраны водных объектов в настоящее время имеют, в пределах своей компетенции:

Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) в сфере использования и охраны водных ресурсов выполняет функции федерального органа исполнительной власти в области использования и охраны подземных вод. Территориальные органы представлены региональными агентствами по недропользованию по федеральным округам, территориальными агентствами по недропользованию по субъектам Федерации. Государственный мониторинг состояния подземных вод осуществляет Центр ГМСН ФГУ ГП «Гидроспецгеология».

Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) является уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы и федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственный контроль в области охраны окружающей среды (государственный экологический контроль) в установленной сфере деятельности. На Росприроднадзор возложено осуществление, в том числе контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов, и выполнение функций федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного на осуществление государственного регулирования в области охраны озера Байкал.

Территориальные органы – Региональные управления Росприроднадзора по округам и Управления Росприроднадзора по субъектам Федерации.

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) осуществляет функции по принятию нормативных правовых актов, контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды в части, касающейся ограничения негативного техногенного воздействия на окружающую среду и, в том числе безопасности ГТС на объектах промышленности и энергетики. Ростехнадзору поручено: осуществление контроля и надзора за соблюдением собственниками ГТС и эксплуатирующими организациями норм и правил безопасности ГТС на объектах промышленности и энергетики, за исключением ГТС, полномочия по осуществлению надзора за которыми переданы органам местного самоуправления; выдача разрешений, в

том числе на сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, в частности в водные объекты.

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) осуществляет в пределах своей компетенции государственный учет поверхностных вод и ведение государственного водного кадастра в части поверхностных водных объектов в порядке, установленном законодательством Российской Федерации; государственный мониторинг водных объектов в части поверхностных водных объектов; государственный мониторинг континентального шельфа в порядке, определяемом законодательством Российской Федерации (в пределах своей компетенции); государственный мониторинг состояния исключительной экономической зоны Российской Федерации.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) находится в ведении Минздрава России и является уполномоченным федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, защиты прав потребителей и потребительского рынка. Согласно Положению, утвержденному постановлением Правительства Российской Федерации от 30.06.2004 г. № 322, Роспотребнадзор осуществляет государственный санитарно-эпидемиологический надзор за соблюдением санитарного законодательства, в том числе и на водных объектах.

Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС России) по поручению Правительства РФ осуществляет ведение реестра потенциально опасных подводных объектов во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации. Департамент предупреждения чрезвычайных ситуаций организует работу по предупреждению чрезвычайных ситуаций на подводных потенциально опасных объектах во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации. В обязанности Департамента территориальной политики вменена организация работы с органами исполнительной власти субъектов РФ и местного самоуправления по вопросам федеральной поддержки и взаимодействию в вопросах обеспечения безопасности людей на водах. Государственной инспекции по маломерным судам осуществляет контроль за обеспечением безопасности людей и плавания маломерных судов на водных объектах.

Федеральная служба по надзору в сфере транспорта (Ространснадзор) находится в ведении Минтранса России и осуществляет контроль и надзор за состоянием морских и внутренних водных путей. Через свои структурные подразделения осуществляет участие в контроле за соответствием установленным требованиям функциональных подсистем организации работ

по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в море и на внутренних водных путях с судов и объектов независимо от их ведомственной и национальной принадлежности единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в аттестации лиц, замещающих должности руководителей и специалистов, на которых, возложена ответственность за обеспечение безопасности судоходства и защиты окружающей среды на морском, и внутреннем водном транспорте. Выносит решения: об утверждении деклараций безопасности судоходных гидротехнических сооружений; о согласовании ввода в эксплуатацию (вывода из эксплуатации), мер по поддержанию требуемого уровня безопасности гидротехнических сооружений. Организует ведение реестров судоходных гидротехнических сооружений, базы данных деклараций безопасности и перечней морских и речных портовых гидротехнических сооружений.

Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Росстрой) находится в ведении Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегионразвития России) и осуществляет организацию и проведение в установленном порядке государственной экспертизы градостроительной, предпроектной и проектной документации, в том числе и ГТС.

Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) находится в ведении Минсельхоза России и осуществляет контроль и надзор водных биологических ресурсов и среды их обитания. Территориальные органы представлены территориальными управлениями по субъектам Федерации, имеющими в своей структуре отделы рыбного надзора.

В настоящее время вопросами управления водохозяйственным комплексом страны занимаются также другие федеральные структуры: **Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное агентство морского и речного транспорта, Государственный комитет Российской Федерации по рыболовству.**

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере агропромышленного комплекса, включая мелиорацию земель. Структурной единицей, осуществляющей в рамках Минсельхоза РФ эти функции, является Департамент мелиорации, которому подведомственно около 100 организаций (учреждений).

Раздел 5.3. Экономический механизм водопользования и охраны водных объектов
подготовлен при участие аспиранта МГУП Марьяна С.В.

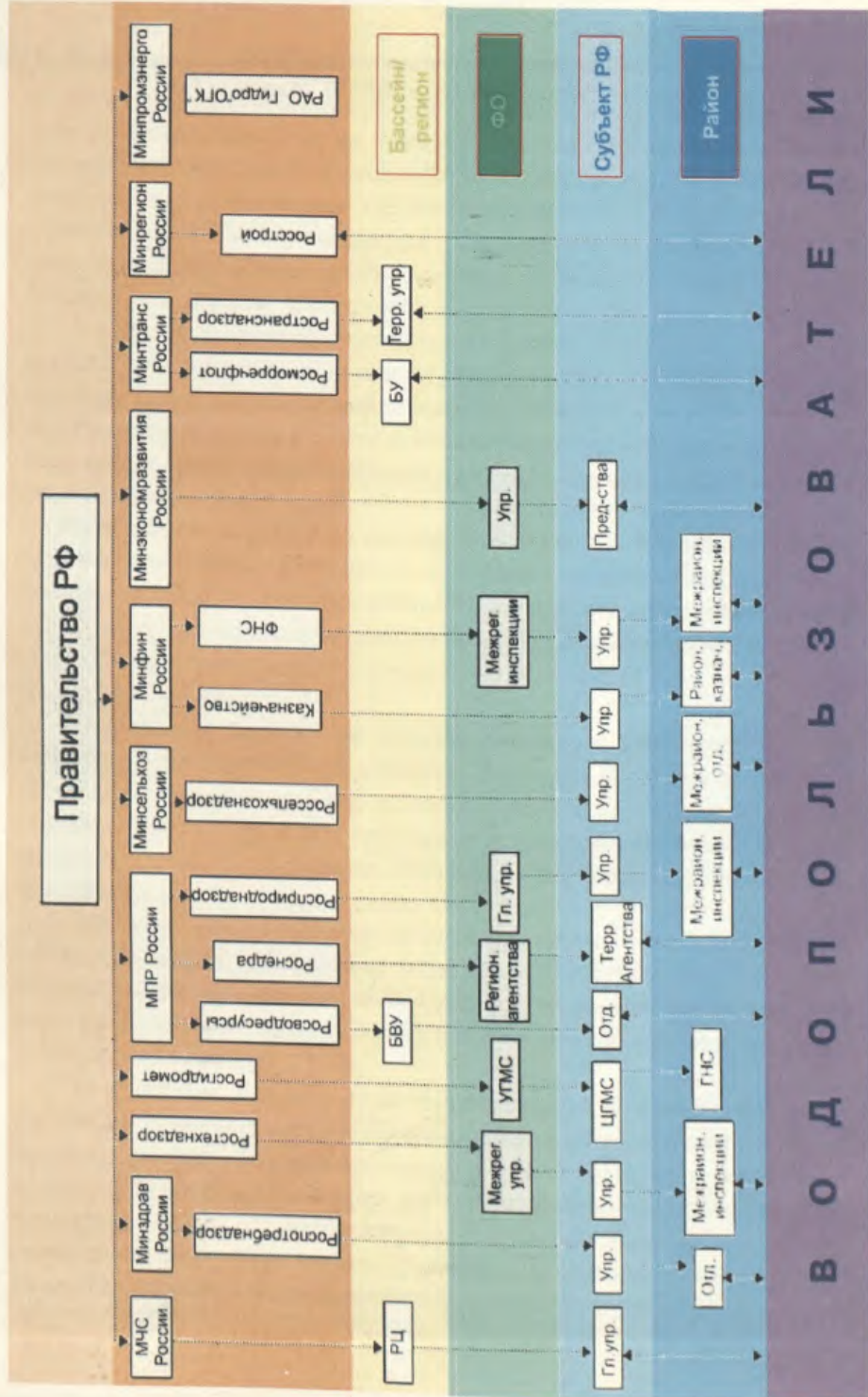


Рис. 3.6. Структура управления использованием и охраной водного фонда в Российской Федерации в 2007 г.

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

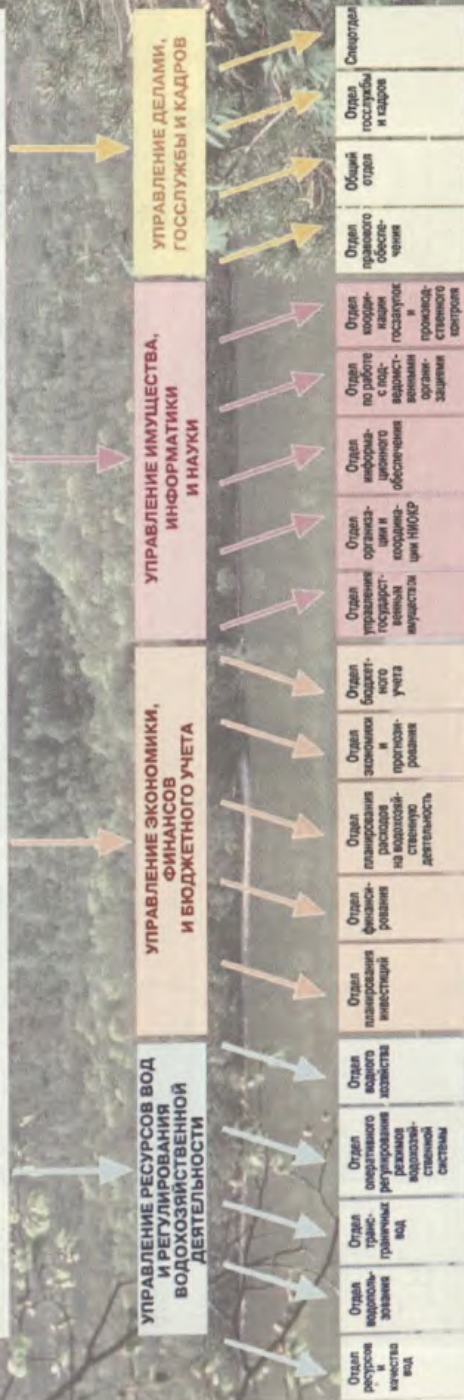


Рис. 3.7. Организационная структура Федерального агентства водных ресурсов Министерства природных ресурсов Российской Федерации в 2007 г.

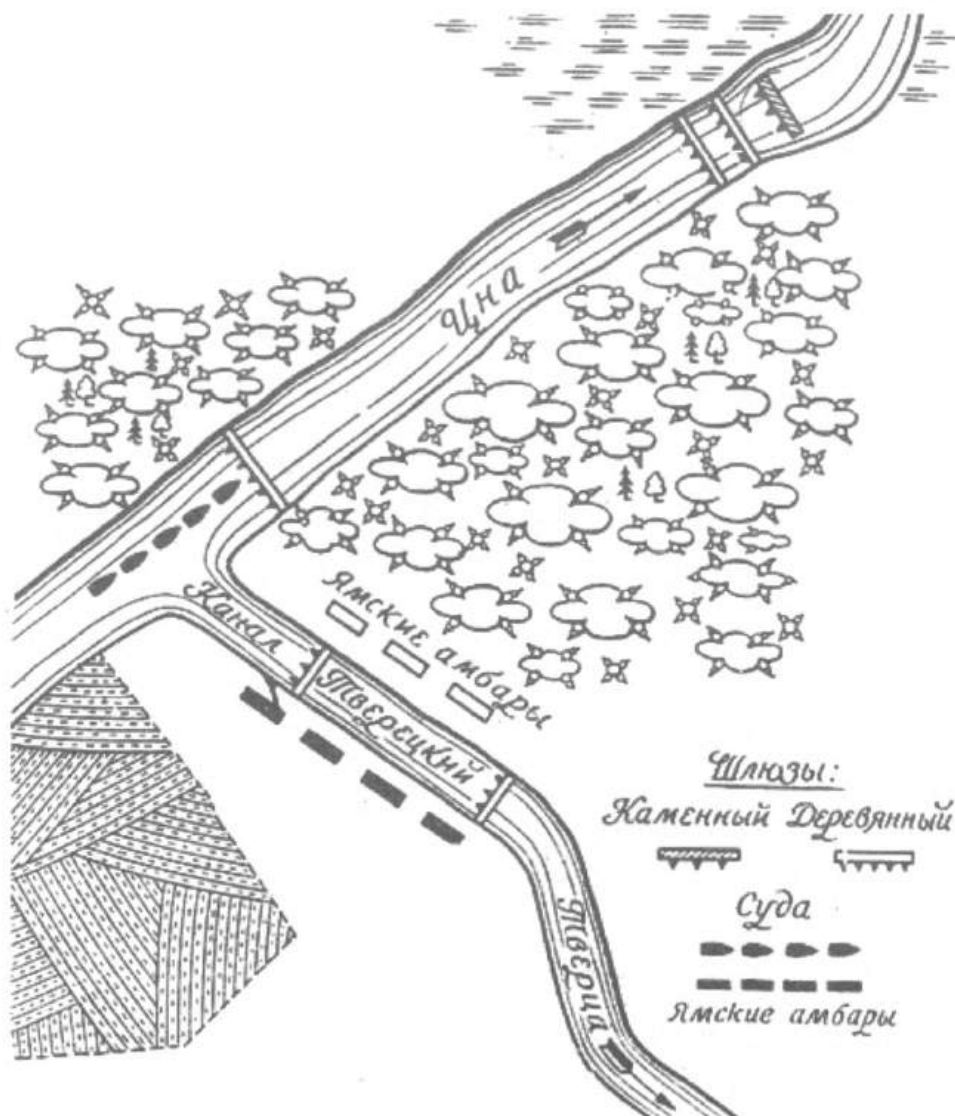
Министерство природных ресурсов Российской Федерации

Федеральное агентство водных ресурсов

Амурское БВУ (г. Хабаровск) 100	В 1998 году введены в эксплуатацию 100 объектов водных ресурсов на территории Амурской области, Хабаровского края, Магаданской области, Камчатской области и Корякского АО.
Минусинское бассейновое БВУ (г. Красноярск) 101	В 1998 году введены в эксплуатацию 101 объектов водных ресурсов на территории Красноярского края, Хакасии, Республики Тыва, Республики Бурятия, Республики Саха (Якутия), Республики Чукотка.
Восточно-Западное БВУ (г. Санкт-Петербург) 65	В 1998 году введены в эксплуатацию 65 объектов водных ресурсов на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области, Калининградской области, Новгородской области, Псковской области.
Донское БВУ (г. Ростов-на-Дону) 77	В 1998 году введены в эксплуатацию 77 объектов водных ресурсов на территории Ростовской области, Краснодарского края, Ставропольского края, Республики Адыгея.
Кубанское БВУ (г. Краснодар) 82	В 1998 году введены в эксплуатацию 82 объектов водных ресурсов на территории Краснодарского края, Ставропольского края, Республики Адыгея.
Западное Каспийское БВУ (г. Махачкала) 87	В 1998 году введены в эксплуатацию 87 объектов водных ресурсов на территории Республики Дагестан, Чеченской Республики, Республики Ингушетия, Республики Северная Осетия-Алания.
Иваново-Владимирское БВУ (г. Иванов) 94	В 1998 году введены в эксплуатацию 94 объектов водных ресурсов на территории Ивановской области, Владимирской области, Ярославской области, Костромской области, Рязанской области, Нижегородской области, Республики Мордовия.
Восточное БВУ (г. Новосибирск) 99	В 1998 году введены в эксплуатацию 99 объектов водных ресурсов на территории Новосибирской области, Кемеровской области, Томской области, Красноярского края, Хакасии, Республики Тыва, Республики Бурятия, Республики Саха (Якутия), Республики Чукотка.
Конкретные водные ресурсы от Байкала (г. Улан-Удэ) 25	
Дальневосточное БВУ (г. Владивосток) 83	В 1998 году введены в эксплуатацию 83 объектов водных ресурсов на территории Приморского края, Хабаровского края, Магаданской области, Камчатского края, Республики Саха (Якутия), Республики Чукотка.
Восточное БВУ (г. Красноярск) 85	В 1998 году введены в эксплуатацию 85 объектов водных ресурсов на территории Красноярского края, Хакасии, Республики Тыва, Республики Бурятия, Республики Саха (Якутия), Республики Чукотка.
Нижне-Волжское БВУ (г. Самара) 80	В 1998 году введены в эксплуатацию 80 объектов водных ресурсов на территории Самарской области, Саратовской области, Пензенской области, Ульяновской области, Республики Мордовия, Республики Чукотка.
Енисейское БВУ (г. Красноярск) 85	В 1998 году введены в эксплуатацию 85 объектов водных ресурсов на территории Красноярского края, Хакасии, Республики Тыва, Республики Бурятия, Республики Саха (Якутия), Республики Чукотка.
Нижне-Обское БВУ (г. Тюмень) 83	В 1998 году введены в эксплуатацию 83 объектов водных ресурсов на территории Курганской области, Свердловской области, Тюменской области, Ханты-Мансийского АО, Магаданской области, Ямало-Ненецкого АО, Чукотской области, Мурманской области, Республики Коми, Архангельской области, Вологодской области, Новгородской области, Ленинградской области.
Воронеж-Обское БВУ (г. Новошахтинск) 68	В 1998 году введены в эксплуатацию 68 объектов водных ресурсов на территории Архангельской области, Воронежской области, Ростовской области, Краснодарского края, Ставропольского края, Республики Адыгея.
Камское БВУ (г. Пермь) 64	В 1998 году введены в эксплуатацию 64 объектов водных ресурсов на территории Пермского края, Кировской области, Республики Коми, Республики Башкортостан, Республики Татарстан, Республики Марий Эл, Республики Чувашия, Республики Мордовия, Республики Дагестан, Чеченской Республики, Республики Ингушетия, Республики Северная Осетия-Алания, Республики Карачаево-Черкессия, Республики Адыгея, Республики Крым,

Рис. 3.8. Структура территориальных органов Федерального агентства водных ресурсов в 2007 г.

3.5.1. Иллюстрации «Исторические этапы развития водного хозяйства России»



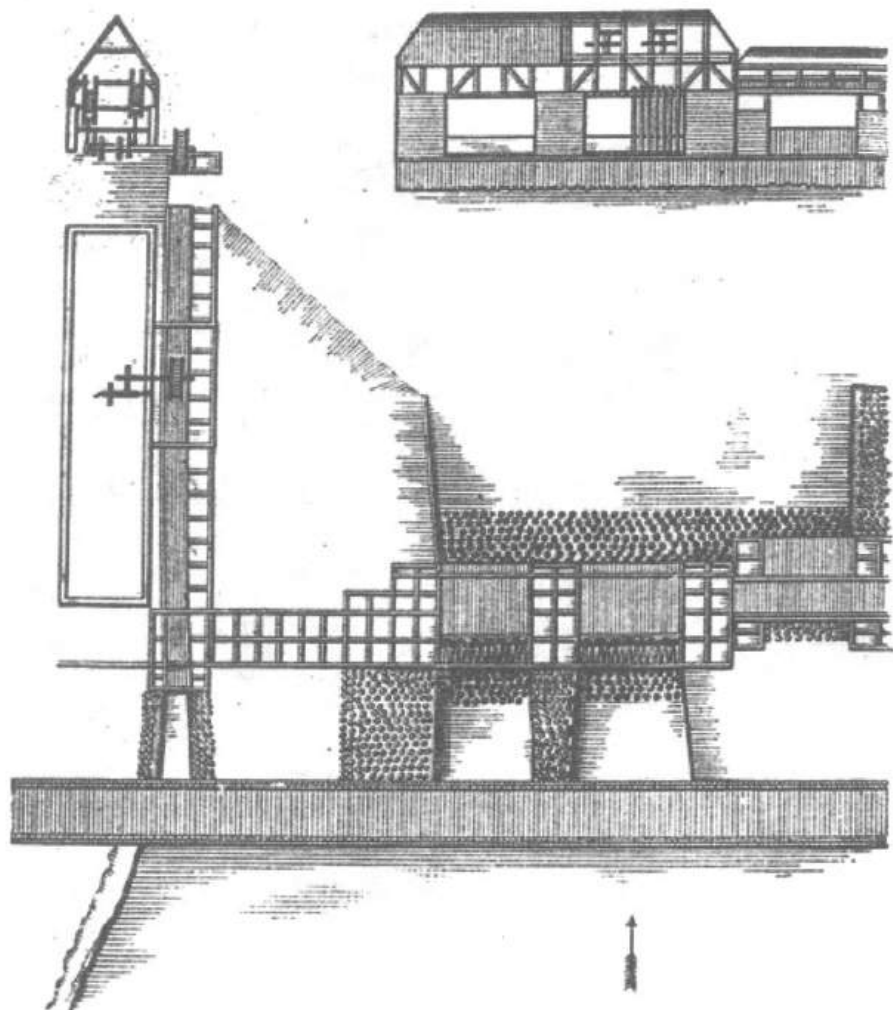
Шлюзы на Тверском канале и на р. Цне (рис. 1709 г.)



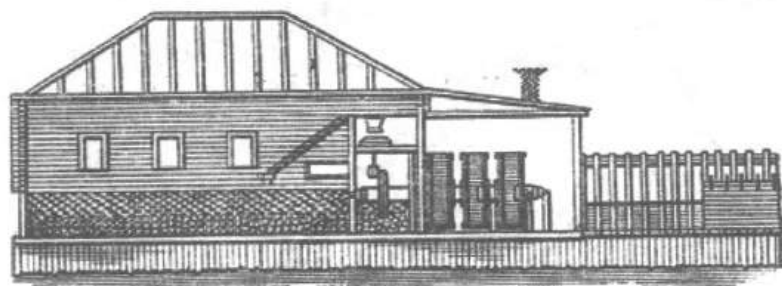
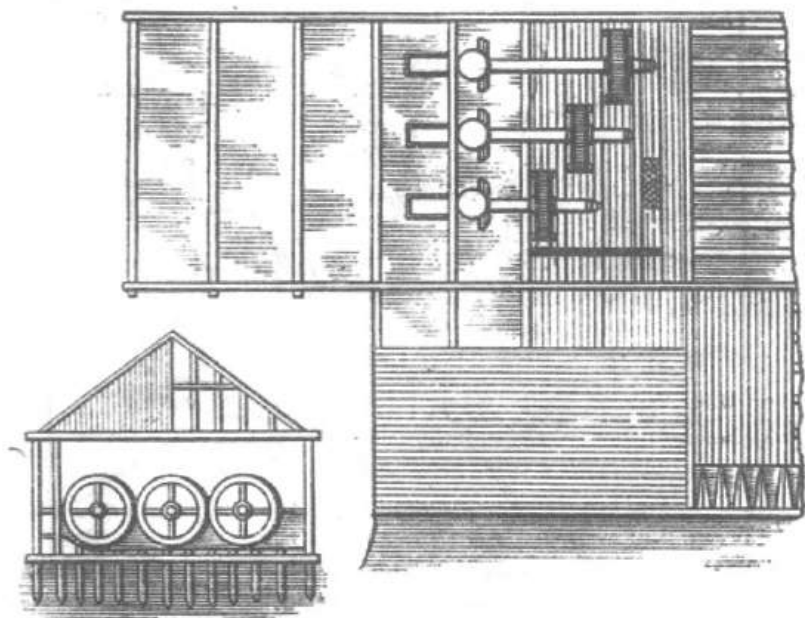
Вышневолоцкий водораздельный участок (рис. 1709 г.)

Чертежи укрепления берегов
Ладожского канала,
выполненные Петром I





“План старому Заводскому Главному резервуару”
(1722 г.), слева - “пильная мельница”.



“План малому Цнинскому бейшлоту”
(мукомольная мельница, 1722 г.)



Схема Огинского канала



Схема Березинской системы



Н. П. Архаров



Императрица
Мария Федоровна
Худ. Ритт



Ф.П. де Воллан



Y. E. Sivers

Я.Е. Сиверс



Г.Г. Кушелев



Н.П. Румянцев



А.А. Бетанкур



Г.Г. Ольденбургский



Виллим де Генниц

Глава 4. Водохозяйственные проблемы России

4.1. Основные проблемы и направления развития водохозяйственного комплекса России

Для определения понятия «водохозяйственный комплекс» (далее ВХК) используем иную, чем в Главе 3, формулировку «ВХК — совокупность отраслей хозяйства и природных объектов, совместно использующих водные ресурсы одного, а в случае территориального перераспределения стока, нескольких речных бассейнов».

Участниками комплекса выступают как отрасли экономики, так и природные водные объекты. К числу участников ВХК относятся города и сельские населенные пункты, промышленность, орошение, энергетика, рекреация, водный транспорт, рыбное хозяйство, лесослав, природные комплексы (внутренние моря, озера, поймы, дельты и т.д.).

Но там где есть участники, возникает конкуренция. Более того, они все «противники» окружающей среды. Все в разной степени и с качественно различным эффектом воздействия, но все без исключения. Поэтому задача цивилизованного общества заключается в рациональном распределении ресурсов между водопользователями и «страдающими» водными объектами, как в многолетии, так и в течение года. Далеко не всегда это получается, и следствием наших просчетов являются истощение и загрязнение водотоков и водоёмов, деградация водных и околотоводных экологических систем.

Формирование водохозяйственного комплекса — одна из наиболее сложных задач. В процессе обоснования ВХК принимаются во внимание природные, технико-экономические и социально-экологические факторы. Структура комплекса, включающая систему взаимосвязанных инженерных решений, сооружений и мероприятий, обеспечивает функционирование комплекса в конкретных условиях, отражающих картину распределения производительных сил. Сопоставление показателей водного режима со сценариями развития экономики определяет возможность и необходимость создания ВХК в рассматриваемом бассейне, районе, регионе. Целевая функция ВХК состоит в достижении максимального экономического эффекта при условии удовлетворения

социально-экологических требований, включая национально- нравственные аспекты.

Водохозяйственная и экономическая эффективность ВХК характеризуется так называемыми производственными функциями. Производственные функции (ПФ) — зависимость выбранного экономического показателя от сочетания факторов, влияющих на объем выпускаемой продукции. Такие зависимости лежат в основе природно-экономических моделей развития экономики. ПФ является функцией многих переменных, поэтому практикуется способ построения локальных производственных функций путем определения частных сечений многофакторной зависимости при фиксированных значениях остальных. В нашем случае доминирующим фактором является вода, когда сечение производственной функции $P=F(W)$ задает зависимость принятых экономических показателей (выпуск продукции или его стоимость) от гарантированного объема воды для развития данного производства.

Водохозяйственные комплексы различаются размерами, структурой и назначением. На рисунке 4.1 дан пример двухузлового ВХК. Комплексы можно классифицировать по количеству сооружений и отраслей — участников ВХК, по масштабам распространения и влияния, по назначению (для водоснабжения отраслей и природоохранные (водоохранные) — объекты осушения, водохранилища, поймы рек, загрязненные участки водных объектов, сооружения, предотвращающие отрицательное влияние ВХК).

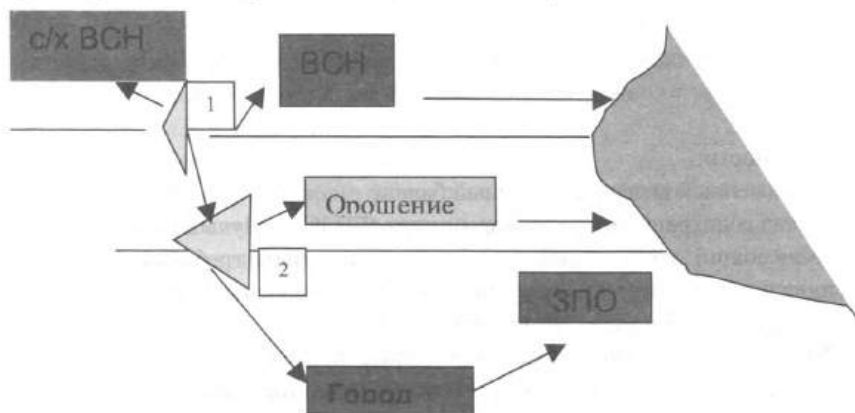


Рис. 4.1. Схема двухузлового, многотраслевого ВХК

Особенности:

– водоподача от водозаборного гидроузла 1 в регулирующее водохранилище 2

- гарантированное водоснабжение города и орошения в долине реки
- использование городских сточных вод для орошения сельскохозяйственных полей орошения после соответствующей очистки и обеззараживания
- обеспечение санитарно-экологического транзита в принимающий водоем

По масштабам влияния можно выделить следующие позиции:

- межгосударственные проекты использования пограничных рек (Прут, Припять, Самур, Амур);
- межгосударственные проекты использования рек, проходящих транзитом через несколько стран (Дунай, Урал, Иртыш, Тобол, Ишим);
- государственные проекты создания единых водохозяйственных систем;
- зональные — решающие региональные проблемы;
- бассейновые, определяемые Схемами комплексного использования водных ресурсов («водных объектов» в утвержденной редакции методических указаний).



Рис. 4.2. Укрупненная схема многоотраслевого каскадного трансграничного водохозяйственного комплекса

Особенности:

- напряженный водохозяйственный баланс
- каскад водохранилищ — Бухтарминское (БГЭС) и Шульбинское (ШГЭС), обеспечивающий комплексное покрытие отраслевых требований к воде, транспортно-энергетические попуски и ежегодное обводнение поймы Иртыша в Павлодарской и Омской областях (рис. 4.2.)
- УКГЭС (Усть-Каменногорская ГЭС, контрбьеф БГЭС)
- наличие двух трансграничных створов с КНР и Казахстаном

Водохозяйственная деятельность в РФ, касающаяся коммунально-бытового водоснабжения, промышленности, сельского хозяйства, речного судоходства, рыбного хозяйства, защиты населенных пунктов и объектов экономики от наводнений и других видов вредного воздействия вод в России осуществляется разветвленным водохозяйственным комплексом.

В России миллионы рек и озер, тысячи водохранилищ с суммарной емкостью около 1000 км³, десятки тысяч малых водохранилищ и прудов. Стоимость основных производственных фондов ВХК приблизительно равно 350 млрд. рублей. Основную часть производственных фондов ВХК составляют системы территориального перераспределения стока — 40%, гидросооружения, гидроузлы для целей регулирования стока — 25%, а также системы и сооружения для орошаемого земледелия и сельскохозяйственного водоснабжения. Все это обеспечивается десятками тысяч гидротехнических объектов водозаборных и водовыпускных сооружений; девятью тысячами прудов, водохранилищ и накопителей жидких отходов с напорными гидроузлами. Для защиты населенных пунктов, объектов экономики и сельского хозяйства от негативного действия вод построено 10 тысяч километров защитных дамб с системами обеспечения.

Водохозяйственный комплекс вместе с водным фондом страны составляют водно-ресурсный потенциал Российской Федерации, оцениваемый многими триллионами рублей. Для обеспечения устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса необходимо эффективное государственное управление использованием и охраной водных ресурсов. Управление ВХК — это фундамент экономического роста и благосостояния населения, гарантия национальной безопасности в водно-ресурсной сфере.

Проблемы, стоящие перед водным хозяйством и соответственно перед ВХК России многочисленны и не новы. Обобщая материалы проектных и научно-исследовательских работ, тематических конференций, федеральных целевых программ и правительственных документов, можно констатировать, что главными проблемами являются:

- негативное действие вод
- ухудшение качества водных ресурсов и экологического состояния водных объектов вместе с потенциально опасными факторами
- водообеспечение.

Негативное действие вод

Самые опасные проявления природных вод — наводнения, поскольку по площади охватываемых территорий и наносимому ущербу превосходят все другие чрезвычайные ситуации. В России площадь паводкоопасных территорий составляет 400 тыс. км², ежегодно подвергается затоплению около 50 тыс. км². Наводнениям с катастрофическими последствиями подвержена территория в 150 тыс. км², на которой расположены 300 городов, десятки тысяч населенных пунктов, большое количество хозяйственных объектов, более 7 млн. га сельскохозяйственных земель. Самые опасные из последствий, конечно, человеческие жертвы.

Обострение проблемы связано с прогрессирующим старением основных фондов водного хозяйства. Ухудшение технического состояния напорных гидротехнических сооружений увеличивает риск их разрушений во время прохождения паводков и половодий.

Одна из причин — нерациональное размещение хозяйственных объектов и жилья на пойменных территориях; большая часть пострадавших населенных пунктов (даже в районах, где паводки были исключительно высокими, — Якутии, Башкирии, Иркутской области) расположены в поймах рек на низких отметках местности.

К причинам, обуславливающим увеличение ущерба, относится также недостаточная достоверность гидрометеорологических прогнозов (гидрометеорологическая сеть сократилась с начала 90-х годов на 30–40%). Гидрологическая изученность многих рек России (особенно в Сибири) недостаточна для определения максимальных расходов и расчетных отметок уровня воды. Так, по Приморскому краю из 250 пунктов только 10% имеют длительность наблюдений больше 40 лет. Гидрологическая сеть сокращена почти вдвое. Необходимы решительные меры по их сохранению и расширению наблюдательной сети.

Остается открытым вопрос о хозяйственно освоенных и заселенных паводкоопасных территориях. С одной стороны хозяйственное освоение речных долин оказало негативное воздействие на состояние водных объектов и усилило риск нанесения ущерба при наводнениях. Имеющиеся инженерные защитные сооружения не всегда позволяют снизить риски до необходимых пределов. В то же время отселение населения и вынесение объектов с паводкоопасных территорий связано с очень большими затратами. Требуется серьезный анализ всех социально-экономических факторов для обоснованных инженерных, организационно-правовых и экономических решений.

Ухудшение качества водных ресурсов и экологического состояния водных объектов

Дефицит современных технологий водопользования на протяжении многих лет в сочетании со сбросом в водоемы грязных и недостаточно очищенных коммунальных стоков и сточных вод, поступающих с водосборных территорий, привело к серьезному ухудшению качества воды в водоемах. В составе загрязняющих веществ и сейчас идет загрязнение вод нефтепродуктами, фенолами, биогенными веществами, соединениями токсичных тяжелых металлов, пестицидами, формальдегидом, ртутью и другими веществами. Многие реки России оцениваются как “загрязненные”, а их притоки — как “сильно загрязненные”, их воды непригодны для питьевого и коммунально-бытового водоснабжения. Наибольшее антропогенное воздействие испытывает р. Волга

и её притоки, в которые поступает 40% всех сбрасываемых сточных вод. Биогенный сток, характерный для всей Центрально-Европейской части России, вызывает эвтрофирование водоемов, приводя в конечном итоге к сокращению биоразнообразия и численности ценных промысловых рыб и гидробионтов.

Дополнительную проблему составляют факторы вторичной опасности. В хозяйственно освоенных районах Российской Федерации накоплены значительные объемы экологически опасных донных отложений. Вторичное загрязнение вод, вызываемое донными отложениями, способствует деградации водных экосистем. Имеются и другие причины ухудшения состояния водоемов, связанные с техногенной деятельностью.

Проблемы водообеспечения

Низкая водообеспеченность характерна для районов Ставрополя, Заволжья, Нижнего Поволжья, части Западной Сибири, Забайкалья. Средняя водообеспеченность имеет место в центральной части, на Урале, юге Западной Сибири, Восточной Сибири.

Причины напряженности в сфере водообеспечения обусловлены несколькими обстоятельствами — в ряде бассейнов требования к воде превышают реальный потенциал водных ресурсов; сравнительно высокими являются удельные расходы воды на единицу произведенной продукции; недостаточна степень внедрения прогрессивных маловодных и безводных технологий; сократилось развитие оборотных и комбинированных систем водоснабжения. В жилищно-коммунальном хозяйстве нормы водопотребления завышены примерно в 2 раза в сравнении с развитыми странами. По-прежнему велики потери воды.

Проблемы в разрезе отраслей

В настоящее время на хозяйственно-питьевые нужды используется около 14 кубических километров воды, что составляет в среднем 258 л/сутки на человека при значительной разнице потребления городских (326 л/сутки) и сельских (84 л/сутки) жителей. Доля поверхностных вод в общем балансе водоснабжения составляет 60 процентов. На поверхностных источниках построено водоснабжение таких крупных городов, как Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Волгоград, Екатеринбург, Омск, Ростов, Челябинск, Хабаровск, Владивосток и многих других, не использующих для хозяйственно-питьевого водоснабжения подземные воды.

Серьёзная проблема в использовании поверхностных вод для питьевого и хозяйственно-питьевого водоснабжения связана с их загрязнением. Сброс загрязняющих веществ со сточными водами предприятий, поступление загрязнений с рассредоточенными стоками водосборной территории, аварийные ситуации на нефтепроводах, шлаконакопителях и очистных сооружениях требует сложной

и дорогостоящей очистки. На практике население вынуждено использовать питьевую воду, не соответствующую санитарно-гигиеническим требованиям.

Подземные воды основных водоносных горизонтов (стратегический резерв), используемых для водоснабжения, характеризуются более высокой защищенностью от загрязнения, чем поверхностные воды, что определяет их приоритетное использование в перспективе в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, в том числе в качестве резервных источников водоснабжения на случай чрезвычайных ситуаций.

Использование свежей воды для промышленности (без электроэнергетики) составляет 9 кубических километров в год, в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения используется около 54 кубических километров. Основной источник промышленного водоснабжения поверхностные водные объекты (78 процентов от общего объема водопотребления). Наиболее водоемкие отрасли — черная и цветная металлургия, химия и нефтехимия, топливно-энергетический комплекс, машиностроение.

Производство электроэнергии связано со значительным объемом водопотребления. В современных условиях для отрасли используется 25 кубических километров пресной свежей воды, в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения — около 70 кубических километров. Часть тепловых электростанций работает на морской воде, забирая около 6 кубических километров в год (Ленинградская область, Дальний Восток, Северный Кавказ).

В сельском хозяйстве самым влагоемким остается орошаемое земледелие. Водопотребление регулярного и лиманного орошения составляет сейчас около 9 кубических километров воды в год (в том числе: бассейны рек: Кубани — 2,4 км³, Терека — 2,3 км³, Сулака — 0,72 км³, р. Волги — 1,4 км³, р. Дона — 1,0 км³). За последнее десятилетие площади орошаемых земель значительно сократились до 4,5 млн.га, из которых ежегодно поливается не более 3 млн.га. Резко сократились площади орошения в центральных областях Европейской части Российской Федерации, на Урале, в Сибири, на Дальнем Востоке. Значительно понизился технический уровень оросительных систем, износ сети и оборудования достигает 75 процентов. Суммарные потери воды составляют до 60 процентов от общего объема забора воды на орошение.

Рыбное хозяйство предъявляет высокие требования к режиму и качеству водных ресурсов. Нормативы качества воды для рыбохозяйственных водоемов (более жесткие, чем для источников хозяйственно-питьевого водоснабжения) в большинстве водных объектов в настоящее время не выдерживаются. В то же время товарное прудовое рыбоводство достаточно стабильно. Водопотребление составляет около 2 кубических километров в год, из которых 1,4 кубических километра приходится на Южный федеральный округ.

Сложность и многогранность современных водохозяйственных проблем России требует системного подхода с применением программных методов для их решения. Нужны последовательные меры, направленные на совершенствование и развитие системы управления водными ресурсами и водохозяйственными комплексами. Необходимо активное подключение к решению вопросов, связанных с использованием и охраной водных объектов, муниципальных образований, водопользователей, общественности и граждан.

Для решения обозначенных проблем необходима продуманная, планомерная политика государства в области использования, контроля и управления водными ресурсами. Позиция государства изложена в Основных направлениях развития водохозяйственного комплекса России до 2010 года, утвержденных распоряжением правительства в мае 2004 года и реализующих Национальную программу «Развития водохозяйственного комплекса России».

Рассмотрим определяющие позиции «Основных направлений ...», в принципе согласующиеся с рассмотренными выше соображениями. В разделе анализа современного состояния комплекса в качестве важнейшей проблемы водопользования в настоящее время указывается нерациональное и неэффективное использование водных ресурсов с высоким удельным расходом воды в промышленности, агропромышленном комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве.

В разделе «Прогнозная оценка потребности в водных ресурсах, предотвращении и ликвидации последствий вредного воздействия вод» обозначена тенденция увеличения объемов водопотребления, обусловленная ростом экономики. В связи с этим констатируется необходимость мероприятий по развитию ВХК в бассейнах рек Волга, Дон, Кубань, Терек, Урал, Азовского и Каспийского морей и ряде других регионов.

В разделе «Цели, задачи и меры по государственной поддержке развития водохозяйственного комплекса России» формулируются стратегические цели развития водохозяйственного комплекса:

- обеспечение сбалансированной потребности населения и объектов экономики в водных ресурсах при последовательном осуществлении мер по рационализации водопользования, улучшению состояния и восстановлению водных объектов и их экосистем;
- обеспечение безопасности жизнедеятельности населения и функционирования объектов экономики на территориях, подверженных наводнениям и другим видам вредного воздействия вод.

Декларируемые цели должны быть достигнуты в результате эффективного государственного управления; развития системы государственного мониторинга водных объектов; расширения международного сотрудничества в области водопользования и совместного управления водными ресурсами, включая

активизацию межправительственных соглашений с рядом Европейских стран, КНР, КНДР; участия России в международных проектах по бассейнам рек Днепр, Иртыш, Северский Донец, Тобол, озера Байкал, Псковского и Чудского озер.

Реализация планов развития ВХК РФ, как отмечено в разделе «Инвестиционной и инновационной политики..., нормативно-правового, научно-технического, информационного и кадрового обеспечения» обеспечивается на основе взаимоувязанного выполнения федеральных и региональных целевых программ. При этом справедливо отмечается, что все планируемые мероприятия по широкому кругу проблем, могут осуществляться только при опережающей разработке схем комплексного использования и охраны водных ресурсов.

Ожидаемые результаты при успешной реализации Основных направлений развития ВХК РФ — это решение в основном проблем гарантированного водообеспечения; улучшение экологического состояния водных объектов; обеспечение безопасности гидротехнических сооружений и водохозяйственных систем; снижение последствий негативного воздействия вод; выполнение условий Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (г. Хельсинки, 17 марта 1992 г.).

Вопросы, требующие специальных научных исследований

Успешное решение водохозяйственных проблем невозможно без адекватной научной поддержки. В числе научно-исследовательских задач, неразрывно связанных с решением проблем ВХК, можно выделить следующие:

- совершенствование структуры и режима функционирования водохозяйственного комплекса, включая вопросы использования водных ресурсов водохранилищ и режимов их эксплуатации, инженерно-техническое обустройство водоемов, улучшение экологического состояния водохранилищ и проведение плановых мероприятий по их восстановлению и обеспечению нормативного качества вод в них;
- проектирование сооружений инженерной защиты от наводнений в условиях нестационарности климатических и гидрологических характеристик;
- совершенствование методики восстановления водных объектов и стокорегулирующей функции водосборных территорий;
- научное обоснование проектов совместного использования поверхностных и подземных вод;
- водохозяйственный анализ трансграничных створов для научной поддержки международных соглашений;
- всесторонняя оценка эффективности проектов территориального перераспределения стока;

- изучение влияния водохранилищ на развитие тектонических процессов и изменение сейсмической при изменении параметров гидроузлов;
- совершенствование методики разработки имитационных водохозяйственных моделей речных водохозяйственных систем с использованием стохастического программирования.

4.2. Региональные водохозяйственные проблемы

Реки Европейской части России

Волго-Каспийский бассейн и Волго-Ахтубинская пойма

Волга является крупнейшей рекой Европы и национальной гордостью России. по своей водности она занимает пятое место среди рек Российской Федерации после Лены, Енисея, Оби и Амура. Общая длина реки составляет 3531 км, а площадь её водосборного бассейна 1360 тыс. км². В пределах территории Волжского бассейна полностью или частично расположено 37 субъектов Российской Федерации.

В экономическом отношении Волжский бассейн является важнейшим регионом России, занимающий почти треть европейской территории страны. Вместе с Каспийским морем он образует уникальную природную систему — Волго-Каспийский бассейн.

Волга занимает исключительно выгодное экономико-географическое положение; она весьма полноводна и имеет большую протяженность. Благодаря всему этому Волга на протяжении всего периода существования нашего государства всегда была главной рекой России. Её бассейн является наиболее плотно заселённым; на его территории проживает 60 млн. человек, в том числе в городах — свыше 45 млн. человек. Здесь производится одна треть промышленной и сельскохозяйственной продукции страны, что определяет высокую степень антропогенной нагрузки на территорию бассейна. Площадь сельскохозяйственных угодий на ней составляет 65,3 млн. га: пашня занимает 45,2 млн. га, а орошаемое земледелие — свыше 2 млн. га.

Водность Волги определяют 2600 рек, впадающих в её русло и водохранилища. Ежегодно Волга приносит в Каспийское море 250 км³ воды. Каскад крупных водохранилищ, построенных на этой великой реке, в 10 раз замедлил её течение, что привело к существенному изменению гидробиоценозов и наземных экосистем. Все гидроэлектростанции Волжского каскада гидроузлов производят примерно 40 млрд. кВтч электроэнергии в год.

Волга берёт своё начало на Валдайской возвышенности; протяжённость её водосборного бассейна с севера на юг составляет 2,5 тыс. км, с запада на восток — около 2,3 тыс. км. По гидрографическим признакам бассейн Волги было

принято делить на три участка: Верхняя Волга — до впадения р. Оки; Средняя Волга — между устьями рр. Оки и Камы и Нижняя Волга — от Камы до устья. Сегодня почти всё течение Волги зарегулировано и поэтому отмеченное деление носит несколько условный характер.

Волга имеет два главных притока: Каму, которая является самым крупным левым притоком, берущим своё начало с Уральских гор и впадающим в Куйбышевское водохранилище; Оку — самый крупный и многоводный правый приток, который впадает в Волгу у г. Нижнего Новгорода. Длина Камы и Оки — 1805 и 1500 км соответственно.

Большая часть Волжского бассейна входит в атлантико-континентальную лесную климатическую область, которую, как правило, делят на четыре подобласти: северо-западную, юго-западную, северо-восточную и юго-восточную. На западе Волжского бассейна зимой теплее, чем на той же широте на востоке, а летом — холоднее. Наиболее высокая температура воздуха и наибольшее количество осадков для западной части бассейна Волги отмечаются в июле. Осенью количество выпавших осадков уменьшается, а число дней с осадками возрастает. Для осени и зимы характерны высокая относительная влажность воздуха, в среднем близкая к 80...85%, и почти постоянно пасмурное небо. В восточной части в лесной зоне средняя температура воздуха в зимние месяцы намного ниже, чем в западных районах, а летом выше. Наступление весны на востоке — более дружное, хотя и очень часто прерываемое возвратом холодов в конце мая — начале июня. Осеннее понижение температуры в восточных районах наступает более резко, чем в западных. Средняя температура воздуха в сентябре здесь ниже, чем в мае, а количество осадков, выпавших за месяц, осенью почти в 2 раза меньше, чем летом.

В степной климатической области, в том числе в Нижнем Поволжье, зимние температуры воздуха низкие, хотя и выше, чем в восточной части лесной области. Так в г. Самаре средняя температура января составляет -13,0С, а в г. Волгограде — -9,60С. Напротив, летом в Нижнем Поволжье очень жарко: средняя температура июля в г. Самаре +20,60С, в г. Волгограде — +24,20С. В дневные часы очень часто и подолгу температура воздуха держится выше +35,0С. По данным метеостанции Саратова в течении года волны тепла преобладают над волнами холода.

Наиболее существенным критерием, интересующим особенности климата областей Волжского бассейна, является показатель увлажнённости, который отражает соотношение количества осадков и испаряемости. Основная часть водосбора Волги находится в полосе достаточной увлажнённости, только в юго-восточной части имеет место недостаток влаги. Суммарное количество осадков, выпадающих за год, на востоке водосбора заметно меньше, чем на западе. Например, в г. Перми за год выпадает в среднем 570 мм, в г. Кирове —

694 мм осадков, в то время как в г. Вышний Волочок – 726 мм, а в г. Твери — 783 мм. По мере продвижения с севера на юг количество выпавших осадков резко уменьшается: в северной части Нижнего Поволжья, в г. Самаре, за год выпадает 345 мм осадков, в районе г. Волгограда — только 250 мм. Повторяемость засух на юге Нижнего Поволжья составляет 30%; бывают годы, когда за три летних месяца здесь выпадает не более 50 мм осадков.

Главные различия отдельных климатических областей Волжского бассейна обусловлены особенностями радиационного режима и преобладающими типами атмосферной циркуляции. Большое влияние на характеристики климата отдельных областей бассейна имеет частота вторжения воздушных масс, сформировавшихся под влиянием Атлантического океана. В западной части бассейна смягчающее влияние Атлантики значительно сильнее, чем в восточной. Зимой вторжения воздушных атлантических масс сопровождаются преимущественно юго-западными ветрами. Реже циклоны двигаются с черноморья на север.

Крайняя юго-восточная часть Волжского бассейна, включая нижнюю часть Ахтубинской поймы, дельту Волги и прилегающие земли Прикаспийской низменности, расположена в климатической области пустыни. Климат этих районов характеризуется высокой степенью континентальности, а смягчающее влияние Каспийского моря на этот регион весьма незначительно.

Условия формирования стока на территории Волжского бассейна чрезвычайно разнообразны. Главное влияние на этот процесс оказывают: зональные особенности теплового режима, количество осадков, их распределение по сезонам года, условия фильтрации воды в почву, интенсивность поверхностного стока, потери на испарения и транспирацию, режим грунтовых вод. Характеристики поверхностных геологических структур и т.п.

Наиболее благоприятные условия увлажнения соотношения тепла и влаги создали в северной и центральной частях бассейна. Относительно большое количество осадков (около 550 мм) обуславливает высокий речной сток, а удовлетворительная инфильтрационная способность почв и лесные массивы способствуют накоплению подземных вод, питающих реки бассейна в летний период. В лесостепной зоне количество выпадающих осадков снижается, а потери воды на трансформацию и испарение увеличиваются. Условия увлажнения здесь достаточно благоприятны, но низкая инфильтрационная способность почв ведёт к формированию повышенного поверхностного стока и развитию эрозийных процессов.

Предуралье характерно наличием повышенной увлажнённости в таёжной зоне, вызванной большим количеством осадков и недостатком тепла, особенно на западных наветренных склонах. В южных лесостепных и степных районах, наоборот, наблюдается избыток тепла при недостатке влаги.

Южная часть региона характеризуется наиболее неблагоприятными для формирования речного стока условиями соотношения тепла и влаги: здесь доминирует поверхностный сток, основная часть которого приходится на весну; доля подземного питания относительно невелика, имеют место большие потери влаги с поверхности почвы и при транспирации. В лесостепной зоне речная часть достаточно густа, резко уменьшаясь к югу.

Таблица 4.1

Структура водного баланса Волжского бассейна

Элементы баланса	За год		В зимне-весенний период	
	мм	%	мм	%
Осадки (P)	660	100	176	100
Полный речной сток (R)	187	28	113	64
Поверхностная составляющая стока (S)	136	20	92	52
Подземная составляющая стока (U)	51	8	21	12
Валовое увлажнение территории (W)	524	80	84	48
Испарение (E)	473	72	-	-
Задержанные осадки (P ₃)	88	13	-	-
Сток по поверхности почвы (S _n)	105	16	64	36
В том числе:				
со склонов	37	6	35	20
с площади гидрографической сети	68	10	29	16
сток инфильтрационного происхождения (I)	82	12	49	28
валовое увлажнение почвы (W _n)	467	67	112	64
транспирация (T)	142	22	-	-

Уравнения баланса имеют вид (обозначения приведены в таблице 4.1):

$$P = R + E = S + U + E = W + S;$$

$$W = P - S;$$

$$W_n = P - P_3 + S_n;$$

$$R = S + U = S_n + I.$$

Водные ресурсы Волжского бассейна включают в себя воды рек, озёр, водохранилищ, подземные воды, почвенную влагу, пары атмосферы. Ресурсы поверхностных вод в целом по бассейну в год средней водности составляют

251...254 км³, потенциальные ресурсы подземных вод — 40 км³, в том числе не связанные с поверхностным стоком — 20,1 км³.

Таблица 4.2

Годовой сток Волги и Камы, км³

Створ	Обеспеченность					Много- водный год	Мало- водный год	Макси- мальные расходы м³/с
	50%	75%	90%	95%	97%			
р.Волга								
Рыбинский	33,2	27,8	23,7	21,4	20	55,9	15,6	11600
Горьковский	50,7	43,4	37,2	34,1	32	81,8	25,5	17800
Чебоксарский	112	96,9	84,5	78,9	66,5	165	63,2	39900
Куйбышевский	240	211	186	177	167	371	147	63900
Саратовский	245	218	196	184	176	378	149	-
Волгоградский	250	223	200	187	180	385	159	59000
р.Кама								
Камский	51,6	45,3	39,6	37	35,4	75,7	30	18000
Воткинский	55,7	49	42,8	40	38,3	82,4	32	10500
Нижнекамский	89,9	77,2	67,2	62,7	59	153	56,1	36000

Как правило, водные ресурсы Волги оцениваются для замыкающего створа, в качестве которого принимается створ Волгоградского гидроузла. В нём среднесноголетний сток Волги составляет 251...254 км³. Сток 75%-й обеспеченности при норме, равной 253 км³, составляет 223 км³, сток 95%-й обеспеченности — 187 км³. В целом по Волжскому бассейну обеспеченность водными ресурсами на 1 км² составляет 185 тыс.м³/год, на 1 человека — 4,5 тыс.м³/год. По России эти же показатели составляют соответственно 241,2 и 29 тыс. м³/год.

Центральный и Волго-Вятский экономические районы не испытывают дефицит в воде, особенно в тех местах, где они примыкают к крупным рекам — Волге, Оке, Вятке, Суре, Ветлуге. Весьма значительными водными ресурсами располагают Нижегородская область, Чувашская Республика и Республика Марий Эл.

Как известно, Волжский бассейн имеет мощную речную сеть. Однако эта сеть сосредоточила всего лишь 6% общих ресурсов речного стока России.

Волга и впадающие в неё реки зарегулированы Волжско-Камским каскадом гидроузлов, полный объём двадцати крупнейших водохранилищ которого составляет 168, а полезный объём — 80 км³. Значение Волги как крупнейшего зарегулированного водного источника является чрезвычайно высоким особенно в маловодные периоды.

Определённую часть водных ресурсов Волжского бассейна составляют озёра. Более 90% из них представляют собой относительно мелководные водоёмы, имеющие площадь акватории от 0,001 до 1 км² и глубину до 1,5 м. Эти озёра служат регуляторами стока, а также защищают территории бассейна от затопления во время половодий и паводков. Различают три основных типа озёр Волжского бассейна: ледниковые, пойменные и карстовые. Большая часть ледниковых озёр располагается в северной части бассейна. К ним относятся Верхневолжская, Шатурская, Теголеская, Центрально-Мещерская и Пустынная озёрные группы. Пойменные озёра располагаются в поймах притоков Камы. Ряд крупных озёр расположенных обособленно (Плещеево, Неро, Галичское и Чухломское), образовался на месте древних речных долин в результате перекрытия их ледниками. Наиболее крупное озеро Селигер имеет тектоническое происхождение (таблица 4.3).

Таблица 4.3

Наиболее крупные озёра Волжского бассейна

Озеро	Сток из озера	Площадь, км ²		Глубина, м		Объём, км ³
		зеркала	волосб-ра	сред-няя	максимальная	
Ковжское (Лозское)	Вытекает р. Ковжа	65	438			
Белое	Вытекает р. Шексна	1290	14000	4,5	20	5,2
Галичское	Вытекает р. Векса	75	872	1,8	4,5	0,14
Селигер	Вытекает р. Селижаровка	212	2310	5,8	24	1,22
Волого	Вытекает р. Волга	61	3500			
Неро	Вытекает р. Которосль	54	1220	1,3	3,6	0,07
Плещеево (Переславское)	Вытекает р. Нерль	51	425	11	25	0,56
Горько-солёное	Бессточное	77	864			
Бакуль	Бессточное	66	479			
Эльтон	Бессточное	152	1640	0,1		0,2
Баскунчак	Бессточное	106	467	0,1		0,4

В связи с тем, что преобладающая часть стока Волги формируется в лесной зоне избыточного увлажнения поверхностные воды бассейна имеют относительно низкое содержание солей. Вместе с тем из-за интенсивности эрозионных процессов на данной территории в речной воде содержится достаточно значительное количество взвешенных и влекомых наносов.

Характерной особенностью волжских водохранилищ является резкое различие режима мутности воды прибрежной зоны и глубоководных участков. Это объясняется тем, что под действием ветрового волнения на береговых отмелях количество взвесей быстро увеличивается как за счёт частиц, слагающих отмель, так и за счёт размыва берегов водохранилищ.

Средний сток взвешенных наносов Волги у Волгограда равен 23 млн.т. В дельту поступает в среднем 12,5 млн.т наносов, 87% которых проходит весной, 11% в межень и 2% зимой.

Химический состав воды в Волге формируется под влиянием её притоков. Основными факторами, его определяющими, являются климатические, почвенные, литологические и гидрологические, а также, в значительной степени, хозяйственная деятельность. Для верхнего течения Камы характерна невысокая минерализация, изменяющаяся в течении года от 32 до 163 мг/л. Большое внимание на формирование химического состава воды Камы оказывают слагающие её бассейн пермские отложения, включающие растворимые соли (поваренную соль, гипс, ангидриды) и образующие в ряде мест мощные залежи.

Жесткость камской воды повышается от верховья к устью. По химическим и санитарным характеристикам она удовлетворяет требованиям качества питьевой воды. Однако гидрохимический режим Камы отличается сложной совокупностью как естественных, так и техногенных факторов. Основным из последних является Верхне-Камское месторождение калийных солей. Значительное увеличение содержания в воде хлоридов происходит в районе Соликамского-Березниковского промышленного узла.

Как в ближайшее время, так и в обозримой перспективе на территории Волжского водосборного бассейна предстоит решить ряд комплексных водохозяйственных проблем, связанных с реконструкцией гидрографической сети, сочетанием регулирования речного стока в основных бассейнах с его частичной межбассейновой переброской, которую целесообразно осуществлять в рамках формирования единой водохозяйственной системы европейской территории России.

Одной из важных эколого-экономических проблем бассейна является водообеспечение. Эта проблема всё ещё остаётся достаточно острой, поскольку не преодолены противоречия в запросах на воду со стороны различных пользователей и потребителей. В маловодные годы дефицит водных ресурсов приводит к трудноразрешимым противоречиям между отраслями — водопользователя-

ми — рыбным хозяйством, гидроэнергетикой, водным транспортом, сельским хозяйством и пр.

Сток среднего года достаточен для удовлетворения потребностей всех водопользователей и водопотребителей, включая потребности весеннего попуска. Вместе с тем, в маловодные годы, когда объём естественного притока составляет около 180 км^3 , даже при существенном ограничении водопотребителей на 20% на весенний попуск может быть выделено не более 70 км^3 , что совершенно недостаточно для обводнения волго-ахтубинских лугов и обеспечения полноценного нереста рыб.

Почти все последние годы, отличавшиеся повышенной водностью, удовлетворялись потребности практически всех водопользователей. Однако как только прекратятся экономические спад и кризис, что может совпасть с очередной фазой понижения водности, произойдёт новое обострение противоречий между требованиями потребителей и режимом регулирования стока. Если для нужд гидроэнергетики, водного транспорта и орошаемого земледелия необходимо накопление воды в водохранилищах весной, с последующим расходованием её в течении года, то водопотребители в низовьях Волги, и в первую очередь рыбное и сельское хозяйство, заинтересованы в сохранении внутригодового распределения стока близким к естественному.

Помимо этого, разбор воды в бассейне сокращает общий приток в устье Волги и в Северный Каспий, увеличивает размеры сбросных и возвратных вод, загрязнённых коммунально-бытовыми и промышленными сточными водами. Всё это приводит к снижению уровня Каспийского моря, неблагоприятному для воспроизводства и нагула рыб распределению течений и пресноводного стока в дельте и в Северном Каспии, сокращению биогенного стока и кормовой базы. Другими словами, эти действия порождают конфликтные ситуации, существенно обостряющиеся в маловодные годы.

Со временем ввода в эксплуатацию Волгоградского гидроузла был разработан и осуществлён на практике специальный весенний попуск, основной целью которого было предотвращение необратимых экологических последствий для рыбного и сельского хозяйства. Однако прошедшие годы показали, что: существующий попусковой режим не является оптимальным для всех заинтересованных водопользователей; в маловодные годы неизбежны ограничения требований потребителей. Так, например, маловодье 1996 г. создало предкризисную водохозяйственную обстановку в Саратовской, Волгоградской, Астраханской. Ростовской областях, Республике Калмыкия. Водохранилища гидроузлов Волжского каскада оказались заполненными ниже нормы, огромный ущерб был нанесён гидроэнергетике и рыбному хозяйству, возникла критическая обстановка с водообеспечением в 34 населённых пунктах Астраханской

и 11 районах Саратовской области, угрожающая ситуация сложилась в Волгоградской и Ростовской областях.

Для предотвращения и уменьшения опасных социально-экономических последствий маловодья 1996 г. было принято постановление Правительства РФ «О неотложных мерах по обеспечению водой населения и объектов экономики в бассейне реки Волги». К настоящему времени разработаны мероприятия по обеспечению устойчивого водоснабжения городов и населённых пунктов, объектов промышленности, сельского хозяйства, других отраслей, по экономии воды и максимальному сокращению её потерь, введению необходимых ограничений на использование водных объектов и соблюдению требований санитарно-эпидемиологической безопасности для Астраханской, Волгоградской, Саратовской, Самарской, Ульяновской, Нижегородской, Костромской, Ярославской, Ивановской областей и республик Калмыкии, Татарстана, Марий Эл, а также для Рыбинского и Ивановского водохранилищ.

Другой значимой социальной и экономической проблемой Волги и её водосборного бассейна являются регулярные наводнения ниже плотины Волгоградского гидроузла. Как правило, эти наводнения наблюдаются весной. Летом и осенью на реках Волжского бассейна часто происходят паводки, то есть быстрые и кратковременные подъёмы уровней воды, сопровождающиеся быстрыми спадами. Эти паводки обычно бывают вызваны ливневыми дождями. Они, также как и половодья, наносят значительные ущербы отдельным районам, затопливая значительные прилегающие территории республик Марий Эл, Татарстан, Волгоградской и Рязанской областей. Известны случаи наложения чрезвычайной ситуации природного характера (выпадение ливневых дождей и дождевого паводка) и техногенной аварии (прорыв плотины). Такой случай имел место в 1994 г. в Республике Башкортостан в районе Белорецкого металлургического комбината (разрушение плотины Терлянского гидроузла). Из-за этой аварии было затоплено 4 населённых пункта, погибли 26 человек, разрушено более 300 домов. При этом имело место значительные повреждения объектов жизнеобеспечения этого региона.

Как правило, большинство ущербов от половодий бывает обусловлено грубыми нарушениями правил застройки паводкоопасных территорий. на пойменных землях, подвергающихся затоплению во время половодий и паводков, возводятся хозяйственные объекты и даже жилые дома, осуществляется их сельскохозяйственное освоение.

Значительная часть территории южной части бассейна Волги (Волго-Ахтубинской поймы) подвержена периодическим засухам. Это обстоятельство сдерживает процесс широкого использования этих богатейших земель. Вообще засухи с наибольшей силой проявляются именно на юге Русской равнины, вплоть до лесостепной зоны. Однако в самые засушливые годы засухи пора-

жают и лесную зону, снижая не только продуктивность сельскохозяйственных культур, но и лесонасаждений.

Как известно, засухи подразделяются на три следующих типа:

- почвенные, вызванные недостатком влаги в почве;
- атмосферные, обусловленные высокими температурами нижних слоёв атмосферы;
- почвенно-атмосферные, вызванные сочетанием недостатка влаги в почве и высоким термическим режимом атмосферного воздуха.

Помимо этого для зоны недостаточного увлажнения характерны как сильное воздействие суховеев, так и более частая (раз в четыре года) повторяемость засух. Осуществление современного земледелия в этой зоне возможно только при условии использования орошения выращиваемых сельскохозяйственных культур.

Кроме огромного экономического ущерба сельскому хозяйству засухи оказывают косвенное антропогенное влияние, проявляющееся в выбросах в атмосферу и почву большого количества различных газообразных, растворённых и твёрдых веществ.

Снижение воздействия засухи и водного дефицита, как уже отмечалось, достигается орошением. Но одновременно оно порождает и ряд проблем. Например, для осуществления орошения создаёт необходимость интенсивного водоотбора из различных водных источников весной и летом. Вместе с тем, 80% годового стока в естественных условиях приходится на весеннее половодье, что отвечает требованиям рыбного хозяйства, но противоречит интересам других отраслей, также заинтересованных в рациональном использовании водных ресурсов для своих нужд.

В этих условиях наиболее компромиссным решением проблем использования водных ресурсов является возможно более полное годовое и сезонное регулирование стока, что может быть осуществлено в первую очередь за счёт строительства водохранилищ.

Следует одновременно подчеркнуть, что при широком развитии орошаемого земледелия на территориях Волжского бассейна весьма важно одновременно решать задачи природоохранные аспекты осуществления этого процесса. К этим аспектам относятся: массовое использование на сельхозугодьях минеральных удобрений, грубые нарушения, допускаемые при их хранении, перевозке и внесении на поля; животноводческие нагрузки; сточные воды предприятий пищевой промышленности, переработки минерального сырья и химии; сточные воды хозяйственно бытового происхождения; трансграничные атмосферные переносы биогенных веществ; рост численности населения, урбанизация территории и пр. За последние годы резко возросло поступление фосфора и фосфоросодержащих веществ в водоёмы Волжского бассейна: в Московской

области — в 2 раза, в Нижегородской — в 2 раза, в остальных областях — до 1,5 раз. Ещё большей стала доля выноса фосфора в водоёмы и реки с хозяйственно-бытовыми и сточными водами: в Чувашской Республике — в 4 раза, в Самарской, Ульяновской, Пензенской и Саратовской областях — в 3 раза, в остальных субъектах — в 2 раза.

Около 7 км³ воды в Волжском бассейне используется на питьевые цели. Большая часть питьевой воды поступает здесь из поверхностных источников (~83%). Однако ни в одном из субъектов Федерации, находящихся в пределах Волжского бассейна, поступающая питьевая вода не отвечает требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая». Основными причинами неудовлетворительного качества этой питьевой воды являются высокая загрязнённость источников водоснабжения хозяйственно-бытовыми, производственными и поверхностными сточными водами, несоответствие существующих технологий и сооружений очистки изменившемуся качеству воды в водоисточниках, недостаточное использование подземных вод, несоблюдение режимов и правил обустройства водоохранных и санитарных зон. Задача обеспечения населения Волжского бассейна к числу наиболее приоритетных проблем, что явилось основанием для разработки региональной программы «Питьевая вода».

Для достижения основной цели этой программы следует решить следующие задачи:

- предотвратить загрязнение природных вод бассейна;
- организовать питьевое водоснабжение;
- определить потребности в питьевой воде населения различных регионов Волжского бассейна;
- ускорить ввод в эксплуатацию разведанных месторождений подземных вод;
- повысить эффективность существующих систем подготовки и подачи населению питьевой воды;
- разработать и осуществить проекты технического предотвращения, реконструкции, расширения существующих и строительства новых водоочистных станций и водопроводных сетей;
- организовать серийное производство бытовых водоочистных устройств, комплектных установок для очистки и снабжения питьевой водой деревень, сёл и посёлков;
- наладить изготовление технологического оборудования городских водоочистных станций, а также сорбентов и реагентов для них.

Реки бассейна Северной Двины

Крупнейшей рекой бассейна является Северная Двина (длина 744 км), которая одновременно является и самой крупной рекой севера России по площади

своего водосборного бассейна (357 тыс. км²). Она образована слиянием рек Сухона и Юга, берущих начало на территории Вологодской области. Основными притоками Северной Двины являются реки Вычегда (длина 1130 км), Вага (длина 533 км) и Пинега (длина 656 км).

Северная Двина протекает по территории Республики Коми и Архангельской области, впадая затем в Двинскую губу Белого моря. Участок от истока до впадения реки Вычегды носит название Малой Северной Двины, нижеследующая часть реки называется Большой Северной Двиной. На всём своём протяжении Северная Двина судоходна, на ней развиты водный транспорт и сплав леса.

При впадении в Белое море Северная Двина образует большую дельту с многочисленными рукавами площадью около 900 км². Подход к лесным биржам г. Архангельска осуществляется только по одному узкому рукаву — Маймаксе.

Наиболее крупные города бассейна Северной Двины — Архангельска (численность населения — 370,5 тыс. чел.), Северодвинск (236,5 тыс. чел.), Сыктывкар (230,4 тыс. чел.), Котлас (67,3 тыс. чел.), Великий Устюг (35,6 тыс. чел.). Основная особенность климата бассейна — воздействие морских воздушных масс Атлантики и холодного арктического воздуха. Смягчающее влияние морей проявляется не только в повышении зимних, но и в понижении летних температур.

Одной из основных особенностей формирования стока Северной Двины являются малые потери на испарение и фильтрацию. За счёт этого сток формируется в основном за счёт атмосферных осадков (62% годового стока). Тип питания реки — смешанный: талые воды — 50%, дожди и грунтовое питание — 25...30% годового стока. Половодье характеризуется большим подъёмом уровня воды. Во время второй половины лета и зимой реки бассейна сильно мелеют, что объясняется наличием многолетней вечной мерзлоты, которая делает грунтовое питание исключительно бедным. Как правило, амплитуда колебаний уровня воды в Северной Двине составляет 10...12 м.

По водоносности Северная Двина уступает только Волге и Печоре, среднегодовой объём её стока 112 км³, устьевой расход — 3,5 тыс. м³/с.

Основное загрязнение вод Северной Двины осуществляют предприятия лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, нефтедобывающей, текстильной и пищевой отраслей, а также лесосплав и сточные воды городов и населённых пунктов. На многих участках воды реки оцениваются как «весьма загрязнённые» и «грязные». Основными загрязнителями являются: легкоокисляемые органические вещества, фенолы, углеводороды, соединения железа и меди. На устьевом участке реку загрязняют метанол, формальдегид и лигнин. Повсеместно в бассейне реки обнаруживаются пестициды.

Ресурсы подземных вод сосредоточены главным образом в нижнем течении Северной Двины, а также в бассейне реки Вычегды; в бассейне они преимущественно пресные, с минерализацией до 1 г/л, в устье отличаются большой минерализацией.

Водные ресурсы бассейна Северной Двины используются прежде всего для промышленных и хозяйственно-бытовых целей, а также для сельскохозяйственного водоснабжения, орошения и прочих нужд. Общий объём оборотного и повторно-последовательного использования воды составляет 48,6% от общего объёма использования по бассейну. Отведение сточных вод в бассейне осуществляется в поверхностные водные объекты и на рельеф местности.

Речной сток Северной Двины оказывает большое влияние на состояние загрязнённости и солёность прибрежных районов Белого моря; он поставляет 100% хлорорганических пестицидов (ХОП), 98% нефтепродуктов и фенолов, 9,6% СПАВ и основную массу загрязняющих веществ, сбрасываемых предприятиями, расположенными на водосбросной площади бассейна. Замеры показали, что за один год в Белое море со стоками Северной Двины поступает порядка 940 млн.м³ сточных вод, а с ними 83400 т СПАВ, 14000 т фенолов, 10000 т меди, 100 т нефтепродуктов. Только в район Архангельского порта от судов речного флота и в результате аварийных разливов нефти поступает до 5,2 т нефтепродуктов в год.

В период половодий затоплению подвергаются территории и многочисленные хозяйственные объекты, находящиеся на территории бассейна Северной Двины. Примерно каждый пятый год происходят опасные заторные наводнения в районе г. Архангельска; довольно часто имеют место нагонные подъёмы уровня воды в устье Северной Двины, они распространяются вверх по течению реки на 135 км — до с.Усть-Пинега. В Архангельске нагонные подъёмы уровня составляют 1,8...2,0 м.

Каждое половодье на Северной Двине в Архангельской области характеризуется его сочетанием с ледовыми заторами, образующими как в 60...120 км от областного центра, так и непосредственно в городской части Архангельска в дельте реки. Причины таких явлений кроются в недостаточной лесопропускной способности дельты. В Вологодской области наиболее значительны наводнения наблюдаются на Сухоне и малой Северной Двине. При этом затоплению подвергаются значительные площади сельскохозяйственных угодий Присухонской низменности и частично территорий городов Вологды и Сокола с прилегающими к ним населёнными пунктами.

Реки бассейна Печоры

Печора является самой крупной по водности и второй по площади водосбросного бассейна рекой Севера России. Её длина составляет 1809 км, пло-

щадь водосборного бассейна — 322 тыс.км². Она берёт своё начало на склонах Северного Урала, в основном протекает по территории Республики Коми и Ненецкого автономного округа и впадает в Печорский залив Баренцева моря. От истока до впадения самого крупного притока — реки Усы — она носит название Малая Печора. На этом участке Печора имеет преимущественно горный характер, большие уклоны, порожистое и каменистое русло, местами течёт в узкой долине. Ниже р. Усы она носит название Большая Печора, становится полноводной: протекает по обширной низменности в широкой речной долине (шириной до нескольких километров) имея многорукавное русло. Участок устья Печоры от Печорской губы до с.Оксино протяжённостью 145 км подвержен сгонно-нагонным колебаниям уровня. При впадении в Печорский залив река образует дельту, расчленённую островами и протоками. Ширина дельты близ устья — около 45 км.

Основные притоки — Ижма (длина 510 км), Цильма (360 км) и Уса (650 км). Бассейн Печоры расположен в зонах тайги и тундры. Под влиянием сурового климата на всех реках образуется устойчивый ледостав, длящийся 5...7 месяцев.

Печора судоходна на протяжении 1555 км — от Якшинской пристани до устья. По реке осуществляется сплав леса, в низовьях осуществляется лов сёмги, сига, омуля, щуки, нельмы и других рыб. Наиболее крупные города бассейна Печоры: Печора (численность населения — 61,3 тыс.чел.), Усинск (49,8 тыс.чел.), Вуктыл (25,9 тыс.чел.), Нарьян-Мар (18,9 тыс.чел.).

Сток Печоры формируется в основном за счёт атмосферных осадков (82% годового стока) благодаря весьма малым потерям на испарение и фильтрацию. Питание реки смешанное: талые воды — 60% годового стока, дождевое и грунтовое питание — 20...25%.

Река Печора характерна тем, что её водный режим отличается высоким весеннее половодье, летняя межень, лишь изредка прерываемая дождевыми паводками, осенний паводок и зимняя межень, которая более низкая, чем летняя. Весной проходит 60% годового стока, летом — 10...20%, осенью — 20%, зимой — 5...10%. Во второй половине лета и зимы, из-за перехода на бедное из-за вечной мерзлоты грунтовое питание: реки всего бассейна сильно мелеют и их уровни падают. Амплитуда колебаний уровня в Печоре достигает 10...12 м.

По своей водности Печора — самая большая река Северного Края и вторая среди рек Европейской части России, уступая лишь Волге. Её среднегодовое количество стока — 127 км³, расход в устье — 4000 м³/с.

Вода рек бассейна Печоры характеризуется в основном как «весьма загрязнённая», «очень загрязнённая» и «грязная». Основные источники загрязнения — сточные воды промышленных предприятий лесной, деревообрабатыва-

ющей, целлюлозно-бумажной, угольной, нефтегазодобывающей, текстильной и пищевой отраслей, а также лесосплав. Наибольшее загрязнение происходит на территории Республики Коми. Особенно загрязнённые участки расположены ниже г. Печоры, посёлков Вуктыл, Усть-Цильма и Троицко-Печорск.

На большей части бассейна расположена Печорская система артезианских бассейнов, которая на западе и востоке граничит со складчатыми горными гидрогеологическими системами Тимана и Урала. Основные ресурсы подземных вод сосредоточены в бассейне р. Усы. В низовьях Печоры в области развития многолетнемерзлых пород подмерзлотных пресных вод практически нет.

Общий объём водозабора из природных водных объектов бассейна на современном уровне составляет 593 млн.м³, в том числе из поверхностных источников — 480 млн.м³, из подземных источников — 113 млн.м³.

Водные ресурсы бассейна используются для промышленных хозяйственно-бытовых целей, сельскохозяйственного водоснабжения и прочих нужд.

Годовой объём забранной воды расходуется примерно следующим образом:

- на производственные нужды — 371,8 млн.м³ (74,7%);
- на хозяйственно-питьевые нужды — 105,9 млн.м³ (21,2%);
- на сельскохозяйственное водоснабжение — 2,7 млн.м³ (0,5%);
- на прочие нужды — 18,1 млн.м³ — (3,6%).

При транспортировке воды её потери в среднем составляют 94,5 млн.м³ в год (16%).

Реки бассейна Урала

Исток реки Урал находится на восточном склоне Уралтау. Река протекает по территории России (Челябинская и Оренбургская области, Республика Башкортостан) и Казахстана. Длина реки — 2428 км; по этому показателю река уступает в Европе только Волге и Дунаю. По водоносности Урал занимает место лишь в третьем десятке европейских рек. Бассейн реки располагается на территории Урало-Эмбинского района. Его площадь составляет 231 тыс.км², а вместе с бессточным бассейном Урало-Эмбинского междуречья — почти 400 тыс.км².

По рельефу территорию бассейна делят на четыре провинции: горные сооружения Южного Урала, Общий Сырт, Подуральское плато и Прикаспийская низменность. В геологическом отношении район бассейна представляет юго-восточную окраину Русской платформы.

Климатические условия бассейна формируются под влиянием радиационного баланса, циркуляционных процессов и характера подстилающей поверхности. Значительное удаление от Атлантического и Тихого океанов обусловило в пределах бассейна континентальность климата и большой приток

солнечной радиации. Разнообразие форм рельефа и атмосферных процессов предопределило большую изменчивость осадков — от 225 мм в год в южной и северо-западной частях до 650 мм в год на западных склонах Уральских гор и юго-восточных отрогах Общего Сырта. Снежный покров лежит 2,5...5 месяцев в году; снеготаяние, как правило, начинается в третьей декаде февраля на юге и в первой декаде апреля на северо-востоке бассейна.

По характеру долины, русла и водности реки Урал делится на три основных части: верхнюю — от истока до г. Орска, среднюю — до г. Уральска и нижнюю — до Каспийского моря. Как уже отмечалось, верхняя часть бассейна Урала находится в горной области Южного Урала. Здесь река течёт с севера на юг вдоль восточного склона Уральских гор в узкой долине, берега которой сложены аллювием. Растительный покров водосбора представлен здесь хвойными лесами. На широте г. Верхнеуральска начинается степная зона и река приобретает равнинный характер. Долина её здесь хорошо разработана, русло извилистое с многочисленными островами, перекатами и плёсами. Средние глубины руслового потока 0,5...0,6 м. От г. Верхнеуральска до г. Орска средняя ширина речной долины 2,6...7 км. Ниже впадения в Урал рек Миндяк, Малый Кизил и Худолаз наблюдается резкое сужение речной долины до 500...200 м. Пойма здесь сложена песчано-гравелистыми отложениями, перемежающимися с суглинками. Скорости течения на плёсах 0,02...0,5 м/с. на перекатах — до 2 м/с.

В среднем течении, ниже г. Орска, река Урал резко поворачивает на запад и врезается в Губерлинские горы, далее, до устья р. Губерли, она протекает по ущелью длиной 145 км. После Губерлинского ущелья долина реки расширяется до 6...8 км, достигая г. Уральска ширины в несколько десятков километров.

На среднем участке Урал принимает в себя самые крупные левобережные притоки: Орь (площадь водосбора 18600 км²) и Илек (41300 км²), а также правобережный приток — Сакмара (30200 км²).

В нижнем течении с Уралом сливаются два маловодных притока — река Барбастау и Солянка. Ниже впадения правобережного притока реки Деркул от русла Урала справа отделяется его правый рукав Кушум, а ниже — другие староречья (Багырдай, Аксай, Нарынка, Баксай), по которым весной часть талых вод реки уходит в степь. Через Прикаспийскую низменность р. Урал течёт, не получая дополнительного питания и теряя по пути к морю часть своих вод на испарение и питание грунтовых вод. Долина Урала в нижнем течении имеет ширину до 2...3 км и глубину вреза 12...15 м относительно морской равнины.

Урал — относительно неглубокая реки: плёсы имеют глубину 3...4 м, ямы — 6...8 м, глубина отдельных омутов превышает 10 м. У г. Орска средняя ширина Урала в межень составляет 60 м, у г. Оренбурга — 80...100 м, в райо-

не г. Уральска река становится вдвое шире, а ниже с.Калмыковка достигает 400-метровой ширины.

Оба берега р. Урал окружены высокими обрывами — ярами; особенно их много на правом берегу. От г. Оренбурга до устья насчитывается около 600 яров и 700 перекатов, в низкую межень глубина на последних не превышает 0,5 м. Средняя скорость течения р. Урал в межень — 4...5 км/ч, а в половодье — до 10 км/ч. ледоход в среднем течении Урала, как правило, начинается в первой — второй декаде апреля. В весеннем половодье уровень воды в Урале поднимается у пос.Нуаразово на 2,6 м, у г. Орска — 6 м, у г. Оренбурга — 6,6 м, у г. Уральска до 7 м. Максимальные подъёмы уровня воды достигают 9...11 м.

Урал отличается относительно резким подъёмом воды — 20...40 см за сутки, наибольший — 1 м/сут. Это является серьёзной угрозой для населения, проживающего на пойме и в прибрежных селениях. Отмеченный максимальный подъём уровня воды в среднем течении Урала — 3 м/сут. Спад талых вод происходит гораздо спокойнее — на 5...10 см/сут, но известны случаи, когда он достигал 0,5 м/сут.

Замерзает Урал в верховьях в начале ноября, в среднем и нижнем течении — в конце ноября; вскрывается в низовьях в конце марта, а в верховьях — в начале апреля.

Урал имеет около 800 притоков протяжённостью 10 км и более. Из них 29 рек имеют длину свыше 100 км. Наиболее крупный приток — река Сакмара. Она приносит в Урал около 40%, а в иные годы более 50% его суммарного стока. Это — незарегулированная река, что позволяет рассматривать ей как эталон малоизменённой речной экосистемы.

Орь — типично степная река с резко выраженным пиком весеннего половодья, на который приходится около 95% суммарного годового стока. Летом она сильно мелеет, распадаясь на отдельные глубокие плёсы, соединённые прозрачными лучами с песчаными отмелями, затонами и пляжами.

Река Илек впадает в Урал слева, ниже г. Оренбурга. Она имеет самую большую водосборную площадь среди всех притоков (более 41300 км²). По длине Илек уступает только Сакмаре (623 км против 798 км). Однако, превосходя по площади водосбора Сакмару на одну треть, он несёт в Урал в 3,2 раза меньше воды (1348 млн.км³ в год), чем Сакмара. Ниже Илека Урал принимает ещё два значительных притока: слева р. Утву (290 км), а справа — р. Чаган (264 км).

Урал является одной из крупнейших водных артерий России. главная особенность его стока — чрезвычайная неравномерность: в многоводный год его сток может быть в 20 раз больше, чем в маловодный. Например, в 1957 году годовой сток составил 24 км³, а в 1967 году — лишь 2,6 км³. В многоводный 1992 год Каспийское море получило от бассейна Урала в 20 раз больше воды,

чем в 1933 году. По амплитуде колебаний суммарного годового стока Уралу принадлежит европейский рекорд.

В формировании ресурсов поверхностных вод бассейна Урала главную роль играет весеннее половодье. Именно не него приходится большая часть годового стока (70...80%). Среднегодовой объём стока р. Урал в створе Кушумского водомерного поста составляет 10,56 км³, что в 25 раз меньше стока Волги, но весной, когда паводковая волна достигает своего максимума, Урал становится в один ряд с великими реками Русской равнины. В течение одного года максимальный сток расход р. Урал может превышать минимальный более чем в 1300 раз — это, как уже было отмечено выше, наибольшая амплитуда колебания водности среди крупных европейских рек.

Значительный фонд водных ресурсов бассейна составляют многочисленные пресные озёра, которых только в Оренбургской области насчитывается более 550. Однако распределение озёр по площади региона крайне неравномерное. Большая часть их расположена в предсыртовой зоне, куда сбрасывается основной сток с Общего Сырта и Подуральского плато. В южной и юго-восточной частях бассейна озёр мало.

По химическому составу воды р. Урал относятся к группе кальциевых гидрокарбонатного класса. Во время паводка в воде содержится 0,3...0,5 г/л, а к концу тёплого периода — 0,8 г/л сухого остатка. Другими словами, степень минерализация довольно высокая. Она обусловлена водной эрозией меловых и известняковых обнажений, связью речных вод с засоленными подземными водами и переносом растворённых солей притоками. На качественное состояние поверхностных вод бассейна негативное воздействие оказывают организованные сбросы сточных вод городов, поверхностный сток с водосбора, неорганизованные сбросы в районах населённых пунктов и сельскохозяйственных объектов. Основными источниками загрязнения речных вод бассейна являются Магнитогорский (Челябинская область), Оренбургский, Орский и Медногорский промузлы (Оренбургская область), а также предприятия городов Учалы, Сибай, Миндяк (Республика Башкортостан).

С начала хозяйственного освоения р. Урал регулирование его стока планировалось для выравнивания сезонных колебаний, а также колебаний в зависимости от водности года. В настоящее время в бассейне расположено более 20 средних и малых водохранилищ, в том числе 11 на территории Российской Федерации. Наиболее интенсивно используется верхнее течение Урала с притоками Худолазом и Таналыком. Основное назначение водохранилищ гидроузлов этого региона — промышленное и коммунальное водоснабжение крупных промышленных узлов: Магнитогорского, Орско-Новотроицкого и Оренбургского.

Создание водохранилища Ириклинского гидроузла существенно изменило режим уровней р. Урал от створа его плотины до г. Оренбурга. Изменился водный режим реки, сроки половодья и ледостава. Длина водохранилища этого гидроузла составляет 73 км, наибольшая ширина 10 км, наибольшая глубина — 38 м, средняя глубина — 12,5 м. Полный объём при НПУ — 3260 млн.м³, площадь акватории — 260 км². Гидроузел обеспечивает водой Орско-Халиловский промышленный комплекс, а также города Гай, Новотроицк, зоны, прилегающие к р. Урал до г. Оренбурга, а также Ириклинскую ГРЭС, мощность которой составляет 2400 МВт.

Водохранилища Верхнеуральского и Магнитогорского гидроузлов решают комплексные задачи водообеспечения промышленности и коммунального хозяйства Магнитогорского промузла, а также обеспечение санитарных попусков в р. Урал. Верхнеуральский гидроузел имеет водохранилище объёмом 601 млн м³ с площадью акватории 75,5 км². Подпор, создаваемый гидроузлом распространяется по р. Урал на 30 км.

Магнитогорский гидроузел также построен на р. Урал. Объём созданного им водохранилища — 32 млн.м³, площадь его акватории — 31,6 км². Его водохранилище является резервным — на случай маловодья или затруднений в транспортировке воды из водохранилища Верхнеуральского гидроузла во время зимы.

На территории Оренбургской области также находится ряд гидроузлов с водохранилищами: Верхнекумский на р. Большой Кумак (объём водохранилища 48 млн.м³), Домбаровский на р. Ушкота (10 млн.м³), Красночабанский на р. Мендыбай (54,6 млн.м³). Помимо этого сток рек зарегулирован многочисленными прудами.

Основными водохозяйственными проблемами бассейна реки Урал являются:

- сохранение и воспроизводство осетровых рыб в нижнем течении;
- улучшение экологической ситуации в Оренбургской области, усугубляемой транспортным переносом загрязняющих веществ с территории Казахстана (тяжёлых металлов, нефтепродуктов, бора, хрома и пр.);
- предотвращение стока в речную сеть отходов горно-металлургического комплекса (более 30 млн.т ежедневно). Обезвреживание и утилизация этих отходов;
- контроль за состоянием качества трансграничных объектов, совершенствование системы мониторинга в граничных областях России и Казахстана.

Реки бассейна р. Кубани

Бассейн Кубани расположен на юго-западе Северо-Кавказского экономического района России. На территории бассейна расположены части территорий

четырёх субъектов Российской Федерации: Ставропольского и Краснодарского краёв, Республики Адыгея и Карачаево-Черкесской Республики. По характеру рельефа бассейн делится на три части: низменную (до 200 м над уровнем моря), возвышенную (до 1000 м) и горную. Климат этой зоны России — умеренно континентальный со среднегодовыми температурами от $+8,4^{\circ}$ до $+11^{\circ}\text{C}$ при абсолютной амплитуде колебаний от $+43$ до -39°C . Среднегодовые суммы осадков колеблются от 2000 мм в горной части до 600 мм в низменной части бассейна. Почвенный покров — различные виды чернозёмов. Естественная растительность сохранилась лишь в горных и предгорных районах, показатель средней лесистости за последнее столетие сократился более чем вдвое. Площадь водосбора бассейна Кубани составляет 57900 км², длина реки 870 км, а суммарная длина всех её притоков протяжённостью более 10 км — 14328 км.

Речная сеть Кубани состоит из 14 тысяч рек, основными из которых являются Теберда, Малый Зеленчук, Большой Зеленчук, Лаба, Белая, Пшеха, Пшиш. Каждая из этих рек имеет свою развитую речную систему со значительными водосборами, большим количеством относительно крупных и мелких притоков.

В плане площадь бассейна резко ассиметрична. Все значимые притоки впадают в Кубань с левого берега; правобережные притоки у неё лишь в верхнем течении, но они малочисленные и невелики. После резкого поворота на запад у Кубани нет ни одного правобережного притока. Почти все притоки реки берут начало в горах, в области вечных снегов или ледников, и затем стекают в Прикубанскую равнину. Форма и строение их долин весьма разнообразны: щели, каньонообразные ущелья, V-образные, корытообразные, трапецеидальные и пр. В зонах холмистых предгорий долины рек резко расширяются и приобретают форму, близкую к трапецеидальной. Склоны долин местами террасированы; наиболее широкие террасы характерны для рек Теберды, Аксаута, Бескеса, Большого Зеленчука, Малой Лабы, Даута, Уруштена. В равнинной зоне склоны долин снижаются, распадаются, теряют чёткие очертания, сливаясь с прилегающей местностью. У большинства горных рек в верхнем течении отсутствуют поймы. Ниже по течению у них появляется прерывистая пойма, иногда двусторонняя. Для этих рек характерны большие уклоны — 100...200%, иногда более 300%, а также наличие порожистых участков и водопадов. В предгорной зоне средний уклон основных рек 10...20%.

Водный режим большинства рек определяется особенностями половодья — временем его прохождения, продолжительностью, что в свою очередь обусловлено типом питания в каждом из районов. Как правило, это питание — смешанное. За счёт талых снеговых, дождевых и грунтовых вод формируется поверхностный сток равнинной и предгорной частей территории. На её горных и высокогорных частях существенную роль играет ледниковое питание.

Каким бы ни был тип питания реки, её средний многолетний сток главным образом определяется соотношением количества осадков и испарения, которое в рассматриваемом бассейне чрезвычайно разнообразное.

По особенностям водного режима рек территория бассейна Кубани делится на ряд гидрологический районов:

- реки верхнего течения Кубани (до устья р. Бескес включительно);
- бассейны рек Чамлык, Фарс и Белой;
- притоки нижнего течения Кубани (от впадения р. Пишиш до устья).

Реки первого района являются наибольшими по площадям водосбора и водности. Значительную роль в их питании играют воды, образующиеся от таяния снегов и ледников высокогорной зоны, обуславливающие высокое и продолжительное летнее половодье, сток которого составляет 50...80% годового. Кратковременные дождевые паводки придают волне половодья гребенчатый вид. По мере удаления от снеговой линии волна половодья расплывается, однако и по выходе на равнину летнее половодье отчётливо выражено. Наивысшие уровни половодья всегда превышают пики осенне-зимних паводков.

Во втором районе водный режим является как бы переходным от высокогорного юго-восточного к западному. Половодье здесь имеет место лишь на реках Белой, Киш, Чамлык и Фарс. Его начало приходится на вторую декаду марта — начало апреля, окончание — на первую декаду августа. Режим остальных рек данного района характеризуется паводками, наблюдающимися в течение всего года.

В третьем районе средняя водосборов понижается, количество осадков увеличивается, дождевые паводки учащаются, а максимум их повторяемости и интенсивности передвигаются на зимние месяцы, когда дожди, выпадающие во время оттепелей, смывают неустойчивый снежный покров. Водный режим этого района отличается интенсивными паводками в осенне-зимний период (ноябрь-март) и довольно устойчивой летней меженью, лишь изредка нарушаемой дождями.

Водные ресурсы Кубани в целом оцениваются в средний по водности год в 14,5 км³ (460 м³/с), в годы 75%-й обеспеченности — 12,8 км³ (406 м³/с), 95%-й обеспеченности — 10,4 км³ (330 м³/с). На летний период приходится 60...70% годового стока, на зиму и осень — 22...24%, на весну — 10...20%.

Регулирование стока Кубани осуществляется с помощью водохозяйственной системы, в состав которой входят:

- пять гидроузлов, обеспечивающих забор воды в крупные мелиоративные, энергетические и водоснабженческие системы (Усть-Джегутинский, Невинномысский, Фёдоровский, Белореченский и Майкопский);
- четыре гидроузла с крупными водохранилищами (Краснодарский, Шапсугский, Крюковский и Варнавинский) и 36 гидроузлов с небольшими водо-

хранилищами (ёмкостью от 1 до 10 млн.м³), а также 600 прудов на мелких водотоках.

Наиболее значительными водохозяйственными объектами Верхней Кубани являются системы Большого Ставропольского и Невинномысского каналов. Большой Ставропольский канал (БСК), имеющий комплексное назначение, осуществляет переброску стока в долины Кубани, Калауса и Восточного Маныча. Невинномысский канал осуществляет переброску стока Кубани в долины рек Ерголык, Калаус, Западный Маныч. Вода в этот канал поступает с Невинномысского и Кубанского гидроузлов. Система БСК предназначена для орошения 210 тыс.га и обводнение 2600 тыс.га земель, организации промышленного и питьевого водоснабжения городов и населённых пунктов 18 районов правобережной части Ставропольского Коая.

Завершается строительство Тиховского гидроузла, предназначенного для рационального распределения стока Кубани между её дельтовыми рукавами (Кубанью и Протокой), удовлетворения нужд расположенных на них потребителей, сокращение непроизводительных потерь из водохранилища.

В последние годы было отмечено обострение проблем, препятствующих эффективной эксплуатации водохозяйственных объектов бассейна Кубани. Эти проблемы сводятся к нижеследующему:

- необеспеченность безопасного пропуска паводков редкой повторяемости, причина этого — повышение в соответствии с действующими нормами класса гидроузлов, осадка гребней плотин на 0,2...0,25 м больше проектной, ограничение величин сбросных расходов из-за недостаточной (1200 м³/с вместо 1500 м³/с) пропускной способности обвалованного русла Кубани;
- недостаточная сейсмостойкость отдельных гидротехнических сооружений (по проекту они были рассчитаны на 6-ти балльную сейсмичность; сейчас расчётная сейсмичность района поднята до 8-ми балльной);
- снижение ёмкости водохранилищ из-за их заиления, понижение отметок НПУ;
- нарушение фильтрационной прочности грунтов и устойчивости сооружений в нижних бьефах судоходных шлюзов и водосбросов, вызванные не соответствующим проектному фильтрационным режимам в зоне сооружения;
- физический износ части гидромеханического оборудования водопропускных сооружений в результате превышения расчётного срока службы последнего;
- разрушение бетонных креплений верховых откосов грунтовых плотин гидроузлов;
- волная переработка высоких берегов водохранилищ;

– подтопление прибрежных территорий из-за длительной эксплуатации водохранилищ в режиме переполнения из-за отсутствия дренажной защиты земель;

– физический износ дренажных скважин грунтовых сооружений в результате превышения расчётного срока их службы;

– физический износ оборудования дренажных насосных станций;

– деформации трубчатого коллектора дренажа грунтовой плотины с расстройством стыков и пр.

Остроту перечисленных проблем определяют следующие факторы:

– напряжённый водохозяйственный баланс бассейна;

– низкий уровень безопасности гидротехнических сооружений большинства гидроузлов бассейна;

– ненадёжность противопаводковой системы Нижней Кубани из-за неудовлетворительной эксплуатации водохранилищ и обвалования рек Кубани и Протоки. В зоне риска находятся 600 тыс.га сельскохозяйственных угодий и населённых пунктов с общей численностью населения 300 тыс.чел.;

– негативное воздействие водохранилищ на прилегающие территории;

– ухудшение условий воспроизводства проходных рыб.

Реки бассейна р. Дон

Бассейн Дона относится к Азовскому водосборному пространству и занимает около 60% его территории. Площадь бассейна 422 тыс.км², в том числе 368,6 тыс.км² в пределах России и 53,1 тыс.км² в пределах Украины (бассейн Северного Донца). Длина Дона — 1870 км. По площади водосборного бассейна и протяжённости Дон относится к числу крупнейших рек Европы. Своё начало Дон берёт на севере Среднерусской возвышенности у Иван-озера (Тульская область) и впадает в Таганрогский залив Азовского моря.

Водосборный бассейн Дона занимает центральную часть европейской территории России. на его территории расположены земли 15 субъектов Российской Федерации: Тульской, орловской, Рязанской, Липецкой, Воронежской, Тамбовской, Белгородской, Курской, Пензенской, Саратовской, Волгоградской и Ростовской областей, Ставропольского и Краснодарского краёв, Республики Калмыкия, а также трёх областей Украины — Харьковской, Донецкой и Луганской. На территории бассейна в пределах России проживает 15,9 млн.чел., то есть почти 11% населения страны, в том числе 9,4 млн.чел. — городского.

Географическое положение бассейна дон определяет изменения его природно-климатических особенностей с севера-запада на юго-восток в пределах, характерных для лесостепной и степной зон. Территория с признаками полупустынных степней занимает крайний юго-восток — верхнюю часть бассейна р. Сал в Ростовской области и Республики Калмыкия.

Климат бассейна — умеренный континентальный с умеренно холодной зимой и тёплым, а на юге жарким летом. Средние годовые температуры воздуха на всей территории бассейна положительные и изменяются от $5,1^{\circ}\text{C}$ на севера до $9,4^{\circ}\text{C}$ на юге. Наиболее жаркий месяц — июль, средняя температура которого $20,2^{\circ}\text{C}$ на севере бассейна и $23,8^{\circ}\text{C}$ — на юге. Наиболее холодный месяц — январь, его средняя температура на севере -13°C , на юге — -5°C . Абсолютные максимумы температур: летом — $+43^{\circ}\text{C}$, зимой — -40°C .

Для территории бассейна характерно устойчивое проявление летом не только засушливой, но и суховеино-засушливой погоды, причём к юго-востоку засушливость резко возрастает. Другой особенностью климата является превышение испарение над суммой осадков, то есть вся территория относится к области недостаточного и незначительного увлажнения: 56% площади территории, находятся в засушливой и полусухой зонах. Среднемноголетнее количество осадков в бассейне составляет 435...630 мм, из которых на тёплое время годы приходится 264...382 мм. В сухие годы в юго-восточной части бассейна количество осадков снижается до 250 мм, то есть на 60%.

Значительная протяжённость бассейна с севера на юг обуславливает неравномерность распределения по территории бассейна снежного покрова. Средняя из наибольших за зиму высота последнего уменьшается от 47 см на севере до 14...12 см на юге, а запасы воды в снеге изменяются соответственно от 110 до 30 мм.

Участок реки от истока до станицы Казанской называется Верхним Доном, он имеет неширокую долину (0,5...0,8 км), которая по мере продвижения вниз по течению увеличивается. У г. Воронежа она составляет 2...3 км. На участке Верхнего Дона основными притоками являются Красивая Меча, Сосна, Воронеж и Битюг. Участок реки от станицы Казанской до г. Калача называют Средним Доном. Пойма на этом участке имеет ширину 5...6 км, она местами заболочена, весной заливается слоем воды до 5...6 м на 40 дней. Наиболее крупными притоками Среднего Дона являются Хопёр, Медведица и Иловля.

Участок реки от г. Калача до устья называют Нижним Доном. После ввода в эксплуатацию Цимлянского гидроузла (1952 год) на участке от станицы Цимлянской до г. Калача образовано Цимлянское водохранилище. Оно имеет длину более 200 км, площадь акватории при НПУ 2702 км^2 и полный объём $23,86 \text{ км}^3$ (рис.8).

Ниже плотины Цимлянского гидроузла Нижний Дон имеет широкую пойму (до 20 км), протяжённостью 240 км, изрезанную протоками, ериками, староречьями и озёрами, многие из которых имеют грунтовое питание. Растительность на пойме луговая, с кустарниками вдоль русла и небольшими участками леса. Иногда на пойме встречаются небольшие болота и озёра. Весной пойма

заливается слоем воды глубиной 23 м в высокие и до 1,5 в средние половодья. Продолжительность стояния воды 30...50 дней.

Дельта Дона имеет большое количество рукавов. Начинаясь ниже Ростова-на-Дону, она протягивается на 40 км, занимая площадь — 550 км². Она представляет собой треугольник, ограниченный справа узким мелководным рукавом — Мёртвым Донцом, слева — собственно Доном. Дельта состоит из множества островов, образованных протоками, выходы которых в море носят название гирл. Количество этих гирл в дельте доходит до сорока. Они создают в сумме живое сечение большой площади. Поэтому проход через них весеннего половодья не сопровождается большими подъёмами уровня воды.

Наиболее крупный приток Нижнего Дона — Северский Донец (длина — 1053 км, площадь водосбора — 98900 км²). Другие значительные притоки — Сал и Маныч. Основной источник питания Дона — талые воды. На долю весеннего стока приходится 70...90% годового стока, летне-осеннего и зимнего — 30...10%. Половодье в северной части начинается в третьей декаде марта, в южной части бассейна — во второй половине февраля. Оно продолжается 1,5...2 месяца.

Всем рекам бассейна присуща асинхронность стока. Поймы оказывают значительный регулирующий эффект на ход половодья; перемещаясь вниз по реке паводковая волна сильно расплывается, уменьшая свою глубину, но увеличивая продолжительность.

Летне-осенняя межень иногда прерывается дождевыми паводками; наиболее часто они происходят на малых водотоках. Но в целом межень на Дону характеризуется устойчивыми низкими горизонтами. Ниже станицы Багаевской участок Дона подвержен воздействию стонно-нагонных явлений, происходящих в Таганрогском заливе в любые сезоны года.

Все притоки Нижнего Дона, за исключением Северского Дона, имеют маленький летний меженный сток и часто пересыхают. Зимняя межень устанавливается в конце ноября — начале декабря и длится от 60...70 до 120...130 дней. Ледостав происходит в декабре и длится 50...150 дней.

Водные ресурсы бассейна в замыкающем створе составляют 27,7 км³ в естественных условиях и 20,4 км³ в средний по водности год. В маловодные годы ресурсы составляют 13,7 км³. основной объём водных ресурсов (71%) формируется на Верхнем и Среднем Дону. Формирование речного стока происходит за счёт весеннего снеготаяния. Именно это определяет две главные особенности стока — высокую неравномерность годовых объёмов и резко выраженный весенний половодье (март — май).

Качество поверхностных вод бассейна Дона формируется под влиянием хозяйственной деятельности, прежде всего сбросов промышленных предприятий и хозяйственно-бытовых сточных вод. Мощными источниками загрязнения

являются неорганизованные стоки с территорий городов и населённых пунктов, с сельскохозяйственных угодий, с животноводческих и птицеводческих комплексов, а также возвратные воды многочисленных оросительных систем.

Химический состав поверхностных вод бассейна отличает большое разнообразие, что объясняется как физико-географическими условиями, так и неодинаковой степенью антропогенной нагрузки на водные объекты. На Верхнем и Среднем Дону во все фазы гидрологического режима вода относится к гидрокарбонатному классу группы кальция; от Цимлянского водохранилища до устья — к гидрокарбонатному классу группы натрия, реже кальция. Минерализация в пределах бассейна изменяется незначительно — от 0,1 до 7 г/дм³. На участке Дона от г. Задонска до хутора Беляевского минерализация воды во время половодья увеличивается от 130 до 300 мг/дм³, а на участке от г. Калача до г. Аксая до 400...600 мг/дм³.

Цветность воды невелика, в течение года пергаментная окисляемость изменяется от 2 до 15 мг О₂/дм³, возрастая вниз по течению. Кислородный режим вод рек Донского бассейна в основном удовлетворительный. Снижение растворённого кислорода иногда фиксируется лишь на Дону и его притоках.

Загрязнение вод Верхнего Дона формируется в Воронежской области, самый загрязняющий приток — река Воронеж (марганец, нефтепродукты, железо, медь). В Липецкой области к аналогичным загрязнителям добавляются сульфаты и органические загрязнители. Реки Верхнего Дона имеют III класс качества воды («умеренно загрязнённая»). В притоках Среднего Дона (Битюг, Хопёр, Медведица и др.) вода также соответствует II классу. Нижний Дон на всём своём протяжении от Цимлянского гидроузла до устья загрязнён нефтепродуктами, соединениями меди, фенолами, легкоокисляемыми органическими веществами. Особенно загрязнена вода у городов Волгодонска, Семикавказска, Аксая, Ростова-на-Дону. Наибольший вклад в загрязнение здесь вносят неочищенные и недостаточно очищенные бытовые и промышленные, шахтные, дренажные воды, а также возвратные воды оросительных систем. Существенный вклад в ухудшение качества воды вносит интенсивное судоходство, маломерный флот, неорганизованные стоки с сельскохозяйственных угодий.

В бассейне Дона на территории России насчитывается 8289 водоёмов различного назначения, регулирующих сток рек. Основу водохозяйственной схемы использования и регулирования стока в рамках бассейна составляет Волго-Донской комплекс гидротехнических сооружений, созданный в послевоенные годы и пущенный в эксплуатацию в 1952 году. В его состав входит Волго-Донской судоходный канал и Цимлянское водохранилище многолетнего регулирования стока, контролирующего около 70% стока всего бассейна. Помимо этого водохранилища сток Дона регулируется низконапорными судоходными гидроузлами — Николаевским, Константиновским и Кочетковским. Шесть

судоходных гидроузлов имеются на Северском Донце. В процессе регулирования также принимают участие Манычский комплекс гидроузлов, Донской магистральный канал с распределительными ветвями, более 2300 водоёмов и прудов, расположенных в бассейнах средних и малых рек.

Водные ресурсы, забираемые из водоисточников бассейна Дона, используются преимущественно для хозяйственно-бытовых и производственных целей, а также для орошения, сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения пастбищ, рыбоводства. Динамика использования воды имеет ту же тенденцию, что и динамика водозабора. Уменьшение использования воды, произошедшее в последние десятилетия, было обусловлено уменьшением производственных нужд и мелиорации. Расходование воды на питьевые нужды и сельскохозяйственное водоснабжение осталось на прежнем уровне. Объёмы забираемой воды, как правило. Бывают следующие: производственные нужды — 4 км^3 , орошение земель — $1,6 \text{ км}^3$, хозяйственно-бытовые нужды — $0,9 \text{ км}^3$, сельскохозяйственное водоснабжение — $0,5 \text{ км}^3$, прудовое рыбоводство — $0,15 \text{ км}^3$.

Водоотведение в бассейне Дона составляет $5921 \text{ млн. м}^3/\text{год}$, в том числе сброс в поверхностные источники — $5606 \text{ млн. м}^3/\text{год}$.

На современном уровне развития водохозяйственного комплекса бассейна Дона его собственные водные ресурсы практически полностью использованы. Обеспеченность оптимальных рыбохозяйственных попусков не превышает 37,9% при заявленной 50%, а сниженного 63,4 (при заявленной 85%). Обеспеченность судоходных попусков — 72,4% при заявленной 85%. Перерывы в организации оптимальных рыбохозяйственных попусков достигают 7 лет при наступлении маловодных периодов.

Обеспеченность водоподачи для орошения, прудового рыбоводства, сельскохозяйственного водоснабжения и осуществления санитарных попусков поддерживается на уровне установленных нормативов, однако в крайне маловодные годы для орошения и рыбоводства в зоне Донского магистрального канала возможны глубокие ограничения водопользования из-за исчерпания запасов воды в водохранилище Цимлянского гидроузла до окончания вегетационного периода. Объём приточности воды к Азовскому морю по Дону в современных условиях составляет в среднем $19...19,5 \text{ км}^3/\text{год}$.

Реки бассейна Невы

Нева берёт начало в Ладожском озере, протекает по долине, которая носит название Приневская низменность, и впадает в Невскую губу Финского залива, образуя на подходе к устью несколько рукавов и протоков, создающих широкую дельту. Кроме того, системой искусственных каналов Нева-соединения с Волгой и Белым морем.

Являясь одной из крупных рек, Нева имеет относительно малую длину — 74 км. Её среднегодовой расход 2600 м³/с, уклон 0,07%, ширина русла — 500 м (на некоторых участках — до 1000 м). Преобладающая глубина на стрежне — 8...11 м.

Водосборная территория Невы густо заселена. Её бассейн имеет в плане треугольную форму. При этом основание треугольника обращено к северу, а вершина располагается в южной части — у истоков р. Ловати. Протяжённость бассейна с запада на восток — 600 км, а с юга на север — 1100 км.

Бассейн расположен на территориях трёх государств: России (81,4%), Беларуси (0,1%) и Финляндии (18,5%). Российская часть бассейна включает территории следующих субъектов Федерации: Ленинградскую (23,7%), Новгородскую (21,3%), Псковскую (7,5%), Тверскую (5%), Вологодскую (3,8%), Архангельскую (2,5%) области и Республику Карелия (36,2%). В бассейне Невы расположены такие крупные города, как Санкт-Петербург (численность населения 4746,1 тыс.чел.), Петрозаводск (281,9 тыс.чел.), Новгород (231,9 тыс.чел.). Такая административная раздробленность бассейна затрудняет решение многих его водохозяйственных проблем.

Площадь бассейна 281600 км². Он подразделяется на следующие участки: Свирь-Онежский (площадь 83200 км², 29,5% всей площади бассейна); Волхов-Ильменский (80200 км², 28,5%); Вуокса-Сайенский (66700 км², в том числе 52300 км² — на территории Финляндии, 23,7%); частный водосбор Ладжского озера, включая острова (46500 км², 16,5%); частный водосбор р. Невы (5000 км², 1,8%).

Характерная особенность бассейна Невы — высокая озёрность. Здесь расположен ряд Великих европейских озёр — Ладжское, Онежское, Ильмень, Сайма, ряд больших озёр площадью более 200 км² каждое, а также десятки тысяч больших (до 200 км²), средних и малых озёр. Только российская часть бассейна насчитывает 26261 озеро (общая площадь 36631 км²).

На территории бассейна протекает много рек, речек и ручьёв, связывающих эти озёра в единую водную систему. Общее число этих водотоков в российской части бассейна 48308, их суммарная длина — 126574 км.

Кроме рек и озёр, в бассейне широко распространены болота, занимающие значительную часть его территории. Они являются для бассейна обычным типом водоёмов и их водорегулирующая роль учитывается при анализе процессов формирования поверхностного стока, так как они сглаживают его сезонные и отчасти межгодовые его колебания.

По многолетним данным сток Невы составляет 78,8 км³/год; он складывается из вод, поступающих из Ладжского озера (75,5 км³/год) и стока с частного водосбора реки. По общему объёму стока Нева занимает четвертое место среди рек европейской части России, хотя по водосборной площади находится

на шестом. Характерной чертой стока является его исключительная равномерность в году. Это объясняется регулирующим влиянием Ладжского озера. На порожистых участках Невы образуется внутриводный лёд, забивающий русло и образующий зажоры, приводящие к зимним наводнениям. Весенние разливы отсутствуют.

Водная система Невы имеет ряд отличий от других бассейнов европейских рек России:

- в бассейне нет длинных рек. Самая длинная — Ловать (530 км);
- высокая озёрность бассейна, а также наличие озёрно-речных систем, представленных чередующимися озёрами и речными участками;
- наличие группы крупнейших озёр.

Для рек бассейна Невы характерна их высокая загрязнённость. Водные массы, поступающие в Неву, уже насыщены широким набором загрязняющих веществ — хлорорганическими пестицидами, солями тяжёлых металлов. Нефтепродуктами, фенолами, СПАВами, органическими веществами, биогенными элементами и пр. Кроме того, ниже по течению в Неву поступают токсиканты из рек Тосна, Ижора, Славянка, Охта, а также с объектов Санкт-Петербурга. На всём протяжении Невы её воды характеризуются как «загрязнённые» или «умеренно загрязнённые».

В черте г. Санкт-Петербурга с Невой связано около 40 рек, рукавов, протоков и каналов, протяжённость которых составляет 217,5 км. Эти водотоки, как правило, тоже сильно загрязнены. Особенно высокий уровень загрязнения характерен для рек Охта, Оккервиль, Карповка, Славянка, Каменка, Чёрная. Волховка, каналов Обводного, Лиговского и др. Их воды оцениваются как «грязные», «очень грязные» и «чрезвычайно грязные».

Приоритетными загрязняющими веществами в Невской губе являются нефтепродукты, а также свинец, цинк, медь, кобальт, ртуть, кадмий, фенолы, СПАВ, аммонитный, нитритный и нитратный азот, фосфор и пр.

Несмотря на высокую антропогенную нагрузку на бассейн Невы, качество водных масс в Финском заливе пока остаётся удовлетворительными. Это объясняется большим объёмом воды в заливе, благодаря чему происходит интенсивное разбавление поступающих загрязнённых вод и их эффективное самоочищение.

Начиная с XVIII века в заливе, в районе острова Котлин велись работы по отсыпке искусственных островов для строительства на них оборонительных фортов (17 островов). В последние годы к ним добавился остров Белый, созданный для размещения общегородских очистных сооружений. Между оборонительными фортами — островами были устроены каменно-ряжевые и свайные преграды общей протяжённостью 102 км, которые предотвращали проход в Санкт-Петербург неприятельского флота. Эти преграды способствовали фор-

мированию Сестрорецкой и Лондонской отмелей. Кроме того, для создания судоходного форватера в дне залива была устроена глубокая прорезь — Морской залив, по которому осуществляется проход флота к Санкт-Петербургскому порту. Он имеет длину 30 км, глубину — 12 м и ширину по дну — 80...120 м. Для предотвращения заиливания каналов он защищён 6-ти километровой двусторонней дамбой.

Большие изменения в устье Невы и Невской губе произошли при строительстве масштабного комплекса сооружений защиты Санкт-Петербурга от наводнений. С двух сторон к острову Котлин (Кронштадт) отсыпана 22-х километровая дамба, превратившая губу во внутригородской водоём.

Гидротехническое строительство, лесосплав, рыбный промысел существенно повлияли на рыбное стадо основных водоёмов и водотоков бассейна Невы. Повсеместно сократилась численность озёрно-речных видов рыб, снизился их удельный вес в их тиоценозах, увеличилось число жилых озёрных рыб. Из-за загрязнения нерестилищ пострадали запасы неевского стада балтийского лосося. Его уловы с 20...27 т в довоенные годы сократились до 1 т и менее. В настоящее время его разрешено ловить лишь для рыбоводных целей. В Неве практически перестали ловиться ряпушка и сиг.

Карьерные работы, сбросы и подводные отвалы грунта способствовали потере значительных площадей водной растительности в заливе, которая раньше служила естественными биофильтрами и способствовала самоочищению водных масс от нефтепродуктов, солей тяжёлых металлов, избытка биогенных элементов и других загрязняющих веществ. По этим же причинам в губе уничтожено 24% площади нерестилищ промысловых рыб и 7% нагульных площадей. Всё это привело к значительным изменениям в биоте водоёмов Невского бассейна.

Средний годовой сток Невы составляет около 80 км³. Он является достаточным для водообеспечения промышленности, сельского хозяйства и населения бассейна. Забор воды по бассейну составляет 1,48 км³/год, в том числе 98% — поверхностный водоотбор и 2% — подземный. Объём оборотного и повторно-последовательного использования воды составляет примерно 700 млн.м³ или 37% общего объёма использования по бассейну. Сброс сточных вод составляет 560 млн.м³, в том числе без очистки — 57,6%, недостаточно очищенных — 21%, нормативно-чистых — 21%. Из общего количества загрязнённых сточных вод 73% сбрасывается без очистки и 27% — недостаточно очищенными.

Основные водохозяйственные проблемы бассейна связаны с расположением города Санкт-Петербурга на островах дельты и берегах Невской губы. При сильных северо-западных ветрах происходит нагон воды в сужённую часть Финского залива. Это вызывает подпор в устье Невы, сопровождающийся интенсивным подъёмом уровня воды. Весьма часто при этом воды выходит

из берегов и затопляет большую часть Санкт-Петербурга. Во время катастрофических наводнений (1824 и 1924 гг.) уровень воды в Неве поднимался на 3,8...3,9 м над ординаром. Для защиты города и его пригородной зоны, включающей всемирно известные дворцово-парковые ансамбли Петродворца, Ломоносова, а также г. Кронштадт, сейчас построен комплекс защитных сооружений в морских воротах Невской губы. Этот комплекс состоит из 11 плотин, водопропускных и двух судопропускных сооружений. После окончательного завершения его строительства он будет способен защищать город и побережье Невской губы от наводнений при подъёме уровня до 5,4 м. В проекте комплекса предусмотрен цикл природо- и водоохраных мероприятий.

С течением времени актуальность проблемы защиты Санкт-Петербурга от наводнений не только не снижается, но и возрастает, так как, согласно существующим прогнозам, в текущем веке ожидается усиление циклонической деятельности в Северо-Западном регионе и резкое повышение вероятности наступления катастрофических наводнений в вершине Финского залива с подъёмом воды на 4...5 м выше ординара.

Реки Азиатской части России Реки бассейна Оби

Водосборный бассейн реки Обь расположен на территории трёх государств — Российской Федерации, Казахстана и Китая. Однако большая часть его территории — 75% принадлежит России. В её пределах он делится на две неравные части: равнинную — большую, совпадающую с Западно-Сибирской низменностью и Алтайскую горную области. На Западно-Сибирской низменности хорошо выражено зональное распределение ландшафтов. Крайний Север бассейна, в районе замыкающего створа у г. Салехарда, находится в зоне тундры. От южной границы последней до линии Екатеринбурга — Томск простирается тайга, занятая хвойными и смешанными лесами. На юге бассейна расположена лесостепь, которая постепенно переходит в степь. Алтай занимает юго-восточную — самую верхнюю часть Обского бассейна, где находятся истоки Оби и многих её притоков. Алтай представляет собой сложную горную систему, расчленённую хребтами и глубокими каньонообразными долинами рек. Самым мощным горным массивом является Табын-Богодо-Ола, а также хребты Чуйский и Катунский.

В хозяйственном отношении наиболее освоена южная часть бассейна. Здесь находятся такие города, как Екатеринбург, Челябинск, Омск, Новосибирск, Кемерово, Барнаул, Томск, Тюмень — центры металлургической нефтеперерабатывающей, химической, машиностроительной промышленности. На юго-востоке находится крупнейший каменноугольный Кузнецкий бассейн. В северной части этого бассейна ведётся добыча нефти и газа. Лесостепная и

степная зоны территории бассейна являются районами интенсивного сельскохозяйственного производства.

В пределах бассейна располагаются следующие субъекты Российской Федерации: Курганская, Омская, Новосибирская, Кемеровская, Томская, Тюменская области, Алтайский Край, Республика Алтай и Ханты-Мансийский автономный округ. Помимо этого к бассейну относятся западные районы Ямало-Ненецкого автономного округа, восточные районы Челябинской и Свердловской областей, юго-запад Красноярского края и Республики Хакасии, а также некоторые районы Оренбургской области и Республики Башкортостан.

Обь занимает первое место среди рек России по площади водосбора, второе место (после Енисея) по длине и третье место (после Енисея и Лены) по водоносности. Площадь Обь-Иртышской речной системы составляет 2975000 км², включая бессточные территории.

Обь образуется от слияния Бии и Катунь. Она берёт начало в горах Алтая и впадает в Обскую Губу Карского моря. Её длина — 3680 км.

Водосборный бассейн Оби в плане имеет ассиметричную форму: площадь левобережной части составляет 67%, правобережной — 33%. Ряд участков территории бассейна носит бессточный характер (15% площади бассейна), то есть они не отдают воду в общую речную сеть.

Характерная особенность территории бассейна — её исключительная заболоченность. Почти половина площади болот России приходится на Обский бассейн. Кроме этого Западно-Сибирская низменность отличается высокой озёрностью. На территории бассейна имеются самые разнообразные типы озёр: ледниковые, пойменные, внутриболотные, термокарстовые, древних ложбин стока, озёрных котловин и пр. Самым крупным является озера Чаны.

По гидрографическим условиям и характеру водного режима Обь делится на три крупных участка: верхний — от участка слияния Бии и Катунь до устья р. Томи, средний — от устья Томи до устья Иртыша и нижний — от устья Иртыша до Обской Губы.

Практически почти на всём своём протяжении, за исключением верховьев, Обь является типичной равнинной рекой. Ниже слияния Бии и Катунь она течёт среди волнистой лесостепной равнины. Слившись со своим правым притоком — рекой Томь, Обь вступает в зону тайги. Здесь ширина её речной долины составляет уже 20 км, ширина поймы — 1...5 км, глубина в межень достигает 2...6 м, скорости течения — 0,3...0,5 м/с, максимальные скорости в половодье — до 2 м/с.

Ниже устья р. Томи водоносность Оби значительно возрастает. Здесь река течёт среди болотистой таёжной равнины. Междуречья Оби и Иртыша заняты хвойными лесами и болотами. Ширина долины в этих местах увеличивается до 30...50 км, поймы — до 20...30 км. В пределах поймы, которая покрыта лугами

и лесами, располагается множество озёр и стариц. Русло становится много рукавным. Глубины в межень составляют 4...8 м. Скорости течения — 0,2...0,5 м, наибольшие — до 1,8 м/с. На среднем участке течения в Обь впадают такие крупные притоки как Кеть, Чулым, Тым, Васюган, Аган, Вах, Иртыш.

В пределах нижнего участка после впадения Иртыша Обь превращается в мощный водный поток. Во время весеннего половодья ширина разливов местами достигает 40...50 км. Наибольшие глубины составляют 15...20 м, скорости течения изменяются от 0,2 до 0,5 м/с, а во время половодья до 1,6 м/с.

Дельта Оби начинается от острова Большие Яры. Здесь река делится на несколько рукавов, самые крупные из них — Хаманельская Обь и Надымская Обь (её ширина достигает 30 км). Обская Губа — типичный эстуарий, образовавшийся в результате затопления части речной долины.

Самым крупным притоком Оби является Иртыш (длина 4248 км), площадь водосбора 1643000 км²). Его вервья располагаются в горном Алтае — на территории Китая и Казахстана. На протяжении 1000 км река течёт по территории Восточного Казахстана, не принимая практически ни одного притока, и пересекает границу Омской области России. Ниже Омска Иртыш течёт по таёжной территории. Здесь он принимает два притока — Ишим и Тобол. После этого Иртыш становится мощной рекой с высокой водностью и широкой (35 км) речной долиной. Перед самым впадением в Обь Иртыш принимает в себя Конду.

Главной приходной статьёй водного баланса Оби являются атмосферные осадки. Наибольшее их количество (1500 мм и выше) выпадает в верховьях Оби, располагающихся в горах Алтая. Второй максимум (700...800 мм) приходится на северо-восточные склоны Урала. Во всех частях бассейна Оби наибольшее внутригодовое количество осадков выпадает в тёплый период года. Замой осадки накапливаются на поверхностях водосбора в виде снега. Всё отмеченное обуславливает значительную неравномерность распределения речного стока и суммарного испарения.

Среднегодовые расходы Оби повышаются по мере её движения вниз. Сначала идёт медленное их нарастание, затем они повышаются более интенсивно. В 1000 км от места слияния Бии и Катунь расход Оби составляет 5160 м³/с. Ещё через 1000 км, у с.Белогорье расход достигает 10100 м³/с. У г. Салехарда расход возрастает уже до 124000 м³/с. Обь отличается небольшой изменчивостью годового стока. Объём стока Оби при отмеченных выше расходах составляет 385...394 км³/год, достигая в устье 402 км³/год.

Вследствие антропогенного воздействия многие водотоки бассейна Оби загрязнены нефтепродуктами, фенолами, аммонийным азотом, легкоокисляемыми органическими и взвешенными веществами. Кислородный режим боль-

шинства рек удовлетворительный, а содержание пестицидов и ядохимикатов не превышает ПДК.

Одной из основных водных проблем Обского бассейна является антропогенное загрязнение водных объектов. Это вызвано специфическими особенностями его территории: мощным нефтяным загрязнением Средней и Нижней Оби, а также радиоактивным загрязнением, созданным предприятиями атомной промышленности, работающими в этом регионе.

Возникновение многочисленных разливов нефти, радиоактивных выпадений, наличие сбросов отходов промышленной деятельности загрязнений не только воду рек и озёр, но также и отложения на дне, пойме и в прибрежных зонах. В них концентрируются нефтепродукты, радионуклиды, соли тяжёлых металлов. Так, например, существенно загрязнены пойменные отложения среднего течения Оби в Сургутском и Нижневартовском районах Ханты-Мансийского автономного округа. Загрязнены радиоактивными веществами пойменные и русловые отложения рек Течи, Исети, Пышмы.

На качество воды особенно чутко реагируют рыбы и другие гидробионты. Начиная с 1980 г. отмечается сокращение уловов осетра, пеляди, ряпушки, муксуна. Равным образом из-за загрязнения нефтепродуктами донных отложений заметно снизилась численность планктонных организмов. Потеряли своё рыбохозяйственное значение реки Томь, Бердь, Алей и др. Параллельно нельзя не отметить, что антропогенное загрязнение природных водоисточников обостряет проблему питьевой воды. Именно загрязнением территории Обского бассейна объясняется то, что ряд обширных регионов последнего теперь не обеспечен качественной питьевой водой.

Другой проблемой Обского бассейна на протяжении веков являются наводнения. Его территория имеет плоский низменный рельеф, что способствует затоплению огромных площадей. Об этом свидетельствуют и многочисленные архивные материалы. Так известно наводнение 1784 года, полностью затопившего г. Тобольск, а также многочисленные наводнения других лет.

В наши дни интенсивность наводнений не снизилась. Вместе с тем в результате антропогенной деятельности во многих городах бассейна оказались перекрытыми пути естественного стекания вод и из-за отсутствия или неэффективной работы ливневой канализации отмечается подтопление городских территорий. Этому в определённой мере способствуют утечки из водопроводов и канализации, высокие уровни воды в реках во время половодий, ослабляющие дренаж грунтовых вод. Подтоплением подвержены города Омск, Тюмень, Тобольск, Исилькуль, Тавричанка, Ишим, Ялуторовск и др.

Большой проблемой бассейна Оби являются маловодья и засухи. При низких меженных уровнях воды в реках сильно сокращается интенсивность судоходства, возникают большие затруднения с осуществлением водозабора для

водоснабжения и орошения земель, падает продуктивность рыбного хозяйства. Большие потери от маловодий отмечаются в бассейне Тобола, на Южной Урале, в среднем течении Иртыша южнее Омска, на Нижней Оби. В маловодные годы имеет место снижения уровней степных озёр, уменьшается площадь их акватории, увеличивается минерализация озёрных вод.

Другими проблемами Обского бассейна являются: исчезновение ряда малых рек в районах угледобычи, засорение, загрязнение и затопление малых водотоков в степной зоне, интенсивная переработка берегов Новосибирского водохранилища, засоление орошаемых земель.

Россия в пределах Обского бассейна имеет протяжённую границу с Казахстаном. Поэтому здесь существует ряд трансграничных проблем. Ключевая из них — глубокая зарегулированность стока Иртыша каскадом гидроузлов. Прежде всего это — Бухтарминский гидроузел, имеющий водохранилище глубокого многолетнего регулирования объёмом 53 км³. Последнее поглощает 60% годового стока Иртыша, в результате чего резко изменился режим реки на участке от створа плотины гидроузла до Омска. При этом сократились весенние затопления поймы Иртыша, приведшие к её остепнению и засолению, сокращению рыбопродуктивности реки. После распада Советского Союза перспективы решения данного вопроса стали весьма проблематичными, особенно если будет реализован проект переброски стока Иртыша с территории Казахстана в Среднюю Азию объёмом 2 км³/год. Аналогичная проблема существует и в отношении стока Ишима. Сергеевский, Петропавловский и другие гидроузлы, созданные на территории Казахстана в советское время, являются мощными регуляторами стока, существенно искажающими режим на территории Тюменской области. Сегодня как накопления, так и сбросы на казахстанских гидроузлах, как правило, осуществляются без учёта интересов российских водо- и землепользователей. В отдельные годы попуски в весенний период осуществляются после прохождения пика паводка, что приводило к затоплениям полей с уже посеянными яровыми.

К числу других проблем трансграничных взаимоотношений относятся:

- водоснабжение г. Кургана и Курганской области;
- эксплуатация Пресновского группового водовода, питающегося водой из рр. Тобола (на территориях России и Казахстана) и Ишима (на территории Казахстана) и снабжающего водой несколько населённых пунктов в областях России и Казахстана.

Созданная для решения текущих вопросов водопользования Российско-Казахстанская комиссия (РКХ-1992 г.) решает две основные задачи:

- регулирования работы водохранилищ гидроузлов на трансграничных реках (Тобола, Ишима, Иртыша) с целью водообеспечения нижерасположенных территорий и предотвращения их затоплений;
- контроля качества воды трансграничных рек.

Реки бассейна Енисея

Бассейн Енисея находится в центральной части Азии. Его протяжённость с севера на юг — 3200 км, с запада на восток — от 100 до 1200 км. На территории бассейна расположены Красноярский край и Республика Тыва. Ряд притоков и части их водосборов находятся за пределами бассейна: верхняя часть водосбора Нижней Тунгуски (Иркутская область); истоки малых притоков Нижнего Енисея (Тюменская область); верховья р. Кызыл-Хем (Монголия).

Огромные пространства бассейна имеют достаточно сложный рельеф, характеризующийся многообразием форм. Центральную часть бассейна занимает Среднесибирское плоскогорье. С ним граничит Западно-Сибирская низменность, которая вытянута вдоль левого берега Енисея в виде узкой полосы от северо-западных отрогов Восточного Саяна до берегов Карского моря. Северная часть Среднесибирского плоскогорья круто обрывается к Северо-Сибирской (Таймырской) низменности. На юге рассматриваемой территории находится Алтайско-Саянское нагорье, к которой примыкает окраины Котловины Больших озёр.

Климат бассейна характеризуется резко выраженной континентальностью: зима здесь суровая, а лето короткое. В отдельные годы на юге территории бассейна в июле и августе наблюдаются заморозки. Суточная амплитуда колебаний температур воздуха достигает 10...20°, а иногда 30°. Зима на севере бассейна — чрезвычайно суровая и продолжительная, с сильными ветрами и метелями. Она начинается в конце сентября и длится 8...10 месяцев. В центральной части бассейна зима также суровая и холодная, длится 6...7 месяцев. Южнее бассейна Ангара зимы теплее: они начинаются в конце октября — начале ноября и длятся 5...5,5 месяцев. Наиболее холодный месяц — январь; его среднемесячная температура воздуха колеблется в диапазоне -36° — -15°C. Сильные морозы из-за преобладания антициклональной погоды наблюдаются также в бассейнах Нижней Тунгуски и Подкаменной Тунгуски, где январские морозы достигают -38°C. Самые низкие наблюдаемые максимумы температуры воздуха зафиксированы на побережье Карского моря (-52°C) и в бассейне Нижней Тунгуски (-70°C).

В горах, которые окружают Тувинскую котловину, температуры воздуха бывают на 10...20° выше, чем на дне котловины. От октября к ноябрю температуры здесь резко понижаются (на 13...16°). В долине Малого Енисея они понижаются до -60°C, а среднемесячная температура января составляет -34,9°C. Суровость зимы обусловлена здесь преобладанием антициклонального режима погоды с частыми затишьями и морозами. Устойчивые морозные погоды в Тыве прекращаются лишь в конце марта.

Наиболее тёплый летний месяц — июль. На побережье Карского моря средняя среднемесячная температура июля +4,6°C. При перемещении на юг температуры быстро растут, на каждый градус широты они повышаются на

1,3...1,4°. Южнее г. Игарки этот рост замедляется и градиент уменьшается до 0,3...0,4°C, причём температура повышается с +15 до +19°C. В горных районах бассейна летом температура воздуха понижается на 0,5...0,6°C, а весной на 0,7° на каждые 100 м подъёма. Абсолютный максимум июльской температуры по территории бассейна изменяется в довольно широком диапазоне. На побережье Карского моря она составляет +24°C; на юге, в Красноярске, Минусинске и Кызыле — +38 — +40°C.

Максимальное количество осадков выпадает в июле, а на крайнем севере — в августе. Их средняя многолетняя величина изменяется по территории от 35...50 до 2500 мм. Наименьшее количество влаги приходится на январь-февраль, когда над территорией Сибири формируется антициклон. Наибольшее количество осадков (до 2000 мм) выпадает в Саянах на высоте 1400...2000 м, на западных склонах плато Путорана (1200...2000 мм). К востоку от Енисейского края, на Среднесибирском плоскогорье, количество осадков уменьшается: в долинах рек — до 400...500 мм, в понижениях — до 350 мм, в сужениях речных долин — до 700 мм.

Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова колеблется от 140 до 320 дней; он начинает разрушаться после наступления положительных дневных температур. Величина запасов воды в снежном покрове колеблется в очень больших пределах — от 20...40 мм (сухая степь) до 400...500 мм (Саянские горы, Енисейский кряж, Путоран). Продолжительность периода снеготаяния — 10...14 (степь) до 22...28 дней (остальные территории).

В пределах бассейна Енисея очень хорошо развита речная сеть. Наиболее значительными реками являются: Енисей (длина 4092 км, считая от истока Большого Енисея), Нижняя Тунгуска (2989 км), Подкаменная Тунгуска (1865 км). Большинство рек бассейна — горные, протекающие по узким горным долинам. Преодолев горы они образуют своеобразные «долины прорыва», представляющие собой узкие скалистые коридоры.

Долины больших и малых рек, как правило, террасированы. Образование террас связано с неравномерными периодическими поднятиями и опусканиями отдельных частей суши в четвертичный период, а также с эрозионной и аккумулятивной деятельностью рек. Русла горных рек имеют большие уклоны, что приводит к формированию многочисленных порогов, шивер, быстотоков. Встречаются и водопады. На предгорных и равнинных участках русла имеют малые уклоны и относительно небольшие скорости течения (менее 0,5...1,0 м/с).

Енисей — самая большая река России — образуется слиянием Большого и Малого Енисеев около г. Кызыла. Если считать за исток Енисея р. Селенгу, то длина всей системы (Селенга-Ангара-Енисей) равна 5940 км. Общая площадь бассейна Енисея 2580000 км², из них 328400 км² находятся на территории Монголии, 1039000 км² приходится на бассейн Ангары.

Гидрографическая сеть бассейна — резко асимметричная. Её правобережная часть хорошо развита и в 5...6 раз превосходит по своей площади левобережную часть, расположенную в виде узкой полосы на восточной окраине Западно-Сибирской низменности. Асимметричность характерна также и для многих притоков Енисея — Большому и Малому Енисею, Хемчику, Абакану, Мане, Кану, Подкаменной и Нижней Тунгуске, Курейке. Енисей питают многие притоки (таблица 4.4). Среди них выделяются такие крупные и многоводные, как Ангара, Подкаменная и Нижняя Тунгуска. Большинство притоков, как уже отмечалось, — горные реки.

Таблица 4.4

Основные притоки Енисея

Река	Длина км	Площадь водосбора, км ²	Средний сток		
			Расход воды, м ³ /с	Модуль сто- ка л/с·км ²	Объём стока, км ³
Большой Енисей	605	56800	589	10,4	18,6
Малый Енисей	563	58700	419	7,14	13,2
Хемчик	320	27000	123	4,56	3,88
Оя	254	5300	63,2	11,9	1,99
Абакан	514	32000	387	12,1	12,2
Туба	119	36900	771	20,9	24,3
Сыда	207	4450	28,3	6,36	0,89
Мана	475	9320	98,5	10,6	3,11
Кан	629	36900	283	7,67	8,92
Ангара	1779	1039000	1390	4,23	138
Большой Пит	115	21700	238	11	7,51
Сым	694	31600	244	7,72	7,7
Подкаменная Тунгуска	1865	240000	1750	7,29	55,2
Бахта	498	35500	488	13,7	15,4
Елогуй	464	25100	224	8,92	7,06
Нижняя Тунгуска	2989	473000	3860	8,16	122
Турухан	639	35800	371	10,4	11,7
Курейка	888	44700	724	16,2	22,8
Хантайка	174	30700	591	19,3	18,6
Большая Хета	646	20700	211	10,2	6,65
Остальные реки	-	314830	2877	9,14	90,7
Енисей	3487	2580000	18730	7,26	591

По природным условиям, характеру строения долины и русла, водному режиму Енисей делится на три участка: Верхний Енисей — от начала реки (г.Кызыл) до устья Тубы (длина 633 км), Средний Енисей — от устья Тубы до устья Ангара (717 км), Нижний Енисей — от устья Ангара до устья (2137 км).

Основное питание Енисея — талые снеговые воды. Дождевое питание имеет второстепенный характер. Ещё в меньшей степени в питании Енисея участвуют подземные воды. Их влияние на режим питания становится заметным лишь зимой. В годовом ходе уровней воды выделяются высокие и полноводные весенне-летние половодья, подъёмы от летне-осенних паводков, обусловленных дождями, осенняя и зимняя межень. В низовьях Енисея на ход уровней оказывают большое влияние приливы, которые наблюдаются два раза в сутки. Амплитуда их колебания в устье — около 1 м, у пристани Усть-Порт — 8...20 см (до 1 м во время больших приливов). Существенное влияние оказывают и стонно-нагонные явления, особенно если они совпадают с приливами.

В бассейне Енисея насчитывается 53 водохранилища. Их полный объём — 358,85 км³, полезный — 114,67 км³. Самым большим является водохранилище Братского гидроузла; оно же — самое большое долинное водохранилище вира (таблица 4.5).

Таблица 4.5

Крупные водохранилища бассейна Енисея

Водохранилища речных гидроузлов	Объём, млн.м ³		Площадь акватории при НПУ, км ²	Средне многолетний сток, млн.м ³	Годовая водоотда- ча, млн.м ³
	полный	полезный			
Братское	179100	48200	5470	91700	90240
Красноярское	72400	30400	2000	88000	86640
Усть-Илимское	59400	2800	1870	-	-
Саянское	29100	14700	633	-	-
Хантайское	23500	17300	1560	-	-
Иркутское	2400	450	32966	60730	60400

Водохранилище Братского гидроузла имеет сложную конфигурацию границ акватории — широкий плёс слияния Ангара и Оки, длинные извилистые заливы. Это водохранилище имеет огромное значение не только для гидроэнергетики, но и для судоходства, лесосплава, водоснабжения и пр. Водохранилище Красноярского гидроузла в 2,5 раза меньше по объёму Братского, но отличается от него более широкой верхней частью. Расположенные рядом с

ним гг.Абакан и Усть-Абакан защищены от его влияния системой дамб обвалования. Усть-Илимское водохранилище характеризуется наличием длинного залива по р. Илим, Саянское обеспечивает работу самой мощной в России гидроэлектростанции. Водохранилище Хантайского гидроузла снабжает водой гидроэлектростанцию, производимую электроэнергию для Норильского промышленного узла. Водохранилище Иркутского гидроузла по сути дела является озером-водохранилищем, созданным путём создания подпора на 60-ти километровом участке Ангары и подъёма среднегогодового уровня озера Байкал на 1 м.

Общий объём забора свежей воды в бассейне Енисея — 3612 млн.м³, в числе из поверхностных источников 2981 млн.м³ (82,5% от общего водозабора), из подземных источников — 631 млн.м³ (17,5%).

В год в бассейне используется примерно 3235,5 млн.м³ свежей воды. Это объём расходуется следующим образом: на производственные нужды — 74,9%, хозяйственно-питьевые — 16,1%, орошение — 3,8%, сельскохозяйственное водоснабжение — 2,4%, на прочие нужды — 2,8%.

В бассейне Енисея существует целый ряд водных и водохозяйственных проблем. Так на реках бассейна периодически наблюдаются наводнения, которые причиняют значительный ущерб экономике России, в отдельных случаях они носят катастрофический характер. По условиям возникновения эти наводнения принято подразделять на следующие типы: от талых вод (снеговые) и смешанные (снегодождевые); от талых вод с элементами затора льда при вскрытии рек; дождевые.

В зависимости от размеров ущерба наводнения принято подразделять на две категории: обычные, при которых происходит затопление отдельных объектов без существенного ущерба хозяйству; большие, причиняющие большой ущерб и вызывающие частичное или полное затопление сельскохозяйственных угодий, населённых пунктов и промышленных предприятий.

Большие наводнения преимущественного формируются в бассейне Верхнего Енисея и его основных притоков и наблюдаются в 30% случаев. На малых и средних реках наводнения, как правило, формируются за счёт талого стока с наложением на общую волну выпадающих в это время дождей, что способствует увеличению интенсивности процесса таяния снега и повышению количества воды, поступающей в русла рек. В основном это относится к горным рекам (Абакан, Оя, Мана, Кан и пр.).

Возникновение больших наводнений на Нижнем Енисее обусловлено талыми водами, а также заторами льда при вскрытии рек.

Наводнения от дождей носят локальный характер. Их формирование связано с выпадением ливней, а также длительных интенсивных дождей при сложной синоптической ситуации, возникающей в условиях горного рельефа.

Основными факторами, определяющими формирование наводнений от талых вод и смешанных, являются большие снегозапасы на речных водосборах и интенсивность процесса весеннего снеготаяния. В бассейне Енисея наводнения на реках, сформированные талыми снеговыми водами, обычно наблюдаются на обширных территориях с горным рельефом. Чаще всего они проходят на реках южной половины бассейна выше устья Ангары, где находятся хребты Кузнецкого Алатау, Западного и Восточного Саяна и их отрогов, реже случаются на реках правобережья Енисея, протекающих в пределах Среднесибирского плоскогорья, Енисейского кряжа и гор Путорана. Кроме того, они наблюдаются и на самом Енисее — на всём протяжении от Кызыля до Усть-Порта.

Наводнения на Верхнем и Среднем Енисее и притоках обычно бывают приурочены к концу мая — июню и формируются за счёт стока, поступающего от таяния снега в горах Саяна и отрогах хребта Кузнецкого Алатау во время, когда происходит водоотдача с основной площади водосбора, расположенной на высоте 1500 м и выше.

На Нижнем Енисее и его притоках наводнения формируются в результате одновременного таяния снега на обширной территории Среднесибирского плоскогорья.

На Ангаре максимум половодья проходит сразу после вскрытия, в период ледохода.

Наводнения от талых вод с элементами затора льда обычно возникают весной при вскрытии рек. Они наблюдаются на их отдельных участках, характеризующихся сложной конфигурацией русла (наличием островов, крутых поворотов, излучин, сужений и пр.), где наиболее часто возникают заторы льда. При этом существенное значение имеют также условия, при которых происходит вскрытие реки.

Дождевые паводки чаще всего формируются на Верхнем Енисее, Хемчике, Кантегире, Ое, Абакане, Мане, Кане, на реках, стекающих с Енисейского кряжа, гор Путорана, и других водотоках. Большие дождевые наводнения случаются редко и носят преимущественно локальный характер.

Реки бассейна Лены

Река Лена рождается при слиянии ручейков в 10 км от западного берега озера Байкал и почти на 1000 м выше его уровня. Она протекает сквозь всю Восточную Сибирь по территориям Иркутской области и Республики Саха (Якутия). Площадь водосборного бассейна Лены — 2490 тыс. км², длина — 4400 км. По своей длине Лена уступает лишь Енисею и Оби, занимая третье место в России; по площади бассейна ей также принадлежит третье место в нашей стране.

В плане бассейн Лены имеет вытянутую форму: его протяжённость с юга на север — 2400 км, с запада на восток — почти 2000 км.

По характеру строения речной долины, течения и водности Лену делят на три участка: верхнее течение (или Верхняя Лена) — от истока до устья реки Витим, среднее течение (или Средняя Лена) — между устьями Витима и Алдана, нижнее течение (или Нижняя Лена) — от места впадения Алдана до выхода в море Лаптевых. Разница между абсолютными высотами истока и устья составляет 930 м.

Верхняя Лена это типичная горная река, преимущественно протекающая в узкой беспойменной долине, ограниченной высокими или обрывистыми берегами. Русло реки на этом участке — каменистое, изобилующее множеством порогов и перекатов, часто прорезающее гряды горных отрогов. Ниже г. Усть-Кута Лена принимает ряд крупных притоков (Кута, Киренга и др.), что существенно увеличивает её водность, и она становится судоходной. После слияния с Витимом и Олекмой, то есть на участке Средней Лены река приобретает характер полноводной реки, текущей в хорошо сформированной, сложенной известняками и песчаниками долине. Ниже г. Олекминска, в 245 км от него начинаются знаменитые Ленские столбы, протянувшиеся на правом берегу реки на 180 км. Внешне эти столбы представляют собой отвесные известняковые скалы, которые сильно разрушены дождями, морозами и ветрами. Ниже впадения реки Синей Лена впадает в Центрально-Якутскую равнину. Здесь её берега то отступают от реки, то вплотную прижимаются к ней выступами — мысами. Между двумя такими мысами — Кангаласским и Табагинским — расположена обширная долина, исстари именуемая якутами Улуу (Великой) Таймадой. В её центре в 1643 г. русскими казаками был основан Якутский острог, ныне г. Якутск. Около него Лена имеет много островов и ширину русла — 7...10 км. После впадения рек Алдана и Вилюя ширина русла Лены устойчиво превышает 10 км, а в, так называемых разбоях где встречается множество островов и очередков, поросших тальником, общая ширина реки возрастает до 20...30 км.

Нижняя Лена характеризуется постепенным сужением речной долины и отсутствием крупных притоков. Ниже с.Кюсюр долина резко сужается и весь расход реки течёт на север одним мощным потоком. Ширина речной долины сужается до 3...4 км, а в отдельных местах до 1,5...2 км. Почти 150 км Лена течёт как бы в «трубе», и поэтому этот участок называют Ленской трубой.

Ленская дельта начинается в 210 км ниже с.Косюр, то есть там, где посреди реки возвышается 114-метровый остров Столб — «осколок» Хараульских гор, которые довольно близко подходят здесь к реке. Площадь дельты — 30 тыс. км². Это самая большая по размерам дельта России и вторая в мире после дельты Миссисипи. От её вершины до моря около 120 км. За год Лена выносит

в устье 15 млн. т наносов. Дельта Лены — сложный лабиринт из более чем 800 протоков общей протяженностью 6500 км, а также 1500 островов и 60 тыс. озёр. Притоки и озёра богаты дичью и являются крупными промысловыми районами Якутии.

Навигация в верховьях Лены продолжается 160 дней, в низовьях — около 120 дней. Общая длина судоходных путей в бассейне составляет 19 тыс. км, иных свыше 7 тыс. км гарантированных. По ним перевозится более 50% всех грузов, завозимых в Якутию. На берегах Лены выросли крупные порты и пристани (Осетровский, Ленский, Якутский), оснащённые современными портальными и плавучими кранами и погрузочно-разгрузочной техникой.

Климат бассейна резко континентальный. Высокие горные хребты препятствуют проникновению сюда более тёплых и влажных воздушных масс с Тихого океана. Поэтому климат Приленья формируется под влиянием континентальных масс воздуха, а также холодного дыхания Арктики. Продолжительность суровой и малоснежной зимы здесь — 6...7 месяцев; морозы в это время достигают 64°C , а средние температуры января (самого холодного месяца года) — -32°C ... -45°C .

Лето короткое (до 3 месяцев), но относительно тёплое. Средняя температура июля — $+4^{\circ}\text{C}$... $+19^{\circ}\text{C}$; абсолютные температуры этого месяца достигают $+32^{\circ}\text{C}$... $+38^{\circ}\text{C}$. Амплитуда годовых колебаний температур — 102°C .

Осадков на территории бассейна выпадает мало, в среднем 250 мм; в южной части бассейна до 500...600 мм, на севере и в центре — 200...300 мм в год. Вся территория бассейна расположена в зоне сплошной многолетней мерзлоты, мощность которой колеблется от десятков (на юге) до нескольких сотен метров на севере. Наибольшая мощность мерзлоты — 1500 мм — обнаружена в верховьях реки Шархи.

Питание Лены в основном дождевое и снеговое; характерны весеннее половодье и летне-осенние дождевые паводки. В тёплую часть года проходит 80...90% годового стока. Среднегодовые расходы воды у Киренска составляют $1100 \text{ м}^3/\text{с}$, в устье — $15500 \text{ м}^3/\text{с}$. Средний сток в море Лаптевых составляет 488 км^3 в год, средняя мутность воды около $20 \text{ г}/\text{м}^3$. Характерные расходы Лены представлены в таблице 6.

Ледовый режим Лены обусловлен главным образом климатическими условиями: суровостью и длительностью зимнего периода, толщиной и структурой снега на льду. Кроме того он зависит также от характера питания, водности, строения русла и долины реки, скорости течения воды и т.д. Осенний ледоход в низовьях Лены начинается в насале октября; во второй половине октября по всей Лене движется сплошная масса битого льда. В третьей декаде октября в низовьях Лены устанавливается устойчивый ледовый покров — ледостав. На остальных частях реки ледостав наступает в первой половине ноября. Ледяной

покров стоит на Лене от шести до восьми месяцев. На отдельных участках толщина льда достигает 2 м и более (у с.Кюсюр отмечена толщина льда 2,8 м).

Таблица 4.6

Характерные расходы воды р. Лены, м³/с

Пункт наблюдения	Годовой			Наибольший		Наименьший			
	средний	наибольший	наименьший	расход	дата	летний		зимний	
						расход	дата	расход	дата
Чанчур	49	58	31	413	29.05.56	16	30.09.56	8	27.03.57
Качуг	92	152	50	2090	03.08.34	23	09.08.26	10	09.11.54
Грузновка	190	362	89	3260	05.08.34	41	24.10.20	22	4-6.03.25
Усть-Кут	385	500	164	6020	09.05.24	88	01.09.43	29	20.02.24
Змеиновка	1130	1530	754	1130	27.05.24	412	8-11.10.16	180	09.11.49
Крестовское	4180	5220	2890	31000	17.06.42	2000	14.10.42	375	17.11.49
Солянка	6620	8590	4540	44400	17.06.35	3500	19.10.46	403	15.11.49
Табага	7170	8970	5030	47700	24.05.62	11200	17-18.08.47	704	14.04.55
Кюсюр	16400	20000	13200	194000	11.06.44	4210	16.10.41	366	27.06.40

Большая часть притоков вскрывается раньше Лены. Весенний ледоход на ней длится 3...6 дней в верховьях, 7...11 дней в среднем течении и 5...9 дней в низовьях. Навигация на Лене начинается после освобождения реки ото льда, то есть 150...160 дней в верхнем течении, 110...150 дней в низовьях и 85...90 дней в Быковской протоке дельты.

На огромной территории бассейна Лены насчитывается около 242 тыс. водотоков. Самые малые реки длиной менее 25 км составляют 98% от общего количества рек в бассейне. Девять рек имеют длину более 1000 км: Алдан, Амга, Вилуй, Витим, Марха, Мая, Олекма, Тунг и Учур. Самые крупные реки бассейна Алдан и Вилуй имеют длину более 2000 км. Гидрологические наблюдения на Лене начаты в 1897 году.

Бассейн Лены — один из наиболее озёрных районов России: здесь 327863 озера. Их количество и суммарная площадь нарастают от истока до устья. В бассейне Верхней Лены, включая бассейн Витима — 16 тыс. озёр, в бассейне Нижней Лены — 136 тыс. Суммарная площадь зеркала бассейна — 19649 км², или почти 8% поверхности бассейна. Разнообразно происхождение этих озёр. Самую многочисленную группу составляют озёра термокастового происхождения.

Доля подземного стока на территории бассейна сравнительно невелика и колеблется в пределах от 4 до 21%. Питание рек подземным стоком здесь резко осложнено мощной толщей вечной мерзлоты.

Общий объём забора свежей воды в бассейне составляет 323 млн.м³ в год. Из них для использования забирают около 234,74 млн.м³, в том числе из поверхностных водных объектов — 171,17 млн.м³ (73%), из подземных источников — 63,57 млн.м³ (27%).

Общий объём водоотведения — 255,5 млн.м³, в том числе сточных вод 163,7 млн.м³ (64%), шахтно-рудничных — 91,8 млн.м³ (36%). Мощность очистных сооружений при объёме сточных вод, требующих очистки, равно 189,9 млн.м³, составила 258,4 млн.м³, то есть является вполне достаточной.

Главной водохозяйственной проблемой бассейна Лены является весеннее наводнения, во время которых образуются заторы льда. Огромные массы льда, стремительно движущиеся вместе с водой, наталкиваются на прочный ледяной покров ещё нераскрывшейся части реки, останавливаются и, нагромождаясь друг на друга, образуют торосистые скопления. В отдельные годы они полностью забивают русло реки и становятся своеобразными «ледяными плотинами». Чаше всего заторы возникают в местах сужения русел, на крутых поворотах рек, перекатах и разветвлённых участках рек, а также у крупных островов, отмелей и очерёdkов. На всём протяжении Лены выявлено более 120 мест формирования весенних заторов льда.

Сильным заторам способствует длительная и малоснежная зима. Длина заторов вдоль русла достигает от нескольких сотен метров до сотен километров, а продолжительность их существования — от нескольких часов до нескольких суток (известны случаи существования до 10...12 суток). Выше затора происходят высокие подъёмы воды, вызывающие затопление населённых пунктов, повреждение и разрушение береговых сооружений, разрушение берегов и т.д. В некоторых местах Лены за несколько часов уровень воды поднимается на 10 м и более. Наибольшие амплитуды колебаний уровня воды в Лене достигают у Качуга — 5, у Ленска — 18, в низовьях — 20 м и более. Очень высокие подъёмы уровня вызывают катастрофические наводнения, приносящие значительные ущербы экономике региона.

За последние полтора века на Лене произошло более десятка крупных наводнений, вызванных мощными заторами льда. Так, например, весной 1966 г. на многих участках верхнего и среднего течений Лены сформировались заторы льда, вызвавшие исключительно высокие подъёмы уровня воды. В зоне затопления оказались города Киренск, Ленск и Якутск, посёлки Витим, Пеледуй и около 20 сёл. У г. Ленска уровень воды поднялся на 16 м, и большая часть города была затоплена. 16...17 мая 1998 г. уровень воды поднялся на 16 м 94 см, что вызвало затопление более 70% территории города. Было подтоплено 43 на-

селённых пункта (2795 домов, больше половины из которых не подлежит восстановлению), разрушено 150 км дорог, размыто 93 дамбы, смыто 18 мостов, около 40 тыс. жителей эвакуировано, более 10 человек погибло.

Самые мощные заторы льда, поднимающие уровень воды на 25 м и более, возникают в низовьях Лены. Подпоры от таких мощных заторов льда распространяются вверх по реке на 950...1000 км, то есть до устья Витима.

Однако, если заторы не вызывают высоких подъёмов уровней воды, то могут принести большую пользу. Благодаря этим временным «ледяным плотинам» обильно обводняются и увлажняются обширные пойменные луга. Насытившись влагой почва сохраняет её длительное время в условиях засушливого режима Центральной Якутии. Помимо этого, при этом пойменные почвы обогащаются минеральными и органическими отложениями, приносимыми тальными водами, что благоприятно влияет на повышение урожайности пойменных луговых трав.

Весенние заторы ускоряют взлом мощного ледяного покрова, способствует более быстрому вскрытию реки ото льда и, следовательно, увеличивает срок навигации.

Кроме весеннего половодья, для Лены и её притоков характерны паводки, вызываемые летне-осенними дождями и таянием горных ледников. На Вилюе паводки образуются также от попусков из водохранилища Вилюйского гидроузла.

На Лене такие паводки происходят в основном во второй половине лета — начале осени. На Верхней Лене в этот период бывает до 8...12 паводков, на Средней Лене они обусловлены водным режимом притоков Витима и Олекмы, в бассейнах которых преобладает дождевое питание. В верхнем течении Лены в отдельные годы летние паводки превосходили весеннее половодье и приводили к большим наводнениям. Самые крупные наводнения имели место здесь в 1816, 1864 и 1934 гг.

Реки бассейна Индигарки

Река Индигарка образуется от слияния рек Хастах и Тарын-Юрях и впадает в Восточно-Сибирское море. Длина реки — 1977 км, площадь её водосборного бассейна — 360 тыс. км². Перед впадением в море река образует разветвлённую дельту, наибольшее крупным рукавом которой является протока Средняя.

Основными притоками реки в пределах верхнего горного участка являются реки Куентя (площадь водосбора 23300 км²), Эльги (22700 км²), Нера (24500 км²). В зоне равнинной средней части основные притоки — Селеннях (32100 км²), Мома (26100 км²).

Характерной чертой речной сети бассейна является её глубокий врез в горных районах. На отдельных участках долины реки имеют глубину 600...1000 м и более, на плато и возвышенных равнинах — 150...300 м.

Климат бассейна — резко континентальный с очень холодной зимой и тёплым, но коротким летом. Наиболее холодный месяц январь (средняя температура воздуха -33° ... -49°C); самый тёплый месяц — июль ($+15$... $+17^{\circ}\text{C}$). Наиболее низкие температуры воздуха достигают -60° ... 70°C , наиболее высокие — $+34^{\circ}$... $+38^{\circ}\text{C}$. Средняя продолжительность безморозного периода 50...70 дней.

Годовое количество атмосферных осадков изменяется от 600 мм в верховьях до 250 мм в низовьях. Основная часть осадков выпадает в летнее время. Зимой выпадает всего 35...45 мм осадков. Снежный покров лежит 250...270 дней в году. В подошвенных частях склонов высота снежного покрова составляет 25...30 см, на других элементах рельефа — 5...10 см, по дну речных долин 30...50 см.

Вся территория бассейна расположена в области вечной мерзлоты, мощность которой повсеместно превышает 500 м. Исключение составляют долины крупных рек, где развиты сквозные талики и водопроводящие тектонические разломы.

Гидрографическая сеть бассейна состоит из 125605 водотоков с общей площадью 277,4 тыс.км². Водотоков с длиной менее 10 км насчитывается 122125, их общая площадь равна 189 тыс.км².

Болота и заболоченные земли занимают около 10% площади водосбора. Наиболее широкого они развиты в нижней части бассейна. Глубина болот — небольшая с мощностью торфа. Рельеф болот — бугристый, размеры бугров — от нескольких до десятков метров, средняя высота — 1 м. В лесной зоне водораздельные болота представлены мохово-травянистыми комплексами с зарослями кустарника и разреженной древесной растительностью. Долинные болота преимущественно низинные, травянистые.

Основные озёра сосредоточены на приморских низменностях и равнинах, а также на поймах. Большинство озёр имеет малую площадь акватории (менее 1 км²) и небольшую глубину (2...5 м, редко 10...15 м).

Питание рек преимущественно дождевое, дополненное водами от таяния наледей, снежников, ледников. Для верховьев от устья р. Мама и выше характерны дождевые максимумы; в среднем течении возможны максимумы как от снегового, так и дождевого происхождения. Для низовьев характерны снеговые максимумы.

Половодье начинается в конце мая — начале июня, заканчивается в середине июля, продолжается 35...50 дней. Около 20...30% объёма весеннего стока приходится на дождевые осадки. В тёплое время года проходит 75...90% реч-

ного стока. Вслед за половодьем следуют дождевые паводки. Межень летней части года не выражена; межень холодной части года продолжается 6...8 месяцев.

В весенний период (май-июнь) проходит 80...85% годового стока, в летне-весенний (июль-октябрь) — 13...17%, зимний (ноябрь-апрель) — 1...2%.

Водообеспеченность бассейна изменяется в пределах 0,5...13 л/с·км², расход 1850 м³/с, объём стока — 58,3 км³/год. Годовой сток 75% обеспеченности составляет 50,5 км³, 95% — и — 42,7 км³.

Минерализация воды имеет наименьшие значения во время весенне-летнего половодья, изменяясь от 20...65 мг/л в верховьях до 40...85 мг/л в нижнем течении. Наибольшая минерализация имеет место во время зимней межени: в верховьях — 40...95 мг/л, в нижнем течении — 150...175 мг/л. Антропогенную составляющую химического состава поверхностных вод определяет сброс загрязняющих веществ со сточными водами. В итоге поверхностные воды Индигирки относятся к III классу («умеренно загрязнённые»), однако на отдельных участках и к IV классу (пос. Индигирский, устье р. Неры).

Наибольшую роль в формировании стока подземных вод играют монолитные скопления льда, особенно жильные и инъекционные льды, которые развиты в толще рыхлых аллювиальных, озёрных и водно-ледниковых отложений северных равнин.

Основным водопользователем в бассейне Индигирки является речной транспорт. Длина судоходного участка реки составляет 1154 км, продолжительность навигации 110 суток. Рыбный промысел имеет лишь местное значение. Водоснабжение осуществляется практически за счёт поверхностных вод, а в горно-добывающей промышленности — частично из малых водохранилищ.

Водообеспеченность потребителей и пользователей в целом достаточна: среднемноголетний сток равен 58,3 км³, сток 95%-й обеспеченности — 42,7 км³, в то время как водозабор составляет 0,0068 км³.

Суммарный забор воды в бассейне Индигарки составляет примерно 7,63 млн.м³, в том числе из поверхностных вод 7,21 млн.м³, из подземных — 0,42 млн.м³.

Использование вод составляет около 7 млн.м³, в том числе из поверхностных источников 6,5 млн.м³, из подземных — 0,4 млн.м³. Расходование осуществляется следующим образом: на производственные нужды — 4,35 млн.м³ (63% от общего использования), хозяйственно-питьевое — 2,3 млн.м³ (33,3%), сельскохозяйственного водоснабжение — 0,17 млн.м³ (2,5%), орошение — 0,01 млн.м³ (0,2%), на прочие нужды — 0,07 млн.м³ (1%). Объём сброса сточных вод в природные поверхностные водные объекты бассейна составляет 1,98 млн.м³, из них сброс загрязнённых вод — 1,38 млн.м³ (без очистки — 0,47 млн.м³, недостаточно очищена — 0,91 млн.м³, нормально очищенных — 0,6 млн.м³. В

накопители, впадины, на поля фильтрации и на рельеф отводится 2,16 млн.м³ сточных вод. Мощность очистных сооружений составляет 7,5 млн.м³.

Реки бассейна Колымы

Река Колыма протекает в северо-восточной части азиатской территории России, образовавшись от слияния рек Кулу и Аян-Юрях, она пересекает территорию бассейна в северо-восточном направлении и впадает в Восточно-Сибирское море. Площадь её водосборного бассейна 681,3 тыс.км², длина реки от места слияния Кулу и Аян-Юрях — 2129 км, общее падение — 1432 м, средний уклон — 0,57‰.

Бассейн Колымы со всех сторон ограничен горными образованиями: с запада и юго-запада хребтом Черского, с востока и юго-востока — Колымским нагорьем, с северо-востока Анадырским плоскогорьем и Северным Анюйским хребтом. В нижней части бассейна расположены Колымская низменность. У реки Колымы — девять основных притоков. Шесть — правобережных: Буюнда (длина 1570 км, площадь бассейна 24800 км²), Сугой (1600 км, 26100 км²), Коркодон (1250 км, 42800 км²), Берёзовка (550 км, 28400 км²), Омолон (290 км, 113000 км²), Анюй (153 км, 107000 км²); три — левобережных: Ясачная (920 км, 45900 км²), Ожогина (890 км, 24300 км²), Седедема (700 км, 18500 км²).

Верхнее течение Колымы имеет все признаки типичной горной реки: река протекает в узком извилистом русле с крутыми бортами, течение часто пересекает многочисленные пороги и водопады. После впадения в Колыму реки Буюнды для неё становится характерным извилистое многоруканное русло. Ниже течения реки протекает по низменности с большим количеством болот и озёр.

В Восточно-Сибирское море Колыма впадает двумя протоками, которые носят название: Каменная Колыма и Земляная (или Походская). Основной протокой является Каменная Колыма; её ширина — 3...4 км, средняя глубина — 10 м и более.

Большая часть территории бассейна имеет горный рельеф (более 80%), остальная часть занята предгорными равнинами и Колымской низменностью. Почти 80% площади бассейна залесена, основной породой является лиственница.

Наиболее холодный месяц года — январь со средними температурами воздуха -35°...-45°С. Самый тёплый месяц — июль с температурами +10°...+19°С. Во время наиболее сильных морозов температуры воздуха достигают -60°...-70°С, наиболее высокие летние температуры +30°...+36°С. Средняя продолжительность безморозного периода — 50...70 дней.

За год на территорию выпадает 150...200 мм атмосферных осадков. В горных районах бассейна этот показатель достигает 500...1000 мм. В зимнее вре-

мя выпадает 40% годовых осадков, летом преобладают дожди, продолжительность которых не в 70% случаев не превышает суток. Отдельные ливневые дожди могут давать за сутки до 40 мм осадков. Снежный покров по территории бассейна распределён крайне неравномерно; в горах, по распадкам и в подошвенной части наветренных склонов, высота снежного покрова достигает 100...150 см (местами до 250 см), а на вершинах гор и крутых склонах его высота составляет всего 10...30 см. На дне речных долин снежный покров имеет высоту 30...50 см. Вся территория бассейна расположена в области сплошного развития вечной мерзлоты. Лишь местами, приуроченными к долинам крупных рек вечная мерзлота прерывается сквозными таликами. Мощность вечной мерзлоты — 100...300 м, под возвышенностями — до 200...600 м.

В бассейне Колымы расположены территории Республики Саха (Якутия) (261 тыс.км²), Магаданской области (227 тыс.км²), Чукотского автономного округа (196 тыс.км²), Хабаровского края (3 тыс.км² — истоки р. Кулу). Гидрометрические наблюдения в бассейне были начаты лишь в конце 30-х — начале 40-х годов прошлого века, современная сеть постов была создана в 60-е годы. Однако до сих пор речная сеть слабо обеспечена результатами гидрометрических наблюдений, один пункт приходится на 22000 км².

Бассейн имеет весьма развитую гидрографическую сеть. На его территории находятся 318352 реки и ручья, общая протяжённость которых составляет 592118 км, 90% этих водотоков имеет длину менее 10 км. Заболоченность территории невысока — в пределах 5...8%, местами до 15...20% (водосборы равнинной части). В пределах бассейна почти нет ледников, более широко развиты снежники (навесные и лавинные). В равнинной тундровой зоне снежники собирают зимние запасы воды, которые всё лето служат источниками питания рек и озёр тундры; в горных районах развиты снежники лавинного типа.

Озёра расположены главным образом в нижней части бассейна — на Колымской низменности. Преобладают малые озёра с площадью зеркала до 1 км². Из крупных самыми большими являются озёра: Нерпичье (площадь зеркала — 237 км²), Чукочье (120 км²). Оба этих озера расположены в дельте Колымы. Основной вид питания речной сети — талые воды (40...60%). Дождевое питание играет второстепенную роль (20...30%). Грунтовое питание весьма незначительно (менее 10%) годового стока. Внутригодовое распределение стока — неравномерное. В тёплое время года (май-октябрь) проходит 94...99% стока, зимой (ноябрь-апрель) на большинстве водотоков сток прекращается. Весной ежегодно проходит половодье снегового или, в годы с поздней весной, снегодождевого типа. Доля дождевых вод во время последних — 20%. Паводочный период начинается сразу после весеннего половодья и продолжается почти до октября. В среднем за год наблюдается от 1...2 до 3...5 паводков.

Водообеспеченность территории бассейна Колымы составляет от 3,5 до 14,5 л/с·км². Водоносность притоков в верховьях различна: левобережные притоки более маловодны (6 л/с·км²); правобережные имеют среднегодовой сток до 10 л/с·км². В средней части бассейна модули годового стока составляют 12...14 л/с·км², в низовьях — 8...10 л/с·км².

В бассейне Колымы имеется шесть водохранилищ руслового типа ёмкостью более 1 млн.м³ каждое. Самые большие пять водохранилищ речных гидроузлов представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7

Основные характеристики водохранилищ гидроузлов
на реках бассейна Колымы

Гидроузел	Река – пункт	Площадь водосбора, км ²	Расстояние от устья до створа, км	Общий объём, млн.м ³		Площадь зеркала, км ²	
				пол- ный	полез- ный	при НПУ	при УМО
Колымский	Колыма – пос.Синегорск	61500	1893,2	844 14440	500 6560	59 443,4	27 27
Аргалин- ский	Мяунджа- Мяунджа	513	13	6,42	3,29	1,61	1,16
Кадыкчан- ский	Кадыкчан – пос.Кадыкчан	100	65	1	1	2	-
Оротукан- ский	ручей Жаркий –пос.Оротукан	28,7	0,4	1,35	0,36	0,23	0,019
Билибин- ский	Бол.Панне- Урген – Пос.Билибино	65	7	5,2	3,87	0,66	0,23

Все водохранилищные гидроузлы, за исключением Билибинского, находятся в верховьях Колымы. Водохранилище Колымского гидроузла имеет основным назначением гидроэнергетику. Аргалинский и Билибинский гидроузлы предназначены для водообеспечения тепловых электростанций. Кадыкчанский и Оротуканский гидроузлы созданы для обеспечения хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых нужд населения.

Основными водопользователями в бассейне Колымы являются речной транспорт и гидроэнергетика. Протяжённость судоходной части Колымы — 1637 км, период навигации 110...120 суток. Промышленное водопотребление производится в основном в горно-добывающей отрасли, где вода используется для промывки песков, искусственного оттаивания вечномёрзлых грунтов и зо-

лотносных приисков. Водообеспеченность потребителей по бассейну вполне достаточная: среднемноголетний сток составляет 123 км^3 , сток 95% обеспеченности — 77 км^3 , в то время как водозабор составляет всего $0,105 \text{ км}^3$. Забор воды из природных водных объектов Колымы составляет $88,9 \text{ млн. м}^3$, в том числе из поверхностных источников — $78,4 \text{ млн. м}^3$, из подземных — $10,5 \text{ млн. м}^3$. На производственные нужды используется — 80,7%, на хозяйственно-питьевые — 15,3%, на орошение — 0,6%, на сельскохозяйственное водоснабжение — 0,2%, на прочие нужды — 3,2%.

Основным видом стихийных бедствий в бассейне являются наводнения, во время которых подтапливаются населённые пункты, а также происходит резкое увеличение поступления в водотоки загрязняющих веществ. Химический состав вод в это время бывает обусловлен составом талых снеговых вод и характеристик пород, слагающих поверхность водосбора. Главными загрязнителями речных вод являются горно-добывающая и бытовые стоки населённых пунктов и сельскохозяйственных предприятий. По качеству поверхностные воды Колымы относятся к III классу, то есть — «умеренно загрязнённые».

Реки бассейна Анадыря

Бассейн Анадыря расположен на северо-востоке России в Чукотском автономном округе. Бассейн вытянут в широтном направлении. Река Анадырь берёт начало на Анадырском плоскогорье из горного озера и впадает в Анадарский залив Берингова моря. Длина реки — 1150 км, площадь водосбора — 191 тыс. км^2 . На западе и юго-западе бассейн ограничен Омолоно-Яблонским вулканическим нагорьем и хребтом Гыдан. В нижней части бассейна река протекает по Анадырской равнине. Горная часть занимает практически две трети площади водосбора. Основными притоками Анадыря являются реки: правобережные — Еропол (площадь водосбора — 12900 км^2) и Майн (38800 км^2), левобережные — Белая (47900 км^2), Тонюрер (18500 км^2).

Растительность бассейна представлена лиственничным мелколесьем в горно-предгорной зоне и лиственничным редколесьем на кочкарно-моховой и мохово-осоковой тундре. Климат в зоне бассейна — арктический. Для него характерны избыточное увлажнение, холодная зима с продолжительными ветрами и метелями, прохладное лето с дождями и туманами. Среднегодовая температура отрицательная — -12°C и ниже. Наиболее холодный месяц — январь с температурой воздуха -34°C ... -38°C . Наиболее тёплый месяц — июль с температурами $+10^\circ\text{C}$... $+15^\circ\text{C}$. В отдельные зимние дни температура воздуха может понижаться до -50°C ... -60°C , летом температура ежегодно достигает $+26^\circ\text{C}$... $+30^\circ\text{C}$. Средняя продолжительность безморозного периода достигает 50...70 дней.

Годовое количество атмосферных осадков изменяется от 150...180 мм в низменных районах до 450...500 мм в горных. Зимой выпадает 40% годовых

осадков. Наибольшее количество дождей выпадает летом, с июля по август. При этом за месяц выпадает до 40...50 мм осадков.

Снежный покров распределяется по территории бассейна неравномерно. В горных местностях высота снежного покрова может достигать 100...150 см, на наветренных склонах — лишь 10...20 см. Основной особенностью распределения снегозапасов является их увеличение с высотой местности. На высоте 200...300 м запас воды в снежном покрове составляет к концу зимы 70...100 мм, на высотах 800...1000 м — 180...250 мм.

Характерной особенностью бассейна является его расположение в зоне вечной мерзлоты, мощность которой изменяется по территории в пределах 200...350 м.

Рельеф бассейна хорошо расчленён. Он образует густую гидрографическую сеть. Заболоченность низкая, всего 8...10% территории бассейна. Озёрность также невелика — до 1 %. Наиболее крупные озёра — Красное (площадь зеркала — 458 км²), Пекульнейское (435 км²) и Эльгытхын (120 км²).

Устьевая часть Анадыря на протяжении 120 км подвержена приливно-отливным явлениям. Питание реки осуществляется за счёт таяния снегов (50...60%), дождей (20...30%) и налёдного питания (5...7%).

Каждую весну по Анадырю одной волной проходит половодье, начинающееся в конце мая. Максимум приходится на первую половину июня. Продолжительность половодья 40...60 дней. В летне-осенний период наблюдаются дождевые паводки, которые по величине не достигают максимума весеннего половодья. Межень устанавливается в августе — сентябре и продолжается до ледостава. Зимняя межень длится около 8 месяцев. Внутригодовое распределение стока Анадыря отличается существенной неравномерностью: в весенне-летний период проходит 85% годового стока, наиболее полноводным месяцем является июнь (40...60%, а порой до 70% годового стока).

Водообеспеченность территории бассейна изменяется от 8 л/с·км² в низовьях, до 12 л/с·км² в горной части. Среднегодовой модуль стока бассейна — 8,8 л/с·км².

Расход Амгуэмы — 1680 м³/с, сток — 53 км³ в год.

Химический состав поверхностных вод обусловлен природными факторами, наличием вечно-мёрзлых пород и контактами с атмосферными осадками. Начало оттаивания деятельного слоя мерзлоты в июле — начале августа, его величина составляет 30...40 см. Наибольшая мощность сезонно-талого слоя не превышает 50...60 см.

Во время весеннего половодья минерализация воды составляет 15...20 мг/л; во время летне-осенних паводков — 30...40 мг/л. В течение всего периода открытого русла рН речной воды составляет 6,0...6,6 содержания кремния не превышает 6...10, железа — 2 мг/л, от 2 О₂/л во время межени до 13...18 мг

O_2 /л во время весеннего половодья. Сброс загрязняющих веществ со сточными водами определяет антропогенную составляющую качества воды. Наиболее распространёнными загрязнителями являются нефтепродукты, взвешенные и легкоокисляемые вещества. В целом, качество воды рек бассейна хорошее, не требующее очистки ни для питьевых, ни для хозяйственных целей. Однако на участках рек вблизи населённых пунктов качество воды ухудшается в отдельные периоды до III класса.

В питании рек бассейна принимают участие подмерзлотные напорные воды и воды рыхлых отложений четвертичного периода, режим которых имеет неустойчивый характер. Среднегодовые модули подземного стока изменяются по бассейну от 0,2 л/с·км² в нижнем течении до 2 л/с·км² в верховьях. Объём естественных ресурсов подземных вод оценивается величиной 7,4 км³/год.

Основным водопользователем в бассейне Анадыря является речной транспорт. Протяженность судоходной части — 550 км, период навигации 110...120 сут.

В среднем водообеспеченность потребителей и пользователей в бассейне вполне достаточная: среднеголетний сток составляет 53 км³, сток 95%-ой обеспеченности — 34 км³ при водозаборе 0,0034 км³.

Наиболее распространённым видом стихийного бедствия в бассейне являются наводнения и ежегодные паводки. Наибольшие ущербы от затопления территорий и размыва берегов отмечаются в районе сёл Марково и Ваеги. Годовой забор свежей воды в бассейне Анадыря — 3,4 млн.м³, из них 3,1 млн.м³ забираемых из поверхностных водных источников, 0,3 млн.м³ — из подземных. На производственные нужды используется 80% воды, на хозяйственно-питьевые — 19,7%, на остальные — 0,3%.

Годовой объём сброса сточных вод в бассейне составляет 2,9 млн.м³, в том числе загрязнённых — 0,8 млн.м³ (28% от общего спроса), нормативно-чистых (без очистки) — 2,1 млн.м³ (72%).

Реки бассейна Амура

Амур входит в число десяти великих рек мира: он занимает девятое место по длине и десятое по площади бассейна. Среди рек России Амур занимает четвёртое место по длине, площади водосбора и водности, уступая лишь Енисею, Оби и Лене.

Общая площадь бассейна составляет 1855 тыс.км², в том числе в пределах Российской Федерации — 1003 тыс.км², Китая — 820 тыс.км², Монголии — 32 тыс.км².

Территория бассейна ограничена хребтами Становым, Яблоновым, Черского, Турингра-Джагды, Буреанским, Сихотэ-Аминьским, Большим Хинганом и Малым Хинганом. Наиболее крупными равнинами бассейна являются Зейско-

Буреинская, Сун-Ляо, Среднеамурская и Приханкайская. Территория бассейна характерен горно-таёжный ландшафт, равнины занимают лишь 25% его площади. Здесь преобладают хвойные леса, тайга и лесостепи. В целом леса занимают 70...80% территории бассейна.

Климат бассейна формируется под влиянием как океанических, так и континентальных факторов и наряду с чётко выраженными признаками континентального имеет и муссонный характер. Большую часть зимы бассейн занят восточной периферией азиатского антициклона, определяющего холодную солнечную и сухую погоду. Самый холодный месяц — январь, температура воздуха здесь может понижаться почти до -50°C ... 60°C в горных районах и до -43°C ... -45°C на равнинах. Холодный период длится 160...190 дней. Наиболее жаркий месяц — июль, а в низовьях — август, в отдельные летние дни температура может повышаться до $+35^{\circ}\text{C}$... $+40^{\circ}\text{C}$.

Основная масса атмосферных осадков выпадает в летний период в виде дождей — 60...70% годового количества, в северной части бассейна — 70...85%.

Мощность многолетнемерзлых пород в хребтах левобережья высотой более 1500 м превышает 300 м, уменьшаясь в горных образованиях, прилегающих к реке, до 50 м. Для равнин характерны лишь небольшие острова многомерзлых пород. На равнинах Нижнего Приамурья мерзлота отсутствует полностью.

Территория верхней части бассейна относится к сейсмоопасным районам, землетрясения достигают здесь 7 баллов.

Амур образуется от слияния рек Шилки и Аргуни, протекает преимущественно в широтном направлении с запада на восток и впадает в Амурский лиман Татарского пролива, формируя эстуарий длиной 48 км и шириной устьевой части 16 км. Длина собственно Амура — 2824 км, а от истока Аргуни — 4444 км. По гидрографической сети бассейна на протяжении 3400 км, в том числе непосредственно по Амуру на протяжении 1860 км, проходит государственная граница Российской Федерации с Китайской Народной Республикой.

Основными притоками Амура является реки: Зея (1242 км, площадь водосбора 233000 км²), Бурей (623 км, 70700 км²), Уссури (897 км, 193000 км²). По особенностям строения долину Амура подразделяют на три участка: Верхний Амур — от истока до устья реки Зеи протяжённостью около 900 км, характеризуется преимущественно горным рельефом; Средний Амур — от устья реки Зеи до устья реки Уссури, рельеф представлен горными и равнинными территориями; Нижний Амур — от устья Уссури до устья Амура, рельеф данной части бассейна горный со средне- и низконапорными участками и значительным числом межгорных впадин и равнин. В пределах бассейна расположено пять субъектов Российской Федерации: Читинская область (площадь в пределах бассейна 223100 км²), Амурская область (302000 км²), Еврейская автоном-

ная область (36000 км²), Хабаровский край (336900 км²), Приморский край (105000 км²).

В бассейне Амура хорошо развита речная сеть, её суммарная длина превышает 800 тыс.км. Питание рек бассейна включает в себя три основных типа: снеговое, дождевое и подземное. Основным источником являются жидкие осадки, которые выражают в тёплое время года. Дождевое питание рек составляет 60...85% общего объёма годового стока, на снеговое питание приходится 5...20%, на подземное — 10...20%. То, что дождевое питание является для Амурского бассейна преимущественным, объясняется характерными особенностями муссонного климата: резким преобладанием осадков тёплого периода (до 90% годовой суммы осадков) над осадками холодного периода и особенностями рельефа. В горных районах Зеи и Буреи второе место среди источников питания занимают снеговые воды. Роль подземного питания очень мала — 10%, что объясняется широким распространением многолетней мерзлоты. В низовьях Амура и Амгуни преобладание снегового питания над подземным связано с увеличением снегового покрова по сравнению с другими районами. Преобладание подземной составляющей над снеговой отмечено для рек Сихотэ — Алия и восточного склона Буреинского хребта.

По условиям водного режима реки Амурского бассейна относятся к рекам дальневосточного типа, для которых характерно преобладания дождевого типа, для которого главной фазой являются дождевые паводки, наблюдающиеся в тёплое время года. Именно на этот период приходится большая часть годового стока. В бассейнах Верхнего и Среднего Амура весеннее половодье длится от 20 до 30 дней в бассейнах Нижнего Амура и Уссури — 40...45 дней.

На подавляющем большинстве рек Амурского бассейна летняя межень не выражена, что объясняется частым выпадением дождевых осадков; на северных реках причина другая — оттаивание мёрзлого грунта и таяние наледей.

В зимнее время на всех реках Амурского бассейна наступает устойчивое меженное состояние. Многие малые, а местами и средние реки промерзают до дна и сток в них прекращается. Зимний режим на реках, как правило, наступает с ледостава. С ноября по апрель на непромерзающих реках наблюдается низкое стояние уровней и устойчивый низкий сток.

По величине среднего годового стока территорию бассейна Амур делят на пять зон:

- незначительного стока (годовой модуль менее 0,1 л/с·км²) расположена на юго-западе бассейнов Верхнего и Среднего Амура и охватывает районы засушливых степей;
- малого стока (годовой модуль от 0,1 до 4 л/с·км²) занимает территорию Верхнезейского и Верхнебуреинской равнин, Нижнезейский и Шикканский

районы бассейнов Верхнего и Среднего Амура, часть Западно-Приморской равнины и Приханкайской низменности в бассейне Уссури;

- умеренного стока (годовой модуль от 4,1 до 10 л/с·км²) включает западные территории Верхнего и Среднего Амура, горные участки ряда водосбросов рек Нерчей и Большой Ольдой, среднегорье и высокие равнины в бассейне р. Зеи, низкие части Нижнего Амура и пр.;

- повышенного стока (годовой модуль от 10,1 до 18 л/с·км²) охватывают высокогорные гольцы Даурского хребта, южные склоны Станового хребта, осевую часть хребтов Тукурanga — Джагды, Бурейский горно-таёжный район, горные части бассейна Нижнего Амура;

- высокого стока (годовой модуль выше 18 л/с·км²), включающую верховья Зеи, Селемджи, Буреи, высокие части Нижнего Амура и хребта Сихотэ-Аминь.

Среднемноголетний годовой модуль стока Амура составляет 6,1 л/с·км², что соответствует расходу воды в устье 11330 м³/с, или 357 км³/год.

Влияние основной притоков на формирование стока Амура различно. Доля Аргуни в общем годовом стоке Амура составляет 3%, Шилки — 4,8%, Зеи — 17%, Буреи — 7,8%, Уссури — 12,2%. Доля малых водотоков, протекающих по российской территории в сумме со всеми водотоками Монголии и Китая не превышает 32,5% в общем объёме годового стока.

На весенне-летний период (апрель — сентябрь) приходится 75...86% объёма годового стока. За осенне-зимний период (октябрь — март) проходит от 13,7 до 25,1% годового стока.

Химический состав поверхностных вод Амурского бассейна формируется под воздействием как природных, так и антропогенных факторов. Речные и природные воды, как правило, низко минерализованы и имеют низкий гидрокарбонатный кальциевый состав. Величина минерализации варьирует в широких пределах от 10 до 400 мг/л, наиболее высокая минерализация наблюдается в зимнюю межень, наименьшая — в половодье и во время летне-осенних паводков. По величине pH речные воды бассейна являются слабощелочными, наиболее высокие значения pH (5,8...6,0) наблюдаются во время весеннего половодья и паводков, максимальные (7,4...7,6) — в летнюю и зимнюю межень.

Наибольший вклад в загрязнение вод рек Амурского бассейна вносят органические вещества — сточные воды нефтеперерабатывающих заводов Хабаровска и Комсомольска. Метанол, лигнин и фенольные соединения сбрасываются с предприятий лесохимического и деревообрабатывающей промышленности и цветной металлургии в воде сбрасываются стока, содержащие повышенное количество меди, цинка, хрома, никеля и свинца. Серьёзными источниками загрязнения поверхностных вод бассейна являются хозяйственно-бытовые сточные воды урбанизированных и сельскохозяйственных территорий. Они содер-

жат в своём составе: шлаки, растворы солей, кислот, щелочей, биологические загрязнители — бактерии, возбудители инфекций и пр. Наибольшую антропогенную нагрузку Амур испытывает в районах крупных городов и промышленных узлов: Читы, Благовещенска, Хабаровска, Комсомольска-на-Амуре, Амурска, Николаевска-на-Амуре и пр.

В бассейне Амура (за исключением Читинской области) создано 32 водохранилищных гидроузла целевого использования и два гидроузла с водохранилищами комплексного использования (Зейский и Бурейский). Для водоснабжения используют водохранилища 12 гидроузлов, созданных в Приморском крае. Так же два водохранилища используются для тепловой энергетики. на орошение подаётся вода из 20 водохранилищ (Амурский край, Хабаровская область).

Самый крупный водохранилищный гидроузел — Зейский расположен в Амурской области. Его водохранилище имеет полный объём — 65,42 км³, форсированный 0 84,38 км³. Водосброс гидроузла рассчитан на пропуск 10000 м³/с. В водохранилище аккумулируется 45% всего стока р. Зеи.

Забор воды из природных водных объектов бассейна составляет примерно 950 млн.м³; при этом 55,4% забирается из поверхностных водных объектов. Доля подземного водоотбора составляет: в Читинской области — 74,4%, Амурской — 64%, в Еврейской автономной области — 90,5%, в Хабаровском и Приморском краях — менее 19%.

Структура использования свежей воды следующая: промышленность и теплоэнергетика — 51%, жилищно-коммунальное хозяйство — 29,6%, сельское хозяйство — 14,5%, остальные отрасли — менее 5%.

Объём сточных вод, сбрасываемых в бассейн Амура составляет 655,4 млн м³ или 69% от водозабора. Загрязнённые воды составляют 72,7% общего сброса. Мощность очистных сооружений в Амурском бассейне, за исключением Приморского края, соответствует или даже перекрывает потребности в очистке сточных вод. Однако одной из проблем водного хозяйства бассейна является то, что его очистные сооружения отличаются относительно низким техническим состоянием и устаревшими технологиями очистки.

Важнейшей водохозяйственной проблемой Амурского бассейна является борьба с наводнениями. Паводки 1% обеспеченности в целом по бассейну затапливают 2,7 млн.га земель, пригодных к использованию. Паводки 10%-й обеспеченности — 1,9 млн.га, из них 1,5 млн.га приходится на сельскохозяйственные угодья и 5,5 тыс.га — на города и населённые пункты. Общее количество городов и населённых пунктов, попадающих в зону затопления в бассейне Амура составляет 60, в том числе: в Читинской и Амурской областях по 17, в Хабаровском крае — 18 и в Приморском крае — 5.

Среднегодовой ущерб, наносимый наводнениями, достигает 110,01 млн. руб. (в ценах 1990 г.), в том числе: в Читинской области — 3,4 млн.руб., Амурской — 23 млн.руб., в Хабаровском крае — 57 млн.руб., Приморском — 26,5 млн.руб.

Одним из наиболее эффективных путей с вредными последствиями паводков является строительство гидроузлов с водохранилищами многолетнего регулирования. Однако, учитывая долговременный характер создания таких гидроузлов, реально осуществимым средством защиты от наводнений на ближайшее время может стать строительство противопаводковых дамб и польдеров, берегоукрепительных и русловыправительных сооружений. Учитывая, что повторяемость больших и катастрофических паводков составляет в среднем 1 раз в 3 года, защитные сооружения необходимо возводить, как правило, в расчёте на 1%-ю обеспеченность.

Другой проблемой водного хозяйства Амура является размыв берегов рек и русловые перемещения, усиливаемые землечерпательными работами и регулированием стока. Русловые деформации (общий размыв) в период прохождения паводков на Амуре достигают 10 м в год и угрожают существованию отдельных населённых пунктов.

При этом на пограничных с Китаем участках граница в ряде мест смещается в сторону российской территории. Причиной этого, помимо естественного размыва, является возведение китайской стороной берегоукрепительных, руслорегулировочных сооружений и дамб, а также землечерпательные работы по устройству судоходных прорезей.

Протяжённость береговой линии рек, нуждающейся в первоочередном укреплении, по предварительным оценкам составляет: в Читинской области — 0,75 км, Амурской — 10,5 км, в Еврейской автономной области — 4 км, в Хабаровском крае — 10,6 км.

Помимо этого в бассейне существуют и транзграничные проблемы, вызванные географическим его положением. На площади в 1855,6 тыс.км² расположены три государства: Российская Федерация (1002,8 тыс.км²), Китайская Народная Республика (820,5 тыс.км²), Монгольская Народная Республика (32 тыс км²). На российской территории бассейна проживает 403 млн.чел., на китайской территории — 50...70 млн.чел., а в бассейне р. Сунгари — 45...60 млн.чел. Правительство Китая в ближайшей перспективе планирует расселение в Амурском бассейне ещё 100 млн.чел. Все негативные последствия хозяйственной деятельности Китая отражаются на Нижнем Амуре, протекающем по российской территории. Стремительные темпы заселения бассейна не исключают возникновения кризисных ситуаций в экосистеме Амура в результате чего возможен значительный экономический ущерб российской стороне.

Основные воздействия китайской стороны на водную систему Амура проявляются в следующем:

- сбросе загрязняющих веществ, поступающих в Амур преимущественно в виде концентрированного потока рек Сунгари и Уссури;
- строительстве в Китае противопаводковых сооружений (510 км) на берегах Амура и Уссури, которые вызовут перемещение форватера к российским берегам, усиление размыва последних.

Малые реки России

Малым рекам принадлежит особое место в структуре водохозяйственного комплекса России. Они представляют собой многочисленный класс относительно небольших постоянных водотоков, экологическое состояние которых определяется местными условиями формирования стока. Неординарность малых рек в значительной мере обусловлена их положением в структуре бассейновой организации территории. Они занимают промежуточное положение между временными и постоянными водотоками в овражно-балочной сети и средними реками. Они имеют постоянный сток, характеризующий природное соотношение между составляющими водного, солевого, ионного баланса веществ, баланса речных наносов, биологических субстанций, а также теплового баланса.

Малые реки отличаются от временных водотоков не только наличием постоянного стока, но и их относительно меньшим числом. Так, например, густота речной сети составляет не более 40% общей густоты овражно-балочно-долинной сети. Ручьи (водотоки с длиной менее 10 км) формируют при этом 94,9%, а малые реки (водотоки с длиной от 10 до 100 и даже 200 км) — 4,95% численности всех элементов речной сети России. Интересно отметить, что на долю средних и крупных рек приходится всего 0,15% количества этих элементов.

К некоторому сожалению понятие «малая река» имеет много толкований. Как правило. Последние бывают связаны со значениями их длины и площади водосбора. Часто к малым рекам относят водотоки длиной 10...200 км, с площадью водосбора меньшей 2000 км². Н.И.Алексеевский считает, что более правильным выделить малые реки по характеристике их водоносности, то есть по среднему многолетнему расходу, предельному для них. В качестве такого расхода чаще всего рассматривается $Q = 20 \text{ м}^3/\text{с}$.

Весьма разнообразны ресурсы малых рек. Н.И.Алексеевский условно делит их на территориальные и долинно-русловые. Первые, как правило, бывают связаны с природными ресурсами водосборного бассейна, вторые включают в себя водные, транспортные, сырьевые, энергетические, рекреационные и биологические ресурсы.

Вся земная поверхность покрыта густой сетью бассейнов малых рек. Именно они обеспечивают возможность существования компонентов природных ландшафтов, обнаруживающих известную упорядоченность расположения и изменчивость состояний в связи с наличием структуры русловой сети. Освоение ресурсов пространства малых рек неизбежно сопровождается появлением селитебных и урбанизированных территорий. по образному выражению В.Л.Бабурина, «малые реки — это каркас цивилизации. Они служили и остаются основными осями расселения в центральных регионах России, районах Европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока».

Начало освоения территориальных ресурсов малых рек исторически связано с вырубкой лесов для последующего сельскохозяйственного использования земельных ресурсов. Сведение лесов сопровождалось изменением стока воды, так как средний его слой достигает максимума в первые 5 лет после вырубки, когда резко снижается испарение. При ежегодной вырубке 25% леса сток возрастает в 1,5 раза. В дальнейшем, при простом восстановлении леса, сток снижается и через 40...60 лет достигает минимума. Примерно через 80...100 лет сток постепенно приближается к региональной норме. В различных регионах страны этот механизм изменения стока имеет специфические особенности.

Большое влияние на сток малых рек оказывает сельскохозяйственное использование земель. В частности мелиорация земель (осушение) приводит к изменению стока за счёт сработки запасов подземных вод и изменение испарения. Последнее прослеживается в первые 3...5 лет после проведения мелиоративных работ.

Заболоченные территории и болота являются источниками физического и биогенного загрязнения малых рек. Физические аспекты изменения состояния малых рек в результате осушительных мелиораций связаны с повышенным выносом в водотоки продуктов смыва с ранее заболоченных территорий. Вместе с тем осушение сопровождается снижением биогенной нагрузки на водные объекты, так как при этом снижается вынос азота и фосфора.

В районах добычи углеводородов поверхность бассейнов малых рек характеризуется повышенной концентрацией в почве нефтепродуктов. Следствием этого является повышенная эмиссия последних с водосброса в русловую сеть территории. Как правило, малые реки нефтедобывающих регионов испытывают наиболее мощное нефтяное загрязнение.

Одним из широко распространённых видов использования территориальных ресурсов малых рек является урбанизация их речного бассейна. В центре европейской части России и на Урале уже урбанизировано 3...4% общей площади бассейнов малых рек. Процесс урбанизации сопровождается мощным и пока слабо изученным изменением состава стока. Для того, чтобы обеспечить жизнедеятельность населения, эффективное функционирование хозяйственно-

го комплекса активно используется водозабор из поверхностных и подземных источников; в зоны расположения городов и посёлков привлекаются внешние водные ресурсы. При этом в весьма широком диапазоне трансформируются безвозвратные потери стока. В отдельных регионах страны они достигают 15...35% нормы стока (расхода, забираемого из малой реки). Однако влияние урбанизации нельзя считать однозначным. В ряде случаев наращивание площади урбанизированной территории сопровождается линейным увеличением среднего годового стока (В.Е.Водогрещкий). Причины этого кроются в расширении использования подземного стока, практически не связанного с поверхностным, и последующего его сброса в малые реки. В Верхневолжском регионе урбанизация территории привела к увеличению стока воды на 1...2%.

Сложные изменения в процессе урбанизации территорий речных бассейнов претерпевает сток взвешенных наносов. На начальных этапах строительства городов или их отдельных районов проведение интенсивных вскрышных работ усиливает интенсивность поверхностной эрозии и вынос в реки литогенного материала с территории строительства, дорог, отвалов и пр. В дальнейшем, после проведения рекультивации и восстановления противоэрозионных свойств почвенного покрова, увеличение площадей территорий с твёрдыми покрытиями, сток содержащей взвеси, с урбанизированных территорий заметно сокращается (Н.И.Алексеевский, Р.С.Чалов).

Наиболее сильное негативное влияние урбанизация оказывает на химический сток малых рек. В нём в повышенном количестве бывают представлены ионы натрия, хлора, кальция, тяжёлых металлов, нефтеугводороды и пр. В совокупности с другими источниками физического, химического и биологического загрязнения малых рек ливневые, талые и поливочные воды приводят к резкому снижению качества воды на городских участках малых рек.

Необходимость вовлечения долинно-русловых ресурсов малых рек в среду материального производства и жизнедеятельности населения вызвана большой территориальной неравномерностью, степенью освоенности различных регионов России, различной плотностью населения, неинвариантностью тенденций экономического развития регионов. Использование долинно-русловых ресурсов происходит экстенсивно, а задачи сохранения экологической безопасности в бассейнах малых рек учитываются лишь в редких случаях. Это обусловлено представлением о несущественности водных ресурсов малых рек, занижением их роль в формировании аналогичных ресурсов более крупных водных объектов.

На самом же деле, малые реки являются важнейшим фактором изменения водности средних и крупных рек, поставляя до 50%, а в ряде регионов свыше 50% стока в замыкающие створы крупных речных систем. Водные ресурсы малых рек пространственно распределены неравномерно. В основном они

сосредоточены в гумидных и в меньшей степени в аридных районах России. В большинстве регионов, а особенно в аридной зоне, местные водные ресурсы широкого используются для различных целей: питьевого водоснабжения, орошения, водообеспечения промышленности, коммунально-бытовых нужд. В средней и нижней частях Волжского бассейна, например, используется 75...80% водных ресурсов малых рек, что в большинстве случаев ведёт к их истощению.

Весьма часто малые реки используются в качестве объектов водоотведения, то есть в них сбрасываются коммунально-бытовые, промышленные, сельскохозяйственные сточные воды различной степени очистки. Особенно мощная нагрузка на реки имеет место на урбанизированных территориях, в зонах концентрации промышленного и сельскохозяйственного производства. Здесь концентрируются все предпосылки изменения всех компонентов стока и качества воды. Весьма часты случаи, когда последнее достигает такого состояния, что использование потенциальных ресурсов малых водотоков становится просто невозможным. Реки превращаются в элементы коллекторно-дренажной сети, представляющей существенную опасность, особенно в санитарном отношении, для населения.

Равным образом неравномерно распределены по территории России гидроэнергетические ресурсы малых рек. Потенциальная удельная мощность малых рек максимальна на северном склоне Кавказа, в Забайкалье, на Лено-Енисейском междуречье, в Алтае, на Камчатке и Чукотке и пр. Минимальна она в европейской части России и Западной Сибири. Большое число объектов малой гидроэнергетики было создано в 40-е ...50-е годы, когда в строй было введено более 7000 малых ГЭС общей мощностью 1500 МВт. Дальнейшее развитие строительства лишь относительно крупных ГЭС привело к постепенному снижению роли малой энергетики. К 1962 г. в России сохранилось лишь 2665 малых ГЭС, из которых к настоящему времени работают лишь 10%. Однако у малой энергетики есть вполне очевидные перспективы, обусловленные невозможностью или неэкономичностью создания крупных ГЭС в ряде регионов страны, появлением новых технологий выработки электрической энергии и, главное, введением экологических ограничений на использование гидроэнергетических ресурсов. На малых реках негативные последствия использования последних выражены в существенно меньшей степени, чем на крупных. Небольшие площади подтоплений. Малые амплитуды колебаний уровней и пр. снижают остроту отмеченных последствий. Однако это не значит, что строительство малых ГЭС и создание небольших водохранилищ для них не требует определённых капитальных вложений в обеспечении гидроэкологической безопасности водных объектов и прилегающих к ним территорий.

Издавно малые реки широко используются для решения водно-транспортных проблем. Такое их освоение сохранилось до сегодняшних дней. Перевозка небольших грузов, транспортное сообщение между внутренними районами северных территорий России осуществляется в основном по малым рекам. Такое их использование сопровождается повышением интенсивности разрушения берегов, увеличением мутности речных вод вследствие движения судов и возникновения судовых волн. Помимо этого в зону заплеска попадают мальки и икра, что негативно сказывается на состоянии водных экосистем. Движение маломерных судов вызывает нефтяное загрязнение речной воды. Известно, например, что подвесные лодочные моторы мощностью 12 л.с. за 1 час работы поставляют в реки 38 ч, а мощностью 25 л.с. — 140 ч нефтепродуктов. Одновременно в воздушную среду поступает 10...60 м³/ч выхлопных газов.

В отдельных регионах России малые реки широко используются для сплава леса. Территориально зона потенциального лесосплава совпадает с районами лесозаготовок. В последние годы этот вид природопользования несколько сократился. Однако и в настоящее время 90% всей древесины, заготавливаемой в России, транспортируется по воде. Для этого используется больше 2000 рек. В связи с тем, что при молевом сплаве потери леса достигают 30%, на дне многих малых рек лесной зоны остаётся затонувшая древесина, разложение которой вызывает загрязнение водотоков, связанное с появлением зон с дефицитом растворённого в воде кислорода. В итоге качество воды резко падает, а состояние водной экосистемы стагнирует.

Распространённым методом использования сырьевых ресурсов малых рек является добыча полезных ископаемых и нерудных материалов для строительного комплекса из речных отложений. Наиболее интенсивно такая форма использования ресурсов малых рек развита в Уральском регионе, Восточной Сибири, Забайкалье и на Дальнем Востоке. При добыче из наносимых отложений золота масштабно изменяется мутность речной воды, что сопровождается исчезновением многих видов иктיוфауны. Добыча золота сопровождается также изменением всего природного комплекса речной долины. Образовавшиеся в результате такой деятельности техногенные ландшафты требуют затем проведения объёмных рекультивационных мероприятий.

Добыча из русел малых рек нерудных строительных материалов является далеко не безобидным явлением, поскольку она нарушает естественные условия продольной сбалансированности транспорта речных наносов. Выше и в основном ниже русловых карьеров происходит восстановление ёмкости изменённого последними потока литогенного материала, сопровождающееся потенциально опасным для инженерных объектов в руслах и на берегах понижением отметок продольного профиля дна, устойчивости береговых склонов, а также нарушением условий существования бентосных организмов речных

экосистем и пр. Главным ограничением ежегодных объёмов извлечения нерудных строительных материалов из русел малых рек можно считать их равенство стоку влекомых наносов. Наличие некоторых других ограничений показывает, что этот вид природопользования в руслах многих малых рек следует максимально лимитировать.

Как известно, биотические ресурсы малых рек делятся на две основные группы — растительные и фаунистические. Для нашего хозяйственного комплекса территорий главное значение имеют фаунистические ресурсы. Ещё совсем недавно эти ресурсы покрывали, в частности, потребности местного населения в рыбе. Постепенное истощение малых рек и снижение качества речных вод, нерациональное использование фаунистических ресурсов заметно снизило их значимость. Промысловое значение сохранили лишь малые реки в северных регионах Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и Камчатке. Основная же часть малых рек относится к объектам, рыбные ресурсы которых достаточны для любительского лова.

К числу наиболее востребованных местным населением, проживающим на берегах и в бассейнах малых рек, относятся их рекреационные ресурсы. Последние довольно резко рассматриваются в качестве важного признака качества среды обитания человека, хотя наличие рекреационного тяготения населения к малым рекам не требует особых доказательств. Мера использования их рекреационных ресурсов находится в большой зависимости от плотности населения в конкретном регионе России, степени транспортной доступности водных объектов, а также от природных факторов, определяющих зональные возможности удовлетворения разнонаправленных запросов населения к этим ресурсам. Малые реки обладают определённой устойчивостью к рекреационным нагрузкам. Она нарушается, если плотность купающихся на 1 га акватории с глубинами до 1,5 м превышает 1000...2000 чел., плотность катающихся на вёсельных и моторных лодках — соответственно больше 2,5 и 0,5...1 чел/га, плотность расположения любителей ловли рыбы с лодки превышает 10...20 чел/га, а с берега — 1 чел./км берега.

Процессы хозяйственного освоения ресурсов малых рек распространились сегодня на большую часть речных бассейнов. Резко увеличились площади сельскохозяйственных угодий и интенсивность эрозионных процессов на водосборах. За 300 лет с территории центра европейской части России в русловую сеть вынесено до 100 млн.т. минеральных частиц, что явно превышало транспортирующую способность водных потоков. У подножий холмов, на поймах и в руслах рек отложилось около 90% продуктов слива.

Химическое загрязнение дополняет насыщение природных вод продуктами ускоренной эрозии. В последние десятилетия существенно возросло поступление в малые реки отходов животноводства и коммунально-бытовых сточных

вод с урбанизированных территорий. Развитие металлургической, обрабатывающей, химической, текстильной промышленности стало дополнительным источником токсичных сточных вод и сопровождалось резким снижением качества воды. В отдельные малые реки в чрезмерных объёмах сбрасываются подогретые воды. Ухудшение качества воды, связанные с антропогенным увеличением потока веществ в речной сети, происходило на фоне количественного уменьшения водных ресурсов, вследствие развития орошаемого земледелия и безвозвратных потерь воды в процессе материального производства.

Антропогенное воздействие на малые реки настолько возросло, что превратилось в основной фактор вариации стока и качества воды. Это не могло не отразиться на состоянии водных экосистем. Многие из них, особенно на городских участках малых рек, полностью реализовали потенциал возможного приспособления к изменениям внешних факторов и деградировали в отношении региональных норм биоразнообразия и биопродуктивности. Наличие в воде опасных видов химического загрязнения, болезнетворных бактерий существенно ограничило питьевое и технологическое использование ресурсов малых рек.

Сложившаяся ситуация способствовала появлению и развитию природоохранных идей, сутью которых являлась оптимизация совместного существования населения, хозяйства и природной среды или рационализация природопользования. Практическим выходом стала разработка многочисленных схем комплексного использования и охраны малых рек. В итоге этого произошёл переход от активно потребительского к пассивно экологическому взгляду на ресурсы малых водотоков и методы их использования. Общество частично осознало необходимость сохранения квазибезопасной среды обитания. Строительство очистных сооружений, оснащение промышленных объектов средствами улавливания и очистки выбросов в атмосферу, внедрение безотходных и ресурсосберегающих технологий — вот конкретные признаки этого процесса. Состояние малых рек, особенно на урбанизированных территориях, продолжало тем не менее ухудшаться, поскольку увеличение сбросов в реки загрязняющих веществ превышало эффект внедрения средств защиты водных объектов от загрязнения, засорения и истощения.

Более полное представление об экологическом состоянии рек европейской части России даёт оценка, в которой учтена не только физическое, химическое загрязнение водотоков, но и состояние водосборов. В соответствии с этой оценкой существует определённая зональность в увеличении с севера на юг степени экологической напряжённости в территориально-аквальных комплексах малых рек. Нарушение этой закономерности наблюдается только в предгорных и горных районах.

Районы Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока также неоднородны в отношении деградации малых рек. В наиболее сложном положении находятся водотоки в промышленных регионах Урала, сельскохозяйственного юга Сибири, Алтая. Многие водные объекты в междуречье Витима и Олекмы, в Забайкалье, в золотодобывающих районах севера Якутии, в бассейне Колымы, отличаются высокой степенью антропогенного преобразования элементов внутри долинного рельефа и характеристик стока.

Ухудшение экологического состояния малых рек привело к осознанию необходимости регламентации антропогенных воздействий на основе соизмерения нагрузок с экологическими требованиями.

Решая проблему допустимого водоотбора из малой реки, в качестве основного условия поддержания её экологического равновесия и предотвращения истощения следует принимать принцип сохранения в водотоке расхода, обеспечивающего воспроизводство биологических ресурсов и обуславливающего удовлетворительное санитарно-биологическое состояние и самоочищение реки. Критерием допустимых объёмов изъятия воды из водных объектов является величина ненарушаемого стока. Под последним, как правило, понимают часть стока, которую необходимо оставлять в водных источниках для необходимого функционирования экосистемы реки и водосбора при различных видах водохозяйственной деятельности. Допустимый отбор стока назначается с учётом возможности самопромыва русла в паводок от заилений, накапливающихся в меженьный период. Кроме того ненарушаемый сток должен быть таким, чтобы обеспечивались нормативные условия функционирования гидробионтов, а также рыбохозяйственные аспекты режима водотока.

Малые реки в значительной степени выполняют функции регулятора водного режима ландшафтов, поддерживая равновесие и перераспределение влаги. Они определяют гидрологическую и гидрохимическую специфику средних и крупных рек. Они тесно связаны с ландшафтом бассейна, что и обуславливает их уязвимость не только при чрезмерном использовании водных ресурсов, но и при освоении водосбора.

В России свыше 2,5 млн. малых рек. Они формируют около половины суммарного объёма речного стока, в их бассейнах проживают около половины городского и почти 90% сельского населения страны. К числу наиболее освоенных в настоящее время принадлежат малые реки в бассейнах Урала, Волги, центральной и южной части Дона.

Неоспоримо влияние на малые реки хозяйственной деятельности человека. Первые проявления этой деятельности произошли в XVIII столетии, во время сельскохозяйственного и промышленного освоения территории России.

В последние 40...50 лет, в период интенсивного техногенеза, связанного с научно-технической революцией в промышленности и сельском хозяйстве,

положение резко изменилось, были созданы почти все наиболее значительные водохранилищные гидроузлы, резко возросло промышленное и хозяйственно-бытовое водопотребление и водоотведение, начали осуществляться гидротехнические, агротехнические и химические мелиорации земель.

Всё это в совокупности повлияло на трансформацию режима, водного и химического баланса малых рек в отдельных регионах и в целом всей территории России.

Хозяйственная деятельность человека резко интенсифицировала природные процессы и малые реки стали преждевременно вступать в завершающую стадию своего развития — фазу старения.

В результате снижения водности и заиления русел малых рек они стали интенсивно зарастать и забалчиваться, исчезать как элементы ландшафта.

Человек влияет на малые реки различными способами и с различной интенсивностью. Прямым его воздействием является изъятие стока для различных целей. Косвенное воздействие проявляется через изменение водно-физических свойств почв, теплового и водного баланса, во взаимосвязях поверхностного и подземного стока. Прямое воздействие вызывает изменение водных ресурсов по длине реки, косвенное — меняет условие формирования стока на водосборе и ведёт к медленным изменениям величины стока.

Бассейн озера Байкал

Байкал — одно из самых уникальных озёр нашей планеты. Свойства находящейся в его чаше воды исключительны. В его фауне представлены почти все животные, обитающие в пресных водоёмах, по их количеству Байкал намного превосходит все континентальные водоёмы и такие моря, как Азовское, Белое и Балтийское.

Своеобразна и природа Байкала. В течении года здесь бывает больше солнечных дней, чем на черноморских курортах. А ведь Байкал располагается в центре Сибири, где среднегодовая температура воздуха равна $-1,4^{\circ}\text{C}$, где преобладают территории вечной мерзлоты и живут олени — обитатели Арктики.

Географически Байкал расположен почти в центре Азии. Его длина равна 636 км, а наибольшая ширина 79,5 км. Длина береговой линии — более 2000 км, площадь акватории 31500 км². На озере находится 22 острова, площадь самого большого из них — о. Ольхон — превышает 700 км².

Площадь водосборного бассейна Байкала составляет 540034 км², в том числе к территории России относится 258134 км² (48%). Основная часть водосборного бассейна представлена бассейном реки Селинги (447060 км²): в пределах России — 148060 км², в пределах Монгольской Народной Республики — 299000 км².

По площади своей акватории Байкал занимает восьмое место в мире, но по глубине ему нет равных на Земле. Максимальная глубина (1637 м) приурочена к средней котловине озера — к югу от мыса Ижмей (о.Ольхон). В южной котловине она достигает 1423 м, а в северной — 890 м.

Огромная глубина — не последняя уникальная особенность Байкала; в нём сосредоточен колоссальный объём пресной воды — 23 тыс.км³, что превышает суммарный объём пяти Великий американских озёр и уступает только солёным водам Каспия. В чаше Байкала заключено около 20% мировых и более 85% российских запасов пресных поверхностных вод уникального качества и чистоты.

Водосборный бассейн Байкала имеет чрезвычайно хорошо развитую речную сеть. По его территории протекает 31359 рек общей протяжённостью 116417 км. Из них длину до 10 км имеют 29224 реки, более 10 км — 2135 рек. Непосредственно в Байкал впадает 491 река, самой крупной из них является Селенга (60% общей площади водосбора). Другими значительными реками, несущими свои воды в Байкал, являются Верхняя Ангара, Баргузин и Турка.

По характеру водного режима реки бассейна Байкала относятся к типу водотоков с половодьями и паводками. Основная часть их стока проходит в тёплое время года. В осенне-зимний период сток весьма незначителен, составляет всего 2...5% годового. Такой режим речной сети обусловлен своеобразием погодных процессов и весьма значительным распространением по территории бассейна вечной мерзлоты, которая препятствует накоплению в речных водосборах больших запасов подземных вод. В весенне-летний период климат бассейна характеризуется весьма активной циклонической деятельностью и интенсивными многодневными дождями, являющимися первопричиной прохождения частых паводков. Всё это приводит к тому, что летний водный режим рек бассейна отличается крайней неустойчивостью. Зимой особенно климата является продолжительная антициклональная погода с низкими температурами воздуха и незначительным количеством атмосферных осадков. Исключением является северная часть бассейна, где зимой выпадает относительно много осадков, особенно в её высокогорной зоне. На реках в это время устанавливается ледяной покров, а их питание осуществляется исключительно за счёт подземных вод. Многие малые и средние реки в этот период промерзают до дна.

В южных и юго-восточных районах бассейна Байкала основным источником питания рек являются дождевые осадки, а в северных районах — талые воды. Вообще питание подземными водами на малых и средних реках не превышает, как правило, 10...15%, а на больших реках — 15...20%. По источ-

никам питания реки байкальского бассейна разделены на четыре основных группы :

I — реки с резко выраженным преобладанием дождевого стока (70...80% от годового);

II — с преобладанием дождевого стока (доля талых вод составляет 20...30%, дождевых — 60...70%);

III — с примерно равным участием дождевых и талых вод (30...40%);

IV — с преобладанием стока талых вод (50...60%).

Для рек I и II групп характерным является весенне-летнее половодье.

В зависимости от условий питания, характера колебания водности и внутригодового распределения стока в пределах территории бассейна выделено четыре основных зоны, а по величине составляющих водного баланса в этих основных зонах выделено 7 гидрологических районов.

Лесные массивы бассейна Байкала представлены экосистемами высокогорий, среднегорий, низкогорий, котловин и равнин. Широкий набор подклассов свидетельствует о разнообразии природных условий территорий. Здесь распространены сосновые, лиственничные, кедровые, пихтовые, еловые и берёзовые леса.

Главное богатство Байкала — его водные ресурсы. От выпадающих в него рек Байкал получает в среднем 1975 м³/с воды. Помимо этого, есть приток подземных вод, осадки, конденсация водяных паров на поверхности озера.

Внутригодовое изменение акватории озёра в его естественном режиме составляет 82, а после зарегулирования — 94 см. Водный баланс Байкала хорошо уравновешен. Величина стока через Ангара составляет 60,39 км³.

Химический состав вод в реках бассейна Байкала формируется под влиянием слабовыщелачиваемых извержениях метаморфических пород архея и протерозоя. Лишь вода отдельных рек, протекающих в районах распространения осадочных карбонатных пород, относится к гидрокарбонатно-кальциевой.

Общее водопотребление в бассейне Байкала в последние годы возросло с 353 до 750,7 млн.м³/год, то есть более чем в 2 раза. Рост водопотребления в промышленности составил 3,44 раза, в хозяйственно-питьевом водоснабжении — 1,1 раза, в орошении — 1,08 раза. Одновременно с этим использование воды на цели сельскохозяйственного водоснабжения и прочие нужды сократилось соответственно на 26,6 и 7,8%. Основной объём водопотребления приходится на реку Селенгу (86% от общего по Байкалу).

На нужды отраслей промышленности расходуется 71,2% суммарного забора пресной воды, на хозяйственно-питьевые нужды — 12,6%, на орошение — 12,2%, сельскохозяйственное водоснабжение — 2,3%. Объём оборотного и повторно последовательного водоснабжения составляет 468,1 млн.м³.

Таблица 4.7

Характеристика гидрологических районов бассейна озера Байкал

Район	Тип водного режима	Ландшафтная характеристика	Площадь района, % от общей площади	Элементы водного баланса			Среднегодовые значения	
				осад- ки, мм	сток, мм	испа- рение	модуля тока, л/ с·км ²	Кэф- фици- ент стока
Ia Джидин- ский	Реки с резко вы- раженным преоблада- нием стока дождевых паводков	Горная тайга южно-сибирского типа, по долинам рек — степи	10,8	456	85,8	370	2,72	0,19
Iб Верхне- чихойский	««	Горная тайга южно-сибирского типа	13,2	459	193	263	6,21	0,43
IIa Хамар- Дабанский	Реки с пре- обладанием стока дожде- вых паводков	Горная тайга пре- имущественно южно-сибирского типа, по высоко- горьям — гольцы	10,6	553	316	237	10,6	0,57
IIб Хилокс- ко- Удинский	««	Горная тайга пре- имущественно южно-сибирского типа, по долинам рек — лесостепи и степи	27,4	400	53,6	346	1,7	0,13
IIIa Нижне- селинтин- ский	Реки с равным уча- стием стока половодья и дождевых паводков	Горная тайга байкальского типа, по высоког- орьям — гольцы	11,8	505	177	328	5,6	0,35
IIIб Баргузин- ский	Реки с равным уча- стием стока половодья и дождевых паводков	Высокогорье, горная тайга Северобайкаль- ского типа, в Баргузинской котловине — степи	12,7	539	297	242	9,4	0,55
IV Верхне- ангарский	Река с пре- обладанием стока весенне- летнего половодья	Высокого- рье, горная тайга, северо- байкальского типа	13,5	673	480	193	15,2	0,71

Около 80% всех сочных вод, сбрасываемых в бассейн оз. Байкал, приходится на бассейн р. Селенги. Общая мощность очистных сооружений в бассейне составляет 236,9 млн.м³ при объёме сточных вод, требующих очистки 216,3 млн м³. Со сточными водами в Байкал поступает значительное количество загрязняющих веществ. Все реки бассейна имеют III класс воды, то есть «умеренно загрязнённые».

После подъёма в 1959 г. уровня Байкала на 1,4 м оно служит водоёмом для гидроэлектростанции Иркутского гидроузла. Именно воды Байкала полностью определяют режим работы этой ГЭС и на 66% — работу ГЭС Братского и Усть-Илимского гидроузлов. Большие запасы гидроэнергии имеют реки северной части бассейна, однако здесь построены лишь две небольшие ГЭС в составах компоновок основных сооружений гидроузлов на реках Курумкан и Гремячий — правобережных притоков Бургузина.

Воднотранспортное сообщение на акватории озера осуществляется пассажирским и грузовым флотом, а также маломерными судами, находящимися в собственности граждан. В пределах Республики Бурятия судоходство осуществляется по: реке Селенге (длина судового хода 372 км, осадка судов 0,9...10, м); реке Чикой (204 м, 0,8 м); реке Верхней Ангаре (192 км, 0,8 м). В последние годы на Байкале отмечена тенденция снижения грузооборота крупными судами и увеличения численности маломерного флота.

Озеро Байкал играет большую роль в рыбном хозяйстве Сибири. В нём обитает 53 вида и подвида рыб, относящихся к 13 семействам. Все рыбы принадлежат к трём эколого-фаунистическим комплексам: сибирскому (14 видов и подвидов), сибиро-байкальскому (10 видов и подвидов) и байкальскому (29 видов). Из 53-х видов только лишь 15 относятся к числу промысловых: омуль, сиг, хариус, ленок, таймень, осётр, налим, окунь, щука, плотва, елец, язь, карась, желтокрылый и длиннокрылый бычки. Главная промысловая рыба Байкала — омуль. Второе место в байкальском рыбном промысле занимает соровая группа рыб — плотва, окунь, щука, елец, язь, карась.

Для производства икринок омуля и инкубации его икры на Байкале работают пять рыбобводных заводов.

Одной из основных водохозяйственных проблем Байкала является Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат (БЦБК), который ежедневно сбрасывает в озеро более 270 тыс.м³ сточных вод, прошедших через очистные сооружения. Ежегодно с этими сточными водами в водоём поступает более 18 тыс.т. хлоридов, или около 50% всего их количества, приносимого 336 притоков Байкала.

Экспериментальными и натурными исследованиями доказано, что промышленные сточные воды БЦБК, прошедшие через очистные сооружения этого комбината, после их разбавления в 50 и 100 раз сохраняют свои мутагенные

свойства, а после разбавления в 10000 раз вызывают изменения поведенческой реакции водных организмов и, следовательно, оказывают отрицательное влияние на их жизнедеятельность. Если принять за допустимую норму 10000-кратное разбавление даже уже очищенных сточных вод БЦБК, то на это потребуется свыше 180 км³/год кристально чистой байкальской воды.

Относительно большой вред Байкалу наносят сточные воды промышленных и коммунальных предприятий г. Улан-Удэ, объём сброса которых составляет 120 тыс.м³/сут. Очистка этих вод настолько плоха, что на основных нерестилищах омуля, располагающихся ниже города, количество икры, погибает от отравления этими сточными водами, составляет до 98,4%. Живая икра (1,6%) также подвержена воздействию вредных веществ и не может давать полноценного потомства.

Большое количество загрязнений сбрасывает в воду реки Селенги Селенгинский целлюлозно-картонный комбинат (СЦКК). Сточные воды этого комбината сбрасываются в наиболее продуктивное селенгинское мелководье. Интересным и весьма прискорбным является тот факт, что загрязнённые этими стоками Улан-Удэ и СЦКК воды Селенги прослеживаются в озере до 130 км к северо-востоку от её устья и до 20...25 км к северо-западу, достигая противоположного берега Байкала.

Огромен ущерб, наносимый озеру за счёт смыва в него продуктов водной и ветровой эрозии, почв и ядохимикатов, применяемых на сельскохозяйственных землях, расположенных на прилегающих к Байкалу территориях.

По озеру ежегодно сплавляется около 2 млн. м³ древесины. После её транспортировки по байкальским водам в них остаётся много органических веществ, вымываемых из коры. На окисление последних расходуется растворённый в воде кислород, который таким образом отнимается у внутриводных организмов.

БЦБК наносит вред экологии Байкала не только своими сточными водами, но и атмосферными загрязнениями. Его выбросы составляют 35 тыс.т/год или более 100 т/сут. В составе этих выбросов содержится более 19 т аэрозолей и до 3,5 т сернистого ангидрида. Ареал загрязнения охватывает до 2 тыс. км² акватории Байкала. Пылегазовые выбросы БЦБК распространяются вдоль берега озера на 150 км, попадая даже на территорию Байкальского заповедника, где от их действия отмечено усыхание пихтовых деревьев на площади 160 км².

Немалый вред экологии озера наносят загрязнения от судов, плавающих по его акватории. Его рост почти в пять раз, происшедший в последние десятилетия, ведёт и к росту объёмов загрязнений озёрных вод нефтепродуктами, особенно в районах портов и заправочных баз.

Перечисленные объекты загрязнения вод Байкала и его бассейна не исчерпывают списка источников антропогенного воздействия. Их много и далеко не

все они учтены. Для сохранения чистоты его вод и обеспечения нормального функционирования экосистемы Байкальского бассейна необходимо принять срочные меры по ликвидации последствий уже нанесённого ущерба.

Бассейн Азовского моря

Азовское море является конечным водоёмом Средиземноморской системы морей. Оно издавна славилось прежде всего своими рыбными богатствами. В середине 30-х годов прошлого века здесь вылавливалось почти 10 т рыбы с каждого квадратного километра акватории. Максимальный суммарный улов со всего моря составлял 304 тыс.т, однако и он был в 2,5 раза ниже потенциально возможного. Спустя немногим более полувека улов снизился до 8...35 тыс.т.

К настоящему времени море оказалось сильно загрязнённым, в нём существенно нарушены процессы воспроизводства популяций многих гидробионтов. В некоторых же районах моря обстановка оказалась настолько тяжёлой, что пришлось закрыть многие участки побережья, которые ранее активно использовались для рекреации, а вода основных природных источников стала малоприспособленной для питьевых целей. Равным образом ухудшилась и эпидемиологическая ситуация. Все отмеченные неблагоприятные изменения являются следствием антропогенной деятельности, которая осуществлялась без учёта основных закономерностей существования системы река — море.

Суммарные ресурсы пресных вод в бассейне Азовского моря формируются за счёт стока Дона, Кубани, малых степных рек северного и северо-восточного Приазовья и составляют в годы 75,50 и 25%-й обеспеченности по водности соответственно 30,1, 41,1 и 49 км³. Нормой естественного стока речных вод в Азовское море принято считать величину 43 км³/год.

Основная часть стока пресных вод поступает из реки Дон, имеющей площадь водосбора 422 тыс.км². Второй рекой бассейна является Кубань с площадью водосбора 57,9 тыс.км². Суммарная площадь водосборов остальных 20 малых рек составляет 89 тыс.км². В их число входят следующие реки: Молочная, Обиточная, Береда, Кальмиус с Кальчиком, Миус, Кагальник, Чубурка, Ея, Челбас и Бейсуг.

Освоение целинных земель, начатое в бассейне Азовского моря в 30-е годы прошлого века, привело к преобразованию стока в регионе. На этот процесс наложились последствия широкомасштабного внедрения глубокой вспашки земель, так как следствием этого стало уменьшение стока рек на 10%. Затем произошли существенные изменения в режимах управления стоками. В первую очередь это выразилось в строительстве каскада гидроузлов на реке Маныч, созданного для решения транспортных проблем в регионе. Затем, в

1952 г. на Нижнем Дону был построен Цимлянский гидроузел с водохранилищем, имевшим объём $23,9 \text{ км}^3$. Этот гидроузел коренным образом изменил внутригодовой режим стока Нижнего Дона, так как доля весеннего (март-май) половодья в общем годовом стоке после зарегулирования Дона сократилась с 70 до 37%.

Все эти изменения радикально сказались на процессе трансформации режима затопления поймы Нижнего Дона и, соответственно, на переформировании условий размножения полупроходных (судак, лещ и др.) и проходных (осетровые, некоторые карповые) рыб. Низкая повторяемость обводнения поймы повлекла за собой изменение её облика, отмирание гидрографической сети и луговой растительности, хозяйственное преобразование. К началу 80-х годов двадцатого века на участке ниже Северского Донца распаханые земли занимали более 10% площади поймы. Значительному сокращению нерестово-выростного фонда способствовало также обвалование значительных площадей поймы при дорожном и дачном строительстве. В итоге, к настоящему времени на участке от устья Северского Донца до Таганрогского залива из нерестового фонда исключено почти 40% площади, а рыбопродуктивность пойменных нерестилищ уменьшилась в 3...10 раз.

Коренным образом оказался перестроен после ввода в эксплуатацию Цимлянского гидроузла как водный, так и температурный режимы Нижнего Дона и прилегающей у его устья акватории Азовского моря.

На протяжении довольно длительного периода времени водохозяйственное строительство на Кубани также осуществлялось исключительно в целях развития орошения и обводнения земель Краснодарского и Ставропольского краёв, а также в целях борьбы с наводнениями, особенно в верхнем и нижнем течении реки. Сток Кубани был зарегулирован 14-ю водохранилищами, имевшими суммарный объём $5,62 \text{ км}^3$. Кроме того была осуществлена переброска части стока Кубани в Ставропольский край (около $3 \text{ км}^3/\text{год}$) для орошения земель. Эти действия существенным образом преобразовали режим Кубани, безвозвратное изъятие её стока достигло $8 \text{ км}^3/\text{год}$, то есть более 60% стока среднего по водности года.

Отмеченные изменения стока Кубани привели к сокращению площадей лиманных нерестилищ полупроходных рыб (с 2000 до 590 км^2), обмелению и уменьшению проточности лиманов, повышению минерализации воды и содержанию в ней пестицидов, усилению евтрофирования и степени зарастания лиманов макрофитами и, как следствие, к снижению эффективности естественного и искусственного водопроизводства полупроходных рыб в Азово-Кубанском районе.

В итоге всех перечисленных изменений режима стока и отбора воды из рек бассейна экосистема Азовского моря в последние 35 лет функционирует

в преимущественно средне- и маловодных условиях, а в весенний период в исключительно маловодных. Известно, что экологически допустимое безвозвратное по отношению к морю изъятие стока составляет 12...15% от средне-многолетней величины, а сокращение стока в море более чем на 25% приводит к фатальному изменению эволюционно сложившейся экосистемы. Принятая в настоящее время концепция использования водных ресурсов бассейна Азовского моря ведёт к деградации экосистемы и должна быть заменена другой, предусматривающей снижение водопотребление и изыскание резервов для возвращения воды в реки и в море.

Площадь Азовского моря составляет 38,7 тыс.км², наибольшая глубина 14, средняя 8,5 м, объём 320 км³, среднегодовая температура воды 11,5°C. Рельеф морского дна однообразный, с незначительными уклонами. К морю примыкают лиманы (приморские водоёмы) и обширные приазовские плавни, образующиеся в нижних течениях и дельтах впадающих в море рек. Они играют большую роль в биологии моря как водоёмы со специфическим режимом и населением, а также как места размножения многих видов рыб.

В течении нескольких последних десятилетий Азовское море было подвержено интенсивному нефтяному загрязнению, ежегодно в море с речным стоком поступает около 5 тыс.т нефтепродуктов, а со сточными водами из прибрежных районов — ещё около 0,5 тыс.т. Загрязнение о судоходства оценивается ещё в 7 тыс.т. Примерно такое же загрязнение вносит маломерный флот.

Суммарное количество нефтепродуктов, поступающих в Азовское море из различных источников оценивается величиной порядка 25...30 тыс.т/год. Углеводороды обнаружены в донных отложениях Азовского моря, где их количество значительно превышает содержание последних в водной толще.

Сельскохозяйственные предприятия, расположенные в бассейне, применяют 140 наименований пестицидов в количестве от 16 до 28 тыс.т ежегодно. Более 100 наименований пестицидов используется в сельском хозяйстве Краснодарского края. Достаточно надёжную оценку величины поступления пестицидов в Азовское море дать трудно, прежде всего потому, что наблюдения проводятся лишь за небольшой частью применяемых соединений. Следует лишь отметить, что пестицидное загрязнение Азовского моря особенно опасно для бентофауны, рыб-бентофанов и потребляющих их хищников.

Флора и фауна Азовского моря имеют сложный генезис и включает представителей различных комплексов. Основным продуцентом является фитопланктон, включающий в себя представителей трёх комплексов — пресноводного, солоновато-водного и морского.

За двадцать лет биотой Азовского моря было синтезировано от 7 до 26 млн.т органической массы, что значительно меньше, чем продуцировалось в период естественного стока рек (34 млн.т). В целом для Азовского моря характерно преобладанием процессов продукции над деструкцией, поэтому 17...30% органического вещества осаждается в донных отложениях.

Фитобенты менее значим в биологии Азовского моря, чем фитопланктон. Флора донных водорослей и цветковых растений образуется 60 видами. Общая масса фитобентоса примерно в 100 раз меньше продукции фитопланктона.

Сейчас в Азовском море обитает 540 видов животных. Из них 188 видов — ракообразные, 115 — рыбы, 64 — малюски. Качественно весьма бедны такие виды как губки, полипы, паукообразные, усоногие раки и пр. Их всего 1...3 вида.

Нарушение условий воспроизводства полупроходных рыб в Азово-Кубанском и проходных рыб в Азовском бассейне явилось важнейшей причиной сокращения запасов ценных рыб в последние десятилетия XX века, когда режим моря был ещё достаточно благоприятен. В последние годы репродуктивный потенциал оставшихся нерестилищ сохраняется ещё достаточно высоким; при создании режима их обводнения, соответствующего требованиям рыбного хозяйства, можно получать урожайные поколения ценных рыб, обеспечивающих в промысловом возрасте многие тысячи тонн улова. Важным компенсационным мероприятием для этого должно стать рациональное использование современных водных ресурсов бассейна, которое позволит в 3...4 года обеспечить весенний сток, например, на Дону, удовлетворяющий всем требованиям рыбного хозяйства.

Другим компенсационным мероприятием является промышленное рыбоводство. Оно должно быть высокоэффективным с биологической и экономической позиций, то есть должно использовать новые индустриальные технологии разведения, гарантирующие получение определённого количества молоди высокого качества и в нужные сроки.

Пока уловы ценных азовских рыб, для поддержания численности которых были разработаны компенсационные мероприятия, не превышают 5 тыс.т, что более чем в 10 раз меньше ожидаемых. Основными причинами этого являются:

- слабое научное обоснование природопользования, и как следствие этого, ведомственный подход к использованию водных и земельных ресурсов, не учитывающих интересы экосистемы Азовского моря;
- отсутствие принципиальных перспективных решений на уровне государства по проведению крупномасштабных природоохранных мероприятий в бассейне Азовского моря, в том числе определяющих стратегию и тактику развития его рыбного хозяйства.

4.3. Улучшение качества водных ресурсов — приоритетная задача и важнейшая проблема современного водного хозяйства

Решение проблемы улучшения качества водных ресурсов России является одним из основных направлений обеспечения национальной безопасности. Вода является не только основой жизни на Земле, но и определяющим фактором формирования качества жизни и здоровья человека.

Существует много путей решения проблемы улучшения качества наших водных ресурсов. В их число входят:

- использование экологически чистых технологий водопользователей;
- применение водосберегающих технологий в промышленном и сельскохозяйственном производстве;
- создание замкнутых систем водного хозяйства;
- совершенствование технологий очистки сточных вод и внедрение их в повседневную практику;
- внедрение биоинженерных методов и сооружений;
- расширение применяемых в водохозяйственной практике методов защиты водоёмов от сточных вод малых объектов;
- разработка и реализация мероприятий, направленных на предупреждение и устранение загрязнений подземных вод;
- создание методов интенсификации процессов самоочищения поверхностных вод;
- применение современных технологий очистки рек и водоёмов от загрязнений донных отложений;
- совершенствование нормативной базы по контролю качества природных вод и, особенно, качества питьевой воды.

Главным направлением в составе мероприятий по защите отечественных водоисточников от истощения и загрязнения является создание и внедрение экологически чистых производственных технологий. Последние должны обеспечивать выпуск продукции с минимальным вредным воздействием на окружающую природную среду за счёт экономии потребления сырья и энергоресурсов, а также за счёт сокращения количества компонентов, сбрасываемых с газообразными, жидкими (сточными водами) и твёрдыми отходами. Такое сокращение, как правило, может быть достигнуто в результате уменьшения удельных объёмов отходов на единицу продукции и снижения в них концентрации загрязняющих компонентов. В идеале экономически чистые технологии практически должны быть безотходными, но реально применяемые сегодня технологии являются малоотходными, частным случаев которых являются водосберегающие.

Термин «безотходные технологии» впервые был применён Н.Н.Семёновым и И.В.Петряновым-Соколовым и использовался как относительное понятие. В 1984 г. специалисты ЕЭК ООН определили безотходные технологии как способ производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используется сырьё и энергия в цикле сырьевые ресурсы — производство — потребление — вторичные сырьевые ресурсы, и, таким образом, любые воздействия на окружающую среду не нарушают её нормального функционирования. Позднее, в 1989 г. в Гааге в документах семинара по вопросам экономических последствий применения малоотходных технологий безотходные технологии фактически были отождествлены с ресурсосберегающими технологиями и ресурсосбережением в целом.

Развитие мало- и безотходных технологий должно осуществляться по следующим четырём магистральным направлениям:

- переход на новые технологические процессы, исключающие образование отходов;
- переход на замкнутый цикл всех видов производства, использующих в технологических целях газы, воду и другие компоненты многократного применения;
- создание производственных комплексов с замкнутой структурой потоков сырья и отходов;
- расширение масштабов действующих и создание новых производственных систем, обеспечивающих рециркуляцию отдельных видов сырья и материалов в замкнутом цикле.

При выборе экологически чистых технологий целесообразно выделить следующие основные этапы:

- выбор продукции, производство которой не даёт загрязнений или сопровождается незначительными загрязнениями;
- выбор нетоксичных, жидкотоксичных и малозагрязняющих сырьевых материалов и источников энергии;
- усиление контроля за хранением, транспортировкой сырьевых материалов и отходов, за организацией и технологией производства, снижение потерь сырья и аварийных утечек технологических масс;
- повторное и комплексное использование сырьевых материалов в производственном процессе, их реализация, а также повышение уровня использования сырьевых и энергетических ресурсов;
- техническая реконструкция экологически неблагоприятных производств с большими расходами ресурсов и образованием значительных загрязнений;
- комплексное использование твёрдых, жидких и газообразных отходов;
- высокоэффективная и экономичная обработка отходов.

Таким образом экологически чистые технологии направлены на экономию потребления сырья и энергоресурсов, снижение затрат и уменьшение загрязнений, поступающих в окружающую природную среду. Средствами достижения этих целей являются улучшение управления и совершенствование технологических процессов производства и обработки отходов.

Основными направлениями сокращения удельного водопотребления в настоящее время являются:

- изменение производственной технологии или её совершенствование;
- совершение типа водной технологической системы и улучшение качества очистки сточных вод;
- сокращение безвозвратного потребления и потерь воды;
- сокращение расходов на собственные нужды;
- комплексное использование сточных вод.

Рассмотрим ниже каждое из этих направлений.

Изменение технологии производства товарной продукции является одним из основных направлений зарубежных товаропроизводителей. Там для различных фирм — владельцев предприятий созданы весьма экономически выгодные условия внедрения безотходных и малоотходных технологических процессов. Иначе обстоят дела в России. Например, из-за финансовых причин не всегда проводится экологическая экспертиза производственных технологий. Вместе с тем, нельзя не отметить, что Россия имеет уже достаточно большой опыт внедрения маловодных технологий во всех отраслях промышленности. Например, в чёрной металлургии используется метод электродуговой выплавки стали из окатышей и кусковой руды, который позволяет существенно экономить воду и сократить количество сточных вод. Этот метод позволяет исключить доменный процесс и производства кокса.

Равным образом в России широко ведётся разработка новых безотходных технологий в целлюлозно-бумажной промышленности: биологический синтез целлюлозы методами генной инженерии, ферментативные делигнификация древесины, создание способов варки целлюлозы в органических растворителях, а не в воде.

Перспективными мероприятиями по сокращению удельного потребления свежей воды в промышленности следует считать частичное изменение основной технологии и её аппаратного оснащения. Наиболее значимыми среди них являются укрупнение единичной ёмкости водоёмких производств и агрегатов, замены водяного охлаждения воздушным, развитие систем автоматического контроля и управления процессами водопотребления.

Необходимость совершенствования типа водной технологической системы обуславливает обязательность учёта среди их параметров не только назначенные воды, но и изменение в процессе производства её термодинамических,

химических и физических свойств, а также качества её качества, приобретённые к моменту поступления в водный объект — инертность, токсичность, физическая и биологическая нестабильность. Оценка эффективности водных технологических систем должна отражать не только количество и назначение используемой воды, но и её состояние при возвращении в окружающую среду, то есть экологический статус очистных сооружений, качество отводимых с них сточных вод, которые могут или не могут использоваться в повторно-последовательной или оборотной системах.

Как известно, при транзитировании воды от источника к потребителю в среднем теряется до 5% воды. Потери воды на испарение и унос в системах водяного охлаждения, в состав которых входят градирни, пруды-охладители и брызгальные бассейны, достигает 10%. Очевидно, что необходимо отказываться от применения градирен с повышенным капельным уносом и других типов открытых охладителей и переходить на системы аккумуляции тепла. Всё это позволит сократить безвозвратное потребление и потери воды. На многих из-за неисправности водоразборных кранов, душевых устройств, запорной арматуры расходы питьевой воды в 3...4 раза превышают норму. Для снижения безвозвратных потерь необходимо использовать системы автоматического контроля и управления процессами водопотребления, своевременно проводить ревизию и ремонт сетей, так и упомянутых систем.

Сточные воды, образующиеся в производственных процессах, могут повторно использоваться в системе водоснабжения предприятия либо передаваться другим потребителям, которые предъявляют более низкие требования к качеству воды. В настоящее время в таких циклах замыкается до 10% общего количества используемой свежей воды. В перспективе роль повторного использования сточных вод должна неуклонно возрастать. В рамках одного предприятия комплексное использование сточных вод подразумевает утилизацию вместо свежей воды очищенного поверхностного стока, дренажных сточных вод промышленных площадок, вид шахтного, карьерного водоотлива и т.п.

На собственные нужды водоподготовительные установки используют около 20% собственной производительности. Этот расход может быть снижен за счёт совершенствования технологии и техники водоподготовки. Для этих целей следует применять методы ионообменной очистки, электродиализ, термические методы обессоливания, оптимизировать технологический процесс умягчения воды.

Например, котельные металлургических предприятий сбрасывают 25...30% от объёма получаемой химически чистой воды в качестве сточных вод. Для создания практически бессточной системы химводоочистки целесообразно использовать следующие технические решения:

- известково-содовую обработку сырой воды, которая снизит карбонатную и кальцевую жёсткость до остаточного содержания 0,8...1 мг-экв./л и уменьшает число регенераций Na^+ — катионовых фильтров в 4...5 раз;

- повторное использование продувочных вод осветлителей и отмывочных вод осветлительных фильтров;

- применение катионита марки КУ-2-8 вместо сульфогеля, что обеспечивает снижение отмывочной засолённой воды в 3...3,5 раза, а в сочетании с известково-содовой обработкой в 10-12 раз и сокращает расход поваренной соли;

- повторное использование отмывочной воды, возврат в предварительно очищенную воду малозасолённой отмывочной воды;

- применение циклического режима промывки;

- повторное использование очищенных сточных вод на собственные нужды;

- повторное использование реагентов;

- термическое обезвреживание или упаривание отработанного регенерационного раствора и первой половины отмывочных вод.

В химической и нефтехимической промышленности основными водосберегающими технологиями являются внедрение комплексной схемы очистки с повторным использованием сточных вод, организация системы оборотного водоснабжения, замена водяного охлаждения воздушным, позволяющим снизить водопотребление соответственно на 97, 94...95 и 70...80%.

Совершение водных технологических схем приводит, в конечном счёте, к созданию замкнутых систем водопользования (ЗСВ). Основной ЗСВ является очистка локальных потоков сточных вод, поэтапное увеличение удельной доли повторно используемой и оборотной воды, создание локальных замкнутых систем технического водоснабжения. Достаточно глубокая очистка сточных вод — это необходимое условие функционирования ЗСВ.

Создание ЗСВ — сложный процесс. На предприятиях металлургической, машиностроительной и строительной индустрии они используются весьма эффективно уже сегодня, на предприятиях химической, нефтехимической, целлюлозно-бумажной промышленности их внедрение только начинается.

С большими трудностями связано внедрение ЗСВ в животноводстве и птицеводстве. В России уровень обеспечения населения продуктами этих отраслей сельского хозяйства далёк от европейского. Достижения европейских и мировых стандартов возможны лишь при использовании безопасных технологий.

В связи с повышенными требованиями к экологизации производства необходима новая методология водоохранной политики в животноводческой отрасли. Вместо регламентной методологии предлагается реализовать подход, предусматривающий минимизацию сброса жидких отходов до теоретически

достижимых пределов, а в перспективе — и полное прекращение сброса: нет сброса — нет проблемы загрязнения сточными водами земли и водных объектов. Таким требованиям отвечает безотходное производство и его важнейший элемент — замкнутая система водообеспечения.

В связи с высокой удобрительной ценностью навозосодержащие сточные воды достаточно широко применяются для полива сельскохозяйственных культур. Это направление долгие годы являлось фактически единственным для всей территории России, несмотря на различные геологические и климатические условия. Однако отсутствие достаточных площадей для утилизации всех сточных вод животноводческих комплексов, продолжительный зимний период, наличие во многих регионах практически нефилтрующих почв препятствует созданию сельскохозяйственных полей орошения (ЗПО). Однако ЗПО соответствуют многим санитарно-гигиеническим требованиям, а также имеют ряд недостатков:

- низкий коэффициент использования оросительной системы;
- высокие нормы полива и соответственно, высокое водопотребление;
- необходимость использования сложной сельскохозяйственной техники и привлечение высококвалифицированных специалистов (механизаторов) в самые напряжённые периоды сельскохозяйственных работ;
- потери витаминов в процессе консервирования и хранения травяной муки, сенажа, силоса (до 40...60%).

В основу замкнутых систем водообеспечения животноводческих комплексов положены общие принципы организации таких систем:

- замена водных технологических процессов на безводные;
- многократное каскадное использование сточных вод без очистки;
- создание локальных очистных сооружений по очистке сточных вод от специфических ингредиентов производства;
- максимальное использование в техническом водоснабжении хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод;
- регенерация отработанных растворов и воды для повторного использования в производстве;
- применение методов регенерации, которые обеспечивают извлечение либо использование ценных продуктов.

Весьма важным направлением улучшения качества водных ресурсов путём применения замкнутых систем водоснабжения является внедрение водооборота в мелиорации, так как задержание растворённых химических веществ и возвращение их в почву предотвращает понижение уровня загрязнения рек-водоприёмников. Водооборотные системы различных типов уже сегодня позволяют защитить природные водоёмы и водотоки от загрязнения хи-

мическими элементами, вносимыми дренажным стоком с мелиорированных сельскохозяйственных угодий.

В основу организации замкнутых систем в орошении лежат следующие принципы:

- максимально возможная переработка в почвогрунтах всех поступающих на орошаемый массив растворённых веществ путём варьирования качеством оросительной воды как смеси дренажных, сточных, подземных и поверхностных вод;
- включение в систему орошаемого массива всей мелиорируемой толщи;
- экологическая замкнутость системы орошаемый массив — подземная гидросфера;
- перевод избыточных солей в глубокие горизонты с минерализованными водами либо рассредоточение солей по геологическому разрезу для регулирования их выноса в поверхностные воды.

Внедрение ЗСВ в мелиорацию позволяет:

- предотвратить загрязнение рек и подземных источников водообеспечения;
- исключить опасность вторичного заболачивания, подтопления и засоления земель;
- сократить водопотребление за счёт уменьшения непроизводительных потерь на испарение с поверхности грунтовых вод;
- увеличить степень использования удобрений;
- повысить коэффициент земельного использования;
- создать ёмкость для подземного магазинирования воды.

Помимо этого при благоприятных гидрогеологических условиях организация таким мелиоративных систем требует меньших капитальных вложений, чем строительство ирригационных систем на базе поверхностных вод.

Решение проблемы повышения качества водных ресурсов находится в прямой зависимости от широкого внедрения различных технологий очистки сточных вод. Их состав, как правило, бывает разнообразен и изменчив. Совершенствование схем и методов очистки основывается на глубоком исследовании как самого состава, так и его влияние на функционирование оборотных систем, а также результатов внедрения новых методов очистки, предусматривающих использование компонентов, извлечения вредных продуктов и отходов производства, которое позволит повторно использовать сточные воды.

Для очистки сточных вод в России применяются следующие методы:

- механический, осуществляемый на таких сооружениях или на элементах, как решётки, песколовки, усреднители, отстойники различного назначения, гидроциклоны, нефтеловушки, жироловки, смолоулавливатели, фильтры разных конструкций, центрифуги, жидкостные сепараторы и пр.;

– химический, реализуемый с помощью различных реагентов, позволяющих нейтрализовать и окислить сточные воды, вывести некоторые компоненты в осадок;

– физико-химический, используемый в таких сооружениях, как коагуляторы, флотаторы, экстракторы, сорбционные и ионообменные фильтры;

– электрохимический, применяемый в электрофлотаторах, электрокоагуляторах, электролизёрах различных конструкций;

– биологический, применяемый в аэротенках, метантенках, биофильтрах, биопрудах и других сооружениях.

Большую опасность для водоёмов и водотоков с точки зрения резкого снижения качества содержащейся или текущей в них воды представляет загрязнение их стоком с сельскохозяйственных угодий, селитебных территорий и животноводческих хозяйств, с которых в водные объекты поступает до 50% всех биогенных и органических веществ.

В природно-аграрных системах активность влияния рассеянных и точечных источников биогенного загрязнения определяются следующими показателями: потери биогенных веществ в растениеводстве и животноводстве, их смыв в результате эрозионных процессов, вынос питательных веществ с коммунально-бытовыми сточными водами сельских населённых пунктов.

В растениеводстве бывает два вида потерь биогенных веществ: естественные и технологические. Естественные зависят от интенсивности распашки территории, приёмов земледелия, количества вносимых удобрений и объёма пожнивно-корневых остатков, образующихся после уборки урожая культурных растений, а технологические — от различных нарушений, происходящих во время доставки и внесения удобрений на поля.

Помимо растениеводства источником биогенного загрязнения вод в природно-аграрных системах является животноводство. В каждом регионе степень его воздействия на водные объекты определяется общим количеством поголовья скота, положением животноводческих ферм и комплексов на водосборах, и принятой в хозяйстве технологией содержания животных.

В процессе получения растениеводческой и животноводческой продукции происходят неизбежные технологические потери биогенных веществ. Кроме того, большое влияние на биогенное загрязнение вод оказывают селитебные территории. Так, с хозяйственно-бытовыми сточными водами сельских населённых пунктов выносятся до 0,355 кг азота и 0,277 кг фосфора на одного человека в год. С застроенных территорий дополнительно смывается около 6 кг/га-год азота и 3 кг/га-год фосфора.

Основными мероприятиями, предотвращающими вынос биогенных веществ с водосборов в водные объекты являются:

- недопущение потерь минеральных удобрений со складов и во время их перевозки;
- внесение удобрений в строгом соответствии с нормами;
- внесение удобрений в сроки, исключающие их поверхностный смыв та-лыми водами;
- дробное внесение удобрений в период вегетации;
- введение научно обоснованной системы севооборота;
- проведение химических мелиораций (известкования и гипсования);
- использование таких приёмов обработки почвы, которые будут препят-ствовать развитию эрозионных процессов и улучшать её структуру;
- создание водоотводных каналов с осушаемых и орошаемых земель с по-вторным использованием сочных вод.

Для утилизации и обеззараживания отходов животноводства применяются следующие технологические схемы:

- применение на комплексах, где внедрён гидросмывной способ удаления навоза, многоступенчатой очистки стоков (штабелизирование с обеззаражива-нием твёрдой фракции, биологическая очистка в аэротенках жидкой фракции и т.д.);
- использование навозосодержащих сточных вод, образующихся на не-больших фермах, для производства торфокомпостной смеси (с биотермиче-ским обеззараживанием);
- самоочищение и утилизация отходов животноводства в искусственных водоёмах;
- анаэробная переработка (метаногинез) отходов.

Для утилизации жидкой фракции навоза, отвечающей по качеству агроме-лиоративным требованиям, необходимо недалеко от комплекса крупного рога-того скота иметь определённые площади сельскохозяйственных угодий. Так, например, опыт показал, что для комплекса мощностью 800 голов необходи-мо 200 га площадей полей. Режим орошения на них устанавливается с учётом водопотребления сельскохозяйственных культур, потребности в удобрениях, объёма и химического состава сточных вод. Навозосодержащие сточные воды вносятся в почву одновременно с поливом её чистой водой. Дробное, а не ра-зовое внесение сточных вод способствует как более полному использованию питательных элементов, так и предотвращению их миграции в нижележащие слои почвы, и предупреждает загрязнение подземных вод.

Влияние биогенных элементов на водные источники и качество продукции является одной из важных проблем, возникающих при использовании навозо-содержащих сточных вод на, уже упоминавшихся выше, земельных по-лях орошения (ЗПО). С последними связана ещё одна важная проблема — воз-можная обсеменённость сточных вод и высокое содержание в них гельминтов.

По данным ряда исследователей, на ЗПО и в их окрестностях не обеспечивается требующаяся санитарно-эпидемиологическая обстановка, поэтому требуется обеззараживание выращиваемой на них продукции.

Существует два направления использования навоза и навозосодержащих сточных вод: разработка эффективных и экономически приемлемых методов обеззараживания и утилизации этих отходов путём доочистки сточных вод с использованием биоинженерных технологий (биологические пруды с микро-, макроводорослями и высшими водными растениями); обезвреживание навозосодержащих сточных вод с использованием бессточных и безотходных технологий.

Следует особо отметить, что высшие водные растения (ВВР) оказывают чрезвычайно большое положительное влияние на формирование качества воды. Поглощая значительное количество биогенных элементов и снижая уровень евтрофирования водоёмов, они выполняют функции биофильтров, усваивают и перерабатывают различные ядохимикаты (например, фенолы, ДДТ), способствуют осаждению взвешенных и органических веществ, поступающих в водоём с водосбора, насыщают воду кислородом, создают благоприятные условия для нереста рыбы и нагула молоди, интенсифицируют очистку воды от нефтепродуктов за счёт спутников из числа нефтеокисляющих бактерий (известно, что в присутствии ВВР нефть разлагается в 3...5 раз быстрее). ВВР играют важную роль в регулировании «цветения воды». Участки водоёмов, заросшие макрофитами, как правило, не «цветут». Это обусловлено:

- конкуренцией растений за биогенные элементы, которые ВВР поглощает в гораздо большем количестве;
- действием метаболитов ВВР, проявляющих фитонцидные свойства и угнетающих размножение и развитие водорослей;
- насыщением микрофитами воды кислородом в процессе фотосинтеза, а также затенением ими нижних слоев воды, что создаёт неблагоприятные условия для жизнедеятельности синезелёных водорослей и образование первичной продукции фитопланктоном.

ВВР широко используются в различных биоинженерных сооружениях: биопрудах, ботанических площадках, береговых и русловых биоплато, плавающих модулях. Их конструкции представляют собой проточные или инфильтрационные системы, в которых вода проходит доочистку через корневую систему растений.

В последние десятилетия появились новые источники загрязнения поверхностных водных объектов и грунтовых вод — коттеджные и дачные посёлки, кемпинги. Они вызвали необходимость создания систем очистки сточных вод от отдельно стоящих объектов. Объём сточных вод и, следовательно, пропускная способность сооружений водоотведения малых объектов составляет от 0,5

до 1400 м³/сут. К очистным сооружениям малых объектов представляются следующие требования:

- эффективность и надёжность работы независимо от времени года;
- индустриальность методов строительства, применение конструкций заводского изготовления;
- удобный их монтаж на месте;
- максимальное использование для их возведения местных строительных материалов;
- окупаемость за счёт применения очищенных сточных вод и обезвреженных осадков на приусадебных и сельскохозяйственных полях;
- минимальные затраты на их строительство и простота эксплуатации.

Очистка сточных вод современных малых объектов осуществляется с помощью сооружений механической, биологической очистки, а также на установках доочистки и обеззараживания. Механическая очистка выполняется с помощью решёток, песколовков, усреднителей и отстойников. Биологическая естественная очистка сточных вод малых объектов осуществляется с помощью: фильтрующих колодцев (при расходах сточных вод до 1 м³/сут и менее) и кассет (0,5...0,6 м³/сут); полей подземной фильтрации (до 15 м³/сут и более); полей фильтрации (1400 м³/сут и более). Загрузкой колодцев, кассет, полей подземной и обычной фильтрации являются пески, супеси или суглинки; фильтрующих траншей и песчано-гравийных фильтров, применяемых на расходы 15 м³/сут и более. Их устраивают при наличии водонепроницаемых или слабофильтрующих грунтов; циркуляционных окислительных каналов — при расходах 100...1400 м³/сут; биологических прудов с естественной или искусственной аэрацией — при расходах 1400 м³/сут и менее.

Достоинствами сооружений естественной биологической очистки являются: низкая строительная стоимость; возможность обеспечения и глубокой очистки и обеззараживания сточных вод, отсутствие необходимости дополнительного обеззараживания.

Следует, однако, отметить, что естественная биологическая почвенная очистка сточных вод часто оказывается неприемлемой из-за неблагоприятных санитарных, почвенно-грунтовых, климатических и гидрогеологических условий. Поэтому возникает необходимость в применении сооружений искусственной биологической очистки, к которым относятся:

- биофильтры с загрузкой из пеностекла или пластмассы;
- биофисковые фильтры;
- биофильтраторы;
- биореакторы с биобарабанами;
- блоки биореакторов с затопленной ершовой загрузкой;

– аэрационные установки с аэробной стабилизацией избыточного активного ила.

Одним из действенных методов повышения качества поверхностных вод является интенсификация просов их самоочищения, которое функционально зависит от ряда параметров, определяющих интенсивность внутри водоёмных процессов. На скорость самоочищения от органических веществ влияют температура воды, концентрация растворённого в ней кислорода, биомасса и активность микрофлоры. Поэтому для интенсификации самоочищения от этих ингредиентов необходимо создать условия, во-первых, для постоянного насыщения воды кислородом, а, во-вторых, для увеличения биомассы и активности микрофлоры. Первое условие выполняется при помощи применения любых устройств, ускоряющих процесс перемешивания воздуха с водой (аэраторы, перепады, пороги, перекаты и другие преграды, увеличивающие турбулентность потока). Увеличения биомассы микрофлоры можно добиться путём увеличения площади поверхностей, на которых в водном потоке может закрепиться биомасса. Эти поверхности не должны оказывать ингибирующего (замедляющего) действия на процессы жизнедеятельности микроорганизмов. Для создания таких дополнительных площадей применяют: наброски камней и искусственные перекаты, «ерши» различных конструкций, посадки растений и т.д. Лимитирующим фактором при этом является необходимость сохранения гидрологических параметров водного объекта. Интенсификация процессов жизнедеятельности микрофлоры способствует её симбиоз с растениями. Например, интенсивность жизнедеятельности нефтеокисляющих бактерий возрастает в симбиозе с рогозом, то есть для ускорения самоочищения воды от нефтепродуктов необходимо создание системы с произрастанием рогоза.

Самоочищение поверхностных вод от неорганических ингредиентов происходит под воздействием как звеньев водного биоценоза, так и физико-химических факторов. Так, изменение содержания в воде аммонийных, нитратных, нитритных ионов и соединений фосфора, как правило, обусловлено влиянием микрофлоры и водной растительности. Поэтому для ускорения самоочищения от этих ингредиентов необходимо проведение мероприятий, направленных на интенсификацию жизнедеятельности микроорганизмов и поглонительной способности растений. Это может быть достигнуто, например, за счёт увеличения биомассы растений и создания системы, в которой корневая часть растений будет потреблять питательные вещества не из дна, и из воды. Для этого используют насыпные каменные гряды или банкеты на дне водоёма, в результате чего водная масса становится более доступной для корневой системы, что создаёт благоприятные условия для растительного разнообразия. При этом растительность является дополнительным фактором аэрации воды, способствуя увеличению концентрации растворённого в воде кислорода.

В результате хозяйственной деятельности в водных объектах накапливаются донные отложения, которые условно делятся на две группы — водохозяйственные и экологические.

Водохозяйственные определяются снижением водоотдачи водоёмов в результате их заиления и занесения, а также изменением гидрологических параметров речных потоков.

Экологические обусловлены негативным влиянием загрязнённых донных отложений на экосистемы водных объектов и чаще всего проявляются в деградации среды обитания не только гидробионтов, но и человека.

«Захоронение» отходов хозяйственной деятельности на дне водных объектов является тупиковым путём, ставящим вопрос кардинального решения этой проблемы. Это решение может быть реализовано, во-первых, путём предотвращения продуктов и отходов хозяйственной деятельности в донные отложения и, во-вторых, путём очистки водных объектов от накопленных загрязнённых илов.

Первое направление предусматривает как разработку и внедрение технологий производства, исключающих выброс ингредиентов в водные объекты, так и совершенствование либо создание новых технологий очистки сточных вод. Задача эта является достаточно сложной, но она должна рассматриваться как одно из основных мероприятий по защите поверхностных вод от загрязнения и истощения локальными источниками. Не менее сложной является задача предотвращения поступления взвешенных веществ и других ингредиентов в водные объекты с территории водосбора, сохранив его экосистемы и значение в формировании поверхностного стока.

Второй путь — очистка водных объектов от донных отложений, накопившихся в результате хозяйственной деятельности, казалось бы, прост, но связан с решением достаточно серьёзных экономических и технических задач.

Существует несколько путей реализации второго пути. Один из них — создание гидроизолированных и рекультивированных могильников из изъятых из водного объекта загрязнённых донных отложений. Такой подход считается достаточно традиционным. Обычно донные отложения перемещаются в виде пульпы, а затем отстоявшая вода возвращается назад с очисткой, так как она может содержать значительное количество токсичных ингредиентов, депонированных в поровой воде донных отложений. Возможен и другой путь — переработка донных отложений с разделением органических и минеральных фракций и дальнейшим получением товарных продуктов. Промышленные эксперименты показали возможность с помощью щёлочного гидролиза отдельно извлекать из донных отложений фракции, содержащие металлы и органические вещества. Последние использовались в качестве удобрений, био-

добавок в корм скоту и пр. Но в данном случае остаётся нерешённой задача обезвоживания извлекаемого осадка и очистки возвратных вод.

При очистке водоёмов от донных отложений, имеющих антропогенное происхождение, возникают и другие проблемы, связанные с необходимостью свести к минимуму загрязнение акватории водных объектов ингредиентами, депонированными в поровых водах этих образований. В частности, встают вопросы о рациональной глубине выемки донных отложений, восстановлении экосистем водотоков и водоёмов.

Наиболее сложными являются экологическая и экономическая задачи, то есть проблема экологической и экономической целесообразности очистки водных объектов от накопившихся донных отложений и последующего восстановления экосистем.

Работы по очистке водных объектов, подверженных антропогенному воздействию, носят пока в России лишь эпизодический характер. Например, в г. Нижнем Тагиле была очищена от осадков, содержащих фенолы и каменноугольные смолы, река Тагил. Или в г. Екатеринбурге с помощью земснарядов проведена очистка реки Исеть и пр.

В целом, в российской и мировой практике существует достаточно много примеров очистки водных объектов от донных отложений. Однако следует отметить, что все работы были осуществлены по традиционной схеме (извлечение, отделение и очистка возвратных вод, захоронение осадки или использование его в хозяйстве). Технологии щёлочного гидролиза токсичных донных отложений с получением полезных продуктов в промышленных масштабах пока не применялись.

Важнейшей задачей достижения требуемого качества водных ресурсов является проблема обеспечения населения России доброкачественной питьевой водой. Решение этой проблемы важно для всех групп населения, но, особенно, — для детей, у которых содержание воды в организме и интенсивность водообмена значительно больше, чем у взрослого человека. Сегодня, то есть на современном этапе развития централизованного питьевого водоснабжения населения во всех странах мира, включая и Россию, имеют место две неблагоприятные тенденции:

- широкое использование поверхностных источников из-за роста водопотребления за счёт горячего водоснабжения и роста объёмов водообеспечения промышленных предприятий;
- возрастание уровня химического и биологического загрязнений источников питьевого водоснабжения, ограниченная барьерная роль традиционных систем водоподготовки в отношении растворённых вредных токсичных веществ и хлороустойчивых биологических загрязнений, а также ухудшающееся сани-

тарное состояние водоразводящих сетей, приводящее к понижению качества водопроводной питьевой воды.

К тому же следует отметить, что при обеззараживании воды хлором происходит дополнительное поступление в воду высокотоксичных хлорорганических соединений — продуктов дезинфекции хлором, обладающим канцерогенным и мутагенным действием.

В связи с повышением уровня загрязнения и понижением списка поллютангов растут и возможности современной технологии обработки природных вод, направленные на устранение всё новых загрязнений веществ, среди которых патогенные (болезнетворные) микроорганизмы, всевозможные органические соединения, тяжёлые металлы и радионуклиды, биогенные элементы и т.д.

Патогенные микроорганизмы

Снижение их концентрации достигается различными методами, среди которых следует отметить коагуляционную обработку воды, хлорирование, озонирование, ультрафиолетовое (УФ) облучение. Существует три группы методов снижения микробного загрязнения, вызываемого патогенными микроорганизмами и их спорами, а также вирусами и цистами простейших: удаление, дезинфекция и долговременная консервация. Удаление осуществляется коагуляционной обработкой воды и её фильтрацией через мембраны. Дезинфекция производится с помощью жидкого хлора или реагентов на его основе, озона и УФ-облучения. Долговременная консервация воды осуществляется путём совместного применения хлора и аммиака с образованием хлораминов, которые обладают хотя и слабым, но дополнительным бактерицидным действием.

Коагуляционная обработка, подразумевающая смешение воды с коагулянтом и флокулянтом с последующим хлопьеобразованием, отстаиванием и фильтрованием, позволяет снизить концентрацию простейших — на 2...3 порядка, бактерий и вирусов — на 1..2 порядка. При этом удаляются микроорганизмы, находящиеся внутри на поверхности частиц, труднодоступные при обеззараживании дезинфектантами. Патогенные микроорганизмы обычно адсорбированы на частицах взвеси. Поэтому, если не применяется специальное обеззараживание воды (например, УФ-лучами) мутность должна быть снижена до величины, достаточной для поддержания санитарной безопасности. Практика работы водопроводных станций показывает, что надёжная защита от патогенных микроорганизмов достигает снижения мутности воды до 0,1...0,5 мг/л, то есть в несколько раз меньше нормативного предела 1,5 мг/л. Необходимое снижение мутности воды достигается коагуляционной обработкой. Повышенная мутность природной поверхностной воды, наблюдающаяся в период паводка, требует применение более высоких доз коагулянта в комбинации с флокулянтом (доза до 0,1...0,2 мг/л). Однако при этом возникает риск превы-

шения нормативного предела по алюминию 0,5 мг/л. В этом случае необходимо привлечь дополнительные методы обеззараживания: хлорировать более высокими дозами, использовать озонирование или УФ-облучение, а удаление побочных продуктов обработки осуществлять с применением сорбционных фильтров.

Хлорирование, как правило, осуществляется в две стадии: предварительное, при котором обработке подвергается исходная вода; вторичное с аммонизацией для придания очищенной воде консервирующих свойств при движении по распределительной сети. Дозы предварительного хлорирования 2...4 мг/л. При этом кроме обеззараживания достигается удаление фитопланктона, коррекция вкуса и запаха, окисление органических и неорганических веществ.

Озонирование целесообразно для обеззараживания воды только при повышенном уровне её загрязнения патогенными микроорганизмами, в том числе энтеровирусами и цистами лямблий, которые устойчивы к действию хлора. Ограничение в применении озона связано с образованием побочных продуктов: кетонов, альдегидов, гидроксильированных алифатических и ароматических углеводородов. Иногда они могут быть более токсичны, чем исходные вещества, и плохо удаляются в процессах коагуляционной очистки воды. Наиболее часто в отработанной воде обнаруживается формальдегид, глиоксаль и метоглиоксаль. Концентрация побочных продуктов озонлиза пропорциональна дозе озона, поэтому при больших дозах она может превысить нормативный предел по формальдегиду, составляющий 0,05 мг/л. Для удаления побочных продуктов осуществляется сорбционная доочистка на фильтрах с загрузкой из гранулированного активированного угля.

Важным практическим методом обеззараживания воды на водопропускных станциях является *УФ-облучение*. Основными его достоинствами являются: отсутствие побочных продуктов обработки; высокая эффективность по отношению к патогенным микроорганизмам разных типов; широкий диапазон качества обрабатываемой воды. Минимальная допустимая доза УФ-облучения в 16 мДж/см² обеспечивает снижение численности патогенных бактерий на 5 порядков, индикаторных бактерий на 2...6 порядков, вирусов на 2...3 порядка. Увеличение дозы до 40 мДж/см² даёт снижение вирусов на 4 порядка. Для инактивации цист простейших на 1...4 порядка используют дозу 80 мДж/см². Высокая мутность или цветность воды приводит к поглощению УФ-излучения и экранированию микроорганизмов, что снижает дозу облучения. Практика водопроводных станций показала, что обеззараживание до нормативных пределов достигается и при обработке воды с мутностью до 30 мг/л и цветностью до 50 град. Есть, однако, данные по успешному применению УФ-излучения в период паводка при мутности исходной воды до 145 мг/л и колииндексе до 30 тыс.; при этом достигалось полное отсутствие общих колиформ в 100 мл.

Имеется опыт задержания патогенных микроорганизмов путём применения ультрафильтрации и других видов мембранной фильтрации.

Органические соединения

Вместе со сточными водами и поверхностным стоком в водные объекты весьма часто попадает ряд органических загрязнений, таких как диоксины, фенолы, нефтепродукты, СПАВ, пестициды, амины. Для их удаления из воды используют методы: адсорбции, биоутилизации, деструкции, мембранной фильтрации и флотации. Особенно хорошие результаты на водопроводных станциях были достигнуты путём применения адсорбции на активированном угле — порошкообразном или гранулированном. В последнее десятилетие получил практическое применение новый эффективный метод удаления различных примесей, в том числе органических, — мембранная фильтрация, которая существует в трёх модификациях в зависимости от размеров пор мембран:

- нанофильтрация, размеры пор до 0,01 мкм;
- ультрафильтрация, поры до 0,1 мкм;
- микрофильтрация, поры до 1 мкм.

Для очистки природной воды от органических соединений, наряду с коагуляционной обработкой, обычно используют: углевание порошкообразным сорбентом перед стадией коагуляционной обработки; сорбционное фильтрование через слой гранулированного активированного угля после коагуляционной обработки; озонирование на разных стадиях коагуляционной обработки, возможно в комбинации с УФ-обработкой; озонирование с последующим сорбционным фильтрованием; ультра- и нанофильтрация.

Активизированный уголь является надёжным барьером для СПАВ (синтетических поверхностно-активных веществ), диоксинов, фенолов, нефтепродуктов, хлорорганических веществ, циклических углеводородов и других ксенобиотиков. Использование порошкообразного угольного сорбента для обработки в дозах до 15 мг/л, обеспечивает удаление до 95% тетраизомеров диоксинов, 70...90% изомеров полихлордибензодиоксинов, 95...99% фенолов, 25...62% летучих галогентоорганических соединений. Эффект снижения содержания этих и других соединений по общему органическому углероду составляет 28...56%.

Тяжёлые металлы и радионуклиды

Ещё группа методов используется для удаления таких опасных элементов как радионуклиды, тяжёлые металлы и металлоиды. Можно выделить три формы их существования: связанные с органическим веществом, минеральные и ионные. Для удаления этих элементов используют: коагуляцию, мембранную фильтрацию, окисление, реагентное осаждение, ионный обмен.

Применяемые способы удаления тяжёлых металлов, радионуклидов и других опасных элементов, как правило, зависят от их химических форм. Ионы тяжёлых металлов удаляются путём ионообменной сорбции на природных и синтетических сорбентах. То же относится к радионуклидам стронция и цезая. Этот процесс проводится на последних стадиях обработки воды, когда содержание других ингредиентов невелико. Гидроксиды металлов удаляются в процессе коагуляционной обработки воды. Они хорошо сорбируются на хлопьях коагулянта и выделяются вместе с ними при последующем отстаивании и фильтровании.

Гидролизу солей тяжёлых металлов с образованием аморфных частиц гидроксидов способствует аэрация воды. Интенсификация гидролиза наблюдается также при применении озонирования. Комплексы металлов с органическими лигандами извлекаются частично при коагуляционной обработке воды и, в большей степени, при углевании или на сорбционных фильтрах с загрузкой из гранулированного активизированного угля.

Аморфные частицы гидроксидов металлов и комплексы металлов с крупными органическими лигандами могут выделяться при мембранной фильтрации. Об этом можно судить по эффекту снижения концентрации железа с 2,16 до 0,3 мг/л при использовании мембран с порами размером менее 0,2 мкм.

Биогенные элементы

Азот и фосфор, входящие в состав органических соединений, удаляются коагуляционной обработкой и применением угольных сорбентов. Неорганический азот снимается в проточных биореакторах, заселённых азотфиксирующими и денитрифицирующими бактериями.

С помощью ультрафильтрации (при размере пор менее 0,2 мкм) можно удалить: нитриты — почти в 2 раза, с 0,20 до 0,12 мг/л; амонитный азот — более чем в 2 раза, с 0,61 до 0,28 мг/л; фосфаты — примерно в 7 раз, с 0,36 до 0,05 мг/л.

Для удаления из воды ингредиентов можно также применять нанофильтрацию. Уже существует ряд водопроводных станций, использующих такую технологию для получения качественной питьевой воды.

Побочные продукты обработки воды

Ряд методов обработки воды может привести к образованию опасных побочных продуктов. Так, например, коагуляция приводит к появлению остаточного алюминия или железа в зависимости от типа применяемого коагулянта. Хлорирование вызывает образование хлорформа и других хлорсодержащих соединений. Озонирование генерирует формальдегид и другие опасные соединения. Главными методами уменьшения образования побочных продуктов

и их удаления являются сорбция активированными углями, предварительное (перед хлорированием) удаление органического вещества с помощью коагуляционной обработки, использование УФ-облучение, применение бытовых фильтров для коррекции качества водопроводной воды.

Приведённый выше анализ показывает, что сегодня имеется широкий спектр методов обработки воды для повышения её питьевого качества. Дополнительно, при наличии реальной угрозы попадания патогенных микроорганизмов в водоносчик, необходимо предусмотреть следующие меры снижения их концентрации и удаления: коагулирование повышенными дозами с добавлением флокулянта для понижения мутности воды до 0,1 кг/л; хлорирование более высокими дозами; УФ-облучение для инактивации патогенных микроорганизмов; удаление остаточного алюминия; снижение концентрации хлорорганических соединений на сорбционных фильтрах. Водопроводная станция должна быть заранее подготовлена к таким действиям. При создании новых станций необходимо учитывать опыт применения ультра- и нанофильтрации как комплексных методов удаления примесей различной природы.

Анализ различных методов обработки воды показывает, что при ухудшении её качества в водисточнике к действующей технологии необходимо подключать дополнительные методы. Это удорожает очистку, поскольку связано с крупными капиталовложениями на реконструкцию имеющихся сооружений или строительство новых. Например, укрупнённые затраты на дезинфекцию воды показаны в таблице 4.8.

Таблица 4.8

Параметры мембранной фильтрации

Способ обеззараживания	Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты	Годовые приведенные затраты
Хлорирование жидким хлором	8,8	1,0	2,0
Озонирование	6,8	3,4	4,2
УФ-облучение	5,4	2,4	3,1

Возрастают также эксплуатационные расходы, обусловленные ростом доз реагентов: коагулянта, флокулянта, озона, активированного угля и др. Наиболее дорого обходится применение активированного угля. По мере роста микробиологического и химического загрязнения водисточника приходится вводить в эксплуатацию всё новые методы. Так, шаг за шагом добавляются следующие методы обработки питьевой воды: коагуляция, флокуляция, отстаивание или осветление во взвешенном слое, адсорбция порошкообразным активированным углем, озонирование, адсорбция при фильтрации через слой

гранулированного активированного угля, УФ-облучение каждого нового метода требует увеличения капиталовложений, что ведёт к резкому увеличению стоимости питьевой воды.

Следует учитывать, что в случае продолжающегося снижения качества водных ресурсов, а, следовательно, и воды, поступающей на водопроводные станции, питьевое водоснабжение будет раздаваться по следующему сценарию:

- при удовлетворительном качестве воды в источнике осуществляется централизованное водоснабжение; риск нарушения нормативов невелик и для питьевых нужд может использоваться непосредственно водопроводная вода;
- при ухудшении качества воды в источнике целесообразно осуществлять коррекцию водопроводной воды с помощью бытовых фильтров для снижения концентрации побочных продуктов обработки воды;
- наряду с первыми двумя вариантами используется бутылированная воды высокого качества, которое должно гарантироваться регулярным контролем санитарной службы для исключения фальсификации;
- при дальнейшем ухудшении качества воды в источнике водопроводные станции в отдельные неблагоприятные периоды не могут справиться с очисткой воды, поэтому, наряду с описанными в предыдущих пунктах возможностями, необходимо проводить локальную доочистку водопроводной воды, например, с использованием мембранной фильтрации и УФ-облучения;
- для ряда объектов может оказаться целесообразным организовать отдельное водоснабжение из альтернативного источника с использованием автономных сооружений.

Для предотвращения возможностей возникновения кризисов централизованного водоснабжения из-за неплатёжеспособности населения необходимо принятия неотложных мер по предотвращению дальнейшего загрязнения водоисточников, созданию действенной системы охраны водных ресурсов России от загрязнения и улучшению качества воды в ней.

4.4. Государственная водная политика

Стратегическим документом государственной водной политики является Национальная программа “Развитие водохозяйственного комплекса России”. Основные проблемы, стоящие перед страной в области водного хозяйства сформулированы в «Основных направлениях развития водохозяйственного комплекса России до 2010 года». В обобщенном виде эти задачи сводятся к созданию устойчивого водопользования и приемлемой экологической обстановки в водных бассейнах. Непременным условием такого благополучия яв-

ляется обеспечение безопасного состояния и эксплуатации гидротехнических сооружений, а также защита населения и объектов экономики от негативного действия вод. Программа направлена на ликвидацию многолетней ведомственной и территориальной разобщенности в сфере водопользования.

Главной задачей Национальной программы является определение полного комплекса водохозяйственных и водоохраных мероприятий, которые необходимо осуществить до 2015 года для обеспечения нормального функционирования водохозяйственного комплекса страны в рамках реализации федеральных, региональных и отраслевых целевых программ, а также определение необходимых финансовых ресурсов и их источников для осуществления намечаемых мероприятий в расчетные сроки и перечня необходимых к разработке и реализации федеральных и территориальных целевых программ.

Национальная программа "Развитие водохозяйственного комплекса России" разрабатывается как координирующая и объединяющая в единое целое все федеральные целевые программы, программы социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и программы развития отраслей экономики в части рационального использования и охраны водных ресурсов, восстановления водных объектов, развития водохозяйственного комплекса. Она направлена на ликвидацию многолетней ведомственной и территориальной разобщенности в сфере водопользования.

За последние годы разработана серия федеральных целевых программ: "Экология и природные ресурсы", "Возрождение Волги", "Обеспечение населения России питьевой водой" (проект), "Каспий", "Байкал", "Противопаводковые мероприятия" (проект), "Томь", "Оздоровление экологической обстановки в бассейне Балтийского моря" и др. для воплощения в жизнь целей и задач национальной программы.

Национальная программа предусматривает следующие группы приоритетных водохозяйственных мероприятий:

- гарантированное обеспечение потребностей населения и хозяйственного комплекса в водных ресурсах с приоритетом хозяйственно-питьевого водоснабжения, рационализация водопользования в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве;
- защита населения и объектов экономики от наводнений, сведение к минимуму ущербов от вредного воздействия вод;
- снижение антропогенной нагрузки и загрязнения водных объектов;
- обеспечение безопасного состояния и эксплуатации гидротехнических сооружений, в первую очередь напорных;
- развитие системы наблюдений за водными объектами, анализа и прогнозирования состояния водных объектов;

– совершенствование системы государственного управления и внедрение эффективного экономического механизма рационального водопользования и охраны водных объектов;

– разработка нормативно-правовой базы.

Программа включает согласованную систему взаимосвязанных социально-экономических, организационно-хозяйственных, научно-технических мероприятий, реализация которых обеспечивает достижение поставленных целей.

Национальная программа разрабатывается на трех уровнях — территориальном, бассейновом и федеральном с соответствующим ранжированием намечаемых мероприятий по рационализации использования и охране водных ресурсов, восстановлению водных объектов, совершенствованию и развитию водохозяйственного комплекса России.

Основой программы являются территориальные подпрограммы. На территориальном уровне по всем субъектам Российской Федерации разработаны 89 подпрограмм, в которых рассмотрены проблемы совершенствования и развития водохозяйственного комплекса и намечены конкретные мероприятия.

Территориальные подпрограммы включают водоохранные и водохозяйственные мероприятия, предусмотренные действующими федеральными целевыми программами по решению экологических проблем (“Экология и природные ресурсы”), социально-экономического развития регионов (“Юг России”, “Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Забайкалья”, “Экономическое и социальное развитие коренных малочисленных народов Севера”, “Сокращение различий в социально-экономическом развитии регионов Российской Федерации” и другими), развития отраслей (“Модернизация транспортной системы”, “Жилище”, “Повышение плодородия почв России”, “Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера”, “Социальное развитие села” и другими), программами социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и программами развития отраслей экономики.

В 19 бассейновых подпрограммах, выполненных по бассейнам основных водных объектов, осуществлена сводка мероприятий территориальных подпрограмм субъектов Российской Федерации, находящихся в бассейне водного объекта, и разработаны общекбассейновые мероприятия в соответствии с Бассейновыми соглашениями.

Подпрограммы разработаны по бассейнам Азовского моря, Балтийского моря, Западного Каспия, Северо-Восточных морей, по Ангаро-Байкальскому и Двинско-Печорскому бассейнам, бассейнам рек Амур, Волга, Дон, Кама, Кубань, Енисей, Лена, Обь, Ока, Томь, Урал.

Национальная программа ставит во главу угла управления водохозяйственным комплексом бассейновый принцип, наиболее приемлемый с точки

зрения управления использованием и охраной водных ресурсов, восстановлением водных объектов, предотвращением и ликвидацией вредного воздействия вод и применяемый в большинстве развитых стран мира.

В сводной федеральной подпрограмме Национальной программы обобщены мероприятия территориальных и бассейновых подпрограмм, определены задачи и намечены мероприятия по совершенствованию и развитию водохозяйственного комплекса федерального уровня с учетом предложений федеральных министерств и ведомств, а также научно-исследовательских организаций, занимающихся водным хозяйством.

Реализация Национальной программы предусматривает использование широкого набора экономических, организационных и нормативно-правовых мер при опережающей разработке законодательного, нормативно — правового и научно-технического обеспечения.

Предусмотренные Национальной программой мероприятия требуют значительных финансовых, материально-технических и трудовых ресурсов.

Общая стоимость предусмотренных Национальной программой водоохраных и водохозяйственных мероприятий на принятый расчетный период 2003-2015 годов составляет 806,7 млрд. рублей (в ценах 2002 года). Из общего объема затрат более 180 млрд. рублей приходится на развитие систем городского и сельского водоснабжения, реализацию мероприятий по обеспечению населения качественной питьевой водой в достаточном количестве. Стоимость мероприятий по защите водных объектов от загрязнения определена в 250 млрд. рублей. Значительные объемы работ предусмотрены на развитие гидроэнергетики — свыше 80 млрд. рублей.

Позапная реализация мероприятий Национальной программы ориентирована на выполнение в период до 2010 года первоочередных мероприятий, обеспечивающих рационализацию водопользования в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве, снижение загрязнения водных объектов, снижение ущербов от наводнений и другого вредного воздействия вод. Общая стоимость мероприятий этапа составляет около 350 млрд. рублей. Завершающий главный этап периода 2011 — 2015 годы — это перспективные мероприятия, обеспечивающие рациональное комплексное использование водных ресурсов и их воспроизводство, восстановление водных объектов и их экосистем, предупреждение и ликвидацию вредного воздействия вод, совершенствование и развитие водохозяйственного комплекса. Общая стоимость мероприятий этапа оценивается в 288,4 млрд. рублей.

Важнейшим условием реализации Национальной программы является создание экономического механизма, обеспечивающего финансирование водохозяйственных работ, активизацию инвестиционного и инновационного процес-

сов. Без создания такого механизма дальнейшее совершенствование и развитие водного хозяйства невозможно.

Основными источниками финансирования водохозяйственных и водоохраных мероприятий должны стать платежи за пользование водными объектами, поступающие в целевой бюджетный фонд и полностью направляемые на реализацию программных мероприятий, средства водопользователей и инвесторов, других внебюджетных источников, включая международные займы и гранты.

Объемы средств внебюджетных источников могут изменяться в широких пределах в зависимости от эффективности применяемых государственными органами методов административного и экономического воздействия на водопользователей по выполнению программных мероприятий, а также от экономической мотивации водопользователей. Предусматривается, что по мере внедрения в практику нового хозяйственного механизма водопользования соотношение бюджетного и внебюджетного финансирования мероприятий Национальной программы будут изменяться в сторону уменьшения объемов бюджетных ассигнований.

Введение обязательного страхования в водном хозяйстве гарантирует финансовое обеспечение ответственности за причиненный вред в результате аварий на водохозяйственных объектах или природных чрезвычайных ситуаций.

В условиях формирования механизмов реализации Национальной программы важная роль отводится общественным организациям. Разъяснение населению государственной водохозяйственной политики, участие общественных организаций в обсуждении водохозяйственных проектов должны стать нормой для водохозяйственных организаций. Необходимо распространение информационных материалов с целью разъяснения основных водохозяйственных проблем, намечаемых мероприятий и ожидаемых результатов их реализации, включение в состав Бассейновых советов представителей общественности.

В настоящее время в стадии утверждения Концепция Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года, подкрепляющая положения Национальной программы. Целевые функции водной стратегии — Формирование благоприятной водной экологической среды, обеспечение водными ресурсами социально-экономического развития РФ, обеспечение защищенности от негативного воздействия вод. Прогнозируемый объем финансирования в области ресурсного обеспечения водной стратегии агропромышленного комплекса составляет порядка одного триллиона рублей.

Определенный интерес представляют планы американской администрации и президента по оздоровлению американской экономики — «Возрождение Америки и реинвестирование» от 15 января 2009 года по разделам «Чистая вода» и «Водные ресурсы»

В таблице 4.9 обобщены и представлены в конспективной форме позиции решения водохозяйственных проблем США.

Программа «Чистая вода»				
Проблема	Субъект финансирования	Размер кредита, млн долларов	Дефицит финансирования по данным ЕПА, млн. долларов	Реальная деятельность
1. Улучшение систем утилизации сточных вод	Государственный фонд чистой воды	6000	380000	В 26 штатах одобрены проекты очистки воды на сумму 10 млрд долларов
2. Создание инфраструктуры питьевой воды	Государственный фонд питьевой воды	2000	274000	Готовы проекты на сумму 6 млрд долларов
3. Водоснабжение в сельской местности и утилизация отходов	Система грантов и займов	1500	3800	Проектный запрос на финансирование составил 2,4 млрд долларов
Программа «Водные ресурсы»				
1. Восстановление окружающей среды, защита от наводнений и навигационная инфраструктура	Корпус инженеров	4500	61000	Сделана оценка значимости проблемы
2. Обеспечение чистой питьевой водой сельских областей и надежное водоснабжение западных областей, пострадавших от засухи.	Бюро рекламаций	500	1000	Имеются проекты сельскохозяйственного водоснабжения, переработки и вторичного использования водных ресурсов
3. Решение задач Национальной службы сохранения ресурсов, программы раздела водных ресурсов, строительство дамб для защиты от наводнений, ремонт устаревших дамб и т.д.	Инфраструктура водораздела	400	—	Нет данных
4. Ремонт системы контроля наводнений вдоль международного сегмента Рио-Гранде, пострадавшего от урагана «Катрина» и других штормов	Комиссия по международным границам и воде	224	—	Нет данных

Глава 5. Управление водными ресурсами

5.1 Правовое регулирование водохозяйственной деятельности

Основные термины и определения

Основным понятием, вокруг которого строится все водное право, является «водный объект».

В соответствии со ст.1 Водного кодекса Российской Федерации:

Водный объект — природный или искусственный водоем, водоток либо иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором имеет характерные формы и признаки водного режима.

Водные объекты по особенностям их режима, физико-географическим, морфометрическим и другим особенностям подразделяются на две группы:

I) поверхностные водные объекты включают:

1) моря или их отдельные части (проливы, заливы, бухты, лиманы и другие);

2) водотоки (реки, ручьи, каналы);

3) водоемы (озера, пруды, обводненные карьеры, водохранилища);

4) болота;

5) природные выходы подземных вод (родники, гейзеры);

6) ледники, снежники.

II) подземные водные объекты включают:

1) бассейны подземных вод;

2) водоносные горизонты.

Поверхностные водные объекты состоят из поверхностных вод и покрытых ими земель в пределах береговой линии. Границы подземных водных объектов определяются в соответствии с законодательством о недрах.

При этом следует иметь в виду, что воды в природе заключены не только в водных объектах. Например, не являются водными объектами: снежный покров, образующийся в зимнее время; вода в различных агрегатных состояниях, которая находится в атмосфере, содержится в растительности и животных организмах, входит в состав минералов, а также почвенная влага.

Не менее важны определения других терминов:

- *водное хозяйство* — деятельность в сфере изучения, использования, охраны водных объектов, а также предотвращения и ликвидации негативного воздействия вод;
- *водные ресурсы* — поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы;
- *водный режим* — изменение во времени уровня, расхода и объема воды в водном объекте;
- *водный фонд* — совокупность водных объектов в пределах территории Российской Федерации;
- *водоотведение* — любой сброс вод, в том числе сточных вод и (или) дренажных вод, в водные объекты;
- *водопользователь* — физическое лицо или юридическое лицо, которым предоставлено право пользования водным объектом;
- *водопотребление* — потребление воды из систем водоснабжения;
- *водоснабжение* — подача поверхностных или подземных вод водопотребителям в требуемом количестве и в соответствии с целевыми показателями качества воды в водных объектах;
- *водохозяйственная система* — комплекс водных объектов и предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны водных ресурсов гидротехнических сооружений;
- *использование водных объектов (водопользование)* — использование различными способами водных объектов для удовлетворения потребностей Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, физических лиц, юридических лиц;
- *истощение вод* — постоянное сокращение запасов и ухудшение качества поверхностных и подземных вод;
- *негативное воздействие вод* — затопление, подтопление, разрушение берегов водных объектов, заболачивание и другое негативное воздействие на определенные территории и объекты;
- *охрана водных объектов* — система мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов;
- *речной бассейн* — территория, поверхностный сток вод с которой через связанные водоемы и водотоки осуществляется в море или озеро, и другие.

Понятие водного права

Термин «право» является достаточно многозначным.

Во-первых, право понимается как свобода действий, мера дозволенного поведения субъектов, т.е. представляет собой *субъективное право*. В сфере водного хозяйства оно реализуется в виде *права водопользования*.

С другой стороны, право понимают как систему правил — юридических норм, установленных государством и зафиксированных в официальных документах — нормативных правовых актах разного уровня и нормативно-технических документах. В этом смысле право является *объективным* и близко по значению к термину «законодательство».

Водное право представляет собой одну из отраслей российского права. Оно характеризуется определенными объектом, предметом и методом регулирования.

В качестве объекта регулирования выступает водный объект.

Предметом регулирования являются водные отношения, которые можно рассматривать как общественные отношения, возникающие по поводу использования и охраны водных объектов.

Метод регулирования водного права рассматривается как совокупность способов, методов, механизмов и иных средств регулирования водных отношений.

Для достижения установленных целей водное право действует в комплексе с другими отраслями права: гражданским, административным, уголовным, налоговым, экологическим, земельным, лесным и другими.

Водное право определяет права, обязанности и запреты для водопользователей и других участников водных отношений, порядок и условия их установления, изменения, прекращения, а также механизмы их реализации.

Источники российского водного права

Основы российского водного права заложены в Основном законе Российской Федерации — Конституции России.

В Конституции РФ установлены основные права и обязанности граждан, а также заложены основы государственного управления в сфере природопользования. В частности:

Провозглашена необходимость рационального природопользования и сохранения природной среды как основы жизни нынешнего и будущих поколений людей.

Зафиксировано право граждан и их объединений иметь в собственности земельные участки и иные природные объекты.

Установлено, что собственники земельных участков свободно владеют, пользуются и распоряжаются ими, если это не ущемляет права иных лиц и не наносит вреда окружающей среде.

Природопользование должно осуществляться на платной основе.

Полномочия между Российской Федерацией и её субъектами разграничиваются, в частности к исключительному ведению Российской Федерации отнесены вопросы гидрометеорологии, а к совместному ведению Российской

Федерации и её субъектов относятся вопросы природопользования, водного и земельного права, охраны окружающей среды и другие.

Во главе российского водного права стоит Водный кодекс Российской Федерации. Водное законодательство включает также иные федеральные законы и законы субъектов Российской Федерации, регулирующие водные отношения.

Дополняют водное законодательство юридические нормы, содержащиеся в подзаконных актах — Постановлениях Правительства Российской Федерации, актах федеральных министерств и ведомств, уполномоченных на это законодательством. При этом подзаконные акты не могут противоречить законам.

Водное законодательство тесно взаимодействует с законодательством о недрах, о безопасности гидротехнических сооружений, о мелиорации земель, об особо охраняемых природных территориях, об экологической экспертизе, о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения и другими отраслями законодательства.

Трансграничные водные объекты

К сожалению, в новом Водном кодексе (ВК РФ) трансграничные водные объекты не выделены в отдельную категорию, хотя после распада СССР для Российской Федерации свыше 1000 водных объектов стали трансграничным, т.е. либо располагаются на границе РФ, либо её пересекают, либо обозначают ее.

Особенность правового режима таких объектов заключается в том, что водопользование на таких объектах подпадает под действие как национальных российских правовых норм, так и норм, установленных международными договорами об охране и использованию трансграничных водных объектов, которые Россия заключила с прибрежными и иными государствами. При этом правила, установленные вступившими в силу международными договорами Российской Федерации, имеют большую юридическую силу, чем нормы российского права. Они становятся частью российской правовой системы.

Право собственности на водные объекты

В соответствии с ВК РФ все водные объекты находятся в федеральной государственной собственности.

В собственности граждан и муниципальных образований могут находиться пруды и обводненные карьеры, полностью расположенные в пределах участка, принадлежащего соответствующему лицу. Причем такие водные объекты следуют судьбе земельного участка, а в какой-то мере и определяют ее, т.к. участок не подлежит разделу, если при этом придется делить и водный объект в виде пруда или обводненного карьера.

К недостаткам ВК РФ можно отнести отсутствие определения того, что же такое пруд. Другим его недостатком является наличие противоречий с другими законами, в частности с положениями закона «О мелиорации земель», в соответствии с которым предусматривается возможность владения гражданином или организацией на праве собственности мелиоративной системой индивидуального пользования, которая, как следует из текста закона, может включать, в том числе, каналы и водохранилища, а они, как указано выше, являются водными объектами, которые в соответствии с ВК РФ находятся в федеральной собственности.

Двойственная правовая ситуация может возникнуть и в том случае, когда в соответствии с проектом наливное водохранилище образуется в результате заполнения водой карьера, который использовался для добычи каменных и иных грунтовых материалов для возведения грунтовых сооружений гидроузла.

Право водопользования

Право водопользования является вторичным по отношению к праву собственности на водные объекты. Собственник водного объекта определяет кто, в каком порядке может приобрести право пользования водным объектом, в каких целях и в каких пределах будет использоваться водный объект, а также порядок и условия прекращения этого права.

В соответствии с ВК РФ водопользование может быть приостановлено или ограничено в случае:

- 1) угрозы причинения вреда жизни или здоровью человека;
- 2) возникновения радиационной аварии или иных чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера;
- 3) причинения вреда окружающей среде;
- 4) в иных предусмотренных федеральными законами случаях.

Система органов государственной власти и управления в сфере водного хозяйства

В сфере водного хозяйства основным органом исполнительной государственной власти является Министерство природных ресурсов и экологии РФ.

В его ведении находятся:

Федеральная служба по надзору в сфере природопользования,

в частности, осуществляет контроль и надзор за использованием и охраной водных объектов, внутренних морских вод, территориального моря и исключительной экономической зоны, а также за безопасностью гидротехнических сооружений, кроме гидротехнических сооружений промышленности, энергетики и судоходных гидротехнических сооружений.

Федеральное агентство по недропользованию, в частности, осуществляет лицензирование недропользования, в том числе в целях добычи подземных вод, строительства и эксплуатации подземных сооружений не связанных с добычей полезных ископаемых.

Федеральное агентство водных ресурсов

– обеспечивает мероприятия по рациональному использованию, восстановлению и охране водных объектов, включая перераспределение поверхностного стока и пополнение запасов подземных вод, предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод;

– предоставляет права пользования водными объектами, находящимися в федеральной собственности;

– эксплуатирует подведомственные водохранилища и водохозяйственные системы комплексного назначения, защитные и другие гидротехнические сооружения, обеспечивает их безопасность;

– разрабатывает схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов, водохозяйственные балансы и составляет прогнозы состояния водных ресурсов;

– обеспечивает осуществление противопаводковых мероприятий, мероприятия по установлению водоохранных зон водных объектов и их прибрежных защитных полос, предотвращению загрязнения вод;

– ведет государственного реестра договоров пользования водными объектами, государственного водного кадастра и Российского регистра гидротехнических сооружений, осуществление государственного мониторинга водных объектов, государственного учета поверхностных и подземных вод и их использования.

– оказывает государственные услуги по предоставлению информации, связанной с состоянием и использованием водных объектов, находящихся в федеральной собственности.

Федеральная служба по экологическому, техническому и атомному надзору, в частности, осуществляет контроль и надзор за соблюдением собственниками гидротехнических сооружений и эксплуатирующими организациями норм и правил безопасности гидротехнических сооружений на объектах промышленности и энергетики, за исключением гидротехнических сооружений, полномочия по осуществлению надзора за которыми переданы органам местного самоуправления, а также осуществляет надзор за соблюдением требований в области охраны окружающей среды.

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

– ведет Единый государственный фонд данных о состоянии окружающей природной среды, её загрязнении;

– обеспечивает выпуск экстренной информации об опасных природных явлениях, о фактических и прогнозируемых резких изменениях погоды и загрязнении окружающей природной среды, которые могут угрожать жизни и здоровью населения и наносить ущерб окружающей среде;

в пределах собственной компетенции осуществляет:

– государственный мониторинг водных объектов в части поверхностных водных объектов (в пределах своей компетенции);

– государственный учет поверхностных вод и ведение государственного водного кадастра в части поверхностных водных объектов в порядке, установленном законодательством Российской Федерации;

– государственный мониторинг континентального шельфа в порядке, определяемом законодательством Российской Федерации (в пределах своей компетенции);

– государственный мониторинг состояния исключительной экономической зоны Российской Федерации (в пределах своей компетенции), а также выполняет иные функции.

Кроме того, в сферу установленной деятельности и других министерств и ведомств включены вопросы, связанные с водным хозяйством, например:

– Федеральное агентство морского и речного транспорта;

– Министерство сельского хозяйства РФ;

– Министерство российской федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС);

– Департамент охраны здоровья и санитарно-эпидемиологического благополучия человека Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации;

– Министерство энергетики;

– Федеральное агентство по науке и инновациям.

Российское и международное водное право

Международное право и национальное право представляют собой две совершенно различные правовые системы.

Тем не менее, в пределах национальной российской территории они взаимодействуют между собой. В соответствии с Конституцией РФ вступившие в силу международные договоры и обще признанные нормы международного права имеют большую юридическую силу, чем национальные российские нормы.

Международное водное право представляет собой формирующуюся отрасль международного публичного права, которую образуют нормы, регулирующие охрану и использование трансграничных водных объектов, а также

водно-болотных угодий, имеющих международное значение в качестве местобитаний водоплавающих птиц.

5.2. Инженерно-технические методы управления водными ресурсами и водными объектами

5.2.1. Комплексные мероприятия по управлению водными ресурсами и водными объектами

Для решения множественных проблем водного хозяйства, описанных в предшествующих главах, необходимы комплексные водохозяйственные и водоохранные мероприятия. Перечень таких мероприятий достаточно широк, поэтому для его рассмотрения требуется определенная система, классификация. При систематизации нужно учесть значимость отдельных мероприятий, их функциональную направленность и механизм реализации. Кроме того, нужно определить цель отраслевой деятельности.

Отметим, что в последние шесть десятилетий объемы воды, изымаемой из источников (реки, озера, водохранилища) увеличились примерно в 5 раз. Вода стала определяющим видом природных ресурсов, оказывающим влияние как на размещение производительных сил, так и на стоимость выпускаемой продукции. В прошлом ресурсы водоисточника практически не лимитировали изыятия. В наши дни комплексный многоотраслевой характер водопользования связан не только с техническим водоснабжением, но с более широкой задачей — водообеспечением, то есть повышением гарантированной водности источника в сочетании с чисто инженерными решениями. Такой переход от проблем исключительно «водоснабженческих» к водообеспечению сказывается на размерах стоимости водохозяйственных мероприятий и масштабах воздействия на окружающую среду. Решение совокупной проблемы водообеспечения, качества воды и экологической деградации рек и водоемов, может быть названа водобустройством. Приведенная ниже схема задает основные позиции водохозяйственной деятельности (рис. 5.1) — мероприятия по экономии и экологической сохранности водных объектов, водообеспечению и защите городов, населенных пунктов и объектов экономики от затопления и подтопления.

Первые две позиции сходятся на блоке рационального водопользования, являющегося стратегическим звеном использования водных ресурсов. Понятие «рациональное водопользование» предусматривает борьбу с непроизводительными потерями воды, сокращение удельных норм водопотребления, внедрение прогрессивных методов орошения и новых промышленных технологий — очевидные мероприятия с точки зрения целесообразности.

Некоторого пояснения требует смысл перехода к оборотным и повторного использования системам водоснабжения. Объем воды, необходимый для реализации производственного процесса (так называемая технологическая вода) может забираться из реки (или другого водоема), а затем, после использования, сбрасываться обратно в водоем. Вода теряется на испарение, а также может входить в состав выпускаемой продукции. Такой способ использования называется прямоточной схемой водоснабжения. В прямоточной системе (рис. 5.2) вода забирается из источника, доводится до нормативного качества на сооружениях водоподготовки, используется населением и в производстве, очищается и сбрасывается в водный объект. Для данной системы характерны значительные объемы изъятия воды и столь же высокие сбросы в водоприемник. Как следствие, опасность загрязнения вод даже при наличии очистных сооружений, напряженность водохозяйственного баланса и высокая стоимость водозаборных сооружений. Безвозвратные затраты стока здесь сравнительно невелики. Область применения прямоточных схем ограничена случаями малого водопотребления в сравнении с ресурсами водоемисточника.

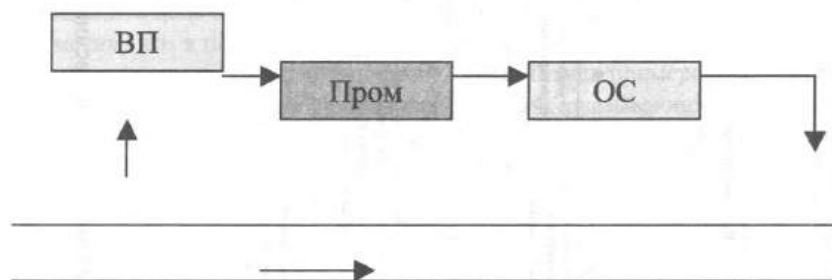
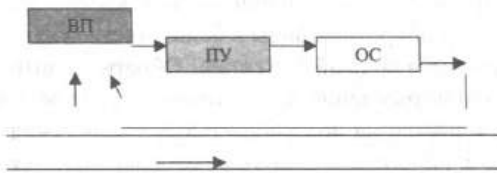
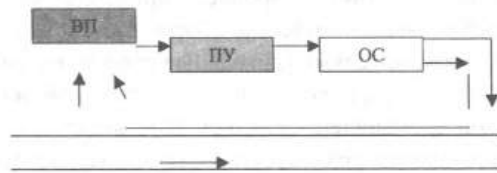


Рис. 5.2. Прямоточная система водоснабжения. Часто с целью регулирования сброса сточных вод в прямоточных системах устраиваются специальные накопители, регулирование сточных вод в которых способствует улучшению качества воды.

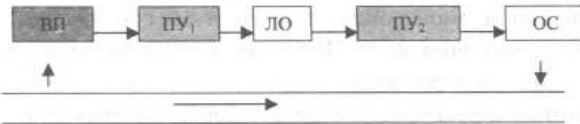
Гораздо более предпочтительными в наше время высоких технологий и водоемких производств являются оборотные, комбинированные и последовательные системы водоснабжения (рис. 5.3), несмотря на более высокую стоимость. В работе И.С.Шахова сделан обзор и проведен глубокий анализ названных методов экономии водных ресурсов, изложены преимущества оборотных систем и их модификаций с точки зрения сохранения водных объектов. Отмечается, что «... Оборотные системы водоснабжения родились в районах, слабо обеспеченных природными водами: Урал (Россия), Донбасс, Криворожье (Украина) и т.д. Преимущество их перед прямоточными системами состоит в том, что



б) Обратно-прямоточная система



в) Последовательная система



г) Комбинированная (смешанная) система. Смешанные схемы водоснабжения получили наиболее широкое распространение на практике. В них совмещены прямоточное, последовательное и обратное использование воды. Примером таких схем может служить система водоснабжения населенного пункта с общим природным источником. Обеспечение водой хозяйственно-питьевых нужд населения производится по прямоточной системе, а в производстве имеет место как последовательное, так и обратное водоснабжение.

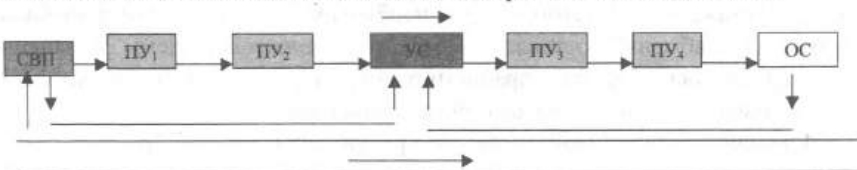


Рис. 5.3. Варианты схем водоснабжения

СВП — станция водоподготовки; ПУ — промузел; ОС — очистные сооружения; УС — усреднитель поступающих вод с двух промышленных узлов.

они позволяют экономить природную воду. Они более эффективны экономически, поскольку глубина очистки оборотной воды в большинстве случаев меньше, чем при сбросе сточных вод в водный объект...». Обратим внимание, что суммарное безвозвратное водопотребление в прямоточных системах меньше, чем в оборотных, где вода теряется на дополнительных сооружениях и коммуникациях. Наряду с этим в оборотных схемах резко сокращаются объемы водозабора, а система требует лишь систематической подпитки свежей воды в объеме реальных потерь.

Оборотная система. На предприятиях, в процессе производства которых образуется большое количество твердых отходов, оборотные системы сооружаются в комплексе со шламонакопителями (локальные оборотные системы). Такие системы характерны для предприятий черной и цветной металлургии, ряда предприятий химической промышленности, крупных животноводческих комплексов. В таких системах процесс реализуется в составе двух циклов: технологический цикл с чистой водой (включающий сооружения по стабилизации термического режима воды) и технологический цикл с загрязненной водой (включающий собственно шламонакопитель, очистные сооружения и сооружения по переработке токсичных вод). Подпитка «чистого» цикла осуществляется из водоисточника, потери воды в «грязном» цикле компенсируются охлажденными водами из цикла чистой воды. Оборотные системы без шламонакопителей характерны для предприятий машиностроительного профиля, а также металлургических с неполным металлургическим циклом в условиях дефицита площадей. В таких системах сооружаются установки по обезвоживанию осадка с дальнейшей его утилизацией, либо направлением в специально оборудованные отвалы.

Принципиальные схемы, приведенные на рисунке, разумеется, не исчерпывают возможных вариантов схем водоснабжения в деталях, однако описывают их суть. В каждом конкретном случае необходимо на основе принципиальной схемы водоснабжения составление расчетной балансовой схемы. Балансовая схема служит основой для разработки оптимизационной (имитационной) модели, приводящей к наиболее выгодному решению.

Мероприятия по водообеспечению требуют длительного времени: проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию могут занимать до 10-15 лет, а значит, необходимо, чтобы крупные водохозяйственные мероприятия начинались с большой заблаговременностью, то есть требуется надежный прогноз составляющих водохозяйственного баланса. Достоверный прогноз, в свою очередь, должен опираться на профессиональный анализ многофакторной информации:

- показатели научно-технического прогресса в технологии водопотребления;

– тенденции в размещении производительных сил за период планирования;

– требования окружающей среды с учетом изменений режима водных объектов под влиянием хозяйственной деятельности;

– изменение климата и их влияние на течение гидрологических процессов.

Информация в части изменения климата является наименее репрезентативной. Более того, даже будучи уверенными в наличии изменений (скажем соответствующих картине глобального потепления), мы не располагаем достаточным объемом наблюдений для построения надежного количественного временного тренда. Еще менее успешными будут наши попытки формирования расчетных гидрологических характеристик, статистических параметров стока и многолетних гидрологических рядов в условиях климатической неопределенности. Очевидно, в ближайшем времени требуются совместные усилия ученых и инженеров для выработки конструктивной позиции. В свете изложенного, актуальны следующие направления научных исследований:

– описание естественного гидрологического режима водоисточников в условиях прогнозируемой нестационарности. В основу исследований могут быть положены модели ГГИ, позволяющие разыгрывать различные сценарии развития ситуации в многолетней перспективе;

– изучение, анализ и моделирование требований природных систем к водохозяйственным объектам. (В естественных природных системах имеет место замкнутый цикл использования ресурсов. Продукты жизнедеятельности одних организмов являются продуктами питания для других. В искусственных системах, таких, как водохранилище, баланс ресурсов нарушается);

– прогноз антропогенного воздействия на водный режим водотоков и водоемов;

– управление сложными водохозяйственными системами на основе имитационного и оптимизационного регулирования.

Мероприятия по экономии водных ресурсов и регулированию качества воды

Экономия водных ресурсов и регулирование качества вод относятся к категории водоохранных мероприятий, позволяющих предотвратить истощение и загрязнение вод. Водоохранная деятельность — это мероприятия в сфере водной политики, инженерно-технические и административно-хозяйственные мероприятия, а также методы экономического управления в области водопользования. В числе инженерно-технических мероприятий:

- внедрение маловодных технологий;
- использование прогрессивных систем водоснабжения;
- очистка сосредоточенных сточных вод;

- снижение загрязненности рассредоточенных стоков;
- устранение непроизводительных потерь воды.

Экономические методы предусматривают экономическое стимулирование и систему штрафных санкций. К организационно-хозяйственным мерам относятся учет и контроль использования водных ресурсов; лицензирование и ограничение режимов водопользования и водоотведения; планирование размещения отраслей экономики.

Мероприятия в сфере водной политики

Внешняя и внутренняя политика Российского государства в области использования и охраны водных ресурсов определяется Водным законодательством, которое опирается на Водный Кодекс, нормативные акты, международные соглашения и другие юридические документы федерального и регионального уровней. Основными руководящими принципами государства являются:

- экологически ориентированное социально-экономическое развитие;
- сочетание бассейнового и административно-территориального подхода.

Экологически ориентированное социально-экономическое развитие (эко-развитие) — это совокупность мер, направленных на обеспечение экологической безопасности с учетом экономических возможностей и социальных потребностей общества. Иными словами, рост благосостояния людей не сопровождается ухудшением состояния среды обитания и деградацией природных систем. Развитие производительных сил ориентируется на стратегию экономного, высокоэффективного использования водных ресурсов, что позволяет сбалансированность антропогенную нагрузку на природные системы с их устойчивостью. Реализации данного принципа способствует сочетание бассейнового и административно-территориального подхода к охране водных ресурсов, так как это позволяет:

- учесть экологические условия формирования водных объектов;
- учесть социально-экономические потребности общества;
- разделить функции управления и охраны вод на федеральный и локальный уровни.

Политическая деятельность государства в области охраны водных объектов на федеральном уровне связана с осуществлением международных акций, государственного регулирования и управления использованием и охраной водных ресурсов. Региональные и локальные уровни проводят намеченную государством политику использования и охраны вод, в жизнь. Таким образом, роль Государства выражается в следующем:

- заключение и выполнение международных договоров (*соглашение между Россией и КНР о рациональном использовании и охране трансграничных вод, Конвенция ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и*

международных озер, Конвенции по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов, Конвенции по защите морской среды района Балтийского моря и т.п.);

– разработка законов («Водный кодекс», «Правила охраны поверхностных вод», «О плате за пользование водными объектами») и контроль их выполнения (государственный контроль осуществляют: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, специально уполномоченные государственные органы в области охраны окружающей природной среды);

– проведение единой научно-технической и инвестиционной политики.

Экологические инвестиции представляют собой вложение средств в природный капитал, который представляет национальное богатство в форме: земли и её недр, климатических условий, водного и воздушного пространство, растительного и животного мира, в целях получения дополнительных ресурсов и сохранения окружающей среды. Примерное соотношение объемов вложений в мероприятия рационального водопользования показано на рис. 5.4

Инвестиции в охрану окружающей среды редко приводят к коммерческой прибыли, но повышают качество жизни людей и нацелены, в первую очередь, на получение нематериальных благ социально-экологического и культурного характера.

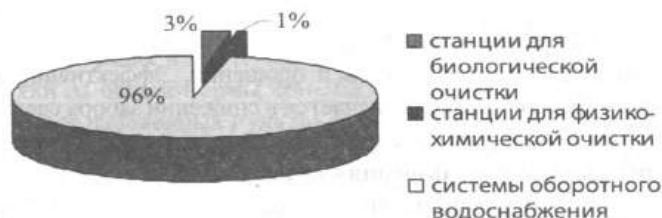


Рис. 5.4. Инвестиции в основной капитал на охрану и рациональное использование водных ресурсов

Инженерно-технические мероприятия

Внедрение маловодных технологий

Использование маловодных технологий позволяет уменьшить потребление свежей воды, забираемой из источника водоснабжения, и улучшить качество водных ресурсов. Эффективность данных мероприятий основана на снижении нормы водопотребления, коэффициента возвратных вод и снижении загрязненности сточных вод.

Примером внедрения маловодных технологий в промышленности может служить замена водяного охлаждения на воздушное, замена гидротранспорта материалов на пневмотранспорт.

В животноводстве примером использования маловодных технологий может служить переход от гидросмыва навоза к сухому способу его удаления.

Примером маловодных технологий в энергетике может служить использование не традиционных источников энергии: солнечных батарей, ветроустановок, термальных энергостанций.

В растениеводстве ярким примером использования маловодных технологий является переход от поверхностных способов полива к дождеванию и капельному орошению сельскохозяйственных культур. Экономия воды при капельном орошении составляет 20-80% по сравнению с дождеванием и поверхностными способами полива. Возвратные воды практически не образуются.

Использование прогрессивных систем водоснабжения

Прогрессивные системы водоснабжения позволяют снизить водопотребление пресной воды за счет использования сточных или минерализованных вод. В настоящее время широко используются оборотные, повторные и дуплексные системы водоснабжения.

Оборотные системы водоснабжения

Оборотные системы позволяют осуществлять одноцелевое многократное использование одного и того же объема воды. Они используются в системах отопления коммунально-бытового хозяйства, в отдельных технологических процессах промышленных предприятий и орошении. Эффективность мероприятия, как уже отмечено ранее, заключается в снижении забора свежей воды ($W_{св}$) из источника и снижении опасности загрязнения водных объектов.

Системы повторного использования воды

Повторные системы водоснабжения основаны на принципе многоцелевого однократного использования воды. Такие системы используются на сельскохозяйственных полях орошения (ЗПО), т.е. для орошения сельскохозяйственных культур сточными водами: коммунально-бытового хозяйства, животноводства. Под ЗПО отводятся малопродуктивные, но хорошо дренированные земли, урожайность которых повышается при правильно подобранном режиме орошения сточными водами.

Используются и сточные воды промышленных предприятий, но в том случае если они удовлетворяют основным требованиям: обладают удобрительной ценностью и не содержат токсичных для растений веществ. К таким видам промышленности относятся: пищевая, мясомолочная, мясоперерабатывающая и некоторые другие виды.

Эффективность повторного использования воды связана со снижением объемов потребления свежей воды из источника. Кроме того, происходит утилизация сточных вод, повышение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почв.

Земледельческие поля орошения представляют собой источник повышенной опасности загрязнения поверхностных водных объектов, поэтому проводится их специальное водоохранное обустройство. ЗПО не располагают в зоне питания подземных вод, в зонах санитарной охраны подземных водозаборов и рекреационных зонах. Поля должны быть удалены не менее чем на 1000 м от населенных мест, 100 м от магистральных дорог и 500 м от водных объектов. На ЗПО выращивают растения, не используемые в пищу в сыром виде: травы, технические культуры, кормовые, древесную и кустарниковую растительность. В случае близкого залегания грунтовых вод и опасности их загрязнения инфильтрационным оросительным стоком устраивается осушительная сеть. Поверхностный сток с сопредельных территорий перехватывается путем устройства оградяющей сети в виде ловчего или нагорно-ловчего канала. Поверхностный сток, образующийся на территории ЗПО после прохождения дождя или снеготаяния, собирается на буферной площадке, которая создается с помощью дамбы обвалования.

Дуплексные системы водоснабжения

Дуплексные системы водоснабжения используются в условиях дефицита пригодной для питьевых целей воды. Высокие требования к качеству питьевой воды требуют сложной и дорогой технологии её подготовки, при этом на питьевые нужды в коммунально-бытовом хозяйстве расходуется 5-10 л/чел в сутки из общей нормы 200-300 л/чел в сутки (примерно 2%). Поэтому в крупных населенных пунктах рационально иметь несколько отдельных водопроводных сетей: хозяйственно-бытового, питьевого и промышленного водоснабжения, соответственно, это позволит использовать минерализованные воды, воды питьевого качества и воду пригодную для технических целей.

Очистка сосредоточенных сточных вод

Коммунально-бытовое хозяйство и промышленность формируют три вида сточных вод: бытовые, технологические и ливневые. Все стоки должны быть канализованы и централизованно отводиться на очистные сооружения. Обычно бытовые и технологические стоки сбрасываются в единую канализационную систему. Они характеризуются относительно постоянным составом, свойством и режимом поступления.

Ливневые стоки отличаются периодичностью и непостоянством состава. Поэтому для более эффективной очистки стоки рекомендуется очищать на отдельных сооружениях. Это позволяет оказывать управляющее воздействие на

качество сточных вод и, следовательно, водных ресурсов. Эффективность подхода обусловлена снижением опасности загрязнения водного объекта и снижением затрат на водоподготовку. Эффективность очистных сооружений ($\mathcal{E}_{оч}$) должна быть не меньше требуемой ($\mathcal{E}_{тр}$).

$$\mathcal{E}_{тр} = (C_{вв} - C_{оч}) / (C_{вв} - C_{доп}) \quad (5.1)$$

где $C_{вв}$ — концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, $C_{доп}$ — допустимая концентрация.

Технологические стоки промышленности должны проходить очистку на локальных сооружениях. Это существенно повышает эффективность очистки и снижает затраты на её проведение. Связано это с тем, что после конкретного технологического процесса вода содержит определенные загрязнители, для очистки от которых и создаются локальные сооружения.

Принцип очистки дренажного стока осушительных систем основан на использовании самоочищающей способности водных объектов (осаждение взвешенных частиц, поглощение загрязняющих воду веществ растениями, сорбция веществ твердыми частицами грунта, фильтрация воды через слой фильтрующей засыпки). Для повышения самоочищающей способности устраиваются пруды, удлиняется открытая проводящая система или создаются специальные биоканалы и биоплато.

При создании биосооружений их параметры определяется исходя из условия самоочищения дренажного стока до допустимого уровня (ПДК). Материальный баланс пруда объемом V имеет вид:

$$C_{др} W_{др} = V \cdot C_{др,exp} (-k \cdot \tau) + W_{др} \text{ ПДК} \quad (5.2)$$

где V — объем пруда, k — коэффициент самоочищения воды, $\tau = V / W_{др}$ — время водообмена.

Требуемая, по условию самоочищения, длина биоканала может быть найдена из условия снижения концентрации загрязнений в зависимости от протяженности канала и скорости течения:

$$C_{др} \cdot \exp(-k \cdot L/v) \leq \text{ПДК} \quad (5.3)$$

где L — длина канала, км; v — скорость течения воды в канале, м/с; k — коэффициент самоочищения воды, 1/сут.

При устройстве биоплато, определению подлежит его площадь :

$$C_{др} \cdot W_{др} = B \cdot Y \cdot F + \text{ПДК} \cdot W_{др} \quad (5.4)$$

где B — биомасса водной растительности, ц/га; Y — содержание веществ в растениях, кг/ц; F — площадь биоплато, га.

Ширина биоплато (b) принимается в пределах 3–10 м. При длине более 50–100 м, биоплато разбивается на 2–3 секции. Секционное разделение делается и по ширине, что облегчает эксплуатацию. Глубина воды принимается в пределах от 0,5 до 1,5 м, что связано с необходимостью создания оптимальных условий произрастания водной полупогруженной растительности, которая в основном определяет эффективность очистки. Скорость течения воды принимается на уровне скорости заиления (0,1–0,3 м/с) или зарастания (0,45–0,6 м/с). Эффективность очистки стоков по БПК, взвешенным веществам, азоту и фосфору доходит до 95–99%.

На биоплато выращивается сообщество водной растительности — макрофитов: осока, камыш, тростник, рдест, элодея, роголистник, рогоз, цизания, эйхорния и др. Биомасса растений составляет 20–60 т/га. В течение периода вегетации необходимо проводить удаление отмирающих растений, после чего они могут использоваться на корм скоту, вноситься на поля в виде зеленых удобрений, либо утилизироваться в зависимости от степени их загрязненности. Относительная биомасса растений зависит от глубины водоема (рис. 5.5).

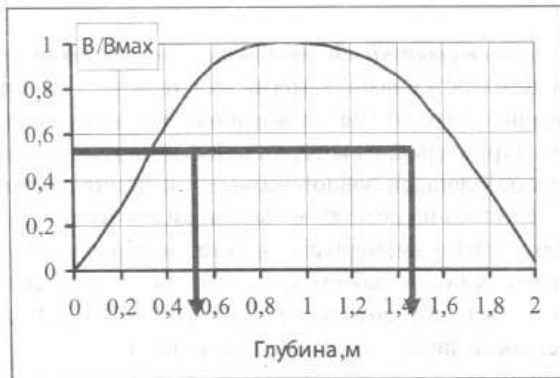


Рис. 5.5. Зависимость относительной продуктивности полупогруженных макрофитов от глубины воды

Эффективность очистки дренажных стоков на биоплато зависит от времени и изменяется как по годам, так и внутри года. Наиболее эффективная очистка происходит в теплый период года.

Эффективность очистки сточной воды эйхорнией

Показатель	Эффективность, %	
	весна	лето-осень
ХПК	66	80
БПК	42	53
Хлориды	56	62
Сульфаты	50	57
Фосфаты	28	79
Нитраты	81	96
Аммонийный азот	80	86
Коли-индекс	60	73

Очистные сооружения рассмотренного типа отличаются простотой конструкции, высокой эффективностью очистки и относительно низкими затратами на строительство и эксплуатацию. Биоплато используют и для очистки ливневых сточных вод населенных пунктов и для доочистки сточных вод, прошедших традиционные очистные сооружения.

Снижение нагрузки на водный объект со стороны рассредоточенных стоков

Одним из мощных источников загрязнения являются площадные стоки с сельскохозяйственных угодий, не канализованных территорий населенных пунктов и свалок. Территория, на которой они формируются, может достигать 45-85% водосборной площади водного объекта, а фронт поступления загрязнений в него растянуться на десятки и тысячи километров. Загрязненные поверхностные стоки имеют временный характер и образуются после выпадения осадков и снеготаяния. Их объем, и загрязненность зависит от количества осадков, объема снега на момент снеготаяния, интенсивности дождя и снеготаяния, загрязненности почв и виды загрязняющего вещества и т.д. Все это не позволяет использовать традиционные очистные сооружения для охраны водных объектов. В целях предотвращения поступления в водные объекты загрязненных поверхностных вод используются следующие мероприятия: создание водоохранных зон (ВОЗ), высадка лесополос, устройство бессточных канав, прудов накопителей, заболачивание территории, снегозадержание и др. Водоохранные мероприятия в данном случае можно разделить на три группы (по Н.И. Хрисанову).

Мероприятия, позволяющие снизить объем образующихся загрязненных стоков. Они проводятся в самом источнике загрязнения, например: на сельскохозяйственных угодьях: создание лесополос, распашка поперек склона, соблюдение технологии внесения удобрений, использование медленнodelствующиx гранулированных удобрений, снежные мелиорации.

Водоохраннe лесополосы позволяют перевести часть поверхностного стока, наиболее загрязненного, в подземный. Располагают их поперек склона и устраивают шириной от 10 до 25 м из древесно-кустарниковой растительности. Расстояние между лесополосами зависит от уклона местности, механического состава почво-грунтов и составляет от 60-80 до 300-400 м. Так при малых уклонах (до 1-3°) и легких почво-грунтах расстояние увеличивается. При необходимости лесополосы усиливают бессточными канавами, глубиной 0,5-1,5 м.

Осенняя распашка поперек склона позволяет в весенний период, до обработки полей, замедлить движение воды, что способствует её более полному впитыванию в почву. Снежные мелиорации предназначены для снижения интенсивности весеннего снеготаяния. Соблюдение технологии внесения удобрений и использование медленнodelствующиx удобрений позволяет существенно (до 50%) сократить объем их потерь и тем самым предотвратить их поступление в водный объект.

Мероприятия, позволяющие перехватить объем загрязнений в транзитной зоне (от источника загрязнений до водного объекта): например, устройство водоохранной зоны, перехват стока поглотителями, устройство прудов накопителей.

Водоохраннe зоны устраиваются вдоль всего водного объекта, минимальная ширина ВОЗ назначается для участков рек в зависимости от расстояния до истока. Ширина ВОЗ принимается с учетом особенностей местности и отсчитывается от точки уреза воды в реке при среднемноголетнем межennом уровне. В нее включаются пойма рек, расположенные на надпойменных террасах овраги. На расстоянии 1-4 км от истока реки ширина ВОЗ увеличивается в 1,5-3 раза по сравнению с принятой для всей реки. При пересечении границ ВОЗ и естественных угодий (лес, луг, болото), границы ВОЗ совмещаются с естественными рубежами (если ширина данных угодий меньше 1 км) или увеличиваются до 1 км (если ширина естественных угодий больше 1 км). На мелиоративных системах ширина ВОЗ увеличивается до 500 м.

Водоохранная зона выполняет следующие функции:

- защита берегов от размыва,
- биологический дренаж,
- перевод поверхностного стока в грунтовый (водорегулирующая функция),
- предотвращение загрязнения водного объекта,

— защита берегов и надпойменных террас от эрозии.

Устройство прудов накопителей позволяет в условиях сильно расчлененной местности (например, в овражно-балочной сети) задержать большие объемы загрязненного поверхностного стока, на время, достаточное для самоочищения воды посредством осаждения взвешенных частиц, поглощения минеральных веществ водной растительностью, фильтрации воды до грунтовых вод.

Мероприятия, направленные на повышение самоочищающей способности водных объектов. К таким мероприятиям относятся: аэрация воды, создание биоплато, уход за прибрежной водной растительностью.

Устранение непроизводительных потерь воды

При использовании воды часть её теряется на испарение, фильтрацию и утечки. Это приводит к увеличению объема воды, забираемого из источника водоснабжения. В расчетах это учитывается снижением коэффициента полезного действия систем водоснабжения. В целях экономии воды необходимо проводить мероприятия по повышению КПД путем замены арматуры, старых трубопроводов, проведения противofiltrационных мероприятий, устройства лесопосадок по берегам открытых водотоков и водоемов для снижения испарения.

Затраты на эти превентивные меры достаточно велики, однако они необходимы, так как при низких КПД водохозяйственные системы становятся плохо управляемыми и малоэффективными. Кроме того, утечки и фильтрационные потери способствуют подъему уровня грунтовых вод, засолению земель, подтоплению коммуникаций, снижению напора в сети, увеличению объемов забираемой свежей воды из источника.

Мероприятия экономического характера

Экономические методы экономии водных ресурсов с сохранением их качества и экологического состояния заключаются в:

- создании механизмов стимулирующих водоохранную деятельность;
- поиске методов снижения затрат для достижения желаемого состояния окружающей среды и её отдельных компонентов (в частности, экономического стимулирования водоохранной деятельности и платного водопользования).

Экономическое стимулирование в свою очередь заключается в создании благоприятных условий для хозяйственной деятельности конкретного водопользователя, который активно и постоянно проводит работу по охране вод от загрязнения и экономии водных ресурсов. Стимулирование выражается снижением налоговой ставки, регулированием нормативов, инвестированием водоохранной деятельности и других экономических рычагах. Все эти меры призваны сократить срок окупаемости затрат на водоохранные мероприятия и

сделать экономически выгодным их проведение. Например, если предприятие запланировало создание системы очистки стоков и занимается её реализацией, то органы надзора могут снизить плату за сверхлимитный сброс веществ на весь период проектирования и строительства очистных сооружений. Осуществляется это двумя путями: снижением норматива оплаты или установлением величины допустимого сброса на уровне временно согласованного (ВСС). Величина ВСС превышает величину предельно допустимого сброса (ПДС), поэтому загрязнение водного объекта происходит, но предприятие попадает в более благоприятные экономические условия, что позволяет ему осуществить намеченную водоохранную деятельность по достижению нормативов ПДС.

Система платного водопользования предусматривает следующие виды платежей:

- платежи на воспроизводство и охрану водных ресурсов;
- плата за право водопользования;
- платежи за сбросы загрязняющих веществ, в том числе и налог с прибыли за экологически вредную продукцию или за использование технологий наносящих значительный вред природе.

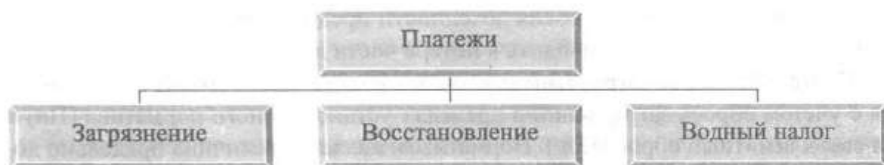


Рис. 5.6. Платежи, осуществляемые водопользователем при использовании водных ресурсов.

Платное водопользование будучи одним из методов регулирования водных отношений преследует следующие цели:

- создание фондов финансирования водохозяйственных программ (улучшение качества вод, водообеспечение населения и отраслей экономики, снижение ущерба от проявлений вредного воздействия вод);
- пополнение государственного бюджета;
- стимулирование рационального использования водных ресурсов;
- повышение эффективности природоохранной деятельности;
- переход водного хозяйства, как отрасли экономики, на самоокупаемость.

Использование водных объектов ведет к нарушению экологического равновесия, поэтому одной из проблем природопользования является учет потерь качественного состава ресурсов в зависимости от изменения их количества и оценка реальных затрат на восполнение природных богатств. Этим целям слу-

жат платежи на восстановление водных ресурсов и компенсационные платежи за то, что ресурс выходит из целевого назначения. Например, загрязнение водного объекта может привести к невозможности его использования для рыбохозяйственных и рекреационных целей; истощение водного объекта ухудшает условия использования для водного транспорта и лесосплава. Данные платежи позволяют создавать специализированные фонды: фонд воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов; фонд воспроизводства водных биологических ресурсов; фонд восстановления водных объектов.

Плата за воду — один из видов обязательных неналоговых платежей за пользование природными, в том числе и водными ресурсами. Плательщиками за пользование водными объектами являются организации и предприниматели, непосредственно осуществляющие их эксплуатацию с применением сооружений, технических средств или устройств. Плата за воду осуществляется в виде водного налога.

Водный налог не предусматривает плату за загрязнение водных ресурсов. Это учитывается специальными штрафными платежами. Эффективность действия штрафных платежей в первую очередь зависит от норматива платы. Штрафы могут привести к необходимости проведения водоохраных мероприятий, в случае выхода уровня доходности предприятия в не рентабельную зону производства, или приводить к потере части дохода

Платежи за сброс загрязненных сточных вод в водный объект определяются с учетом сброса загрязнений в пределах установленного норматива (Пн) и за сверхлимитный сброс (Псн). Нормативом является величина предельно допустимого сброса (ПДС), который рассчитывается для каждого загрязняющего вещества.

$$П_n = R \cdot \sum C_{ni} M_i, \text{руб.} \quad \text{при } M_i \leq ПДС_i, \quad (5.5)$$

где: R — коэффициент индексации платы;

C_{ni} — норматив платы за сброс одной тонны i-го загрязняющего вещества в пределах допустимого норматива сброса (руб./т);

M_i — фактический сброс i-го загрязняющего вещества (т);

$ПДС_i$ — предельно допустимый сброс i-го загрязняющего вещества (т);

i — вид загрязняющего вещества (i = 1, 2 ... n);

n — количество контролируемых загрязняющих веществ.

Сверхлимитный сброс предусматривает увеличение норматива платы и пятикратный повышающий коэффициент.

$$П_{сн} = 5 \cdot R \cdot \sum C_{снi} (M_i - ПДС_i), \text{руб.} \quad \text{при } M_i > ПДС_i \quad (5.6)$$

где: $C_{\text{сн}}$ — норматив платы за сброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита (руб./т): $C_{\text{сн}} > C_{\text{н}}$.

Лицензирование водопользования

Право на использование водного объекта закрепляется на основании лицензирования, в рамках которого решаются вопросы контроля и учета использования водных объектов. Использование водных объектов осуществляется в виде:

- общего водопользования, которое осуществляется физическими и юридическими лицами без применения сооружений, технических средств и устройств;
- специального водопользования, которое осуществляется физическими и юридическими лицами с применением сооружений, технических средств и устройств при наличии лицензии на водопользование;
- особого водопользования, которое предоставляется в случае обеспечения нужд обороны, энергетических систем, транспорта, а также иных государственных и муниципальных нужд.

Водопользование не лицензируется при экстренной потребности и если оно не может оказать существенного негативного воздействия на водные объекты, например: в случае общего водопользования; использования водных объектов для плавания на маломерных судах; водопользования для пожарных нужд; забора воды из первого водоносного горизонта, который не может быть использован для централизованного питьевого водоснабжения, с помощью колодцев.

Осуществление лицензирования должно учитывать наличие располагаемых водных ресурсов, потребность в них водопотребителей и состояние водных объектов.

Лицензия на водопользование дает право её владельцу на пользование водным объектом или его частью на определенных условиях в течение установленного срока. Водные объекты предоставляются юридическим лицам или гражданам в краткосрочное (до 3 лет) и долгосрочное (от 3 до 25 лет) пользование.

Поэтому установление водопользования базируется на нормативах предельно-допустимых вредных воздействий (ПДВВ) на водный объект и его водосбор, что подразумевает установление лимитов водопотребления и водоотведения, норм предельно допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты.

Лимитирование водопользования

Лимиты водопользования — это предельно допустимые объемы изъятия водных ресурсов или сброса сточных вод нормативного качества. Целью лимитирования является обеспечение потребностей в воде населения и отраслей экономики, поддержание оптимальных условий водопользования, с уче-

том соблюдения требований рационального использования водных ресурсов и улучшение качества водных объектов и их ресурсов. Лимиты устанавливаются водопользователю на определенный срок специально уполномоченным государственным органом управления использованием и охраной водного фонда. Лимиты водопользования (водопотребления и водоотведения) могут пересматриваться в связи с изменением состояния водных объектов или условий использования воды, указанных в лицензии.

Лимиты водопользования устанавливаются на основании:

– заявленных потребностей;

водопотребитель рассчитывает необходимое ему для использования количество воды (W) с учетом: объемов воды, задействованной в технологическом процессе ($W_{\text{тех}}$); хозяйственного — питьевого водоснабжения ($W_{\text{хп}}$); водопотребления подсобного и вспомогательного производства ($W_{\text{вс}}$); технологических потерь воды ($W_{\text{п}}$) (потери в технологическом процессе, фильтрация, испарение и утечки); плановая экономия воды ($W_{\text{эк}}$).

$$W = W_{\text{тех}} + W_{\text{хп}} + W_{\text{вс}} + W_{\text{п}} - W_{\text{эк}} \quad (5.7)$$

– состояния водного объекта.

Использование водного объекта не должно приводить к ухудшению его экологического состояния. Допустимый для изъятия объем воды из рек определяется на основании водохозяйственных балансов с учетом естественного стока реки ($W_{\text{р}}$), объема хозяйственных и экологических попусков ($W_{\text{поп}}$), дополнительного ресурса воды ($W_{\text{дпр}}$). Например:

$$W_{\text{лим}} = W_{\text{р}} + W_{\text{дпр}} - W_{\text{пот}} \quad (5.8)$$

Лимит водопользования для конкретного i -го пользователя устанавливается при соблюдении условия, учитывающего возвратные воды ($W_{\text{вв}}$):

$$W_{\text{лим}} \geq \sum_i W_i - \sum_i W_{\text{вв}} \quad (5.9)$$

Лимиты использования подземных вод определяются величиной эксплуатационных ресурсов ($W_{\text{экс}}$):

$$W_{\text{лим}} = W_{\text{экс}} \quad W_{\text{экс}} \geq \sum_i W_i \quad (5.10)$$

Предельно-допустимый сброс загрязняющих веществ в водный объект

Предельно допустимый сброс (ПДС) — масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в данном пун-

кте в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. Норматив ПДС предназначен:

- для поддержания водных объектов, в которые осуществляется сброс загрязнений, в состоянии, соответствующем экологическим требованиям,
- контроля соблюдения условий водоотведения
- расчетов штрафных платежей.

Нормативы предельно допустимых сбросов (ПДС) используются:

- при выдаче лицензий на водопользование;
- для проведения контроля использования и охраны водных объектов;
- при установлении размеров платежей за сброс загрязненных сточных вод;
- для контроля эффективности водоохранных мероприятий.

Норматив ПДС обосновывается для каждого загрязняющего вещества, по каждому выпуску сточных вод.

Разработка нормативов предельно допустимого сброса включает:

- инвентаризацию источников сбросов
- расчет нормативов ПДС,
- расчет фактических сбросов,
- разработку плана водоохранных мероприятий по достижению нормативов ПДС.

Готовый проект (том) ПДС утверждается руководителем предприятия и проходит согласование:

- в органах Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора (СЭС),
- в отделе по экологическому надзору Федеральной службы субъекта Российской Федерации.

На основании согласованного проекта *предельно допустимых сбросов* выдается «Разрешение на сброс загрязняющих веществ в природную среду со сточными, ливневыми, дренажными, фильтрационными водами».

Величина ПДС определяется по формуле:

$$\text{ПДС}_i = q_{\text{н}} \cdot C_{\text{доп},i} \quad (\text{г/ч}) \quad (5.11)$$

где $q_{\text{н}}$ — часовой расход сточных вод, соответствующий лимиту водоотведения, $\text{м}^3/\text{ч}$; $C_{\text{доп},i}$ — допустимая для водоотведения концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/л . Допустимая концентрация — это концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, не приводящая к превышению нормативов качества в контрольном створе водного объекта. Она должна отвечать условию, которое позволяет учитывать негативное совместное действие загрязняющих веществ, присутствующих в сточных водах:

$$\sum_i^n \frac{C_{доп i}}{ПДК i} \leq 1 \quad (5.12)$$

где n — количество контролируемых загрязняющих веществ.

Фактический сброс загрязняющих веществ G рассчитывается по фактическим значениям их концентраций ($C_{вв i}$) и объему сточных вод ($W_{вв}$):

$$G = C_{вв i} \cdot W_{вв}, \text{ г/ч} \quad (5.13)$$

Сопоставление величин ПДС и фактического сброса позволяет установить объем сброса в пределах установленного лимита ($\Delta G_{л}$) и сверхлимитный сброс ($\Delta G_{с.л.}$).

$$\begin{aligned} \Delta G_{л} &= \text{ПДС}, \quad \Delta G_{с.л.} = G - \text{ПДС}, \\ \text{если } G &> \text{ПДС, то } \Delta G_{л} &= G, \\ \text{если } G &\leq \text{ПДС, то } \Delta G_{с.л.} &= 0 \end{aligned} \quad (5.14)$$

Организационно-хозяйственные мероприятия по экономии и охране водных ресурсов

Государственный контроль использования и охраны вод предназначен для надзора за соблюдением порядка использования вод и выполнения обязанностей по их охране: контроль осуществляется на основе определения показателей, которые отражают применение прогрессивных систем водоснабжения, как предприятия в целом, так и отдельных его производственных объектов и установок.

Ограничение водопотребления и водопользования

Ограничение водопотребления проводится при дефиците водных ресурсов для лет проверочной обеспеченности. Ограничивают водой участников водохозяйственного комплекса, которые допускают перебои с водообеспечением (участники ВХК второй группы). Ограничение водопотребления и водопользования в условиях дефицита воды может проводиться вплоть до исключения участника из состава ВХК.

Возможно ограничение водопотребления городского коммунально-бытового хозяйства за счет снижения норм водопотребления в пределах диапазона, соответствующего высокой степени благоустройства. Например, норма водопотребления равна 280 л/сут-чел., что соответствует высокой степени

благоустройства с централизованным водоснабжением, горячей и холодной водой, с ваннами и канализацией. Диапазон изменения норм водопотребления для этой категории (230-290) л/сут·чел. В этом случае возможно снижение нормы до 230 л/сут·чел, т.е. на 50 л/сут·чел.

Снижение объемов воды, подаваемой промышленным предприятиям, приведет к снижению объемов продукции. Поэтому водопотребление снижается таким образом, чтобы не произошло существенного снижения объемов вырабатываемой продукции (в пределах 10-20%).

Планирование размещения отраслей экономики

Планирование размещения отраслей народного хозяйства по территории водохозяйственного объекта проводится с целью рассредоточить нагрузку на водный объект, т.е. по возможности исключить концентрированное водопотребление и сброс сточных вод, что может вызвать локальное истощение и загрязнение водных объектов. При этом, на основе водохозяйственных и гидрохимических балансов, составленных для различных створов реки, рассматривается возможность размещения мест водозаборов и сброса сточных вод, добиваясь минимизации воздействия на водный объект. Планирование размещения участников ВХК проводится с учетом следующих ограничений.

1. Воздействие на водный объект не должно приводить к снижению объемов речного стока ниже экологически допустимых пределов $W_{\text{реки}} > W_{\text{экол}}$.

2. Загрязненность воды не должна превышать допустимый уровень загрязненности $C_i \leq \text{ПДК}_i$.

3. Максимизация суммарных затрат (3Σ) с учетом предотвращенного ущерба (Y):

$$Y - 3_{\Sigma} \rightarrow \max; \quad 3_{\Sigma} = 3_{\text{разм.}} + 3_{\text{опр.}} \quad (5.15)$$

где 3 — затраты на рассредоточение водопотребителей ($3_{\text{разм.}}$) и величина предотвращенного ущерба ($3_{\text{опр.}}$); Y — величина предотвращенного ущерба.

Таким образом, разработка перспективных планов развития использования водных и земельных ресурсов позволяет при том же суммарном воздействии добиться улучшения состояния водных ресурсов.

5.2.2. Регулирование и территориальное перераспределение стока

Регулирование речного стока

Несмотря на значительные запасы природных вод, их часто бывает недостаточно по причине неравномерного распределения по территории и во времени. Характерный для многих рек России водный режим с весенним половодьем, осенними дождевыми паводками и длительной летне-осенней и зимней меже-

нию отличается от режима использования вод. Хозяйственно-питьевое водоснабжение требует воды почти равномерно весь год, как и промышленность. Высокие зимние расходы нужны гидроэнергетике. Весной необходимы высокие расходы воды для прохода рыб на нерест. Летом нужно орошать земли. Для того чтобы вода служила обществу, необходимо строительство гидроузлов для регулирования стока.

Обычно словосочетание «регулирование стока» подразумевает изменения стока во времени без его пространственного перераспределения. Регулирование речного стока — это вид антропогенного воздействия, заключающийся в направленном изменении естественного гидрологического режима рек с целью его использования для хозяйственных целей или защиты от опасных проявлений водной стихии. Регулирование стока может быть масштабным и локальным. Это зависит от конкретных проектных задач и способов их решения.

Так ли уж необходимо вмешиваться в природу? Действительные причины регулирования речного стока, обусловленные необходимостью решения конкретных задач, приведены ниже:

- несовпадение водного режима и режима требований к водным ресурсам. Режим водопользования и водный режим рек, как правило, не совпадают. Причем несовпадение имеет место во всех временных интервалах, от суток до многолетия. Поэтому и типы регулирования имеют соответствующие названия — суточное, сезонное, многолетнее;

- недостаточная водообеспеченность отраслей экономики (энергетики, промышленности, сельского хозяйства, коммунально-бытового сектора) на современном уровне развития и в планируемой перспективе. Отбирая воду из источника, нельзя просто изменить гидрологический режим, необходимо после воздействия сохранить санитарно-экологическое состояние «страдающего водного объекта»;

- высокая изменчивость (отклонение от средних значений водности) стока внутри года и в многолетнем разрезе. Данное обстоятельство сильно ограничивает возможности отбора из живого тока, либо просто исключает такие возможности;

- необходимость обводнения пойм рек, подверженных опасности истощения водных ресурсов;

- необходимость защиты территорий от водной эрозии, наводнений, селей.

В России имеется около 4270 км³ возобновляемых ресурсов речных вод (более 10% запасов). Большая часть названного объема (более 70 %) приходится на Сибирь и Дальний Восток, а не на экономически более развитые регионы России (Центральный, Приволжский, Северо-Кавказский, Уральский). Как следствие, напряженность водохозяйственной обстановки, усугубляемая тем, что в процессе водопотребления изымается значительная часть минимального стока

зимнего периода. В бассейнах рек Дон и Кубань цифры безвозвратного водопотребления особенно велики. Изъятие стока этих рек, впадающих в Азовское море, составляет примерно 30% от среднегогодового стока, главным образом на орошение. Помимо высокой степени антропогенной нагрузки непосредственно на эти бассейны, имеет место сокращение пресного притока в Азовское море, определяющее неблагоприятную для рыбы динамику изменения солености.

В стране построено более 2300 средних и крупных водохранилищ с объемом порядка 900 км³, в том числе примерно 260 считаются крупными и особо крупными. Кроме того, значительную роль играют так называемые малые пруды и водохранилища, которые решают локальные задачи водообеспечения и защиты от наводнений. Число таких объектов десятки тысяч.

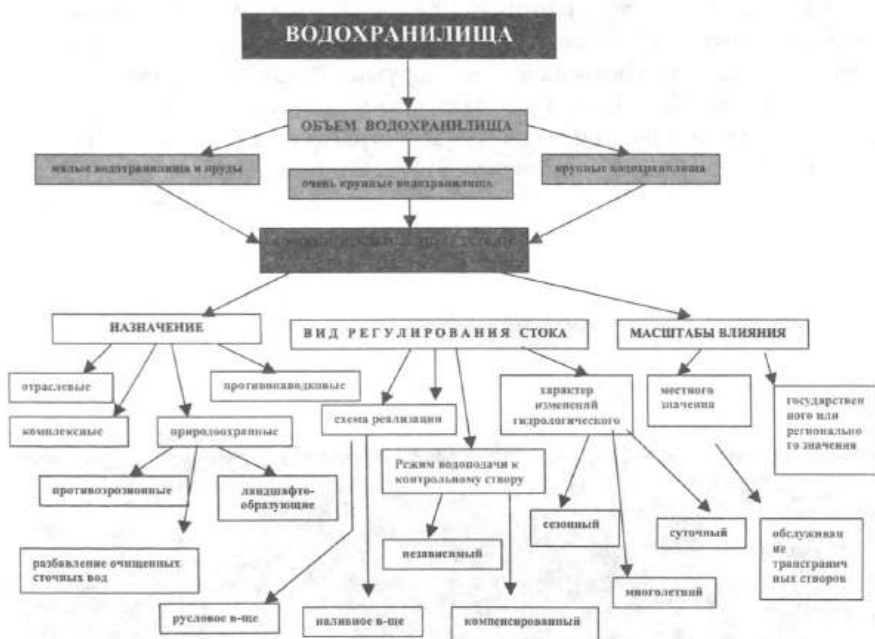


Рис. 5.7. Вариант классификации водохранилищ для регулирования речного стока

Предложенная классификация предусматривает разделение водохранилищ, регулирующих водный сток, на три основных группы: по назначению, по типу регулирования и по масштабам влияния.

По назначению можно выделить отраслевые гидроузлы, ориентированные на удовлетворение требований одной отрасли (энергетика, сельское хозяйство,

хозпитьевое водоснабжение и т.п.). Гораздо более распространены водохранилища комплексного назначения, то есть многоцелевые. Природоохранные решают задачи природообустройства, а противопаводковые водохранилища предназначены для защиты территорий и населения от наводнений. Каждый из указанных типов в свою очередь подразделяется в соответствии со схемой.

Виды регулирования стока включают три основных группы, отличающиеся схемой реализации, режимом водоподачи к целевому створу и характером изменения гидрологического режима. Наконец по масштабам влияния можно выделить объекты местного значения; государственного или регионального значения и трансграничные.

Русловые водохранилища располагаются непосредственно в русле реки, контролируя сток в створе плотины. Такая компоновка не всегда возможна по топографическим или гидрогеологическим условиям. В таких случаях может использоваться схема размещения регулирующей ёмкости в имеющемся естественном понижении, балке, где указанные условия соблюдаются. В этом случае устраивается деривация в виде канала, туннеля или водовода, транспортирующих воду реки к месту предполагаемой аккумуляции стока.

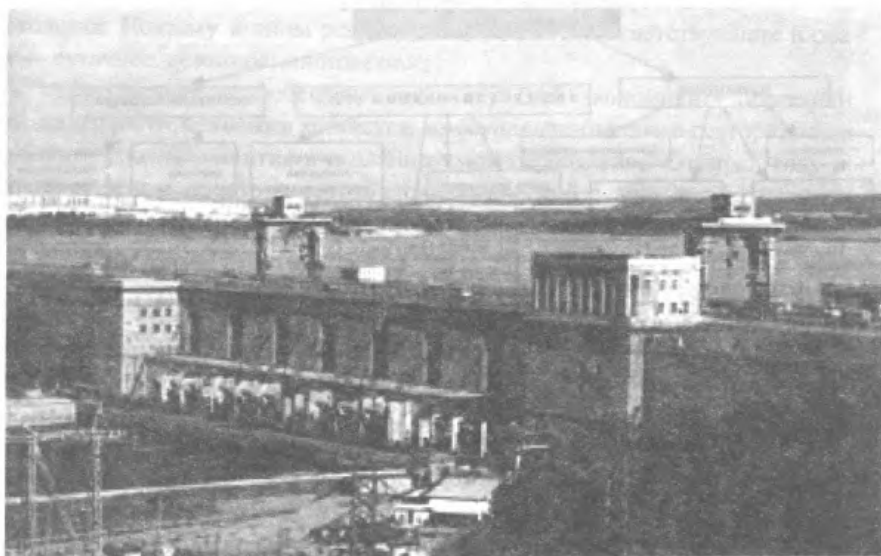


Рис. 5.8. Иркутская ГЭС – первая ступень Ангарского каскада (1958 год) с установленной мощностью 662,4 мВт и годовой выработкой электроэнергии 4,1 млрд кВт*ч, максимальный напор 26 метров. Объем водохранилища вместе с Байкальской частью 48,9 км³.



Рис. 5.9. Братская ГЭС – вторая ступень Ангарского каскада (1967 год) с установленной мощностью 4500 мВт и годовой выработкой электроэнергии 22,6 млрд кВт·ч. Расчетный напор 106 метров. Объем водохранилища 169,4 км³.

После многолетнего перерыва в стране возрождается гидроэнергетическое и водохозяйственное строительство. Пущена и достраивается Бурейская ГЭС на р. Бурее, левобережном притоке Амура. Возобновлено строительство Богучанской ГЭС, одной из ступеней Ангаро — Енисейского каскада (АЕК). Установленная мощность АЕК составляет более 20 тыс. мвт с выработкой электроэнергии около 100 млрд квт·час в год. Некоторые сооружения каскада эффектно запечатлены на фотографиях «Гидроэнергостроя» (рис. 5.8-5.9).

Влияние водохранилищ на сток рек заключается не только во внутригодовом и многолетнем перераспределении водности. Меняются динамика русловых процессов (в том числе, режима наносов), режим затопления речных пойм и ряд других гидрофизических характеристик регулируемых рек.

Более умеренное, сезонное регулирование стока, связано обычно с аккумуляцией части годового стока в период многоводья (весеннее половодье или паводочный сток). Сезонное регулирование осуществляется в следующих случаях:

- сезонная водность достаточно велика по сравнению с водопотреблением и требуется преодолеть лишь незначительное несоответствие в режимах для гарантии водообеспечения и сохранения гидроэкологического режима (не-

глубокое сезонное регулирование). Ситуация характерна для водохранилищ, решающих местные водохозяйственные задачи;

— суммарные требования водопользователей, включая санитарно-экологические и хозяйственные попуски близки к стоку расчетного года (глубокое сезонное (годовое) регулирование). Ситуация свойственна Волжско-Камскому каскаду водохранилищ. В настоящее время в бассейне р. Волги действует сложная водохозяйственная система, включающая множество расчленившихся на большой территории объектов управления.

Ввод в эксплуатацию крупнейшей в Европе Волжской ГЭС сыграл решающую роль в энергоснабжении Нижнего Поволжья и Донбасса и объединении между собой крупных энергосистем Центра, Поволжья, Юга. Волжские гидроузлы совмещали функции выработки электроэнергии, гарантированного орошения и обводнения засушливых земель.

Следует отметить, что кроме покрытия существенной части графика нагрузки энергосистем РФ, гидроэлектростанции благодаря своей маневренности и способности эффективно работать в пиковом режиме обеспечивают надежность и безопасность режима тепловых и атомных станций.

Хозяйственной деятельностью затронута большая часть водосбора Волги. Интегральный эффект антропогенного воздействия проявляется ниже Волгоградского гидроузла в пределах Волго-Ахтубинской поймы, дельты Волги и подступных ильменей. При этом дельта Волги также подвержена воздействию гидрологического режима Каспийского моря.

С созданием каскада Волга фактически превратилась в систему подпертых бьефов. Сам Волжско-Камский каскад гидроузлов, охватывая огромную территорию, представляет собой стратегический государственный объект комплексного назначения, решающий проблемы гидроэнергетики, водного транспорта, рыбного и сельского хозяйства. Требования потребителей обуславливают формирование специальных пусков ниже Куйбышевского водохранилища. Исследования подобных систем в настоящее время выполняются только на основе многофакторных имитационных моделей, состоящих из двух групп взаимосвязанных блоков — информационно-анализирующей части модели и группы управляющих модулей (ниже рис. 5.11). В первых блоках формируются данные о природных, водохозяйственных, энергетических и других объектах, необходимые для моделирования режима ВКК. Третий, четвертый и пятый блоки являются функциональными и должны моделировать режимы работы ВКК в период половодья и в текущем году. Шестой, седьмой и восьмой блоки подготавливают управляющую функцию для диспетчерского управления ВКК. Здесь же осуществляется корректировка режимов работы ВКК, получаемых в информационно-анализирующей части модели. Одной из основных целей

исследований является уточнение существующих правил управления, как отдельными водохранилищами, так и каскадом в целом.

Усиливаются антропогенные и экстремальные воздействия природных процессов (наводнений, засух, ледотермических явлений и т.д.). Как следствие, изменение режимных характеристик природных вод и ухудшение условий функционирования околосоводных и водных экосистем, приводящее к значительным ущербам окружающей среде.

Самостоятельной проблемой является учёт вероятной нестационарности гидрометеорологических параметров.

Для решения будущих задач необходимы оценка и прогноз требований водопользователей Волжско-Камского каскада водохранилищ режиму и качеству речных вод; определение режимных параметров функционирования Волжско-Камского каскада водохранилищ с учетом интересов всех водопользователей, включая требования природных комплексов нижнего течения и дельты р. Волги; моделирование пропуска половодий редкой повторяемости водохранилищами Волжско-Камского каскада и моделирование трансформации руслового стока между водохранилищами каскада и в самих водохранилищах на основе геоинформационных (ГИС) технологий; уточнение правил управления водными ресурсами как для отдельных водохранилищ, так и для Волжско-Камского каскада в целом; оценка эколого-экономической эффективности функционирования Волжско-Камского каскада ГЭС с водохранилищами.

Другим примером сезонного регулирования стока является Новосибирский гидроузел многоцелевого назначения (рис. 5.10).

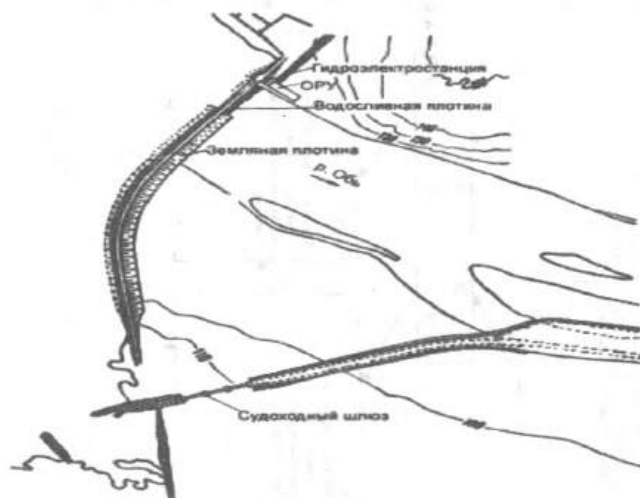


Рис. 5.10. Генплан Новосибирского гидроузла

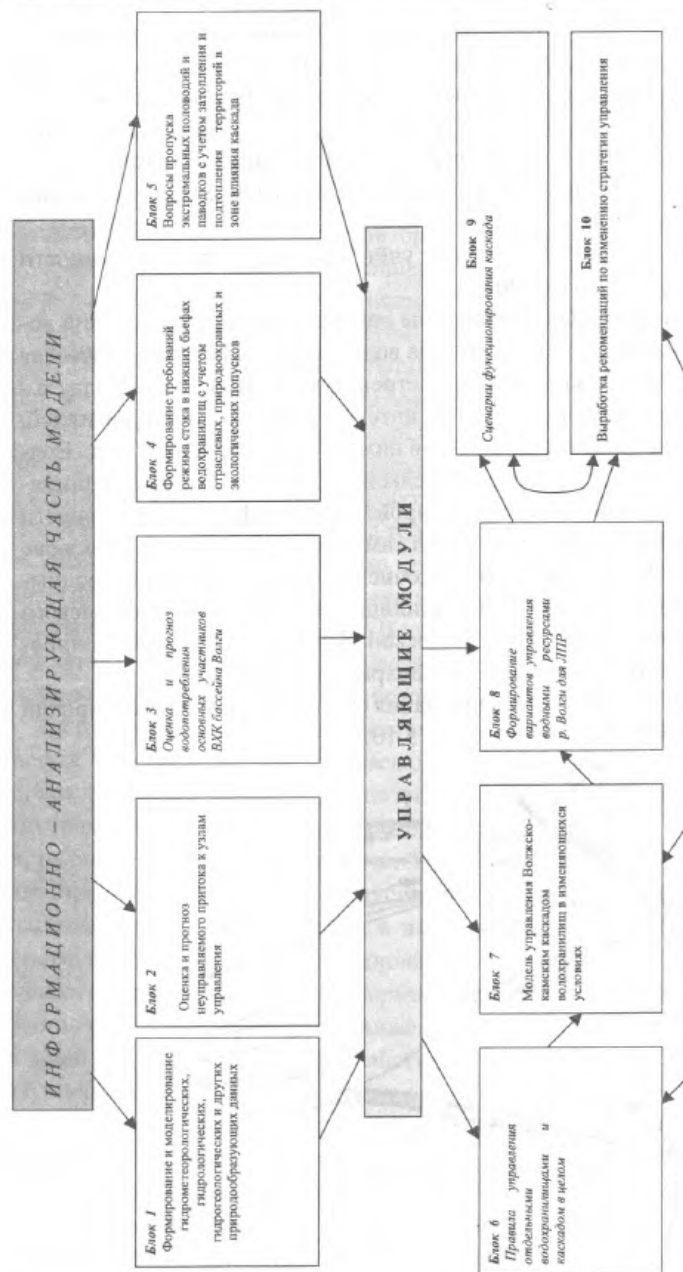


Рис. 5.11.. Функциональная схема имитационной водохозяйственной модели

Новосибирское водохранилище объемом $8,8 \text{ км}^3$ (полезная емкость $4,4 \text{ км}^3$, что составляет примерно 8% от среднемноголетнего стока) регулирует сток верхней Оби ниже слияния рек Бии и Катунь. В задачу гидроузла входит покрытие требований водохозяйственного комплекса, включая хозяйственно-питьевое и промышленное водоснабжение, орошение и комплексные попуски, скомплектованные из гарантированных энергетических, навигационных, рыбохозяйственных и санитарных расходов.

Определяющими периодами по дефициту стока являются осеннее-зимний и весенне-летний. Вследствие просадки дна реки в нижнем бьефе по причине значительных объемов землечерпательных работ в 70-е годы режим работы Новосибирского водохранилища обусловлен необходимостью поддержания уровня воды в черте города Новосибирска на отметках, обеспечивающих надежную работу систем коммунального и промышленного водоснабжения в осенне-зимний период. С начала 80-х годов неоднократно наблюдались случаи сработки водохранилища ниже отметки мертвого объема. В весенне-летний период года водохранилище должно обеспечивать энерго-транспортные и рыбохозяйственный попуски. Поскольку водоотдача ограничена относительно малой емкостью водохранилища (полезный объем менее 10% стока Оби в рассматриваем створе) зимнее и летнее водопользование «конкурентны» и требуют рационального распределения водных ресурсов между участниками водохозяйственного комплекса. По существу зимний гарантированный попуск линейно связан с продолжительностью навигационного периода. То есть, варьируя продолжительностью навигационного периода можно регулировать зимний гарантированный попуск, учитывая его важность. Что касается недостаточности проектных судоходных расходов для поддержания судоходных глубин, то здесь нужны конкретные технические решения.

В тех случаях, когда ресурсов расчетного года недостаточно для удовлетворения отраслевых и санитарно — экологических требований, возникает необходимость многолетнего регулирования. Многолетнее регулирование требуется и в тех случаях, когда сток остромаловодных лет (90% и 95% обеспеченности) меньше сокращенных объемов требований с учетом их допустимой урезки. Во многих случаях многолетнее регулирование требует строительства крупных водохранилищ, что ведет к дополнительным затоплениям и подтоплениям территорий. Многолетнее перераспределение стока, как правило, связано с решением множества хозяйственных и экологических проблем. Характерным примером многолетнего регулирования стока в условиях комплексного использования водных ресурсов является бассейн Иртыша, где хозяйственные проблемы тесно переплетаются с вопросами межгосударственного водodelения.

Россия имеет на Иртыше три трансграничных створа с Казахстаном — один непосредственно на Иртыше и два на его притоках, Тоболе и Ишиме. Кроме того, сток реки поступает на территорию Казахстана из КНР (Черный Иртыш).



Рис. 5.12. Бухтарминская ГЭС — 1966 год, установленная мощность 675 мвт, среднегодовая выработка — 2,5 млрд кВт·ч, расчётный напор — 67 м; объем водохранилища — 53 км³ (31 км³ — полезный объем).

Каскад Бухтарминского и Шульбинского водохранилищ выше трансграничного створа был построен в СССР для обеспечения энерго-транспортных попусков, удовлетворения требований многоотраслевого водохозяйственного комплекса, ежегодного обводнения плодородной Иртышской поймы специальными попусками. Каскад осуществляет многолетнее компенсированное регулирование стока Иртыша по отношению к створу г. Омска, где необходимо выдерживать минимальный санитарный расход, обеспечивающий нормальную работу водозаборных сооружений города. В настоящее время деградирует пойма, фактические уровни воды в Омске недостаточны для водозаборных сооружений (строится Нижнее-Омская система), нарушено трансграничное судоходство. Причин этого много, в частности доминирующее энергетическое регулирование и необходимость разработки оптимальных правил управления каскадом. Кроме того, Российская часть бассейна находится в наиболее

неудобном положении приемника зарегулированного стока с территории, располагающей значительным ирригационным фондом. Однако наиболее неприятным моментом является потенциальный запрос на воду со стороны КНР в пределах Черного Иртыша, который прогнозируется в объеме 4.5 км³ в год (около 25% стока в створе Бухтарминской ГЭС). Гарантированная водоотдача каскада складывается из отраслевого водопотребления и весьма водоемких попусков — транспортно-энергетических и пойменного. Урезка требований в размере нескольких кубокилометров означает отказ от обводнения поймы (сокращение кормовой базы для скота в сочетании с ликвидацией санитарно-экологического попуска), либо от транзитного судоходства по Иртышу. Во избежание развала водохозяйственного и энергетического баланса региона необходимы активные совместные действия трех заинтересованных сторон в части совместного использования речного стока. Это бесспорно, но каковы будут критерии и принципы совместного использования водных ресурсов тремя странами — проблема, затрагивающая наряду с водохозяйственными социальными и политические аспекты.

Обязательной частью водохозяйственного анализа с учетом территориального водodelения должна быть оценка качества воды в пограничных и трансграничных створах. В противном случае нижерасположенные участки превращаются в водоприемники хозяйственных стоков вышележащих потребителей. Подобную ситуацию мы имеем на верхнем Тоболе, самом крупном из притоков Иртыша. Два водохранилища многолетнего регулирования стока на территории Кустанайской области Казахстана контролируют практически весь сток верхнего Тобола, пропуская в Россию только обусловленный соглашением санитарный попуск. Названный попуск в размере минимального санитарного транзита не обеспечивает приемлемого качества воды и создает напряженность водохозяйственного баланса в Курганской области. Очевидно, согласование объема транзитного попуска недостаточно. Необходимо согласование режима регулирования стока и его качества для различных по водности лет и сезонов года. При этом необходимо помнить, что качество воды напрямую связано с объемами гарантированных попусков, поскольку даже очищенные сточные воды требуют не менее 10-кратного разбавления. Имеющиеся соглашения 15-ти летней давности не отражают реалий сегодняшнего дня, поэтому следует считать позитивными усилия нашей страны в части активизации переговорного процесса с Казахстаном и КНР.

Строго обоснованной методики водodelения, и тем более совместного использования водных ресурсов, нет. Имеющаяся законодательная база (водный кодекс, международная правовая документация и т.д.) не включает, и, по-видимому, не может учитывать все особенности режима стока и водопотребления в каждом конкретном бассейне. Очевидно, рациональный подход

заключается в разумном сочетании системного анализа, сложившейся водохозяйственной обстановки и принципа равноправия сторон.

Режим регулирования стока и использования водных ресурсов крупных водохранилищ РФ, определённый полвека тому назад, постоянно уточняется, являясь предметом пристального внимания специалистов в области водохозяйственного и энергетического строительства. Так в конце 1950-х гг. было разработано, а в 1961 г. — утверждено «Положение о порядке использования водных ресурсов водохранилищ РСФСР (Госводхоз РСФСР). В 1960-е гг. были разработаны «Основные положения правил» десятков водохранилищ, в том числе крупнейших: Волжско-Камского и Ангара-Енисейского каскадов гидроузлов, Цимлянского гидроузла на р. Дон и других.

С момента разработки правил управления и использования водных ресурсов изменились требования к водному режиму со стороны водопользователей как по количеству, так и по качеству вод, сместились приоритеты покрытия требований в сторону природоохранных мер, появились математические модели, позволяющие не только имитировать работу водохозяйственных систем, но и находить оптимальные режимы.

В настоящее время основным документом, регламентирующим принципы и методы управления стоком рек с максимально возможным учетом интересов водопользователей и безопасности подпорных сооружений гидроузла, населения и хозяйства в его нижнем бьефе, являются «Основные правила или Основные положения правил использования водных ресурсов» водохранилищ. Новые составляемые или пересматриваемые документы именуются «Правила использования водных ресурсов».

Еще одним известным в России водохранилищем многолетнего регулирования является Цимлянское водохранилище, которое является гарантом водопользования в бассейне Дона. Водохранилище работает в интересах водообеспечения отраслей экономики, включая энергетику и водный транспорт. Водохранилище общей емкостью 21,5 км³ (полезная емкость 12,6 км³) образовано 13-ти километровой плотиной, создающей напор 27 м. Мощность при плотинной ГЭС 160 тыс. кВт. Следствием многолетнего регулирования явилось практически полное прекращение половодий и иссушение пойменных земель Нижнего Дона, нарушившее естественное воспроизводство рыб в Азовском море. Воды Дона сильно загрязнены промышленными стоками центрально-черноземной зоны и Донбасса.

Особенности регулирования стока в данном случае сформулированы в следующих позициях:

— большое число разнообразных потребителей: отраслевое водопотребление, водоподача в Волго-Донской канал (ВДСК), обводнение рек Сал и Маньч;

– многочисленные пруды и малые водохранилища в бассейне, осложняющие водохозяйственный баланс;

– режим многолетнего компенсированного регулирования стока в ЦГУ по отношению к створу «Раздорское» для обеспечения навигационных попусков в нижнем течении Дона;

– необходимость поддержания высоких комплексных попусков (РБХ, транспортно-энергетических) разного объема и режима.

Последняя позиция сходна с ситуацией на ВКК. Для обеспечения названных попусков используются кроме традиционного диспетчерского графика специальные расчетные таблицы, по которым объем пуска устанавливается в зависимости от наполнения полезной емкости водохранилища на начало половодья и прогноза его водности на предстоящий квартал (методика Гидропроекта). Упомянутые таблицы можно заменить вспомогательными диспетчерскими графиками, дополняющими основной диспетчер в зоне повышенной водоотдачи.

Разработка правил управления крупными водохранилищными гидроузлами — это сложная проблема, которая решается при участии специалистов разного профиля. Методические указания по разработке «Правил использования водных ресурсов водохранилищ» разработаны «Ассоциацией Гидропроект» (под руководством д.т.н., проф. Асарина А.Е.).

Территориальное перераспределение стока

Территориальное перераспределение стока стоит в числе наиболее часто обсуждаемых в нашей стране водохозяйственных проблем. Отчасти это связано с активной поддержкой Ю.М. Лужковым проекта переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию. Но главным образом потому, что данная проблема является вероятной составляющей стратегии перспективного использования водных ресурсов страны. Дискуссии по проблеме не утихают, ряд методических и мировоззренческих моментов приобретают иное звучание, не снижая интереса к самой идее.

Основная причина территориального перераспределения стока заключается в неравномерности распределения природных вод, несоответствии в распределении водных и других природных ресурсов географии размещения водоемких отраслей экономики.

В частности, южные районы, где сосредоточены благоприятные агроклиматические ресурсы, недостаточно обеспечены водой. Многочисленные каналы Средней Азии и Казахстана требуют отдельного рассмотрения, поскольку их рождение связано с древними историческими особенностями, необходимостью обводнения пустынных и безводных областей. Две полноводные реки питают Аральское море — Амударья и Сырдарья. Суммарный среднемного-

летний сток этих рек превышает 90 км^3 в год, их бассейны породили множество искусственных водных артерий, ставших основой освоения безводных и маловодных территорий.

Освоение земель стало возможным благодаря масштабным гидротехническим стройкам второй половины XX века, реализованным на основе блестящей инженерной мысли и выдающейся инженерной гидротехнической школы СССР. Достаточно вспомнить Каракумский канал протяженностью 1400 км (рис. 5.13).

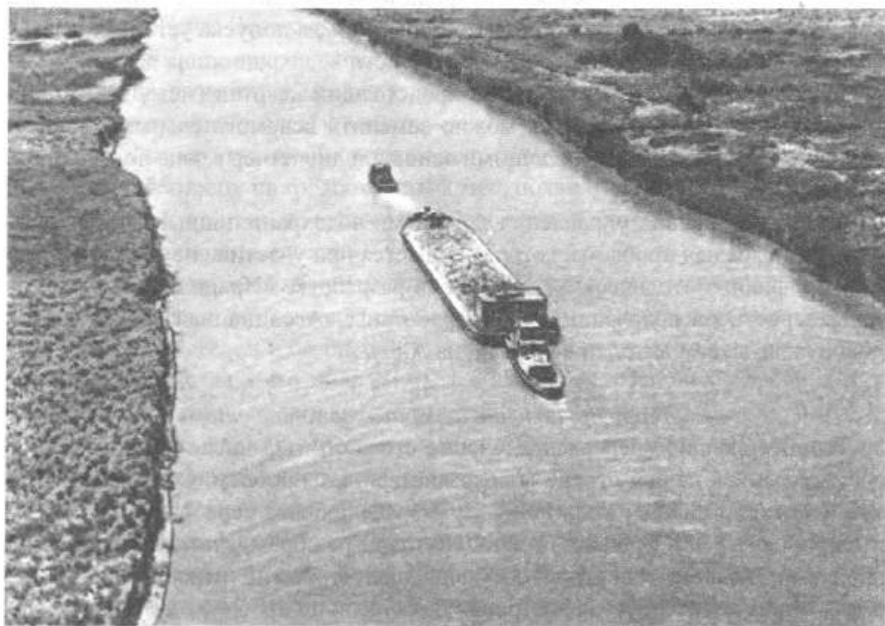


Рис. 5.13. Каракумский канал

В 1939 году построен Большой Ферганский канал, объединивший водные артерии Нарына, Карадарьи и нескольких других рек, подает воду более чем на 300 тыс. га орошаемых земель Ферганской долины. В 1970 году сдан в эксплуатацию Большой Андижанский канал с водозабором $330 \text{ м}^3/\text{с}$, являющийся продолжением Большого Ферганского канала.

В период 1957 по 1962 год построен Южно-Голодностепский канал с максимальным расчетным расходом около $450 \text{ м}^3/\text{с}$, шириной около 70 м и глубиной 6,5 метров. Строительство имело целью освоение около миллиона гектаров пустынных земель в левобережной части бассейна Сырдарьи. Освоение

голодной степи началось в 1939 году строительством Кировского магистрального канала, затем центральная ветка Южно-Голодноостепского канала и центральный голодноостепский коллектор. В дальнейшем сеть каналов существенно расширялась.

Кзылкумский магистральный канал (160 км), берущий начало из Чардаринского водохранилища на Сырдарье, дает воду в прошлом безводной степи. Самотечный Большой Алмаатинский канал с расходом $87 \text{ м}^3/\text{с}$ и протяженностью 168 км, проложен в сложнейших инженерно-геологических условиях и высокой сейсмичности. Канал достиг проектных параметров в 1984 году, обеспечив водой орошаемые земли в предгорьях Заилийского Алатау. Многоводный канал Иртыш-Караганда (протяженность канала составляет около 500 км при пропускной способности в головной части $75 \text{ м}^3/\text{с}$, транспортирует воду из Иртыша (водозабор на протоке Иртыша, реке Белой) в Карагандинскую и Павлодарскую области (бассейн р. Ишим) для промышленности и сельского хозяйства (в зоне канала орошается около 70 тыс. га земель). Всего в Казахстане около 4000 каналов.

Строительство Терско-Кумского, Кумо-Манычского и Невинномысского каналов обеспечило развитие водного хозяйства в Ставрополье. В 1977 году началось строительство Большого Ставропольского канала длиной 480 км, несущего воду Кубани 210 тыс. га орошаемых земель и 2,6 млн. га обводняемых территорий Ставропольского края. Водохозяйственный комплекс канала содержит семь внутрисистемных водохранилищ для перерегулирования перебрасываемого стока в график водопотребления. Это позволило существенно сократить пропускную способность канала. Для уменьшения инфильтрационных потерь русло Кубани защищено суглинистым покрытием, полиэтиленовой пленкой и плитами из сборного железобетона. Распределительная сеть оросительной системы канала с учетом технологических особенностей и просадки грунта выполнена из металлических трубопроводов.

Крупнейшая река Закавказья Кура длиной 1500 км имеет средний за многолетие объем стока 26 км^3 . Водохозяйственный комплекс крупнейшего в бассейне Мингечаурского гидроузла включает водохранилище емкостью 16 км^3 , ГЭС с установленной мощностью 360 тыс. кВт, два крупных магистральных канала — Верхнекарабахский и Верхнеширванский в Азербайджане для орошения 250 тыс. га.

Судоходный Волго-Донской канал сделал Москву городом пяти морей. В 1964 году завершено создание глубоководной трассы от Москвы до Санкт — Петербурга протяженностью 1380 км: канал им. Москвы — Волга — Рыбинское водохранилище — Волго-Балтийский водный путь.

Суммарный объем внутрибассейновых и межбассейновых перебросок оценивается по России примерно в 80 км^3 . Изменение режима существующих и

объемы намечаемых к строительству трактов перераспределения стока свяzano определит стратегия развития водохозяйственного комплекса. Мотивация конкретных проектов может быть различной. Например, не хватает собственных водных ресурсов без регулирования стока, а возможности регулирования ограничены топографическими условиями, большими площадями затопления и другими типами ограничений. Ситуация характерна для областей (стран) с достаточно высокой изменчивостью речного стока, обусловленной режимом питания. Например, малые реки бассейна реки Самур на границе Дагестана и Азербайджана в силу дождевого режима питания мало доступны для изъятия без регулирования стока. Сам Самур, река ледникового питания с умеренной изменчивостью стока может служить гарантом водообеспечения для обширного региона. Поэтому распределение воды между республиками осуществляется по двум магистральным каналам — Самур-Апшеронскому и Самур-Дербентскому. Самур-Апшеронский (в прошлом Самур — Дивичинский канал в Азербайджане) канал протяженностью около 200 км проложен земляном русле. Трасса канала пролегает от Самурского гидроузла в головной части водотока до Апшеронского полуострова. При максимальной пропускной способности САК 55 м³/с, перебрасываемый сток используется для орошения в долинах малых рек бассейна Самура и частично для водоснабжения Апшеронского полуострова. В концевой части канала расположено очень красивое Джейран-Батанское водохранилище наливного типа, необходимое для перерегулирования расходов канала в график водопотребления. Большое количество гидросооружений на канале с использованием комплексной автоматизации обеспечивает надежную эксплуатацию и сравнительно малые потери. Однако распределительная мелиоративная сеть характеризуется низкими цифрами к.п.д.

Водоснабжение в условиях острого дефицита пресных вод побуждает к созданию водохозяйственных систем, собирающих по крупницам пресную воды малых и пересыхающих рек и направляющих её по коллекторам к концевым водохранилищам и затем потребителям. Ситуация характерна для таких стран, как республика КИПР, где альтернативой дорогостоящим гидротехническим комплексам является опреснение морских вод. Однако такой путь сопряжен с высокими эксплуатационными затратами и тяжелыми технологическими особенностями использования соленых морских вод.

Потребность в переброске возникает и если местные водные ресурсы недостаточны по объему или малопригодны с точки зрения качества воды. Переброска воды в Екатеринбург (верховья реки Исеть) из бассейна реки Чусовой имеет 300 летнюю историю. Изначальная цель канала — сделать Исеть судоходной. В начале XIX века появились проекты создания протяженных водных

путей Чусовая — Кама — Волга. Из опасения критического снижения стока реки Чусовой, канал, вырытый в 1815 году, был закопан.

В зоне деятельности НО БВУ на территории Челябинской и Свердловской областей (бассейн р. Тобол) построено четыре межбассейновые переброски части стока рр. Чусовой и Уфы (бассейн р. Камы) в бассейн р. Тобол (рр. Исеть, Тагил, Миасс).

Переброска в объеме 298,6 млн. м³/год для водообеспечения Екатеринбургского промрайона — суммарная водоотдача Нязепетровского (р. Уфа, Челябинская обл.), Верхне-Макаровского и Волчихинского (р. Чусовая), Ревдинское (р. Ревда), Верхне-Исетское (р. Исеть) водохранилищ на территории Свердловской области, объединенных в единую систему трактами каналов (трубопроводов) и русел рек Зап. Чусовая, Чусовая, Решетка. Тракт переброски начал работать с 1944 г., когда было введено Волчихинское водохранилище.

В настоящее время для водообеспечения Екатеринбургского промрайона используется 114 млн. м³/год зарегулированного стока р. Чусовой. В маловодные годы предусматривается подпитка Волчихинского водохранилища из Ревдинского по двум водоводам длиной 6,4 км, диаметром 1400 мм и расходом 1,0 м³/с.

В 1977 г. на р. Уфа в Челябинской области введено в эксплуатацию Нязепетровское водохранилище, источник дополнительной подпитки Волчихинского водохранилища через Западную Чусовую. В 1980 г. был введен в эксплуатацию Новый канал длиной 12,5 км и пропускной способностью 11,6 м³/с для подачи из Волчихинского водохранилища к водозаборному сооружению, от которого вода по трем стальным трубопроводам длиной 11,5 км, диаметром 1400 мм и расходом 5,5 м³/с подается на Западный комплекс водоснабжения г. Екатеринбург.

Наиболее эффективны системы территориального перераспределения стока, если они создают единые водохозяйственные комплексы с централизованным управлением водными ресурсами. Характерный пример — Москворецкая водная система в сочетании с Вазузской гидротехнической системой и Каналом им. Москвы, входящего в Волжскую водную систему в зоне деятельности Московско-Окского БВУ. Считается, что Волжская система переброски, соединяющая две реки Москву и Волгу, обладает высокой водохозяйственной, экономической и социальной эффективностью, не оказывая значительного негативного воздействия на экологическое состояние прилегающих территорий.

Целью строительства канала кроме водоснабжения столицы и прилегающих районов Московской области являлось санитарное обводнение рек и создание транспортной магистрали, соединяющей Москву с пятью морями Европейской части страны. Кроме этого, москвичам хорошо знакома образовавшаяся рекреационная зона по берегам канала. Волжская вода поступает в 128 км ка-

нал из Иваньковского водохранилища, с помощью пяти насосных станций поднимается на высоту 38 метров и попадает в водораздельный бьеф канала имени Москвы, состоящего из группы водохранилищ (Икшинского, Пестовского, Пяловского, Учинского (Акуловского), Клязьминского и Химкинского), после чего сливается с р. Москвой.

Основные водохозяйственные задачи, решаемые в проектах территориального перераспределения стока — это определение возможного отбора стока в зоне изъятия с учетом сохранения здесь водных и околотоводных экосистем (рис.5.14); определение пропускной способности и водного режима тракта переброски; оптимизация режимов водоподачи в зоне распределения стока.



Рис. 5.14. Принципиальная схема межбассейновой переброски стока

Мировые тенденции в области территориального перераспределения водных ресурсов

Проблема гарантированного водообеспечения растущего населения земного шара, сельскохозяйственного и промышленного производства является одной из наиболее актуальных проблем современности. Дефицит пресных вод во многих районах мира в совокупности с прогрессирующим загрязнением рек и водоемов заставляют изыскивать новые способы экономии воды, очистки сточных вод и освоения дополнительных источников водоснабжения. Вопросы оценки водных ресурсов и прогноза их состояния на ближайшую и отдаленную перспективу, охраны и восстановления водных объектов становятся первоочередными в обозримой перспективе.

По оценке Лондонского института стратегических исследований, водные ресурсы в XXI веке могут стать главной причиной политических конфликтов, опережая нефть в качестве “международного товара”.

Растущая роль регулирования стока и его территориального перераспределения сталкивается с серьезной проблемой стоимости проектов с одной стороны и их влияния на окружающую природную среду, причем в условиях значительной неопределенности прогноза. Одновременно осложняются социально-правовые и политические аспекты проектов территориального перераспределения больших масс воды между различными природными и административными районами. Все это требует большой осторожности при выполнении комплексных научных исследований по обоснованию проектов и

альтернативных сценариев покрытия дефицита водных ресурсов помимо перебросок.

В неоспоримом приоритете идут мероприятия по рациональному водопользованию — оборотные и комбинированные системы водоснабжения в поромышленности, маловодные и безводные технологии, сокращение водопотребления, сокращение или полное прекращение сбросов сточных вод в озерно-речную сеть, использование опресненных морских и подземных вод. Проекты крупномасштабных перебросок стока стали предметом ожесточенных дискуссий и критики, в основном с природно-экологических позиций.

Пути получения дополнительных ресурсов пресных вод очень разнообразны. Они требуют больших материальных затрат при различной степени воздействия на природную среду. Отдать предпочтение тому или иному комплексу мер возможно только при сравнении по всему спектру социально-экономических и экологических показателей.

В настоящее время в мире проектируется, строится и работает большое количество систем перебросок стока. Их суммарный объем в мире составляет около 400 км³/год, в том числе в Канаде 140 км³/год, в Российской Федерации — 80 км³/год, в Индии — 50 км³/год, в США — 30 км³/год. В сочетании с регулированием стока они обеспечивают большие регионы, параллельно решая проблемы энергетики, транспорта, орошения, рекреации, занятости населения.

Необходимость в переброске возникает и в тех случаях, когда исчерпаны водные ресурсы даже в условиях глубокого регулирования. Характерно для бассейна Аральского моря, хотя на данном этапе требуется обоснование необходимости внешней водоподачи, которая зависит от программы экономического развития регионов, принимающих воду.

Многие годы идет спор о целесообразности переброски части стока сибирских рек в бассейн Аральского моря. Проект разрабатывался более чем сотней учреждений СССР, включая НИИ, занимающиеся вопросами экологии. В последнем варианте проекта предусматривалась переброска 27 км³ год из нижнего течения Иртыша каналом протяженностью более 2000 км с водоподачей в бассейны Сыр-Дарьи и Амударьи. Расчетный расход канала несколько выше 1000 м³/с. Канал должен был проходить через дефицитные по воде районы РФ — Тюменскую, Курганскую и Челябинскую области, где предполагалось «оставить» примерно 3–4 км³ и территорию Казахстана.

Принципиальную позицию разработчиков и сторонников проекта можно сформулировать следующим образом:

– переброска не ставит своей задачей восстановить Аральское море — это невозможно таким путем;

- прокладывается глобальная водная магистраль с определенными перспективами в части экономического и политического развития мирового общества;

- возникает огромное количество проблем социального, научного и экологического плана;

- проект не должен быть отвергнут без достаточных на то оснований.

Причиной переброски стока может быть чисто экологическая проблема. За последние несколько десятилетий уникальное Мертвое море, расположенное на границе между Израилем, Иорданией и Западным берегом Иордана, потеряло более трети своих запасов, и ему грозит полное исчезновение. По сообщениям прессы около двух десятков стран готовы участвовать в масштабном проекте переброски вод из Красного в стремительно высыхающее Мертвое. США, Япония и Нидерланды взяли на себя большую часть финансирования ТЭО проекта под патронажем Всемирного банка. Планируемый объем переброски оценивается в два кубических километра. Из названного объема 850 млн.м³ предполагается опреснить и использовать для покрытия дефицита воды в засушливых областях Иордании, Израиля и Палестины. Остальная вода (1150 млн.м³) пойдет на восполнение Мертвого моря. Прогнозируемая стоимость реализации проекта составляет примерно 3,5 млрд долларов включая возведение опреснительного комплекса. Противником проекта выступает Египет, считающий, что строительство канала экологически опасным.

Наиболее масштабным проектом территориального перераспределения стока, реализуемым в настоящее время является переброска на север вод реки Янцзы, прогнозируемая стоимость которой близка к 60 млрд. долларов. Предусматривается строительство трех каналов длиной 1300 км каждый для перевода в засушливые северные территории часть стока реки Янцзы, регулярно вызывающей на юге страны катастрофические наводнения.

Суммарный объем переброски к 2050 году должен достигнуть примерно 45 кубических километров. По центральной трассе вода Янцзы будет поступать в Пекин. Первая очередь строительства (от пяти до десяти лет) восточной и центральной трасс, увеличит водоснабжение северных районов на 13,4 кубокилометров. Правительство КНР полагает, что идея проекта отвечает планам экономического развития Китая.

Несмотря на опасения китайских ученых по поводу возможного уничтожения сотен памятников исторического наследия, считается, что осуществление проекта позволит уменьшить остроту проблемы водоснабжения северных районов, которая, в связи с ростом населения, может к 2030 году стать критической.

Очевидно, любой из проектов территориального перераспределения стока требует основательных научных исследований, как эффективности самого

проекта, так и многочисленных последствий его реализации. В зависимости от охвата территорий, происходят изменения гидрологического режима водотоков, уровня грунтовых вод и характера взаимодействия поверхностных и подземных вод. Комплексные компенсационные мероприятия должны быть составляющей проекта. Необходим многофакторный анализ его эффективности: водохозяйственной, экономической, экологической и социальной.

5.2.3. Гидрогеологические особенности совместного использования поверхностных и подземных вод.

Совместное нахождение поверхностных и подземных вод в верхней части земной коры определяет тесную взаимозависимость их балансов, отражающих изменение количественных и качественных составляющих. Процессы притока (П) и оттока (О) подземных вод (ПВ) связывают области питания и разгрузки их, как в естественных условиях, так и в нарушенных хозяйственной деятельностью. В большинстве природных ситуаций эти процессы целесообразно рассматривать в рамках взаимодействия поверхностных и подземных водоносных систем, представляющих 2 звена глобального массообмена, происходящего в техносфере. Приток ПВ обусловлен, прежде всего, питанием их в пределах водосборного бассейна (водосбора). Под водосбором понимается территория, на которой формируется поверхностный и подземный сток, ограниченная водораздельной линией и примыкающая к водотоку или водоему. Изучение взаимосвязи поверхностных и подземных вод позволяют решать важные экологические и хозяйственные проблемы на основе количественного анализа, в частности:

- Влияние изменения экологических условий водосбора на режим и параметры взаимосвязи поверхностных и подземных вод;
- Возможность использования водных ресурсов в рамках взаимосвязи;
- Определение объема естественного стока подземных вод по гидрографу реки.

Показатели П и О тесно связаны с понятием “естественные ресурсы”, которое было введено в гидрогеологическую литературу Ф.П. Саваренским в 30-х годах прошлого столетия. Естественные ресурсы (динамические запасы) подземных вод соответствуют величине их подземного стока, а также могут быть выражены расходом потока подземных вод, или слоем воды, поступающем на питание подземных вод за определенный период (обычно) за год.

Экологическая ситуация, вызванная изменением режима ПВ, предполагает, прежде всего, подтопление территории их распространения, изменение их ресурсов (объема и качества), а также — условий взаимосвязи с поверхностными водоисточниками.

Характерным является пример совокупного влияния факторов режима ГВ на состояние уникальных лесов Самурского заповедника в Республике Дагестан. Здесь природное сочетание массивов с различными породами деревьев было нарушено, в связи с изменением глубины ГВ на территории заповедника в результате хозяйственной деятельности. В юго-восточной части дельты р. Самур уровень грунтовых вод снизился за счет искусственного уменьшения речного стока по правому рукаву реки, питающей грунтовые воды, а также в связи с работой скважинных водозаборов Азербайджана, эксплуатирующих общие с Дагестаном водоносные системы. Это привело к деградации реликтовых дубовых лесов. В северной и центральной части Самурского природного комплекса питание грунтовых вод возросло за счет увеличения речного стока, после регулирования в области питания ГВ и развития там ирригации. В результате происходит активное формирование сообществ, представленных ольхой и тополями. Одновременно идет смена дубовых лесов, не выносящих заболачивания, тополевыми.

Взаимодействие подземных и поверхностных вод

Закономерной является взаимосвязь атмосферных процессов, поверхностных и грунтовых вод в глобальном цикле водообмена, происходящего в рамках вещественно-энергетического баланса. Водный баланс отражает изменение ресурсов, как следствие различия между поступлением и расходом воды

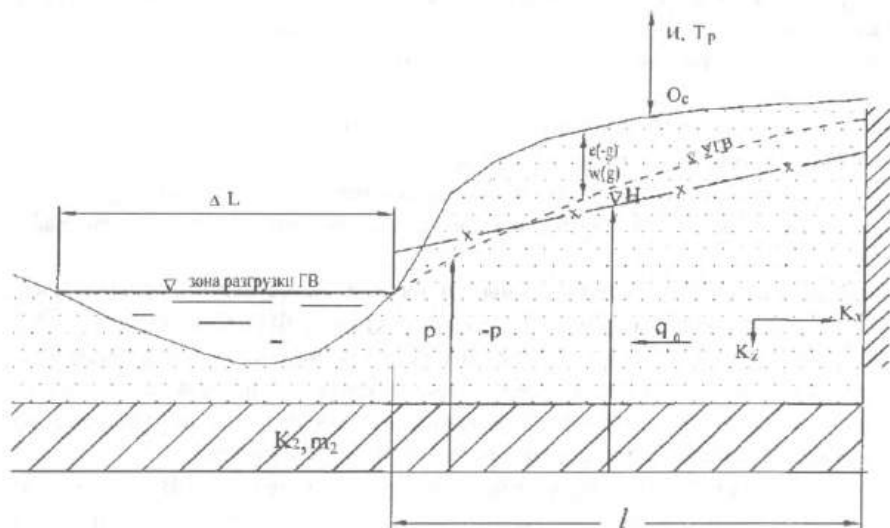


Рис. 5.15. Составляющие баланса и параметры потока подземных вод.

И,Тр- испарение, транспирация; Ос- атмосферные осадки; ($\pm g$)-питание и испарение грунтовых вод (ГВ); ($\pm p$)-составляющая взаимосвязи грунтовых и напорных вод(питание и разгрузка); qe- естественный приток грунтовых вод(динамические запасы), ΔL -дополнительное фильтрационное сопротивление в зоне разгрузки ГВ; K_x , K_z - горизонтальная и вертикальная составляющие водопроницаемости водоносных фильтрационно-анизотропных горных пород-коэффициенты фильтрации; K_2, m_2 -коэффициент фильтрации и мощность относительного водоупора между грунтовым и напорным потоками подземных вод, со свободной и пьезометрической поверхностями; l -длина потока ГВ.

Целесообразно баланс ГВ рассматривать в границах симметричного потока, направленного от водораздела к дрене (рис.5.15). Морфологический водораздел не всегда совпадает с водоразделом ГВ, который определяется, прежде всего, наивысшим положением свободной поверхности в этом сечении $h_l = h_{max}$ и условием $\left(\frac{dq}{dx}\right)_{x=l} = 0$. Составляющие водного баланса должны определяться независимо друг от друга, как в естественных условиях, так и при нарушении последних в результате хозяйственной деятельности. Анализ стационарного состояния выполняют для среднесноголетних значений составляющих водного баланса. Изменение элемента баланса приводит к его нарушению, хотя разбалансированная гидрогеохимическая природная система будет стремиться к равновесному (устойчивому) состоянию в новых условиях. Для восстановления или улучшения прежнего состояния необходима реализация мероприятий по регулированию гидрогеохимических процессов после диагностики их на балансовой основе и результатах ретроспективного анализа, учитывающего динамику антропогенного воздействия.

Балансовые уравнения для грунтовых вод представлены С.Ф. Аверьяновым в виде

$$\Delta W_3 = \pm g + \Pi - O \pm p, \quad \pm g = O_c - (И + Тр) + \Pi - O, \quad (5.16)$$

где составляющие отражают: $\pm g$ – водообмен грунтовых вод и зоны аэрации (питание, испарение), $\pm p$ – водообмен грунтовых вод с водоносным горизонтом, залегающим ниже, Π и O – подземный (–) и поверхностный (–) сток, $И$ - испарение части осадков (O_c), $Тр$ – суммарное испарение из зоны аэрации.

Заметим, что иногда в практических балансовых расчетах допустимо анализировать только вертикальные составляющие водообмена.

Основное питание грунтовых вод, происходит при инфильтрации ($+g$), благодаря нисходящему движению воды от поверхности земли к их зеркалу. Разгрузка осуществляется в виде родникового стока, подземного стока в ги-

дрографическую сеть (О), испарения со свободной поверхности (-g), а также перетекания в нижележащий водоносный слой (-р).

Динамика загрязнения подземных вод. Защищенность подземных вод от загрязнения определяются наличием слабоводопроницаемых отложений, препятствующих проникновению загрязняющих веществ с поверхности земли в водоносные системы. Факторы, определяющие защищенность подземных вод, можно разбить на три группы — природные, техногенные, физико-химические.

К основным природным факторам относятся:

- 1) наличие в разрезе слабоводопроницаемых отложений;
- 2) глубина залегания подземных вод;
- 3) состав, фильтрационные и сорбционные свойства перекрывающих пород;
- 4) соотношение уровней исследуемого горизонта и вышележащего (верховодки).

Группа факторов, контролирующих загрязнение подземных вод, включает такие свойства загрязнителей, как их миграционная способность, плотность, сорбируемость, химическая консервативность или время распада (разложения), взаимодействие загрязняющих веществ с горными породами и подземными водами.

К техногенным факторам следует отнести условия накопления, хранения, сброса загрязняющих веществ, а также их очистку, утилизацию и транспортировку в штатной и аварийной ситуациях. Ликвидация любого начавшегося загрязнения ГВ — весьма сложная в техническом отношении, трудоемкая и дорогостоящая задача. В отдельных случаях загрязнение ГВ оказывается необратимым. В этой связи, выполнение прогнозных оценок по загрязнению с предварительной реализацией специальных гидрогеологических исследований, а также профилактические (предупредительные) мероприятия оказываются более выгодными в технико-экономическом отношении, чем борьба с последствиями загрязнения ПВ.

Основным агентом переноса химических веществ и бактерий ниже поверхности земли является вода, с которой, как и с водовмещающими породами, эти вещества взаимодействуют, меняют химический состав и концентрацию. Миграция и трансформация химических соединений происходит в результате процессов молекулярной диффузии, движения воды, дисперсии, сорбции, ионного обмена, растворения и кристаллизации.

Прогноз качества ГВ и оценка времени распространения загрязнения, как необходимые виды гидрогеологических исследований, требуются для обоснования выбора местоположения потенциального источника загрязнения и планирования соответствующих наблюдений при эксплуатации промышлен-

ных предприятий, автодорог, канализационных и дренажных сетей, очистных сооружений и полигонов твердых бытовых отходов (ТБО).

В зависимости от состава и концентрации загрязняющих веществ, а также от характера их поступления (непрерывное, периодическое, разовое), некоторые из них задерживаются, рассеиваются, сорбируются в результате физико-химического взаимодействия с грунтами зоны аэрации и водонасыщенными породами. Поэтому необходимым условием исследования водоносных систем является оценка их фильтрационной и гидрохимической неоднородности, а также характеристика вредных веществ и генерирующего источника

Ряд солей: сульфаты, гидрокарбонаты и хлориды магния, кальция, натрия и железа являются обычными для химического состава ГВ, если их концентрация не превышает установленных норм для питьевой или хозяйственной воды. Это же условие относится и к таким веществам, как: йод, фтор, бром, тяжелые металлы и радиоактивные элементы, а также — к неорганическим и органическим соединениям, которые являются загрязняющими компонентами и могут оказывать токсическое действие на живые организмы, как это показано И. Пантелеевой.

Кроме указанных компонентов, подлежат определению другие загрязняющие вещества, попадание которых в грунтовые воды гипотетически или фактически может быть определено антропогенным фактором.

Таблица 5.1

Характеристика воздействия качества воды на здоровье человека

Компонент	Характер воздействия	Лимит содержания в воде, мг/л		
		СП 11-102-97	Нормы США	Нормы ВОЗ
Свинец	Накопление в организме опасно	0.03	0.05	0.05
Мышьяк	Есть указание на канцерогенность	0.04	0.05	0.05
Селен	Интоксикация	-	0.01	0.01
Хром	Интоксикация	0.02	0.05	0.05
Кадмий	Токсическое действие	0.001	0.01	0.005
Ртуть	Кумулятивный яд	0.0005	0.002	0.001
Бенз(а)пирен	Канцерогенно активен	0.000005	-	<0.000001
Бензин	Токсическое действие	-	0.005	<0.005
DDT	Токсическое действие	0.1	0.1	1.0

Совокупность природных и искусственных ингредиентов, составляющих качество ГВ, подразделяют на четыре категории, которые нами объединены.

1. Токсиканты и радиоизотопы, *присутствие* которых в воде делает её непригодной для питьевого использования и опасной для других источников водоснабжения, если концентрация их превышает установленные пределы;

2. Соединения, *опасные для здоровья при длительном потреблении воды* без определенной подготовки: нитриты, фтор, фенол, медь, цинк, железо, марганец, ПАВ, общий азот, органические соединения (по показателям БПК, ХПК).

Лимиты общего содержания солей и жесткости в ГВ определяется конкретными условиями их использования.

Проникновение в ГВ болезнетворных микроорганизмов происходит на участках сброса фекальных вод, из выгребных ям, скотных дворов, открытой канализации. Особенности этого вида загрязнения ГВ исследованы А.Е. Орадовской и Е.И. Моложавой. Авторы рекомендуют использовать для прогнозов расчетное время выживания микроорганизмов при поступлении бактериальных загрязнений из двух типов источников:

- а) относительно слабых (реки, инфильтрационные бассейны)-200 суток;
- б) массивных и постоянно-действующих (поля фильтрации, скотоводческие фермы, отстойники сточных вод и т.п.)-400 суток.

Микробное самоочищение воды, отмеченное исследователями, происходит по следующим основным причинам:

- а) неблагоприятные условия водоносного пласта для существования бактерий;
- б) вследствие сорбции, которая наиболее интенсивно протекает в глинистых грунтах.

Отмечается также более медленное продвижение бактерий относительно скорости фильтрации. Увеличение содержания их во времени в каждом сечении достигает полного сорбционного насыщения, после чего следующие группы бактерий распространяются далее по направлению движения потока грунтовых вод. В зависимости от скорости фильтрации, распространение микробов от источника поступления отмечено на расстоянии 15-20 м (в мелкозернистых песках) и в 800-1000 м (в галечниках и трещиноватых известняках). Основная масса бактерий задерживается в слое мелкозернистых песков, мощностью около 3 м. или в почвенном слое, толщиной 40 см. В грунтах с большой удельной поверхностью контакта (почвы, глинистые породы) длина зоны распространения бактерий не превышает 200-300 метров.

Адсорбция подвижных бактерий проявляется хуже, чем неподвижных; наличие органики в среде, особенно, кислой, понижение её температуры- все это способствует сорбированию бактерий грунтом.

В результате хозяйственной деятельности, связанной с промышленным производством, загрязнение происходит в результате фильтрации сточных вод из накопителей, хвостохранилищ и шламохранилищ, из-за утечек сточных вод и технологических растворов из коммуникаций и цехов, а также в местах складирования сырья на территории промышленных предприятий.

Загрязнение грунтовых вод вызывается также поступлением в водоносные пласты атмосферных осадков, загрязненных газодымовыми выбросами, продуктами испарения с поверхности полей фильтрации и накопителей сточных вод и отходов. На поливных землях проникновение в грунтовые воды ядохимикатов и удобрений происходит с осадками и оросительной водой.

Со временем очаги загрязнения в водоносных горизонтах увеличиваются, достигая рек и водоемов. При загрязнении грунтовых вод почти всегда обнаруживается загрязнение окружающей среды в целом (почвы, растительность и пр.).

Таблица 5.2

Концентрация загрязняющих веществ в придорожных почвах

Мегалополь, центр, глубина отбора 0,25м. Химические вещества, мг/кг										
Cd	Pb	Cu	Zn	Co	Ni	As	Hg	Mn	Cr	Б(а)п
0.4-1.5	33-450	82-296	61-576	0.5-3.3	27-64	0.4-7.5	0.3-1.75	262-950	4-14	≤0.018
Около 20 км от центра мегалополиса										
0.4-1.9	30-124	12-114	43-140	0.1-3	14-66	0.3-8.9	0.1-1.64	409-1292	2-19	≤0.01
Допустимые концентрации (Минздрав СССР, 1987 г, СП11-102-97).										
2	30	3	23	5	4	2	2.1	1500	6	0.02

Бактериологическое и химическое загрязнение ГВ, обусловлено, в большинстве случаев, поступлением загрязняющих веществ с поверхности почвы, которая является естественным физико-химическим барьером на пути миграции загрязняющих веществ. Некоторые данные о концентрации вредных веществ в почвах придорожных полос приведены в таблице 5.2.

Концентрация нефтепродуктов в центре превышает допустимую (300 мг/кг) в 1.2-2.3 раза, во второй группе проб — ниже лимитного уровня.

По интенсивности накопления тяжелых металлов в почве придорожных полос справедливо ранжирование:

- валовое содержание $Zn > Cu > Cr > Pb > Ni$;
- подвижных форм $Pb > Cu > Zn > Ni > Co > Cr$.

Особо следует сказать об ионных формах азота, обладающих повышенной миграционной активностью. Основными источниками соединений азота явля-

ются: промышленные предприятия, сельскохозяйственные поля орошения и поля фильтрации, свалки, сточные воды коммунальных и животноводческих комплексов и др. Применяемые в сельском хозяйстве минеральные удобрения содержат от 14 до 46 процентов действующего вещества, азота. Азот является неконсервативным элементом с переменной валентностью (от-3 до+5), в связи с чем, его соединения химически весьма динамичны и способны активно участвовать в реакциях как в кислой, так и в щелочной средах. Например, катион NH_4 в сорбционных процессах может вытеснять калий, натрий и литий, в то время, как нитрат- и нитрит-ионы не сорбируются. По имеющимся оценкам, в состав атмосферных осадков может входить до 60% серной кислоты до 30% азотной и около 5% -соляной. При сгорании автомобильного дизельного топлива выбросы оксидов составляют 33кг на 1 тонну и 20 кг/т — бензина. Для сравнения, в промышленных установках при сгорании нефти и угля образуется от 4 до 14 кг оксидов азота на тонну топлива. В результате ассимиляции и массопереноса в качестве сопутствующих элементов в грунтовых водах могут находиться: Al, Zn, Cu, Pb-в комплексных соединениях и Cr, Sb, Se, Te, Vo, As- в анионной форме. Нитритный азот является индикатором воздействия загрязнений на ПВ, а увеличение содержания в воде закисного железа может указывать на формирование условий перехода окисного железа из грунта в воду и на положение очага поступления аммонийного азота. Трансформация соединений азота и уменьшение его концентрации в ГВ происходит в течение весьма длительного времени.

Солевой режим грунтовых вод при орошении

Процесс изменения минерализации ГВ во времени при орошении некоторые исследователи делят на стадии. В частности, на основе режимных наблюдений М.П.Рябцев выделяет три стадии трансформации химического состава ГВ под Каховским орошаемым массивом:

1. Концентрация солей в ГВ (2-5 лет);
2. Опреснения (8-11 лет);
3. Стабилизации химсостава ГВ (10-14 лет от начала процесса). Далее автор приводит данные об опреснении грунтовых вод в результате 18-ти летнего сезонного орошения с 0.4-3.5г/л до 0.1-0.8 г/л. Одновременно происходит изменение ионного состава воды, с преобладанием сульфатов и натрия.

Отведение соленых вод горизонтальным дренажом приводит к относительно быстрому опреснению верхней части водоносного горизонта при инфильтрации. Данные В.И. Лялько показывают изменение начальной минерализации ГВ, равной 10 г/л в интервале глубин 0÷14 м при орошении пресной водой. Относительное опреснение до глубины 1.5 м. показано ниже

Время, год	0.27	1	3	6	10
$\bar{C} = C_t / C_0$	0.9	0.7	0.3	0.1	0.05

Под действием только диффузионного переноса в этом же горизонте минерализация уменьшилась на 30% через 10 лет.

Заметим при этом, что зачастую несовершенство оросительных систем, завышенные оросительные нормы способствуют переводу автоморфных почв в ирригационно-гидроморфные и переходу от малого биологического круговорота веществ в глобальный геологический. Далее при подтоплении и засолении земель, появлялась необходимость их рассоления и дренирования. Выщелачивание солей, удобрений и ядохимикатов, наряду с выносом гумуса, обогащало грунтовые воды и дренажный сток вредными веществами, требовало утилизации последнего, однако эта проблема решалась лишь путем сброса загрязненного стока в реки. Возникла новая более трудная в устранении и глобальная по охвату условий существования человека- опасность антропогенного уменьшения водных ресурсов (объема и качества).

В зависимости от продолжительности оросительного периода и времени промывок содержание солей в зоне аэрации будет меняться. Если при этом орошение проводится не только с использованием поверхностных вод, но и грунтовых, то рост минерализации грунтовых вод происходит интенсивнее, чем при орошении поверхностными водами с постоянной и низкой минерализацией.

Влияние сорбции на процесс загрязнения ГВ применительно к нефтепродуктам. Отметим, что, будучи весьма слабо растворимыми в водной среде, нефтепродукты содержат углеводороды способные растворяться в ней. В результате очистки стоков содержание углеводородов в воде должно снижаться до 0.05 мг/л, то есть до нормы.

В данном случае наибольший интерес представляет процесс сорбции — десорбции глинистых тонкодисперсных отложений, перекрывающих основной водоносный горизонт покровных и моренных суглинков, и, в большей степени, глин, являющихся наиболее активными адсорбентами эмульгированных и частично растворенных смесей. Адсорбируемые элементы углеводородных растворов (эмульсий) уменьшают просветность поровых каналов, поэтому скорость фильтрации ощутимо снижается. Гравитационная вода атмосферных осадков является агентом переноса растворимых углеводородов в случае контакта её с загрязненной пористой средой. Согласно существующим исследованиям влажность среды слабо влияет на её способность

аккумулировать легкое горючее, хотя для мазута это утверждение прямо противоположно. Скорость фильтрации легкого горючего и мазута (дизтоплива) намного меньше во влажном грунте, чем в сухом; для нефти — наоборот. Сорбция мазута влажным грунтом в четыре раза меньше, чем легкого горючего.

Восполнение (магасинирование) подземных вод

Во многих странах мира, особенно в аридной зоне земного шара интенсивное использование подземных вод (ПВ) привело к значительному снижению их поверхности и практической потере этого источника питания рек в межень. Вместе с тем населенные пункты, города и страны лишаются в результате истощения ПВ порой единственного источника водоснабжения (Израиль, Кипр). Острота проблемы возрастает при использовании этой части водных ресурсов для орошения, когда потребность в воде значительно превышает таковую для питьевых целей.

Так в США подземными водами поливается 49%, в Индии больше 28%, Иране 58%, Мексике 24% всех орошаемых земель. В странах Африки и ближнего востока подземные воды являются основой существования оазисных территорий. Напряженный баланс П.В. складывается в Предкавказье и Прикаспии, странах Балтии, Украины, некоторых районах Сибири и Поволжья. Значительное снижение пьезометрической поверхности подземных вод произошло, в частности, в районах Курска, Москвы, Ставрополя, Рязани, Тулы и городах стран СНГ: Минска, Харькова, Кишинева. Угроза интрузии морских вод определилась в Прибалтике. Недостаток подземных вод ощущается весьма остро на Урале, Зап. Сибири, в Крыму, на юге и западе Украины.

Дефицит водных ресурсов зачастую связан с неравномерностью распределения их в году и несовпадением распределения с реальным водопотреблением (зима, лето). Все это требует проведения комплекса мероприятий, направленных на упорядочение водоотбора, и вместе с тем, — на воспроизводство, регулирование и перераспределение ресурсов подземных вод путем аккумуляирования излишков поверхностного стока в подземных природных емкостях.

Проблема искусственного пополнения ПВ (ИППВ) приобрела особую актуальность в последние 25-50 лет, когда потребность в дополнительных ресурсах превысила в Германии, Швейцарии, Голландии, Швеции 20-30%, Англии 25%, США более 25%. В несколько меньших масштабах это характерно для Франции и Австрии. В Израиле, где в настоящее время магазинируется более 130 млн. м³ воды в год, ИППВ является частью общегосударственного плана комплексного использования водных ресурсов (КИВР).

О создании искусственных запасов подземных вод в песчаных линзах за счет стока по такырам известно уже много веков (Туркмения, Африка). С этой целью строились простейшие сооружения: котлованы диаметром до 50 м. с глубиной врезки от 1 до 5 м. и колодцы. В конце прошлого столетия ИППВ стали применять в США, затем появились установки в Германии и Швейцарии. В России первые мероприятия ИППВ проведены в 1892г. в г. Арзамасе.

Широкое использование ИП водных ресурсов отмечено в последнее 50-летие, вместе с тем, исследовательские данные свидетельствуют о неравномерном распространении сооружений ИППВ в мире. На долю США приходится около 30% установок ИППВ. Более чем в 60% случаев пополнение подземных вод призвано поддерживать производительность существующих водозаборов, либо восполнять запас водоносных горизонтов, истощенных в результате длительной эксплуатации. Наряду с этим, ИППВ становится одним из элементов КИВР и эффективным средством управления водными ресурсами в кризисных регионах. Например, в Калифорнии к 1990 г. за счет переброски части стока северных рек США (р. Колорадо) предполагалось магазинировать около 35 км³ воды для восстановления ранее существовавшего водного баланса и обеспечения сложившегося режима водопотребления.

Создание подземных водохранилищ в природных емкостях позволяет решить проблему неравномерности водообеспечения, связанную с изменением во времени количества атмосферных осадков и речного стока. Особенно, это эффективно для сезонного водоотбора, когда пиковые периоды водопотребления можно чередовать с периодами пополнения подземных вод. При соблюдении экологических требований чередование использования и пополнения подземных вод оказывает благоприятное воздействие на окружающую среду. Эти критерии должны быть конкретными и комплексными с учетом хозяйственной деятельности. Дополнительные преимущества подземных водохранилищ, как регуляторов водных ресурсов очевидны, если нет возможности создания открытых водохранилищ. В этом случае:

1. Испарение с водной поверхности исключается;
2. Потери с/х земель сокращаются;
3. Улучшается качество воды водоисточника;
4. Повышается экономическая эффективность водохозяйственного комплекса.

По имеющимся данным исследований стоимость 1 м³ воды, полученного путем ИППВ в 1.2 — 3 раза ниже, чем капитальные затраты на получение того же объема воды за счет открытых водохранилищ. Перспективность и эффективность использования искусственного пополнения подземных вод в сочетании с переброской части избыточного поверхностного стока для ре-

шения проблем водоснабжения подтверждается опытом США и Израиля, где эти мероприятия являются частями государственных планов. Сходные задачи решаются во Франции, где расход локальных инфильтрационных сооружений более $1 \text{ м}^3/\text{с}$. В Австралии задача ИПВ также решается, хотя и усложнена, как и в Израиле, интрузией морских вод. Здесь суммарный расход инфильтрационных сооружений около $28 \text{ м}^3/\text{с}$. Длина каналов распределительной сети, обеспечивающей в том числе защиту от интрузии морских вод на протяжении 400 км побережья, составляет 168 км. При этом создаются условия орошения 40 тыс. га с/х земель.

Практически ИПВ осуществляется при обеспечении благоприятных условий для просачивания вод (речных, озерных, дождевых), иногда предварительно очищенных промышленных вод. Применяемые в настоящее время способы ИПВ могут быть отнесены к двум основным технологическим направлениям:

1. Создание условий для самотечной инфильтрации (инфильтрационные бассейны, проницаемые участки сухих русел водотоков, затопленные поверхности земли, устройство траншей, каналов, ям, борозд, поливы повышенными нормами);

2. Подача воды под напором в горные выработки (шурфы, колодцы, скважины и т.п.).

Доля инфильтрационных бассейнов на практике близка к 50%, в Израиле 80% пополнения ПВ осуществляется через скважины.

По данным М.А. Хордикайнена 90% искусственных запасов воды в мире создается при самотечной инфильтрации. Характерным является устройство каскадных бассейнов со сбросом воды из нижнего резервуара в водоток.

При всем многообразии систем ИПВ их назначение в большинстве случаев сводится к следующему:

1. Увеличение эксплуатационных запасов водоносных горизонтов;

2. Получение воды лучшего качества, по сравнению, с водой загрязненных и доступных к использованию поверхностных источников;

3. Защита водоносных горизонтов, содержащих пресные воды, от засоления их морскими водами или от загрязнений, поступающих подземными путями со смежных территорий.

Естественно, что основное экологическое воздействие инфильтрационного подпитывания проявляется, прежде всего, в зоне аэрации и горизонтах грунтовых вод. В этой связи, очевидной становится необходимость выполнения комплекса гидрогеологических, гидрохимических и экологических исследований.

Гидрогеологическое обоснование восполнения ПВ включает:

1. Установление необходимости применения ИППВ, исходя из дефицита водоснабжения, а также истощения или засоления ПВ, экономические оценки вариантов;

2. Выбор источника пополнения, удовлетворяющего требованиям по качеству и количеству воды;

3. Оценку природно-технических условий, влияющих на выбор способов и технологии восполнения;

4. Прогноз производительности (отдачи) установки и качества воды;

5. Оценку экологических последствий и экономической эффективности намечаемых мероприятий.

Источник восполнения оценивается на основе вероятностно-статистической обработки результатов гидрометрических, гидрохимических и водно-балансовых исследований на водотоках и водоемах. Надежность источника проверяется по величине минимального месячного расхода реки или притока к озеру 95% обеспеченности. При инфильтрационном расходе более этой величины необходимо регулирование источника, либо использование паводкового стока.

Большое значение имеет температурный режим источника и процесс выравнивания температуры, длительность которого достигает 100 суток и более. Снижение температуры от 200 до 8-100 при песчано-гравийном составе поглощающей толщи происходит за 3 месяца, при прохождении водой пути в 200 метров.

Природно-технические условия оцениваются с позиций состава и свойств пород зоны аэрации, приемистости водоносных систем, их режима и водно-солевого баланса. При этом уточняются и климатические факторы: температура воздуха, глубина промерзания почвы, многолетнее и годовое распределение атмосферных осадков и испарения. В результате анализа данных выявляется характер фильтрации, (подпертая или свободная), оценивается возможность загрязнения ПВ и изменение гидрогеологической обстановки на прилегающей территории.

Выбор способов искусственного пополнения ПВ должен обосновываться условиями их применения и достигаемым эффектом, который целесообразно определять экспериментально.

Для прогноза производительности установки ИППВ необходимо экспериментальное определение начального фильтрационного сопротивления заиленного слоя и коэффициента фильтрации илистого осадка. Глубина наполнения ИБ, допустимое конечное сопротивление и мутность подаваемой воды принимаются в соответствии с техническими условиями эксплуатации бассейна.

Производительность установки определяется как произведение площади бассейна на интенсивность инфильтрации. Если отдача задана, то определяется необходимая площадь бассейна.

Вариантное экономическое обоснование совместно с экологическим прогнозом предполагает рассмотрение прямого использования поверхностных вод с их очисткой, сочетание различных способов восполнения, ОВОС. Основными технико-экономическими показателями являются удельные приведенные затраты и себестоимость 1 м³ воды.

При оценке качества поверхностных вод, следует иметь ввиду, что *зона аэрации не может обеспечить доведение его до кондиций, соответствующих питьевой воде при прямом использовании "сырой" воды для ИППВ без предварительной подготовки.* Для выбора схемы подготовки воды необходимо комплексное рассмотрение источника пополнения, сооружений подготовки, инфильтрационных сооружений и горизонта грунтовых вод.

5.3. Экономический механизм водопользования и охраны водных объектов

До настоящего времени самый потребляемый природный ресурс (водный ресурс) является практически бесплатным для водопотребителей (а в сельском хозяйстве является бесплатным для производителей сельскохозяйственной продукции). Доля платежей за воду в себестоимости продукции составляет 0,5...2 % и является слишком малой величиной, чтобы принципиально изменить сложившуюся ситуацию в водном хозяйстве. При этом следует отметить, что в европейских странах плата за воду достигает 6...8% в себестоимости продукции [О совершенствовании управления использованием и охраной водного фонда России. // Министерство природных ресурсов РФ. 1998].

А ведь от состояния и темпов развития водного хозяйства зависит функционирование практически всех отраслей экономики и социальной сферы. Надежность и качество водоснабжения, экологическая и продовольственная безопасность, уровень жизни людей — вот далеко не полный перечень показателей, на которые в той или иной мере влияют производственные характеристики этого сектора. Устойчивое развитие водного хозяйства является важнейшей целью государства и предполагает, прежде всего, надежное водообеспечение населения и объектов экономики, расширенное воспроизводство водных ресурсов, предотвращение деградации водных объектов и поддержание в них надлежащего качества воды, предупреждение и ликвидацию последствий вредного воздействия вод, восстановление и сохранение эколо-

гической устойчивости водных объектов. Согласно Экологической доктрины РФ сохранение и восстановление природных систем должно быть одним из приоритетных направлений деятельности государства и общества.

Однако, как показали результаты анализа использования водных ресурсов в нашей стране, существующая практика хозяйствования не обеспечивает их рационального использования. Очевидно, что это никак не «вписывается» в концепцию устойчивого развития общества, в основе которой лежит такое взаимодействие природы и человека, которое с одной стороны обеспечивает эффективное использование природных ресурсов (в том числе — водных) и удовлетворение нужд нынешнего поколения людей, с другой — сохранение природной среды и воспроизводство природных ресурсов для нужд будущих поколений.

При этом хозяйственная деятельность водопользователей должна быть оптимизирована на научной основе в интересах человека и природы и направлена на обеспечение сохранения и воспроизводства природных ресурсов и на создание экологически устойчивых и экономически эффективных природных систем. Такая постановка проблемы эффективного использования водных ресурсов в нашей стране предполагает широкое использование системного анализа как методологической основы исследований и требует рассмотрения, с одной стороны, природных систем, состоящих из ряда взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов (атмосферы, почвы, биоты, поверхностных и подземных вод), а с другой, хозяйственной деятельности по использованию, охране и управлению водными ресурсами.

Необходимо отметить, что составной частью социоприродного подхода является экономическая оценка основных компонентов природной среды, включая и водных ресурсов, на новом уровне экологического мышления и их потребительской значимости. При этом экономическое регулирование рационального водопользования предусматривает формирование системы платежей за использование и охрану водных ресурсов, планирование и финансирование мероприятий, экономическое стимулирование эффективного использования и охраны водных ресурсов. А экономические принципы «загрязнитель платит» и «потребитель платит» направлены не на борьбу с последствиями, а на предотвращение негативных последствий в результате хозяйственной деятельности водопользователей.

Надо сказать, что предлагаемый подход к использованию, охране и управлению водных ресурсов представляет собой суть нового экологического мышления, которое должно стать основой хозяйственной деятельности не только водопотребителей и водопользователей, но и общества в целом.

Однако переход к устойчивому развитию экономики всей страны является сложным, долговременным и многофакторным процессом достижения равновесного взаимодействия между обществом и природой и гармонизации их отношений на основе соблюдения законов развития биосферы. Этот процесс затрагивает комплекс внутренних проблем долгосрочного развития страны, включая структурную и инвестиционную политику, вопросы изменения структуры потребления, охраны, использования и воспроизводство природных ресурсов, экономической и экологической безопасности, социальной и научно-технической политики, и внешнеполитических аспектов (организацию международного партнерства по решению проблем перехода к устойчивому развитию, обеспечение экологических интересов страны во внешнеэкономической деятельности, стимулирование поступления в Россию экологически ориентированных зарубежных инвестиций и т.д.). А это в свою очередь потребует скоординированных действий во всех сферах деятельности жизни общества, адекватной переориентации социально-экологических и экологических институтов государства, регулирующая роль которого в таких преобразованиях является основополагающей. Решение этих вопросов невозможно без целенаправленного и планомерного изменения традиционных функций государства, которые подробно изложены в работе [Экономика и организация рыночного хозяйства. Учебник / под ред. Б.К. Злобина — 2-е изд., перераб. и доп. м.: ОАО «НПО «Экономика», 2000], в соответствии с принципами (мыслить глобально — действовать локально, незнание последствий не освобождает общество от ответственности за нарушение природной среды, принципы экологического императива и эколого — экономической сбалансированности) и целями устойчивого развития общества. И в первую очередь должна возрасти роль следующих функций государства: минимизация экстерналий или внешних эффектов и правовое обеспечение природоохранной деятельности.

Без государственного регулирования невозможно преодолеть негативные процессы, вызванные нарушением взаимосвязей в системе «человек-природа» в результате непродуманной хозяйственной деятельности, и связанные с возникновением экстерналий. Особенно существенные изменения основных компонентов природной среды связаны с производством сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях. Дело в том, что мелиоративные мероприятия, как сильный природопреобразующий фактор, могут приводить как к положительным, так и к отрицательным экологическим и социальным последствиям (водная и ветровая эрозия, засоление и осолонцевание, сработка запасов гумуса, снижение природного и экономического плодородия почв, дефицит элементов минерального питания, техногенное

загрязнение почв, подтопление территорий, переуплотнение почв и т.д.). Для того чтобы заставить производителя сельскохозяйственной продукции внедрять ресурсосберегающие технологии, государству необходимо внешние эффекты интернализировать (превратить) в издержки производства продукции и тем самым перейти от принципа «платит потребитель» к принципу «платит загрязнитель».

Процесс интернализации внешних эффектов усложняется проблемами экономической оценки природных ресурсов и ущерба от загрязнения окружающей среды. Особенно это проблема усугубляется в сельском хозяйстве, где производители сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях освобождены от платы за использование водных ресурсов (водного налога). В соответствии Налоговым кодексом Российской Федерации (часть вторая, глава 25.2. Водный налог) [Налоговый кодекс Российской Федерации от 5 августа 2000 года № 117-ФЗ] не признаются объектами налогообложения «...забор воды из водных объектов для орошения земель сельскохозяйственного назначения (включая луга и пастбища), полива садоводческих, огороднических, дачных земельных участков, земельных участков личных подсобных хозяйств граждан, для водопоя и обслуживания скота и птицы, которые находятся в собственности сельскохозяйственных организаций и граждан». Не производят производители сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях и плату за сброс загрязняющих веществ в водные объекты. А ведь в структуре использования водных ресурсов на долю сельского хозяйства приходится около 19% (из них 81,4% приходится на орошение), сельское хозяйство является и одним из основных виновников загрязнения водных объектов (16%), на долю которого приходится наибольший размер ущерба от загрязнения водных объектов (47%).

Отсутствие механизма компенсации социально-эколого-экономического ущерба самим нарушителем (реализация принципа «загрязнитель платит») приводит к тому, что соответствующие потери несут другие экономические агенты и общество в целом. По расчетам западных ученых, в развитых странах экологический ущерб от загрязнения окружающей среды достигает 3...5% ВВП, а по оценкам Института проблем рынка РАН, в России эта величина составляет 10...15% ВВП. При этом целевые затраты на охрану окружающей среды в нашей стране несоизмеримо меньше и составляют 0,2...0,4%. Это соотношение указывает на то, что в стране еще не осознана реальность тех потерь, которые вызваны экологическими нарушениями и выражаются в объемах недополученной продукции и неизбежных затратах на компенсацию последствий экологических нарушений.

Все это свидетельствует о том, что с целью интернализации внешних эффектов государству необходимо создать такой экономический механизм природопользования, который представлял бы собой совокупность финансово-экономических, социально-правовых, общественно-политических и административно-государственных инструментов комплексного регулирования процесса природопользования с целью обеспечения согласования требований природопользователей и природных систем, воспроизводства природных ресурсов, повышения потребительской стоимости и экологической устойчивости природно-хозяйственных систем. Именно комплексное рассмотрение экономических проблем взаимодействия природы и общества, а также сочетание административных и экономических методов государственного регулирования является одной из особенностей формирования экономического механизма природопользования (водопользования и охраны водных ресурсов).

Функция регулирования внешних эффектов государства должна найти отражение в правовых и нормативно — методических документах, регламентирующих хозяйственную деятельность в сфере водопользования и охраны водных ресурсов, а также в целом природопользования. Действующая правовая и нормативно — методическая база в области водопользования и охраны водных ресурсов характеризуется бессистемностью и разрозненностью, а зачастую и несогласованностью заложенных в них требований.

Комплексное регулирование процесса природопользования (а именно на решение этой проблемы и направлен экономический механизм) невозможно без оценки состояния природно-деятельностных систем и отдельных её компонентов, без анализа характера и масштабов их возможных изменений в результате хозяйственной деятельности. Все это указывает на необходимость разработки системы интегральных показателей (согласно мировой терминологии — индикаторов устойчивого развития), без которых невозможны успех природоохранной деятельности, достоверность оценок экологического состояния компонентов ландшафтов, эффективность и своевременность принятия управленческих решений, а также их реализация на оптимальном уровне. Необходимость разработки системы интегральных показателей обусловлена и требованиями экологической доктрины и современным законодательством Российской Федерации, которые, как было отмечено выше, направлены на защиту здоровья и жизни граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества, охрану природной среды, жизни и здоровья животных и растений.

С помощью интегральных показателей можно не только описать состояние основных компонентов природной системы по схеме «компонент — со-

стояние — воздействие — отклик (изменение состояния)», но и обосновать комплекс мероприятий по обеспечению эффективного использования природных (водных) ресурсов и прогнозировать величину эффекта от планируемых мероприятий.

Отрицательное воздействие на состояние основных компонентов природной среды усугубляется тем, что использование природных ресурсов осуществляется и осуществляется в условиях низкого технологического уровня производства и высокой степени изношенности основных фондов. Например, при поливе сельскохозяйственных культур величина потерь в проводящей сети достигает 60% от объема забираемых водных ресурсов из водных объектов, степень изношенности сельскохозяйственной техники достигает 60-70%, а коэффициент её обновления не превышает 1-2% в год [Лемешев]. К тому же дефицит инвестиционных ресурсов сдерживает развитие и модернизацию водного хозяйства. Одним из недостатков сложившейся системы финансирования водного хозяйства является то, что оно почти полностью осуществляется за счет средств бюджета. При этом мало внимания уделяется разработке современных механизмов привлечения внебюджетных источников финансирования. Не находят применения такие действенные инструменты, как налоговая система, ускоренная амортизация оборудования природоохранного назначения, недостаточно активно внедряются экологическое страхование, механизмы субсидирования процентных ставок по банковским кредитам и т.д.

Все это свидетельствует о том, что новый экономический механизм водопользования и охраны водных ресурсов должен обеспечивать привлечение в природоохранную сферу средств не только из бюджета, но и из внебюджетных источников.

Существующий же экономический механизм водопользования и охраны водных ресурсов не способен обеспечить решение указанных выше задач по причине ослабления методов административного регулирования и отсутствия действенных экономических рычагов и стимулов эффективного использования и охраны водных ресурсов, внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий.

В соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в сфере природопользования [Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года № 7 — ФЗ (в ред. Федеральных законов от 22.08.2004 № 122 — ФЗ, от 29.12.2004 № 199 — ФЗ, от 09.05.2005 № 45 — ФЗ, от 31.12.2005 № 199 — ФЗ, от 18.12.2006 № 232 — ФЗ)] экономический механизм природопользования выполняет следующие задачи:

— планирование и финансирование природоохранительных мероприятий;

- установление лимитов использования природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и размещение отходов;

- установление нормативов платы и размеров платежей за использование природных ресурсов, выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов и другие виды вредного воздействия;

- предоставление предприятиям, учреждениям и организациям, а также гражданам налоговых, кредитных и иных льгот при внедрении ими малоотходных и ресурсосберегающих технологий и нетрадиционных видов энергии, осуществлении других эффективных мер по охране окружающей природной среды;

- возмещение в установленном порядке вреда, причиненного окружающей природной среде и здоровью человека.

Ниже рассмотрим основные элементы экономического механизма природопользования применительно к водному хозяйству, которые будут базироваться на изложенном выше системном подходе, обеспечивающем согласование требований развития природных систем, включая водные объекты, с планами хозяйственной деятельности водопотребителей:

- установление лимитов использования водных ресурсов и сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;

- разработка системы платежей за использование водных ресурсов

- совершенствование системы планирования и финансирования водосберегающих технологий с использованием бюджетных средств;

Система платежей за пользование водным объектом

Мировая практика свидетельствует о том, что государственное регулирование рациональным природопользованием осуществляется с помощью методов административного (директивного) и экономического регулирования (рыночные механизмы). Глубокий анализ их использования, как в нашей стране, так и за рубежом свидетельствует о том, что наилучшего результата в достижении требований качества окружающей среды можно добиться путем совмещения рыночных механизмов, подкрепленных правовым и нормативным обеспечением, в сочетании с мерами административного регулирования.

В условиях экологического кризиса методы государственного регулирования должны быть направлены на создание объективных предпосылок для обеспечения диалектического единства экономической эффективности и экологической безопасности функционирования хозяйственных систем. Составной частью этого процесса является научное обоснование платного

природопользования, в частности, совершенствование методов формирования системы платежей за водопользование и сброс загрязняющих веществ в водные объекты.

Среди имеющихся подходов к определению экономической оценки водных ресурсов можно выделить методы, базирующиеся на общей экономической ценности (стоимости), затратах, рыночной оценке, ренте, альтернативной стоимости т.д. [Бобылев С.Н., Медведева О.Е., Соловьева С.В. и др]. Укрупненная характеристика возможных подходов к определению цен на природные ресурсы представлена ниже.

Затратный подход. В соответствии с ним оценка природных ресурсов определяется по величине затрат на их добычу, освоение или использование. Применительно к водным (также как и к другим) ресурсам рассматриваемый метод, получивший емкое название «затраты плюс», не стимулирует рациональное природопользование. Основными причинами такого положения дел являются наличие стимулов к завышению затрат и непрозрачность методики их определения.

Результативный подход. Согласно этому подходу экономическую оценку (стоимость) имеют лишь те природные ресурсы, использование которых приносит доход. Тогда оценка ресурса определяется разностью между полученным доходом и текущими затратами. Применение такого подхода может дать репрезентативную стоимостную оценку ресурса только применительно только к тем видам ресурсов, которые продаются на бирже (нефть, газ). В отношении водных ресурсов подобная оценка затруднительна, если вообще возможна. В методологическом плане очевидно, что использование водных ресурсов приносит доход, но его количественная оценка весьма проблематична. Даже в случае использования сравнительно дешевой электроэнергии, вырабатываемой ГЭС, в производстве алюминия вычленив долю эффекта, обусловленную исключительно использованием водного ресурса весьма сложно. Такой подход не позволяет также учитывать косвенные выгоды от использования водных ресурсов.

Затратно-ресурсный подход. При этом подходе при определении стоимости природного ресурса предпринимается попытка соединения затрат на его освоение и дохода от использования. Оценка природного ресурса, полученная таким способом оказывается выше, чем в первых двух случаях. Однако этому подходу присущи и все недостатки рассмотренных подходов.

Воспроизводственный подход. Стоимость природного ресурса определяется исходя из затрат, необходимых для восстановления ресурса. К достоинствам этого подхода следует отнести учет фактора ограниченности ресурса. При этом он сохраняет недостатки, свойственные затратному подходу.

Рентный подход. При применении рентного подхода лучший ресурс, использование которого приносит наибольший доход при одинаковых затратах, получает более высокую денежную оценку. По мнению многих отечественных ученых именно рентный подход является наиболее перспективным вариантом экономической оценки водных ресурсов. Однако на практике реализация рентного подхода сопряжена с рядом методических и технических трудностей, что обуславливает популярность затратного метода.

Приведенный анализ свидетельствует о том, что перечисленные выше методы экономической оценки водных ресурсов нуждаются в существенной доработке и серьезном методологическом обосновании с учетом требований времени и потребности общества в новых методах управления водным хозяйством.

В настоящее время в России при определении платы за пользование водными объектами положен затратный подход. Действующие размеры платежей за пользование водными объектами (водного налога) [Налоговый кодекс Российской Федерации от 5 августа 2000 года № 117-ФЗ], как правило, не позволяют ни экономить водные ресурсы, ни предотвращать (компенсировать) экологический ущерб природным системам, что приводит к негативным эколого-экономическим последствиям. Основной причиной тому является то, что в основу определения платы за пользование водными объектами положены средние фактические затраты на создание и эксплуатацию сооружений, устройств и оборудования, необходимых для использования водного объекта (затратный подход) и при этом не учитывается необходимость реализации перспективных водохозяйственных мероприятий. К тому же, из-за остаточного принципа финансирования водного хозяйства фактические затраты на эксплуатацию и содержание водных объектов существенно ниже необходимой величины. Все это ведет к возникновению дефицита финансовых ресурсов для обеспечения даже простого воспроизводства водных ресурсов.

Отсутствие научно обоснованного подхода к определению экономической оценки водных ресурсов не позволяет установить реальные цены на использование водных объектов, отражающие общественно необходимые затраты на воспроизводство водных ресурсов.

Система платежей за пользование водными объектами должна включать:

- платежи за право пользования водными объектами;
- платежей на восстановление и охрану водных объектов.

Платежи за право пользования водными объектами являются формой реализации права собственности государства на водные объекты, их водные ресурсы и биоту. Вот почему является неправомерным использование понятия «водный налог» в качестве синонима платы за право пользования водными

объектами, так как любые доходы от использования собственности относятся к неналоговым доходам. Нельзя их отождествлять и с так называемой водной рентой. По своей экономической природе рынок услуг по подаче воды потребителю соответствует естественной монополии, а в соответствии с действующим законодательством тарифы на подобных рынках являются предметом государственного регулирования. Появление ренты в структуре тарифа на услуги естественных монополий может быть обусловлено либо непрозрачностью его формирования, либо низким качеством государственного регулирования. Государство как собственник водных ресурсов устанавливает размер платы за право пользования водного объекта, а контроль за использованием водными ресурсами не входит в его компетенцию. К тому же, очень тяжело отследить область их применения. Имеются и другие причины, по которым не следует отождествлять платежи за пользование водными объектами с так называемой водной рентой:

- плата за право пользования водными объектами вносится всеми водопользователями и учитывается в составе расходов на производство и реализацию продукции, а рентные платежи являются дифференцированными по категориям плательщиков в зависимости от размера сверхприбыли, получаемой за счет использования водных ресурсов;

- практически невозможно определить ту часть прибыли, которая формируется только за счет использования водных ресурсов;

- предприятия — водопользователи будут завышать размер затрат и тем самым снижать реальный размер прибыли;

- на сегодняшний день в действующем законодательстве РФ по вопросам использования природных ресурсов по существу отсутствуют положения, связанные с регулированием рентных отношений, а статья 583 ГК РФ лишь применяет понятие «рента» к праву собственности граждан на имущество, и не более того.

В мировой практике размер платежей за пользование водными объектами определяется в зависимости от стоимости (ценности) водных ресурсов и составляет 4-8% их стоимости, не является целевым и должен поступать в бюджетную систему Российской Федерации по аналогии с другими неналоговыми доходами, получаемыми государством от использования принадлежащей ему собственности.

Платежи на восстановление и охрану водных объектов устанавливаются за изъятие воды из водных объектов в пределах установленного лимита. В основу их определения могут быть положены замыкающие затраты, представляющие собой допустимые общественно необходимые затраты на прирост располагаемых водных ресурсов и определяемые по водохозяйственному

мероприятию «замыкающему» водохозяйственный баланс в рассматриваемом речном бассейне с учетом перспективного прогноза водопотребления. В качестве замыкающих водохозяйственных мероприятий и объектов могут выступать водохранилища и гидроузлы для регулирования речного стока, объекты территориального распределения речного стока, мероприятия по экономии водных ресурсов и т.д.

Следует отметить, что предложенный способ расчета платежей на восстановление и охрану водных объектов устраняет недостатки затратного метода, учитывает качество и дефицитность водных ресурсов, а также инвестиционную составляющую.

Требует дальнейшего совершенствования и существующая система платежей за негативное воздействие на окружающую среду. В основу их определения положена система предельно допустимой концентрации (ПДК), которая имеет ряд существенных недостатков. К тому же низкий уровень платежей привел к тому, что предприятиям стало гораздо выгоднее загрязнять окружающую среду и вносить за это плату, чем осуществлять природоохранные мероприятия. Нам представляется, что платежи за негативное воздействие на окружающую среду будут способствовать внедрению ресурсосберегающих технологий в том случае, если их размер будет установлен на уровне себестоимости очистки тонны загрязняющих веществ.

Платежи за негативное воздействие на окружающую среду вместе с платежами на воспроизводство и охрану водных объектов должны поступать в целевой бюджетный фонд развития водного хозяйства (статья 17 Бюджетного кодекса РФ), образуемого в соответствии с законодательством Российской Федерации, и полностью направляться на финансирование водохозяйственной и водоохранной деятельности.

Рассмотренные выше предложения по совершенствованию системы платежей за пользование водных объектов и негативное воздействие на окружающую среду должны найти отражение при разработке методики определения тарифов за воду в различных отраслях народного хозяйства. И в первую очередь это касается сельского хозяйства, где плата за воду в орошаемом земледелии на сегодняшний день отсутствует.

Экономические реформы в сфере водообеспечения в агропромышленном комплексе существенно отстают от процессов реформирования экономики страны. В этой сфере не нашли широкого применения экономические методы регулирования рациональным водопользованием. Вопрос о платном водопользовании в сельском хозяйстве не решен по сей день, несмотря на то, что платежи за пользование природными ресурсами, включая водные, занимают центральное место в экономическом механизме природопользования. К тому

же содержание и развитие межхозяйственных мелиоративных систем осуществляется за счет бюджетного финансирования, уровень которого недостаточен для нормального их функционирования. Низкий уровень финансирования со стороны государства привел к ослаблению службы эксплуатации мелиоративных систем, ухудшению их технического состояния. В аварийном состоянии находятся многие гидротехнические сооружения, насосные станции, каналы, трубопроводы. Оросительные системы имеют крайне низкое оснащение средствами водоучета. По данным института РосНИИПМ оснащенность оросительных систем средствами водоучета составляет 28% от требуемого. С целью повышения эффективности использования водных ресурсов требуется оснащение оросительных систем средствами водоучета до нормативного уровня в 35...40 регионах России [Концепция формирования организационно-экономического механизма функционирования водохозяйственных систем в АПК. м.: РАСХН; ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии. 2006. — 25с.]. Низкое техническое состояние мелиоративных систем обусловлено резким сокращением с начала 90-х годов бюджетного финансирования на эксплуатацию и содержание мелиоративных и водохозяйственных объектов, что ведет к сверхнормативному водопотреблению, росту энергозатрат и негативно сказывается не только на мелиоративном состоянии земель, но и на состоянии основных компонентов природной среды. Все это свидетельствует о необходимости разработки современных механизмов привлечения внебюджетных источников финансирования водохозяйственной и мелиоративной деятельности в АПК. Нам представляется, что плата за использование водных ресурсов (наряду с развитием механизма субсидирования процентных ставок по банковским кредитам, лизинга, водосервисных компаний и экологического страхования, совершенствованием амортизационной и налоговой политикой и других технологий) должна стать одним из основных источников финансирования указанной выше деятельности.

Надо сказать, что вопрос об установлении экономических взаимоотношений между управлениями оросительных систем (УОС) и производителями сельскохозяйственной продукции (сельскохозяйственными предприятиями) ставился неоднократно. Организация финансовых отношений между участниками носила, как правило, экспериментальный характер и была направлена на выработку наиболее эффективных форм и способов ведения платного водопользования. Не останавливаясь на опыте взимания платы за воду в сельском хозяйстве в бывшем СССР, отметим, что результаты экспериментов подтвердили целесообразность введения платного водопользования для сельскохозяйственных предприятий, которая заключалась в снижении водопотребления сельскохозяйственных культур; сокращении текущих затрат на

содержание и эксплуатацию оросительных систем; росте производительности труда работников; повышении урожайности сельскохозяйственных культур; улучшении мелиоративного состояния земель и, в конечном итоге, повышении экономической эффективности орошения земель. Например: в период платного водопользования (1940-1956гг.) на Кубанской оросительной системе оросительная норма культур снизилась с 25...30 тыс. м³/га до 15...18 тыс. м³/га (после отмены платы за воду — увеличилась с 18 до 23 тыс. м³/га); на Терско-Кумском канале (1968-1981гг.) произошло снижение средневзвешенной оросительной нормы на 28%, себестоимости одного кубометра подаваемой воды на 27,3%, повышение рентабельности водохозяйственного производства до 15,7%, производительность труда работников канала возросла более чем в 3 раза; на системах Узбекской ССР (1951-1955гг.) водоподача снизилась с 18,2 до 9,4 тыс. м³/га, урожайность хлопка сырца возросла 30% и т.д.

Однако из-за непродуманности ряда положений, регулирующих финансовые отношения между участниками эксперимента, несоблюдение нормативов, отсутствия гибкости при пересмотре тарифов на воду и материальной заинтересованности в звеньях цепи «собственник водных ресурсов — управление эксплуатации магистральных каналов — управление оросительных систем — сельскохозяйственное предприятия» большинство экспериментов прекращалось. Негативную роль в решении этого вопроса сыграл и распад СССР (начатый в 1989 году эксперимент по переводу сельскохозяйственных предприятий на платное водопользование так и не был завершен).

В отличие от нашей страны принцип платности водопользования в сельском хозяйстве получил признание и широко применяется во многих странах мира, где за счет средств, взимаемых в виде платы за воду, покрываются полностью или частично затраты на строительство и эксплуатацию водохозяйственных систем. При этом необходимо отметить, что система платежей и механизм их взимания в зарубежных странах различны и зависят от многих факторов. Так, например, в Японии, Южной Корее, Индии, Италии, Малайзии, Индонезии, Австралии, Пакистане, Нигерии, Неаполе, Лаосе, Зимбабве, Вьетнаме и на Филиппинах взимают водный сбор, размер которого зависит от площади орошаемых земель и /или доходности сельскохозяйственных культур (в Италии средний размер платы за 1 м³ воды, поданной на орошение люцерны, на 34% ниже, чем при поливе кукурузы) и не связан с объемом водоподачи. В Таиланде производители сельскохозяйственной продукции отчисляют 6,2% стоимости собранного урожая на покрытие затрат по обслуживанию водохозяйственных систем. Водный сбор в этих странах

направлен на полную (Южная Корея) или частичную компенсацию затрат по эксплуатации и техническому обслуживанию межхозяйственной части оросительных систем (в Японии фермеры оплачивают до 60% расходов, на Филиппинах — до 17%; в Малайзии — до 50%, в Италии — не более 20% и т.д.), дефицит финансовых средств покрывается из госбюджета. Конечно, при такой системе оплаты за использование водных ресурсов в орошаемом земледелии фермеры имеют мало стимулов к водосбережению. Из азиатских стран только в Китае размер оплаты за воду увязан с объемом используемых водных ресурсов в орошаемом земледелии, хотя многие ученые признают необходимость увязки размера водного сбора с объемом водоподачи с целью обеспечения максимальной эффективности использования водных ресурсов.

В других странах мира (США, Франция, Мексика, Канада, Германия, Болгария, Венгрия и др.) используется двухставочная система оплаты за воду в орошаемом земледелии, состоящая из постоянной и переменной ставок. В основу постоянной ставки положены только те затраты по эксплуатации межхозяйственной части оросительных систем, размер которых не зависит от объема потребляемых водных ресурсов. Переменная ставка возмещает ту часть затрат по эксплуатации и техническому обслуживанию межхозяйственной части оросительных систем, размер которой зависит от объема подаваемой воды производителям сельскохозяйственной продукции.

Такая структура ценообразования услуг дает возможность поставщикам водных ресурсов иметь достаточный объем финансовых ресурсов для содержания и эксплуатации межхозяйственной части оросительных систем и стимулировать потребителей к водосбережению.

Основными факторами, влияющими на размер платежей за использование водных ресурсов в орошаемом земледелии, являются: состояние ирригационной и водохозяйственной инфраструктуры; наличие и доступность воды, её качество; доходность сельскохозяйственных культур. Немаловажную роль при определении системы платежей за воду играют приоритеты национальной политики в разных странах. Как и в странах Азии, система платежей здесь направлена на полное или частичное (например, дотации из бюджета по регионам США колеблются от 36 до 97%) возмещение затрат на водообеспечение (строительство, эксплуатацию и техническое обслуживание межхозяйственной части оросительных систем), а в отдельных случаях и на получение нормы прибыли (на западе США). Наряду с системой платного водопользования широкое распространение получила система квотирования, когда за превышение установленных лимитов водопотребления устанавливаются штрафные санкции.

Результаты анализа отечественного и зарубежного опыта взимания платы за использование водных ресурсов в сельском хозяйстве свидетельствует о следующем:

- система платного водопользования в сельском хозяйстве является эффективным средством обеспечения рационального использования водных и других видов ресурсов;
- в основу определения платы за воду положен принцип возмещения затрат на строительство, эксплуатацию и техническое обслуживание оросительных систем;
- развитие платного водопользования происходит при финансовой поддержке государства. Практически во всех странах мира производители сельскохозяйственной продукции с помощью платы за воду покрывают лишь часть затрат по эксплуатации и техническому обслуживанию межхозяйственной части оросительных систем, а оставшаяся часть расходов водохозяйственных организаций финансируется за счет средств государства. Переход к возмещению полной стоимости затрат является постепенным и основывается на возможности производителя сельскохозяйственной продукции платить за воду, то есть размер платы за воду зависит от рентабельности производства сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях.

Введение платного водопользования в орошаемом земледелии невозможно без создания соответствующей нормативно-методической базы, составной частью которой является методика обоснования нормативов платежей за воду.

Результаты анализа существующих методов определения нормативов платежей за использование водных ресурсов в орошаемом земледелии показали, что они не учитывают финансового положения сельскохозяйственных предприятий (водопотребителей) и ориентированы на использование оросительных норм, которые определяются, исходя из полного удовлетворения требований растений к водному режиму корнеобитаемого слоя почвы, что ведет к изменению основных компонентов природной среды, или учета только экологических факторов, а экономические факторы при этом не рассматриваются. Все это свидетельствует о том, что существующие методы определения платежей за воду не отвечают принципам устойчивого развития и природообустройства и требуют дальнейшего совершенствования.

В связи с этим нами усовершенствована методика определения нормативов платы за воду с учетом накопленного отечественного и зарубежного опыта работы водохозяйственных организаций и сельскохозяйственных предприятий в условиях платного водопользования и тех недостатков, которые были отмечены выше. Ниже приведены основные положения данной методики.

Учет региональных и климатических аспектов при обосновании лимитов водопользования (оросительных норм) в сельском хозяйстве свидетельствует о том, что глубокая дифференциация нормативов платежей за воду в сельском хозяйстве является неизбежной. Причем, такая дифференциация должна отразить не только региональный, отраслевой и климатический аспекты, но и учесть особенности оросительных систем и сельскохозяйственных предприятий, использующих воду для полива культур.

Отличительными особенностями оросительных систем является высокая фондоемкость основных фондов, преобладание пассивной части основных фондов в общей их стоимости и низкий технический уровень их состояния. Учет особенностей оросительных систем при переводе сельского хозяйства на платное водопользование негативно скажется на финансовом состоянии производителей сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях. К тому же, результаты исследований свидетельствуют о слабом финансовом состоянии (низкой платежеспособности) сельскохозяйственных предприятий, которые характеризуются следующими экономическими показателями: доля убыточных предприятий составляет 35,1% (в целом по экономике страны — 29,7%) от общего числа хозяйств; уровень рентабельности производства сельскохозяйственной продукции — 9,5% (12,3%); резкое сокращение инвестиций со стороны государства — доля государственных капитальных вложений в сельское хозяйство в общероссийском объеме инвестиций в основной капитал составляет 3,6%. Финансовая тяжесть сельскохозяйственных предприятий может возрасти и за счет учета экологических факторов (внешних эффектов) при формировании нормативов платы за воду. Учитывая изложенное выше и опираясь на мнения отечественных ученых и опыт взимания платы за воду в других странах, приходим к выводу о том, что введение платного водопользования в сельском хозяйстве необходимо проводить поэтапно.

Развитие платного водопользования на каждом этапе невозможно без государственной поддержки как водохозяйственных организаций, так и сельскохозяйственных предприятий, которая может осуществляться в различных формах: частичное возмещение затрат водохозяйственным эксплуатационным организациям на подачу воды сельскохозяйственным предприятиям; кредитование; субсидирование и т.д.

На первом этапе развития платного водопользования в сельском хозяйстве доля участия государства в возмещении затрат водохозяйственным организациям, подающим воду хозяйствам, должна определяться исходя из экономических возможностей сельскохозяйственных предприятий. Следовательно, одной из основных задач на первом этапе развития коммерческих отношений

между водохозяйственными организациями и сельскохозяйственными предприятиями является определение оптимального соотношения между объемами финансовых ресурсов, поступающих от сельскохозяйственных предприятий в виде платы за использование водных ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции и от государства (из бюджетов всех уровней) в виде частичного возмещения затрат водохозяйственных организаций на подачу воды сельхозпредприятиям.

Учитывая то обстоятельство, что в зону обслуживания водохозяйственной эксплуатационной организации входит большое количество сельскохозяйственных предприятий, процедура определения суммарного объема финансовых ресурсов, необходимых государству для возмещения затрат водохозяйственной организации, начинается с установления размера компенсации по каждому сельскохозяйственному предприятию, входящему в зону действия водохозяйственной организации.

В качестве критерия оценки размера компенсации государством затрат водохозяйственной организации предлагается принять нормативный уровень рентабельности производства сельскохозяйственных культур. Компенсация со стороны государства предусматривается в том случае, когда в итоге оплаты услуг по подаче воды рентабельность производства сельскохозяйственной продукции предприятия становится ниже нормативной величины, а размер компенсации определяется из условия доведения рентабельности производства до нормативного значения. Если в результате осуществления платежа за использование водных ресурсов рентабельность производства сельскохозяйственной продукции предприятия на орошаемых землях не опускается ниже нормативной величины, компенсация со стороны государства не предусматривается.

Водохозяйственная эксплуатационная организация (ВЭО) при подаче воды в точку выдела сельскохозяйственному предприятию несет определенные расходы, которые, как известно из экономической теории, условно можно разделить на две группы: условно постоянные и условно переменные затраты. Условно постоянные затраты включают в себя такие расходы ВЭО, величина которых не зависит от объема подачи воды в точку выдела сельскохозяйственному предприятию. К ним относятся: амортизационные отчисления на renovación основных мелиоративных фондов, находящихся на балансе ВЭО, расходы на содержание управленческого персонала, расходы по уходу за лесонасаждениями, дорогами, линиями связи и электропередачи и другие. Величина условно переменных затрат водохозяйственной организации зависит от объема подаваемой воды в точку выдела сельскохозяйственному предприятию. К условно переменным затратам относятся: расходы на

текущий ремонт и содержание гидротехнических сооружений, гидростовов, дамб и каналов, насосных станций, стоимость электроэнергии и горючесмазочных материалов и т.д.

Деление ежегодных затрат ВЭО, связанных с подачей воды, на условно переменные и условно постоянные позволит распределить эти затраты между сельскохозяйственными предприятиями, входящими в зону обслуживания водохозяйственной организации. В основу распределения условно постоянных затрат положена площадь орошения конкретного сельскохозяйственного предприятия, а условно переменных затрат — объём воды, подаваемый в точку выдела конкретному сельскохозяйственному предприятию.

Учет вероятностного характера изменения природно-климатических условий и стабильность экономической деятельности ВЭО предполагает применение двухставочной системы оплаты за использование водных ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях: погектарной и покубометровой ставок. Погектарная ставка устанавливается на 1 га орошаемой площади сельскохозяйственного предприятия, обеспечивает возмещение норматива условно постоянных расходов водохозяйственной эксплуатационной организации.

Покубометровая ставка устанавливается на один кубометр воды, подаваемой сельскохозяйственному предприятию, обеспечивает возмещение норматива условно переменных затрат ВЭО, отнесенных на сельскохозяйственное предприятие.

Итак, на первом этапе развития платного водопользования в нашей стране предлагается двухставочная система оплаты за использование водных ресурсов сельскохозяйственными предприятиями, предусматривающая полное возмещение нормативных ежегодных затрат водохозяйственной организации (для высокорентабельных предприятий) по подаче воды хозяйствам и частичное возмещение нормативных ежегодных затрат ВЭО (для низкорентабельных сельскохозяйственных предприятий с компенсацией части расходов государством). Механизм компенсации предусматривает возмещение части норматива условно постоянных затрат ВЭО, связанных с подачей воды в точку выдела сельскохозяйственному предприятию (норматив условно переменных затрат ВЭО покрывается сельскохозяйственным предприятием полностью), что тем самым обеспечит максимальную эффективность использования воды и, в конечном итоге, будет способствовать сокращению норматива условно переменных затрат за счет снижения водопотребления сельскохозяйственных культур, расходов на электроэнергию и негативной нагрузки на другие компоненты агроландшафта и т.д.

Предлагаемый подход к определению системы платежей за использование водных ресурсов в орошаемом земледелии позволяет увязать их с вероятностным характером изменения природно-климатических условий, хозяйственными и экономическими условиями (доходностью сельскохозяйственных культур, платежеспособностью) сельскохозяйственных предприятий и учитывает изменение состояния основных компонентов природной среды (почвы, биоты, поверхностных и подземных вод) в результате хозяйственной деятельности (орошения земель).

Помимо покубометровой и погектарной ставок платы за использование водных ресурсов в производственной деятельности применяются льготные и штрафные тарифы за воду. Льготные тарифы устанавливаются за услуги по подаче воды сельскохозяйственным предприятиям для проведения влагозарядковых поливов, поливов в ночное время или промывки орошаемых земель с целью предотвращения их от засоления. Если покубометровая ставка оплаты за воду устанавливается на забор воды в пределах установленного лимита водопотребления, то по штрафному тарифу сельскохозяйственное предприятие оплачивает объем воды, превышающий лимит. Величины льготного и штрафного тарифов предлагается устанавливать на договорной основе.

На договорной основе предлагается устанавливать и размер ущерба, который должна возместить сельскохозяйственному предприятию водохозяйственная организация в случае нарушения графика и /или подачи объема воды в пределах лимита водопотребления.

Реализация Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы будет способствовать формированию эффективно и устойчивого агропромышленного производства, созданию объективных предпосылок для перехода на новый уровень экономических взаимоотношений между государством, водохозяйственными эксплуатационными организациями и сельскохозяйственными предприятиями.

На втором этапе развития платного водопользования произойдет перераспределение финансовой нагрузки между участниками процесса подачи воды для производства сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях. Повышение экономического состояния сельскохозяйственных предприятий позволит возмещать водохозяйственной эксплуатационной организации с помощью системы платежей за воду не только величину нормативных затрат на подачу воды в точку выдела (условно постоянных и условно переменных), но и формировать размер прибыли ВЭО, обеспечивающий ей экономическую самостоятельность (образование необходимых фондов потребления и развития производства, выполнение налоговых обязательств перед государством).

В основу определения размера прибыли водохозяйственной эксплуатационной организации положен подход, который учитывает экономические интересы водохозяйственной эксплуатационной организации и сельскохозяйственного предприятия. Суть подхода заключается в том, что деятельность сельскохозяйственного предприятия и водохозяйственной организации направлена на получение максимального прироста урожая от орошения и, как следствие, максимального прироста прибыли (при эффективном использовании всех видов ресурсов). По результатам года каждая из сторон, участвующая в процессе производства сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях, получает свою долю прибыли, размер которой определяется путем распределения суммарного прироста прибыли от орошения, пропорционально вложенного труда (ежегодным дополнительным затратам).

Предложенный выше подход к определению нормативов платежей за использование водных ресурсов на втором этапе развития платного водопользования в орошаемом земледелии учитывает не только вероятностный характер изменения природно-климатических условий, экологические факторы (изменение состояния основных компонентов природной среды, качество водных ресурсов), но и хозяйственные и экономические условия как сельскохозяйственных предприятий, так и водохозяйственных эксплуатационных организаций. Деятельность ВЭО и сельскохозяйственных предприятий будет направлена на получение максимального объема производства сельскохозяйственной продукции за счет орошения при эффективном использовании всех видов ресурсов, что соответствует принципам устойчивого развития и природообустройства.

Необходимо отметить, что система платежей за использование водных ресурсов в орошаемом земледелии имеет вполне определенную область применения и не является универсальным средством, при помощи которого можно решить накопившиеся проблемы сельского и водного хозяйства. Переводу сельскохозяйственных предприятий на платное водопользование должно предшествовать решение многих вопросов, основными из которых являются: совершенствование системы управления водными ресурсами; оснащение оросительных систем водомерными устройствами, что потребует огромных инвестиций; утверждение соответствующими органами раздельного учета затрат на производство сельскохозяйственной продукции на орошаемых и богарных землях; диспаритет цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию; совершенствование законодательной системы и нормативно — методической базы в области мелиорации и охраны окружающей среды и др.

Обоснование лимитов водопользования

Изложенные выше методические подходы к формированию системы платежей за пользование водных объектов и сброс загрязненных вод в водные объекты предполагают дифференциацию размеров платежей в зависимости от устанавливаемых лимитов водопользования. В связи с этим, их научно обоснованное определение приобретает особую актуальность. Под лимитами водопользования понимаются допустимые объёмы изъятия воды (лимиты водопотребления) и сброса сточных вод (лимиты водоотведения), рассчитываемые на основе специальных методик, которые необходимо разработать и которые должны базироваться на социо-природном подходе, обеспечивающем согласование требований сохранения природных систем с планами хозяйственной деятельности водопользователей.

При внешней простоте решения проблемы установления лимитов на водопользование для каждого конкретного предприятия их величина имеет особое значение, поскольку сверхлимитное потребление оплачивается из чистой прибыли, остающейся после уплаты налогов, и по повышенным (штрафным) тарифам. В каждом конкретном случае установление соответствующих лимитов требует всестороннего анализа экологических, экономических и технологических особенностей функционирования рассматриваемого объекта.

Например, использование водных объектов для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения является приоритетным перед другими видами водопользования. При этом к качеству воды предъявляются повышенные требования как по физическим свойствам (температура, прозрачность, цветность, запах, привкус), так и по химическим показателям (кислотность, жесткость, величина сухого остатка и т.д.). Очевидно, что возможность установления ограничений для рассматриваемого приоритета потребителя невелика и связана, прежде всего, со снижением потерь воды в водопроводных сетях различных порядков. Этого можно достичь применением научно-обоснованной системы платежей за пользование водными ресурсами, устроенной таким образом, что проводить мероприятий по повышению КПД водопроводных сетей было бы выгоднее, чем оплачивать потери в них. Очевидно, однако, что речь в данном случае идет о качественно иной задаче стимулирования инвестиций в водное хозяйство. Что же касается самих ограничений на забор воды для нужд коммунально-бытового хозяйства, то они по существу устанавливаются административно и по своей природе являются технологическими, а не экономическими. Вместе с тем остаются возможности синтеза административных и экономических методов ограничения водопотребления, основанные на поэтапном их ужесточении во взаимосвязи с конкретными бизнес-планами проектов снижения потерь в водопроводных сетях.

Во многом сходная ситуация складывается и с потреблением водных ресурсов для нужд промышленности. Так же как и в случае с питьевым водоснабжением, при водопотреблении для нужд промышленности нет принципиальной возможности его сокращения за счет оптимального управления водными ресурсами на стадии эксплуатации промышленного объекта, поскольку режимы и объемы водоподачи жестко заданы применяемой технологией производства продукции. Поэтому и в данном случае может ставиться вопрос о поэтапном ужесточении лимитов водопотребления на основе синтеза методов административного принуждения и экономического стимулирования применения водосберегающих (и, прежде всего, внедрения водооборота) технологий промышленного производства.

Качественно иная ситуация возникает при использовании водных ресурсов в сельском хозяйстве (для орошения сельскохозяйственных культур). Значительное влияние на состояние основных компонентов ландшафта (поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, почву, растительный и животный мир) оказывает сельское хозяйство, в том числе и гидротехнические мелиорации земель. Существенную роль в функционировании природных систем играют водные ресурсы. И от того, насколько эффективно водные ресурсы используются в сельском хозяйстве, зависит экологическая устойчивость природных систем и экономическая эффективность агроландшафтов.

Однако, как показали результаты исследований, режим орошения сельскохозяйственных культур определяется исходя из полного удовлетворения требований растений к водному режиму корнеобитаемого слоя почвы и при этом не учитываются требования к регулированию других режимов, процессов и основных свойств природных систем (тепловой, водный, солевой, химический, биологический режимы почв; процессы почвообразования; регулирование биологического и геологического кругооборотов), которые были нарушены в результате хозяйственной деятельности (например, распашки и сельскохозяйственного использования земель). Такой подход к обоснованию мелиоративного режима орошаемых земель не является оптимальным, так как природная система состоит из ряда взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов, режимов и процессов, обеспечивающих целостность и функционирование агроландшафта в целом, и изменение одного из них (в данном случае водного режима) ведет к изменению других. К тому же действующими нормативно-методическими документами предусматривается промывной режим, размер которого составляет 10...25% от величины оросительных норм нетто. Хотя в настоящее время общее мнение заключается в том, что промывной режим орошения недопустим, так как ведет к интенсификации

фикации гидрохимического круговорота и, в конечном итоге, к негативным экологическим последствиям. Эта ситуация усугубляется еще и тем, что при расчете режима орошения не учитывается минерализация поливных вод. Все это свидетельствует о необходимости ограничивать интенсивность влагообмена между почвенными и грунтовыми водами за счет регулирования влажности почв.

К существенному завышению проектных оросительных норм нетто ведет их расчет на год 75% обеспеченности по дефициту водного баланса без должного эколого-экономического обоснования.

Использование биологических оросительных норм при проектировании оросительных систем и в практике хозяйствования, учитывающих только потребности сельскохозяйственных культур в воде и определяемых из условия получения наибольшего урожая, неизбежно приводит к искусственному завышению проектного (планового) объема водозабора на орошение и росту нагрузки на природную среду (загрязнение водных объектов, эрозия, засоление и осолонцевание почв, подъем уровня грунтовых вод, сработка запасов и ухудшение состава гумуса, снижение природного плодородия почв и т.д.). Объясняется это тем, что характер зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от водообеспеченности (как показали результаты анализа) имеет нелинейную затухающую тенденцию, то есть происходит снижение приростов урожаев по мере увеличения водоподачи на единицу площади (оросительных норм), а нагрузка на природную среду существенно увеличивается. В связи с этим возникает возможность существенного сокращения оросительных норм сельскохозяйственных культур по сравнению с биологическими при некотором снижении уровня урожайности. Все это свидетельствует о том, что установление лимитов водопотребления в орошаемом земледелии представляет собой не столько технологическую (как в других отраслях народного хозяйства — промышленность, жилищно-коммунальное хозяйство), сколько сложную эколого-экономическую проблему обоснования мелиоративных режимов орошаемых земель, включая оросительные нормы сельскохозяйственных культур и, в конечном итоге, эффективности создания устойчивых агроландшафтов, ориентированных на производство высококачественной продукции в объемах, соответствующих природному потенциалу региона и обеспечивающих сохранение и воспроизводство природных ресурсов.

Результаты анализа существующих на сегодняшний день методик определения экономически обоснованных оросительных норм сельскохозяйственных культур показали, что они различаются, в основном, принятыми кри-

териями оптимальности, не отвечают принципам устойчивого развития и природообустройства и требуют дальнейшего совершенствования.

Решение данной проблемы не должно ограничиваться только гидротехническими мелиорациями, необходимо рассматривать весь комплекс мероприятий, включающий агротехнические, агролесомелиоративные, химические, гидротехнические мелиорации, адаптивно-ландшафтные системы земледелия, и обеспечивающий минимальное антропогенное воздействие на природную среду и эффективное использование природных ресурсов. При формировании основной цели комплексных мелиораций необходимо учитывать неразрывное единство требований экономической эффективности и экологической безопасности сельскохозяйственного производства на орошаемых землях. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и снижение нагрузки на природные системы или ресурсосбережение являются равноправными факторами, формирующими экономический эффект от проведения комплексных мелиораций.

Пренебрежение средозащитными затратами и отсутствие платного природопользования в сельском хозяйстве приводит к ориентации водопользователей на биологические, самые высокие оросительные нормы, что сопровождается негативными последствиями. Выполненные результаты исследований указывают на необходимость обеспечения разумного, экономического и экологически выгодного компромисса между краткосрочной выгодой от чрезмерного прироста объемов производства продукции на основе применения ресурсоемких технологий и стратегией защиты природной среды от деградации. Объясняется это тем, что с увеличением оросительных норм по мере приближения к максимальному (проектному) уровню урожайности, имеет место прогрессивное увеличение затрат, обусловленное резким возрастанием нагрузки на природную среду и необходимостью осуществления все больших затрат для её защиты от негативного воздействия хозяйственной деятельности. Экономический эффект, получаемый при сокращении оросительных норм с биологических до оптимальных за счет сокращения затрат на обеспечение рационального природопользования, характеризует, по сути дела, природоохранный эффект оптимизации мелиоративных режимов орошаемых земель. Возможность экономии водных ресурсов позволяет рассматривать оптимальный мелиоративный режим как неотъемлемую составную часть интенсивной технологии сельскохозяйственного производства на орошаемых землях.

Ориентация производителей сельскохозяйственной продукции на оросительные нормы, определенные исходя из биологических потребностей растений в воде, приводит к существенному влагообмену между почвенны-

ми и грунтовыми водами, в результате которого гумус из корнеобитаемого слоя почвы вымывается в нижележащие горизонты. Как показывают исследования, количество вымытого гумуса зависит от величины влагообмена между почвенными и грунтовыми водами и содержания ионов в почвенно-поглощающем комплексе. Скомпенсировать неизбежные потери гумуса и сохранить, таким образом, плодородие можно лишь путем дополнительного внесения органических удобрений по сравнению с технологическими картами возделывания сельскохозяйственных культур, где учитываются лишь дозы внесения удобрений под запланированную урожайность сельскохозяйственных культур. Кроме этого в условиях орошения могут развиваться эрозионные процессы, которые сопровождаются смывом почв. При этом количество смытой почвы зависит от интенсивности дождевания, уклона местности и свойств почв и может быть оценено в стоимостном выражении в пересчете на внесение органических удобрений.

В связи с этим, в основу определения ежегодных затрат на восстановление плодородия почвы положены компенсационные затраты на обеспечение оптимального водно-солевого режима орошаемых земель, проведение противоэрозионных мероприятий и восстановление запасов и качества гумуса. В основу определения компенсационных затрат положен комплексный анализ влияния орошения на свойства почв и при этом учитывались следующие факторы: гидротермический режим, ежегодный возврат биомассы в почву; отчуждение биомассы с убранным урожаем; дозы внесения органических удобрений; величина эрозионных потерь почвы и др.

При обосновании опосредственных норм сельскохозяйственных культур особое внимание уделяется проблеме сохранения природного плодородия почвы за счет заделки соломы, замены черных паров на занятые и внедрения рациональных природоохранных севооборотов (например, изменение структуры посевных площадей на мелиорируемых землях в сторону увеличения в них доли многолетних культур).

Оценка влияния заделки соломы на формирование гумуса в почве проводится через урожайность основной продукции и опад, а на величину экономического эффекта — через рост продуктивности сельскохозяйственных угодий и снижение ежегодных затрат на внесение органических удобрений.

Количественная оценка влияния агролесотехнических мелиораций на уровень экономического плодородия проводится через рост урожайности сельскохозяйственных культур и опада, уменьшение величины компенсационных затрат на поддержание плодородия почв (увеличение содержания гумуса за счет снижения смыва объема почвы), снижение размера затрат на

внесение мелиорантов и подачу водных ресурсов за счет улучшения водного, воздушного, питательного, солевого и теплового режимов почв.

Экологический ущерб водным ресурсам от загрязнения их в результате проведения мелиорации земель определяется в зависимости от размера водопотребления сельскохозяйственных культур, величины сброса коллекторно-дренажных вод, объема поступления загрязняющих веществ в водные объекты и размера платежей за загрязнение водных объектов и за их использование (водного налога), которые устанавливаются государством.

При обосновании лимитов водопользования (оросительных норм) в сельском хозяйстве необходимо учитывать региональный и климатический аспекты, поскольку одинаковые культуры испытывают разные потребности в воде в разных регионах, разные культуры требуют разного количества воды в пределах одного региона, а потребности одной культуры сильно различаются в зависимости от степени засушливости конкретного года.

При отсутствии достаточной естественной дренированности территории неизбежен подъем грунтовых вод из-за глубинного просачивания оросительных вод и потерь воды из каналов. Возможная угроза выпадения земель из оборота ликвидируется путем устройства дренажа, что также требует дополнительных затрат на его строительство и эксплуатацию. Чем ниже нагрузка на природную среду, тем ниже скорость подъема грунтовых вод, и, соответственно, продолжительнее период времени, в течение которого в дренаже нет необходимости, что приводит к уменьшению влияния затрат по его устройству и эксплуатации на результаты определения почвозащитных затрат и эффективность орошения в целом.

Оптимальная оросительная норма нетто сельскохозяйственной культуры в конкретном году определяться на основе совместного учета почвенных и экономических условий, а также исходя из необходимости регулирования биологического и геологического кругооборотов.

При орошении земель объем сбросных вод (лимит) при сосредоточенном сбросе через коллекторно-дренажную сеть (или величина питания грунтовых вод при рассредоточенном сбросе) в конкретном году формируется за счет влагообмена между почвенными и грунтовыми водами и фильтрационных потерь из каналов оросительной сети. Прогноз минерализации грунтовых вод позволяет определить лимит сбросов загрязняющих веществ в водные объекты.

Изложенные выше подходы к обоснованию оросительных норм сельскохозяйственных культур и лимитов сбросов загрязняющих веществ в водные объекты направлены на снижение безвозвратного водопотребления в орошаемом земледелии, загрязнения водных объектов за счет уменьшения объема

дренажно- сбросных вод, негативной нагрузки на почву и, в конечном итоге, на обеспечение мультиплицированного эколого-экономического эффекта в различных отраслях агропромышленного комплекса и в целом народного хозяйства.

*Система планирования и финансирования водохозяйственных
и водоохранных мероприятий*

Углубление экономических реформ и обострение экологических проблем в нашей стране требуют качественно нового научного подхода к оценке экономической эффективности инвестиционных проектов (ИП) водохозяйственных и водоохранных мероприятий, учитывающего ограниченность возможностей рынка и неспособность регионов самостоятельно справляться с экологическими проблемами. В связи с этим экономические показатели оценки экономической эффективности рассматриваются в контексте использования различных методов государственного регулирования (административных и экономических), направленных на повышение эффективности и экологической безопасности функционирования хозяйственных систем. Оценка влияния методов государственного регулирования на методику определения ключевых экономических показателей эффективности ИП мелиорации земель проводится через величину платежей за природопользование, изменение налогообложения, расширение практики платежей за осуществление водохозяйственных и водоохранных мероприятий. В основу оценки экономической эффективности ИП положены [Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (2-я ред.). Официальное издание. М.: Экономика, 2000. 423с.] (далее «Методические рекомендации...»).

Оценка эколого-экономической эффективности ИП мелиорации земель проводится в соответствии с системой принципов, применимой к любым типам проектов независимо от их технических, технологических, финансовых, отраслевых или региональных особенностей:

— определение эффекта путем сопоставления предстоящих интегральных результатов и затрат на основе моделирования денежных потоков (денежные поступления и выплаты) в течение заданного инвестором расчетного периода времени (жизненного цикла проекта), включающего предынвестиционную, инвестиционную, эксплуатационную и ликвидационную фазы. При обосновании эффективности водохозяйственных и водоохранных мероприятий расчетный период рекомендуется принимать не менее чем за 20 лет по нескольким причинам. При прогнозировании денежных потоков за меньший период может привести к тому, что не все годы по влажности будут учтены,

а за большой период может наступить моральный износ основных фондов за счет смены технологий (период смены технологий — 25-30 лет);

- учет фактора времени, связанный с неравноценностью денежных поступлений и выплат (для участников проекта предпочтительнее более ранние результаты и более поздние затраты), путем приведения предстоящих разновременных затрат и результатов к их ценности на момент начала осуществления проекта;

- учет влияния инфляции (учет изменения цен на различные виды продукции и ресурсов в период реализации проекта), факторов неопределенности и риска на показатели эффективности и устойчивости проекта (водохозяйственные системы работают в условиях сильной изменчивости погодных, гидрологических и иных условий, поэтому и денежные поступления и выплаты, зависящие от прироста продукции, потребления воды и т.д., в каждом году расчетного периода проекта варьируют. В результате чего показатели оценки эффективности являются стохастическими величинами, требующими учета этого обстоятельства и возможности использования при реализации проекта нескольких валют;

- обеспечение сопоставимости условий сравнения, как различных проектов, так и вариантов проекта одного и того же проекта за счет использования единой системы ценовых, налоговых и других параметров;

- учет только предстоящих денежных поступлений и выплат. При расчете показателей эффективности учитываются только предстоящие в ходе осуществления проекта затраты и результаты, связанные с привлечением ранее созданных производственных фондов, а также предстоящие потери, непосредственно вызванные осуществлением проекта. Ранее созданные ресурсы, используемые в проекте, оцениваются не затратами на их создание, а альтернативной стоимостью, отражающей максимальное значение упущенной выгоды;

- учет последствий отказа от осуществления проекта. Оценка эффективности ИП следует проводить путем сопоставления сценариев «без проекта» и «с проектом». Этот принцип оценки эффективности позволяет учесть те полезности, которые будут созданы в результате осуществления данного проекта. Сравнение ситуаций «до проекта» и «после проекта» приводит к существенной методической ошибке — возможности приписывания проекту положительных эффектов, вызванных другими причинами;

- учет всех наиболее существенных последствий проекта в смежных сферах экономики, включая социальную и экологическую. Применение системного подхода при оценке эффективности ИП позволяет учесть структуру проекта, взаимодействия внутренних и внешних элементов, возникающих при

этом прямых (внутренних), косвенных и сопряженных (внешних) эффектов, включая эффекты синергетические;

- учет наличия разных участников проекта, несовпадения их интересов и различных оценок стоимости капитала через индивидуальные значения нормы дисконта;

- учет влияния на эффективность ИП потребности в оборотном капитале, необходимого для функционирования создаваемых в ходе реализации проекта производственных фондов;

- многоэтапность оценки эффективности ИП. В этой связи следует иметь в виду, что на разных стадиях разработки и осуществления проекта его эффективность следует определять заново, с необходимой конкретной степенью проработки;

- принцип положительности и максимума эффекта. Для того чтобы инвестиционный проект, с точки зрения инвестора, был признан эффективным, необходимо, чтобы эффект от его реализации был положительным. При сравнении альтернативных инвестиционных проектов предпочтение отдается проекту с наибольшим значением эффекта.

Для определения коммерческой, бюджетной и общественной эффективности реализации ИП применяется единая система показателей:

- показатели, характеризующие величину эффекта (абсолютные показатели) реализации ИП — чистый дисконтированный доход и дисконтированная экономическая прибыль;

- показатели, характеризующие эффективность (относительные показатели) реализации ИП — срок окупаемости, внутренняя норма доходности и индекс прибыльности инвестиций, определяемые с учетом фактора времени (дисконтирования), позволяющего привести разновременные затраты и результаты, получаемые в ходе реализации инвестиционного проекта, к сопоставимому виду. Необходимость приведения вызвана тем, что ценность эквивалентных денежных средств, получаемых в различные моменты времени, неодинакова.

Основным показателем оценки эффективности инвестиционного проекта является чистый дисконтированный доход (чистая приведенная стоимость, NPV — Net Present Value), который определяется как превышение интегральных дисконтированных денежных поступлений над интегральными дисконтированными денежными выплатами за расчетный период времени, обусловленными реализацией ИП.

Инвестиционный проект является эффективным, если чистый дисконтированный доход является величиной положительной. Выбор экономически эффективного инвестиционного проекта из нескольких альтернативных про-

изводится по максимальному положительному значению чистого дисконтированного дохода.

Если рассматриваемые варианты реализации ИП различаются продолжительностью расчетного периода, в этом случае в качестве показателя оценки эффективности используется среднегодовой чистый дисконтированный доход.

Внутренняя норма доходности (синонимы — ВНД, внутренняя норма дисконта, внутренняя норма рентабельности, IRR — Internal Rate of Return), характеризующая отдачу на единицу авансированного в проект капитала, рассчитывается из условия равенства нулю чистого дисконтированного дохода. Для эффективных проектов должно выполняться условие — внутренняя норма доходности больше нормы дисконта.

Срок окупаемости характеризует период времени, в течение которого вложенные инвестором средства в проект возмещаются доходами от его реализации. Для экономически эффективных проектов срок окупаемости капитальных вложений должен быть меньше расчетного периода проекта.

Надо сказать, что применение перечисленных выше показателей для обоснования экономической эффективности водохозяйственных и водоохранных мероприятий сопряжено с рядом трудностей. Главной причиной является существенное отставание исследований в области изучения взаимодействия и взаимовлияния экологических и социально-экономических факторов. Вот почему оценку эффективности водохозяйственных и водоохранных мероприятий необходимо проводить на основе синтеза экологических и экономических закономерностей и категорий, формируя единую систему для анализа свойств и характера взаимодействия различных факторов. В «Методических рекомендациях...» сказано, что при оценке эффективности ИП особое внимание должно уделяться учету экологических и социальных факторов, а также сопутствующих позитивных результатов и негативных последствий в смежных сферах экономики страны. Но при этом не приводится механизмов учета при оценке эффективности социально значимых для общества проектов (проекты водохозяйственных и водоохранных мероприятий относятся к таковым), что является существенным недостатком данного документа.

Водохозяйственные и водоохранные мероприятий, как сильный природо-преобразующий фактор, могут приводить как к положительным, так и к отрицательным экологическим и социальным последствиям. Все это указывает на необходимость предотвращения ущерба природно-хозяйственным системам или компенсации этого ущерба, что требует учета дополнительных затрат при оценке эффективности водохозяйственных и водоохранных ме-

роприятий (внешних эффектов, представляющих собой внешние выгоды и затраты или экстерналии).

Переход к модели устойчивого развития общества предполагает в должной степени учитывать экологические и социальные факторы, вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

Необходимость учета внешних эффектов при оценке эффективности водохозяйственных мероприятий обусловлено рядом причин, основными из которых являются:

- большие перемены в социально-экономических условиях и природной среде, возникновение серьезных экологических проблем, разрушение стереотипов, основанных на идеях и требованиях преобразования природы, осознание ограниченности природных ресурсов и емкости биосферы;

- необходимость предотвращения загрязнения, истощения и деградации природных ресурсов, связанных с природопользованием, необходимость постепенного восстановления естественных экосистем до уровня, гарантирующего стабильность окружающей среды, стабилизацию и дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства;

- реализация требований Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию и положений региональных законов о комплексном природопользовании.

В связи с этим в основу разработки методологии обоснования эффективности водохозяйственных и водоохранных мероприятий предлагается положить социоприродный подход, позволяющий рассматривать в комплексе природные и социально-экономические системы и основные принципы природообустройства.

При этом следует отметить, что водохозяйственные и водоохранные мероприятия не следует отождествлять с охраной природной среды, основанной на экологических ограничениях и запретах, т.е. пассивных действиях по отношению к природной среде. Охрана природной среды является важной отраслью научных и практических знаний, но она не решает проблемы устойчивого развития и дальнейшей рационализации сельскохозяйственного производства. Любой вид природопользования сталкивается с необходимостью некоторого изменения свойств компонентов природы для более эффективного их использования, причем эти изменения неразрывно входят в состав технологии природопользования. Другими словами, необходимо согласование требований природопользователей с требованиями и свойствами природы. Это согласование должно обеспечивать не только эффективное использование компонентов природы, но и долговременное их сохранение, защиту, восста-

новление и эффективное использование. Природообустройство по существу и призвано решать проблему согласования требований природопользователей и природы и должно предшествовать природопользованию, хотя четкой границы между двумя этими видами деятельности нет. Иногда проводится после смены характера использования, во многих случаях осуществляется одновременно. Природообустройство должно не только придать компонентам природы новых свойств, но и главным образом, обеспечить эколого-экономическую устойчивость природной среды и социально-экономической системы. Таким образом, природообустройство представляет собой особый вид деятельности, обеспечивающий воспроизводство возобновляемых природных ресурсов (почва, водные ресурсы, биота и т.д.), повышение потребительской стоимости и создание культурных ландшафтов, гарантирующих экологическую устойчивость природных систем.

Гармоничное развитие природы и общества возможно только в результате обоснованного компромисса между компонентами природной среды и хозяйственной деятельностью человека. Такая постановка проблемы требует рассмотрения, с одной стороны, природных ландшафтов, состоящих из ряда взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов (атмосфера, биота, почвы, водные ресурсы и т.д.), с другой — хозяйственную деятельность.

В связи с этим оценка эффективности водохозяйственных и водоохранных мероприятий должна быть основана на идеях формирования природных комплексов в интересах безопасности человека, предотвращения отрицательных последствий природопользования и на идеях восстановления нарушенных естественных экосистем до уровня, гарантирующего экологической безопасности природной среды при условии дальнейшего экономического развития страны.

Такая постановка задачи отвечает требованиям концепции перехода России к устойчивому развитию, в соответствии с которой должно быть обеспечено сбалансированное решение проблем социально-экономического развития и сохранения природной среды, природно-ресурсного потенциала и удовлетворение потребностей настоящего и последующих поколений людей. Естественно, что все это требует рассмотрения ряда новых научно-методических проблем и существенного расширения фундаментальных и прикладных исследований.

К числу наиболее принципиальных вопросов инвестиционного анализа относится обоснование величины нормы дисконтирования. Применение рыночных ставок в качестве нормы дисконта при оценке эффективности инвестиционных проектов природоохранного назначения не способствует привлечению потенциальных инвесторов к реализации социально значимых

проектов. Необходимо вмешательство государства в решение этого вопроса. При определении нормы дисконта предлагается использовать механизм возмещения разницы в процентных ставках по кредитам (механизм субсидирования).

Суть подхода к определению нормы дисконта состоит в том, что при любом источнике финансирования инвестиционных проектов государство субсидирует процентную ставку по кредитам до так называемой социальной нормы дисконта.

Принципиальное значение имеет учет мультипликативного эффекта (или ущерба) при обосновании инвестиций в развитие водного хозяйства. Характерно, что в «Методических рекомендациях...» он практически никак не учитывается кроме декларации о том, что следует принимать во внимание изменение налоговых выплат предприятий, обусловленное осуществлением проекта. Между тем, учет мультипликатора может в отдельных случаях не только поменять выводы о целесообразности или нецелесообразности реализации конкретного мероприятия, но и оказать содействие в выборе оптимального механизма его государственной поддержки.

Реализация стратегии улучшения состояния всех компонентов природной среды, воспроизводства возобновляемых природных ресурсов и устойчивого развития водного хозяйства неразрывно связана с финансовым обеспечением инвестиционной деятельности.

Реализация стратегии улучшения состояния всех компонентов природной среды, воспроизводства возобновляемых природных ресурсов и устойчивого развития водного хозяйства невозможна без осуществления водохозяйственных и водоохранных мероприятий и широкого внедрения ресурсосберегающих технологий. Однако решение этих вопросов сдерживается острым недостатком инвестиционных ресурсов. Одной из причин сложившейся ситуации является проводимая с 1990 года природоёмкая реструктуризация экономики страны, в результате которой большая часть инвестиций направляется в отрасли, ориентированные на добычу сырья. В то время как в ресурсосберегающие и наукоемкие отрасли, к которым относится и водное хозяйство, направляется незначительная часть инвестиций.

Расходы на охрану и воспроизводство природных ресурсов в нашей стране не превышают 2% от ВВП. В тоже время в развитых странах на охрану окружающей среды выделяется инвестиций в размере 3...6% от ВВП. При этом большинство ученых сходятся во мнении о том, что на ликвидацию последствий антропогенной деятельности человека необходимо выделять не менее 3...6% от ВВП, при финансировании природоохранных мероприятий в объеме 6% от ВВП ухудшение природной среды можно свести к минимуму,

а восстановление компонентов природной системы обеспечивается при выделении финансовых ресурсов в объеме до 10% от ВВП.

Низкий уровень финансирования природоохранных мероприятий не может остановить рост антропогенной нагрузки на природную среду. В результате экономический ущерб от загрязнения окружающей среды возрастает и оценивается в настоящее время для России в размере 10...15% ВВП, в развитых странах эта величина составляет 3...5% от ВВП. А ведь известно, что ликвидация экологических последствий обходится минимум в 10 раз дороже, чем комплекс мероприятий по их предупреждению. Мировой опыт 60-х годов прошлого столетия показал, что даже масштабные мероприятия по охране окружающей среды (затраты более 1,3 трл. дол. США), реализуемые на «конце трубы», могут решить лишь локальные проблемы (улучшение экологического состояния Великих озер в США, рек Рейн и Эльба в Европе), но не способны даже затормозить негативные процессы в окружающей среде. Все это свидетельствует о том, что бороться нужно не с последствиями чего-либо, а с причинами их возникновения. Однако в нашей стране эта мудрая и экономически выгодная мысль практически никем не воспринимается до сих пор, причем в любой сфере жизнедеятельности, включая и сельское хозяйство.

Экологически несбалансированная инвестиционная политика государства, ведущая к росту диспропорций между природоэксплуатирующими и перерабатывающими, обрабатывающими и инфраструктурными отраслями экономики, не способна в скором будущем обеспечить необходимый уровень финансирования природоохранных мероприятий. Одним из основных недостатков сложившейся системы финансирования водного хозяйства является то, что оно почти полностью осуществляется за счет бюджетных средств. В связи с этим возникает необходимость в разработке современных механизмов привлечения внебюджетных источников финансирования, а также в повышении эффективности использования бюджетных средств на проведение водохозяйственных и водоохраных мероприятий и внедрение ресурсосберегающих технологий.

Обращают на себя внимание такие негативные тенденции как снижение объемов финансирования водохозяйственных мероприятий такими крупными загрязнителями водных объектов как топливная промышленность, черная и цветная металлургия. Переломить эту тенденцию можно только за счет реализации системы взаимосвязанных мер по стимулированию привлечения промышленными предприятиями собственных и заемных финансовых ресурсов для решения задач комплексного использования и охраны водных ресурсов.

Составными частями данной системы могли бы стать: совершенствование методов амортизационной политики и налогового стимулирования промышленных предприятий, разработка механизмов привлечения необходимых финансовых ресурсов при помощи банковского кредитования, эмиссии ценных бумаг, применения лизинга и концессионных соглашений, развития рынка водосервисных услуг и экологического страхования и т.д. При этом следует отметить, что решение этих вопросов связано не только с внесением поправок в действующее законодательство, но и с разработкой новых федеральных законов и нормативно-правовых актов, повышающих инвестиционную привлекательность водохозяйственного комплекса.

Основными источниками финансирования инвестиций в основной капитал являются собственные средства предприятий и организаций (нераспределенная прибыль; амортизационные отчисления; уставный капитал), заемные и привлеченные (кредиты коммерческих банков; средства, получаемые от эмиссии ценных бумаг; основные фонды и оборудование, приобретаемые по лизингу; средства внебюджетных фондов; средства, привлекаемые по соглашениям о разделе продукции; иностранные инвестиции и т.д.) и заемные и привлеченные бюджетные источники финансирования инвестиционной деятельности (ассигнования в рамках реализации государственных целевых программ; средства, выделяемые из бюджета институтам развития с государственным участием; инвестиционные налоговые кредиты и различные инвестиционные льготы и т.д.).

Данные о динамике структуры финансирования инвестиций в течение последних лет приведены в таб. 5.3, которые свидетельствуют о том, что собственные средства предприятий остаются наиболее значимым источником финансирования инвестиций в основной капитал. Такое положение заслуживает скорее негативной, чем позитивной оценки. Дело в том, что в условиях высокой потребности в модернизации действующих и создании новых конкурентоспособных производств в различных отраслях ориентация на собственные инвестиционные ресурсы ограничивает возможности предприятий. Как показывает опыт развивающихся стран, дефицит инвестиционных ресурсов они покрывали за счет привлеченных источников инвестирования, а доля собственных средств в структуре финансирования инвестиций в основной капитал не превышала 30%.

Во внебюджетных источниках финансирования водохозяйственных программ собственные ресурсы предприятий и организаций формируются из амортизационных отчислений и чистой прибыли.

Таблица 5.3

Инвестиции в основной капитал по источникам финансирования, в % [Борисова И., Замараев Б., Киюцевская А., Назарова А. Риски внешнего финансирования российской экономики. // Вопросы экономики, №2, 2008]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007*
Инвестиции, всего	100	100	100	100	100	100	100	100
в том числе:								
Собственные средства	47,5	49,4	45,0	45,2	45,4	45,1	44,3	42,8
Привлеченные средства	52,5	50,6	55,0	54,8	54,6	54,9	55,7	57,2
из них:								
кредиты банков	2,9	4,4	5,9	6,4	7,9	8,3	8,9	10,2
инвестиции из-за рубежа	4,7	4,5	4,9	3,9	5,9	5,2	6,1	4,8
в том числе кредиты иностранных банков	0,6	0,9	0,9	1,2	1,1	1,0	1,5	1,1
средства от выпуска корпоративных облигаций и эмиссии акций	-	0,1	0,4	0,5	0,4	0,6	2,3	2,4

*Январь-сентябрь

Оживление инвестиционной активности предприятий возможно за счет совершенствования амортизационной политики, которая должна быть направлена на создание условий для накопления инвестиционных ресурсов, необходимых не только для модернизации производственного потенциала, но и для решения экологических проблем. Конечно, ввод в действие 25-й статьи Налогового кодекса РФ «Налог на прибыль организаций» [Налог на прибыль организаций. Глава 25 Налогового кодекса Российской Федерации. — М.: ООО «Витрум», 2002] позитивно сказался на инвестиционном потенциале амортизационных отчислений. Она упростила порядок начисления амортизации, который позволил предприятиям самостоятельно устанавливать сроки полезного использования основных средств и методы их амортизации. Однако критический анализ статей 256...259 рассматриваемой главы НК РФ позволил сделать вывод о том, что действующая система начисления амортизации имеет существенные недостатки и не в полной мере отвечает задачам инвестиционного развития предприятий. Предлагаемый подход к начислению амортизации предусматривает сохранение срока полезного использования имущества и методов амортизации, установленных при принятии основных фондов на баланс предприятия, в течение нормативного периода их службы.

Такой порядок списания основных фондов сдерживает процесс накопления инвестиционного ресурса в виде амортизационных отчислений для воспроизводства основных фондов. Совершенствование амортизационной политики должно идти в направлении предоставления предприятиям права периодического пересмотра сроков полезного использования и методов амортизации основных средств с учетом планов инвестиционного развития предприятия, изменившихся условий эксплуатации фондов, их морального устаревания и других факторов, что соответствовало бы мировой практике начисления амортизационных отчислений.

Сужают инвестиционные возможности предприятий и ограничения выбора методов начисления ускоренной амортизации (статья 259, п.1). Замена различных вариантов начисления ускоренной амортизации (метод искусственного сокращения срока службы, метод суммы чисел, метод уменьшающего остатка [Положение по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» (ПБУ 6/97)». Утверждено приказом Минфина РФ от 03.09. 1997. № 62н]) единственным нелинейным методом, в какой то степени являющегося прототипом метода уменьшающего остатка, не позволяет предприятию гибко планировать реализацию инвестиционных проектов с учетом специфики функционирования рынка, морального и физического износа основных фондов и фактической рентабельности своей деятельности. Дело в том, что высокорентабельные предприятия могли бы использовать метод искусственного сокращения срока службы, так как он обеспечивает наибольшие темпы прироста собственного инвестиционного потенциала в период начисления ускоренной амортизации. Что же касается низкорентабельных предприятий, то для них более приемлем метод суммы чисел. При этом следует отметить, что предприятия с низкой рентабельностью производства вообще не используют при начислении амортизации нелинейный метод, потому что в начале периода эксплуатации прирост амортизационных отчислений может превысить размер получаемой прибыли, поскольку увеличить цену реализации невозможно из-за ограниченного спроса на продукцию. Кроме того, действующее законодательство предусматривает исключение из состава амортизируемого имущества, приобретенного с использованием бюджетных ассигнований (данное обстоятельство имеет для финансирования мелиоративных мероприятий особое значение). В этом случае уменьшение стоимости амортизируемого имущества не позволит предприятию осуществить даже простое воспроизводство, а при реализации инвестиционного проекта с долевым участием государства приводит к уменьшению коммерческой эффективности, поскольку у предприятия-инициатора проекта ухудшаются показатели оценки экономической эффективности.

На основании изложенного выше суть предложений по совершенствованию механизмов реализации амортизационной политики, имеющих приоритетное значение для развития мелиоративных мероприятий, заключаются в следующем:

- внесение изменений и дополнений в п. 2 статьи 256 25 главы Налогового кодекса, состоящих во включении в состав амортизируемого имущества той его части, которое приобретено с использованием бюджетных ассигнований;

- расширение сферы применения ускоренной амортизации с учетом особенностей стратегии развития сельскохозяйственных предприятий и фактического уровня рентабельности их работы по сравнению с единственно возможным нелинейным методом её начисления, предусмотренным действующим законодательством.

Одним из методов инвестиционного обеспечения развития водохозяйственных и водоохраных мероприятий является привлечение средств банков. Доля банковских кредитов в общем объеме инвестиций в основной капитал составила лишь 10,2%. Это существенно больше, чем, например, в 2000 году (2,9%), но почти в 4,2 раза меньше инвестиций, направляемых на реализацию инвестиционных проектов из собственных средств предприятий. Причин тому много, но основными факторами, сдерживающими развитие банковского кредитования инвестиционных проектов, являются: высокие риски кредитования и, как следствие, высокие ставки за кредиты; ограниченные ресурсные возможности банков, прежде всего дефицит среднесрочных и долгосрочных пассивов (в настоящее время доля кредитов, выданных российскими банками на срок свыше трех лет, не превышает 15% в общем объеме кредитования); несовершенство залогового права (отсутствие механизма реализации залогов в виде земли, являющихся материальным обеспечением «длинных» кредитов); отсутствие позитивных кредитных историй; низкая оценка ожидаемых доходов; недостаточно высокий уровень доверия населения к коммерческим банкам. С одной стороны, это свидетельствует о слабости российской банковской системы, которая не располагает достаточным капиталом для широкого кредитования предприятий и имеет структуру пассивов, не способствующую долгосрочным инвестициям, а с другой — указывает на неготовность предприятий к получению инвестиций в силу их низкой платежеспособности и отсутствия необходимой квалификации для разработки обоснованных инвестиционных предложений.

Разорвать замкнутый круг «низкая эффективность производства — плохое финансовое положение предприятий — отсутствие инвестиций — дальнейшее снижение конкурентоспособности» невозможно без расширения

государственной поддержки предприятий с использованием различных технологий расширения банковского кредитования инвестиционных проектов. Для решения озвученных в данном разделе проблем наиболее эффективной технологией является использование механизма субсидирования процентных ставок по инвестиционным кредитам. Суть этого механизма состоит в том, что при использовании кредитных ресурсов предприятием для проведения водохозяйственных и водоохранных мероприятий государство субсидирует ставку кредита в размере, как правило, $1/2$ или $2/3$ ставки рефинансирования ЦБ РФ. Надо сказать, что этот метод государственной поддержки банковского кредитования инвестиционных проектов широко апробирован на федеральном и на региональном уровнях. Однако, как показывает опыт субсидирования процентных ставок по коммерческим кредитам из бюджета, доступ к льготным финансовым ресурсам для реализации проектов имеют в основном крупные предприятия, поскольку они обладают достаточным объемом активов для получения заявленных кредитов. Ведь субсидия выдается только после полного погашения кредита вместе с процентом банка. А такие условия не под силу большинству предприятий.

Перспективным направлением финансового обслуживания инвестиционного процесса является развитие лизинга основных фондов с использованием различных инструментов государственной поддержки: софинансирование из бюджета погашения лизингополучателем расходов лизингодателя по приобретению предмета лизинга; субсидирование процентных ставок по банковским кредитам, привлеченным лизингодателем для приобретения предмета лизинга; предоставление различных налоговых и таможенных льгот по инновационным проектам, обеспечивающим развитие водохозяйственных и водоохранных мероприятий и внедрение ресурсосберегающих технологий.

Развитие лизинговых операций с участием средств федерального и регионального бюджетов, как показывает практика, является одной из мер финансовой поддержки водного хозяйства. В условиях несовершенства залогового права лизинг, в отличие от банковского кредита, является доступным мелким и средним предприятиям (лизингополучателям) за счет:

- применения различных способов обеспечения лизинговых сделок (объект лизинга, аванс, поручительство физических лиц, поручительство юридических лиц, банковская гарантия, страхование непогашения, гарантия обратного выкупа, коммерческие кредиты);

- возможности расширения производства и обеспечения обслуживания необходимых основных фондов без крупных единовременных вложений финансовых ресурсов и необходимости привлечения кредитов банков;

– более низкой стоимости и высокой гибкости по сравнению с банковским кредитом вследствие наличия дополнительных налоговых льгот по лизингу и возможности оптимизации схем выплат за пользование лизинговым имуществом;

– использования ускоренной амортизации с коэффициентом 3 (для всех других случаев применяется коэффициент 2);

– использования опыта лизинговой компании при разработке бизнес-планов инвестиционного проекта обновления основных фондов лизингополучателя.

Конечно, положительное влияние на развитие лизинга оказывает предусмотренная действующим законодательством [ст. 36, Федеральный закон «О финансовой аренде (лизинге)». 3-е изд. м.: Ось-89. 2003 (Актуальный закон)] система мер государственной поддержки этого вида деятельности. Однако, как показывает анализ факторов, оказывающих негативное влияние на развитие лизинга, существующая система государственного регулирования лизинговой деятельности требует совершенствования, табл. 5.4.

Таблица 5.4

Факторы, оказывающие негативное влияние на развитие финансового лизинга [Инвестиции в России. 2005: Стат. сб. /Федеральная служба государственной статистики. м., 2005; Марголин А.М. Инвестиции. — М.: Изд-во РАГС, 2006. — 464с.:]

Факторы	Процент от общего числа организаций	
	2003г.	2004г.
Существующий уровень налогообложения	26,3	23,7
Сложность получения кредита	29,5	28,6
Недостаток финансовых средств	45,5	49,8
Несовершенство нормативно-правового регулирования лизинговой деятельности	54,2	59,2
Высокая процентная ставка по кредиту	65,8	60,0

Результаты анализа показали, что наиболее существенными факторами, сдерживающими развитие лизинга в нашей стране, по мнению участников лизинговой деятельности, являются нормативно-правовое обеспечение лизинговой деятельности, не отвечающее современным требованиям, и высокая процентная ставка по кредитам, привлекаемым лизинговыми компаниями и учитываемая при определении лизинговых платежей.

Решение этих вопросов возможно за счет использования таких инструментов государственной поддержки как: субсидирование процентных ставок по инвестиционным кредитам, предоставляемым лизинговым компаниям; софинсирование из бюджета погашения лизингополучателем расходов лизингодателя по приобретению предмета лизинга; совершенствования налогового учета лизинговых сделок по проектам, обеспечивающим развитие водохозяйственных и водоохраных мероприятий.

В условиях дефицита бюджетных средств и собственных инвестиционных ресурсов предприятий одним из перспективных механизмов решения задачи привлечения инвестиций в водное хозяйство является становление и развитие рынка водосервисных услуг. Основными профессиональными участниками этого рынка могут стать специализированные водосервисные компании (их зарубежным аналогом являются так называемые энергосервисные компании).

Под водосервисными компаниями будем понимать коммерческие структуры, предоставляющие предприятиям услуги по уменьшению размера оплаты счетов за потребляемые ими водные ресурсы в результате осуществления у предприятия работ, направленных на повышение эффективности использования водных ресурсов. При этом водосервисные компании генерируют денежные доходы для компенсации инвестиционных затрат и получения прибыли за счет средств, образующихся в результате экономии заказчиком водных ресурсов.

Поскольку цены на водные ресурсы в России существенно занижены и в обозримой перспективе будут иметь тенденцию к росту, становление водосервисных компаний будет происходить в благоприятных условиях (не будет сопряжено с риском падения цен, который может поставить под сомнение саму целесообразность предоставления водосервисных услуг).

Водосервисные компании могут оказывать предприятию следующий перечень услуг: проведение аудита водопотребления (экспертная оценка в области эффективного снижения затрат и получения экономии), определение стоимости проектных работ и предполагаемого количества сэкономленных водных ресурсов; разработку водосберегающих проектов и их финансирование за счет самой компании, либо с привлечением финансовых институтов (банков, фондов и т.п.); утилизацию устаревшего оборудования; услуги по руководству строительством с применением водосберегающих технологий; закупку, установку и техническое обслуживание установленного необходимого оборудования; мониторинг водосбережения; обучение персонала заказчика профессиональному обращению с установленным оборудованием; контроль, направленный на достижение экономии; принятие на себя рисков

изменения конъюнктуры рынка водосервисных услуг; предоставление гарантий на проектную экономию водных ресурсов.

Основными преимуществами выполнения проектов по водосбережению через специализированные водосервисные компании являются:

- предприятие в довольно короткие сроки добивается снижения потребления водных и других видов ресурсов (материальных, трудовых, финансовых) без дополнительных вложений финансовых ресурсов со своей стороны;
- наличие гарантий эффективной реализации проекта со стороны специализированной водосервисной компании и их высокая окупаемость;
- сельскохозяйственное предприятие получает современные технологии, оборудование, управленческие навыки;
- внедрение новых форм организации хозяйствования и др.

Суть гарантий, предоставляемых водосервисными компаниями, заключается в том, что сумма экономии на издержках по оплате потребляемых водных ресурсов покрывает сумму основных обязательств и обязательств по выплате процентов предприятием. Важно, что по завершению контракта (после его оплаты) вся выгода остается предприятию. Следовательно, предприятие оплачивает услуги водосервисных компаний не за счет собственных средств, а за счет средств, полученных в результате эффективного использования водных ресурсов.

Об эффективности подобных мер можно судить по оценкам экспертов Программы FEMP¹, в соответствии с которыми на каждый вложенный доллар средняя прибыль составляет четыре доллара. Одним из главных преимуществ является и то, что заказчик приобретает высокотехнологичное оборудование с гарантией его качественного обслуживания и эксплуатации. При этом следует отметить, что гарантии на услуги, оказываемые водосервисными компаниями, распространяются на весь срок действия контракта, а это превышает гарантийные сроки на оборудование.

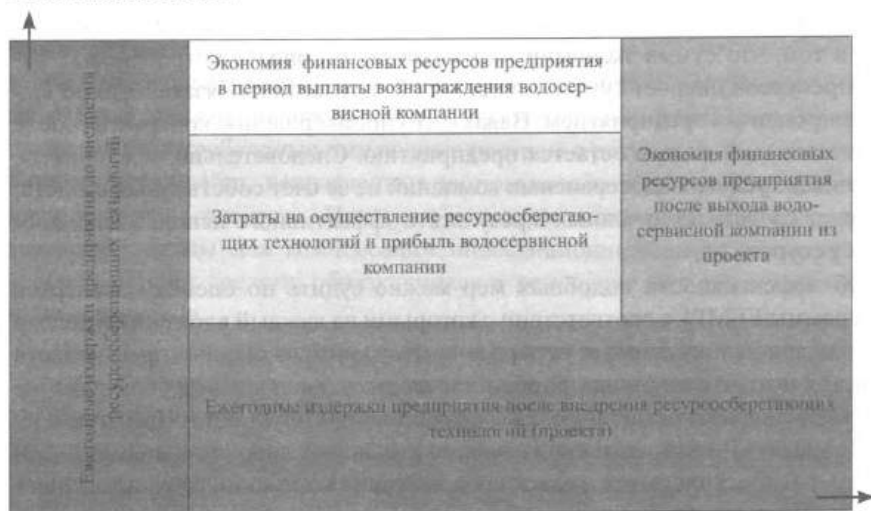
Схема получения экономической выгоды от реализации проектов природоохранного назначения каждой из участвующих сторон представлена ниже

Расчетный период проекта включает в себя три этапа: планирование, реализация и мониторинг проекта. Вначале проекта обычно проводится аудит, результаты которого позволяют сделать вывод о целесообразности финансирования мероприятий по ресурсосбережению.

На этапе планирования проекта водосервисная компания исследует и уточняет сведения, полученные в результате проведения аудита, по ресурсосбережению и затратам на осуществление мероприятия. В итоге участники

¹ Федеральная программа управления энергопотреблением на объектах федеральной собственности

проекта (предприятие и водосервисная компания) получают полные данные по экономической эффективности мероприятия. Второй этап проекта начинается с заключения договора реализации проекта, в котором водосервисная компания принимает на себя обязательства выполнить финансирование и техническое воплощение проекта, а предприятие обязуется оплатить расходы на выполнение проекта из полученной выгоды за счет экономии ресурсов. Этап включает в себя рабочее проектирование, закупку оборудования и получение разрешений, строительно-монтажные работы, обучение, подтверждение полученного ресурсосбережения в результате осуществления проекта. После заключения договора обе стороны несут материальную ответственность за разрыв договора в соответствии с подписанными условиями и действующим законодательством.



Период действия проекта (месяцы, годы)

Рис. 5.16. Схема получения экономической выгоды от реализации мероприятия участниками проекта

В процессе мониторинга участники проекта контролируют фактически полученный объем ресурсосбережения. В зависимости от условий договора сельскохозяйственное предприятие выплачивает вознаграждение водосервисной компании по согласованному графику в качестве оплаты услуг.

В зависимости от способа реализации проекта в выполнении проекта могут участвовать другие партнеры.

Конечно, становление рынка водосервисных услуг в России связано с определенными рисками, преодоление которых будет облегчаться по мере закрепления формирующихся тенденций улучшения инвестиционного климата и экономического роста. К числу основных рисков можно отнести: неустойчивое финансовое положение предприятий; низкие нормативы платежей за пользование водными объектами; отсутствие платного водопользования в сельском хозяйстве; отсутствие систем учета водопотребления на оросительных системах; высокий уровень процентных ставок по банковским кредитам; недостаточный уровень доверия между предприятиями и водосервисными компаниями (на первом этапе развития последних) и др.

Однако, несмотря на эти виды рисков, ёмкость рынка водосервисных услуг, обусловленная прежде всего большими потерями воды в различных отраслях народного хозяйства, столь существенна, что формированием инфраструктуры этого рынка целесообразно заниматься на государственном уровне уже в настоящее время. Для чего необходимо сосредоточить особое внимание на создании соответствующего нормативно-правового обеспечения развития данного механизма привлечения инвестиций в сельское хозяйство.

К тому же, существенное позитивное влияние на развитие водосервисных компаний в нашей стране окажут и решение вопросов, связанных с совершенствованием методов оценки водных ресурсов.

Одним из возможных путей привлечения в экономику страны частных инвестиций, как российского, так и иностранного происхождения, является использование механизма концессии в сфере управления вопросами водопользования.

В научных кругах существует неоднозначное мнение относительно эффективности применения концессий в хозяйственной практике. Сторонники концессионной формы отношений отмечают, что внедрение механизмов концессии в сферу природопользования, в том числе и водопользования, будет способствовать решению таких задач как: замена существующего (не самого эффективного) порядка лицензирования водопользования гражданско-правовой системой отношений, основанной на равноправии концессионера и концедента (государства, муниципального образования) и предполагающей гражданско-процессуальные и судебные средства защиты прав сторон; привлечение в водное хозяйство частных инвестиций, как российского так и иностранного происхождения; создание широкого круга эффективных пользователей водных ресурсов и др.

Идея предоставления концессий на водные объекты нам представляется типичовой по следующей совокупности причин:

— по своему экономическому содержанию концессии являются инструментом привлечения инвестиций, а не простой формой передачи прав на использование ресурса, как это предусматривалось некоторыми вариантами проекта водного кодекса;

— в мировой практике в сфере водопользования в концессию обычно передаются не водные объекты и их водные ресурсы, а элементы инфраструктуры, связанные с эксплуатацией водных ресурсов (плотины, насосные станции, системы коммунального водоснабжения и т.п.). При передаче в концессию «права пользования» незамкнутым водным объектом неизбежно появление нескольких пользователей на один и тот же ресурс, что противоречит самой сути концессии;

— помимо объектов инфраструктуры, объектами концессии в мировой практике являются и месторождения минерального сырья. Механическое перенесение практики регулирования процессов использования невозобновляемых природных ресурсов на возобновляемые (именно к ним относятся и водные) нигде не применяется и ни к чему хорошему не приведет. Недропользование и водопользование различаются столь сильно, что и государственное регулирование должно быть разным.

С учетом изложенного, можно констатировать, что перспективы применения концессий в водном хозяйстве связаны с привлечением инвестиций в развитие инфраструктуры (плотины, насосные станции, каналы, системы коммунального водоснабжения и другие гидротехнические сооружения). Определенные риски имеются и здесь. Так, мировой опыт показывает, что введение концессионных механизмов в принципе затратно, т.е. со стороны государства требуются определенные финансовые ресурсы, необходимые для внедрения механизмов концессии и контроля деятельности концессионеров. Организационно-экономический механизм передачи в концессию объектов инфраструктуры в Российской Федерации на сегодняшний день не разработан. Введение концессий в сфере коммунального водоснабжения, как свидетельствует мировая практика, может привести к росту тарифов, что противоречит интересам водопользователей, особенно потребителей коммунальных услуг.

Безусловно, правовое обеспечение развития концессий требует своего развития с учетом накопленного мирового опыта, детальный анализ которого свидетельствует об эффективности использования трех основных видов предоставления концессий на объекты инфраструктуры¹:

¹ См. Концессия. Об эффективном договоре между государством и бизнесом. // Аналитический центр «Эксперт», юридическая фирма «ЛеБоф, Лам, Грин и МакРей», компания «СРП экспертиза». — М., ноябрь 2002 г.

– инфраструктурный объект создается за счет концессионера, после чего эксплуатируется им в течение срока, достаточного для окупаемости (потом безвозмездно передается собственнику);

– передача объекта, находящегося в госсобственности, в частные руки на условиях осуществления модернизации с последующей эксплуатацией при принятии концессионером ряда ограничений (передача назад или без нее);

– контракт на управление (часть прибыли используется на снижение издержек объекта управления; собственник не меняется).

Во всех рассмотренных вариантах заключения концессионных соглашений остается широкое поле привлечения внебюджетных источников финансирования водного хозяйства. Помимо развития инфраструктуры в сфере коммунального и промышленного водоснабжения, применение концессионных механизмов может быть эффективно в отношении замкнутых водоемов. Это не означает, что государство не понесет никаких расходов, связанных с модернизацией основных фондов водохозяйственного назначения, и все они в полном объеме будут профинансированы концессионером. В любом случае уполномоченные органы государственного управления окажутся перед дилеммой частичного предоставления субсидий либо непосредственно концессионеру, либо потребителям его услуг (прежде всего — населению). Второй путь представляется значительно более обоснованным, поскольку в этом случае стимулы для экономии издержек и повышения качества услуг по подаче воды потребителям максимальны.

Таким образом, применение инфраструктурных концессий в водном хозяйстве является достаточно перспективным, но требует адаптации основных положений федерального закона «О концессиях» с учетом специфики функционирования водного хозяйства.

Одним из источников финансирования водного хозяйства являются средства, привлекаемые за счет развития экологического страхования. Так как возможности учета соответствующих затрат страхователей (водопользователей) в составе расходов на производство и реализацию продукции возросли, соответственно сформированы и дополнительные стимулы страхования рисков, возникающих при строительстве и эксплуатации водохозяйственных систем.

Отметим, что на сегодня экологическое страхование является нетрадиционным для России источником финансирования природоохранных и ресурсосберегающих мероприятий в водном хозяйстве. Оно способствует разработке превентивных мер по устранению экологических рисков, развитию экологического учета и аудита на предприятиях, экологической экспертизы, внедрению системы обязательной экологической сертификации и совершен-

ствованию принципов приватизации объектов народного хозяйства. Однако развитие экологического страхования сдерживается отсутствием законодательной и нормативно-методической базой; несовершенной налоговой системой; высоким износом основных фондов предприятий; отсутствием единого подхода к определению тарифов по страхованию рисков; заниженной оценкой природных ресурсов; слабым экологическим воспитанием и т.д.

В Концепции перехода Российской Федерации на модель устойчивого развития сформулирована одна из экономических задач — упорядочение системы учета производства продукции в целях более полного отражения в ней стоимости природных ресурсов. При низких ценах на ресурсы и способности предприятий выводить стоимость экологического ущерба за пределы финансовой отчетности, их заинтересованность в том, чтобы стать экологически эффективными снижается. А системы бухгалтерского учета и финансовой отчетности не отражают настоящего и возможного экологического риска.

Одной из мер в этом направлении должна стать корректировка экономических показателей, используемых при оценке результатов деятельности предприятий. В настоящее время многие предприятия, нанося огромный ущерб водным объектам сбросом сточных вод и размещением на водосборах твердых отходов, остаются тем не менее рентабельными, так как затраты на ликвидацию наносимого их деятельностью ущерба водным объектам перекладываются на общество и не учитываются в экономических показателях самого предприятия.

На основе вышеизложенного можно сказать, что создание системы экологического страхования будет способствовать разработке и внедрению в производство ресурсосберегающих технологий.

Важными компонентами такой системы являются экологический учет и аудит и экономическая оценка природных ресурсов, сбросов и выбросов.

Обеспечение устойчивого развития возможно за счет внедрения ресурсосберегающих технологий. А этот процесс является сложным и дорогостоящим мероприятием. Однако рост затрат на осуществление природоохранных мероприятий не находит отражения в финансовых отчетах предприятий несмотря на то, что связь между управлением природоохранной деятельностью и экологическим учетом очевидна. Основными причинами тому являются: несовершенство налоговой системы; сложность выделения расходов на природоохранную деятельность из общего размера инвестиций; учет природоохранных затрат снижает размер прибыли и, в конечном итоге, сказывается на ценах акций предприятий; отсутствие рекомендаций по учету затрат на природоохранные мероприятия предприятиями.

Одним из основных вопросов при решении данной проблемы является то, какие затраты необходимо предприятию относить к расходам на природоохранную деятельность. Для чего необходимо разработать принципы, согласно которым предприятия руководствуются при вычленении и оценки затрат на природоохранную деятельность. Практически эту проблему можно решить путем вычленения затрат на природоохранную деятельность через разработку комплекса счетов для отражения указанных выше расходов в общей бухгалтерской книге.

На сегодняшний день для того, чтобы экологический учет получил широкое развитие необходимо: усилить роль государства в вопросах управления природопользованием; разработать международные стандарты учета и отчетности (отсутствие стандартизированных экологических показателей не позволяет увязать экологические результаты хозяйственной деятельности предприятия с финансовыми); совершенствовать налоговую систему; включать в отчет предприятия описание экологической политики, программ и достижений; формировать новую культуру управления, основанную на экономической, но и на экологической эффективности.

Внедрение экологического учета на предприятии будет способствовать экологически эффективному режиму его работы, снижению негативного его воздействия на состояние окружающей среды, росту рентабельности, повышению репутации, привлечению инвестиций, предоставлению кредитов, решению экологических вопросов при приватизации объектов, повышению устойчивого развития и т.д.

Включение контрольных экологических показателей в финансовую отчетность будет способствовать созданию банка данных предприятий, с помощью которого можно выявить, описать и оценить прямые и косвенные эффекты воздействия на окружающую среду. Это обстоятельство, в свою очередь, будет способствовать развитию экологического аудита на предприятиях. Проведение экологического аудита должно быть направлено на выявление предприятий, которые могут стать причиной загрязнения окружающей среды, определение риска загрязнения окружающей среды, предоставление информации о степени экологической опасности того или иного объекта, о величине потенциальных убытков и т.д.

О постепенном росте экологической культуры российских компаний свидетельствует появление их экологического рейтинга¹. Его ключевыми элементами являются экспертные оценки экологичности сырья и производства, качества экологического менеджмента и прозрачности деятельности компании в области охраны окружающей среды. И хотя компаний, предоставляю-

¹ См. Швецова Е. Синергия экологии и бизнеса. // Эксперт, № 43, 2004 г.

щих необходимую информацию для определения экологического рейтинга еще немного, но сам факт его опубликования является позитивным. Характерно, что компании, уделяющие существенное внимание своему экологическому имиджу, получают дополнительные конкурентные преимущества при привлечении иностранных инвестиций на лучших условиях.

К наиболее перспективной форме непосредственного участия государства в инвестиционном процессе развития водохозяйственных и водоохранных мероприятий следует отнести осуществление федеральных целевых программ и их региональных аналогов. При осуществлении научно обоснованных государственных программ должны достигаться конкретные цели структурной, инвестиционной, научно-технической, социальной, экологической политики с учетом приоритетов и целей социально-экономического развития страны. Целевая программа представляет собой увязанный по задачам, ресурсам, исполнителям и срокам осуществления комплекс научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственных, социально-экономических, организационно-хозяйственных и других мероприятий, обеспечивающих эффективное решение задач в области государственного, экономического, экологического, социального и культурного развития Российской Федерации [Постановление Правительства РФ «Порядок разработки и реализации федеральных целевых программ и межгосударственных целевых программ, в осуществлении которых участвует Российская Федерация» № 594 от 26 июня 1995 г. (с изменениями, утвержденными Постановлением Правительства РФ № 842 от 25 декабря 2004 г.) // СЗ РФ. 2004. № 52 (ч.2). Ст. 5506]. Следует отметить, что федеральные целевые программы являются важным инструментом обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования, а важнейшим её элементом является инвестиционная составляющая.

В настоящее время в области водного хозяйства разработан и разрабатывается ряд крупных федеральных целевых программ на общегосударственном, межрегиональном и региональном уровнях. Однако мониторинг федеральных целевых программ, ежегодно проводимый Минэкономразвития РФ, свидетельствует о наличии существенных недостатков, без устранения которых сложно обеспечить высокую эффективность указанного механизма инвестирования водохозяйственных и водоохранных мероприятий:

– количество федеральных целевых программ не соответствует реальным возможностям их финансирования (в 2006 году их было 70 программ), что нарушает комплексность реализации мероприятий, затягивает сроки достижения целей и задач программы и, в конечном итоге, снижает эффективность программно-целевых методов в решении эколого-экономических проблем;

– проблемы, на решение которых направлена федеральная целевая программа, формулируется нечетко. Вследствие этого нет необходимой конкретизации в определении её целей и основных задач. Из 70 одобренных и реализуемых в 2006 году эксперты Минэкономразвития РФ предложили оставить на 2007 год только 40 программ, а остальные признали «безнадежными» и предложили по ним прекратить бюджетное финансирование. Причина заключалась в размытости и абстрактности целей этих программ, что не позволяет установить конкретные показатели их достижения;

– государственные заказчики целевых программ, направленных на реализацию природоохранных мероприятий, недостаточно занимаются привлечением внебюджетных источников финансирования и средств бюджетов субъектов Федерации;

– допускаются нарушения действующего порядка разработки и реализации федеральных целевых программ;

– контроль за ходом реализации программ со стороны государства является недостаточно эффективным и др.

Накопленный опыт реализации целевых федеральных программ, высокая социальная значимость проведения природоохранных мероприятий, низкая рентабельность предприятий, слабость частных инвестиционных институтов позволяют сделать вывод о том, что, несмотря на перечисленные выше недостатки, спрос на бюджетное финансирование программ со стороны заинтересованных государственных заказчиков будет расти. А для повышения эффективности ресурсного обеспечения и осуществления федеральных целевых программ необходимо:

– осуществлять рассмотрение конкретных программ, финансируемых из бюджета, только после определения контрольных показателей располагаемых ресурсов государства (жесткая реализация данного предложения позволит снять или значительно уменьшить противоречие между возможностями государства и спросом на бюджетные средства);

– расширить полномочия и ответственность Экспертного совета при Правительстве РФ за выбор научно обоснованных приоритетов бюджетного финансирования государственных программ (конечная цель — снижение возможностей лоббирования отраслевых или региональных интересов в ущерб государственным приоритетам);

– обеспечить реальную независимость органов контроля эффективности государственных расходов.

Рассмотренные выше механизмы привлечения бюджетных и внебюджетных источников финансирования водохозяйственных и водоохранных мероприятий, будут способствовать устойчивому развитию водного хозяйства.

Глава 6. Роль водных и сырьевых ресурсов России в развитии мировой экономики

6.1. Нефть.

Нефть настолько важна для современной цивилизации, что даже привычная метафора — «черное золото» — недостаточно отражает её значение. Любая сфера современной жизни человека буквально «пропитана» нефтью. Вместе с тем, нефть, ставшая неотъемлемым источником энергии, одновременно создала и существенные проблемы для цивилизации. Эти проблемы условно можно разделить на три категории. Во-первых, нефть угрожает глобальной экономической безопасности, т.к. является не возобновляемым природным ресурсом, которому пока не найдена замена. Во-вторых, ценность нефти в качестве товара влияет на глобальную безопасность и сводит на нет все попытки достижения мира и правопорядка во многих регионах планеты. В-третьих, нефть представляет угрозу стабильности климата планеты, поскольку значительная часть глобальных выбросов парниковых газов связана с использованием нефти в качестве топлива. Нефть является одним из основных источников энергии: во Франции нефть составляет 36% топливно-энергетического баланса, в США — 39%, в Японии — 49%. Страны-экспортеры нефти также зависят от нее. Многие из них, полагаясь на постоянное поступление доходов от экспорта нефти, не смогли вовремя направить прибыль от экспорта на диверсификацию национальной экономики.

В системе международного географического распределения труда развитые страны выступают основными потребителями, а развивающиеся страны — производителями сырьевых ресурсов. В то же время, история цивилизации показывает, что наличие или отсутствие собственных природно-сырьевых ресурсов в условиях современного мирового хозяйства не являются решающим фактором в развитии стран. Часто именно в странах, богатых природными ресурсами, имеет место природная расточительность, такие страны менее развиты, чем страны с диверсифицированной экономикой, и имеют большую долю бедного населения. Многие развивающиеся страны могут оказаться в особенно тяжёлом положении в результате изменения кли-

мата, которое потребует резко увеличить импорт пищевых продуктов и приведет к значительному росту цен на продовольствие во всём мире. Дефицит продуктов питания может спровоцировать социальные волнения, а страны-экспортеры продовольствия всё чаще станут использовать его в качестве оружия влияния.

Всё это дает основание говорить о том, что обеспечение экономической, социальной и экологической безопасности в мире возможно при условии снижения нефтяной зависимости. Снижение зависимости государств от нефти должно быть настолько быстрым, насколько это возможно. Существуют различные оценки времени, необходимого для этого. В соответствии со сценарием, предложенным в 1995 г компанией Shell, к 2050 году возобновляемые источники могут обеспечить половину мировой потребности в энергии. Специалисты из Института Окружающей среды в Стокгольме утверждают, что совместными усилиями к 2100 году можно будет разработать систему, практически полностью ориентированную на возобновляемые источники энергии.

Продуманный план действий повысит шансы перехода на новый этап развития энергетики, который сможет устранить основные недостатки существующей системы производства энергии без серьезных последствий для экономического, социального и экологического развития.

Популярный в деловом мире принцип «бизнес и рыночная экономика не смотря ни на что» может привести к нарастанию экономических, социальных и экологических проблем. Экологи на протяжении многих лет критически высказывались по поводу чрезмерной зависимости экономики от нефти и ископаемого топлива в целом.

Оценочный потенциал энергии, которую можно получать с использованием возобновляемых источников, превышает уровень мирового потребления энергии примерно в 18 раз, даже если ограничиться уже существующими технологиями использования энергии ветра, солнца, биомассы и др. Увеличение эффективности использования энергии является необходимым, но не достаточным условием построения устойчивых энергосистем. По мнению развитых стран, для этого необходимо освободиться от углеводорода и широко использовать возобновляемые источники. Конечная цель — перевод глобальной энергетики с углеводорода на водород. Водород не является парниковым газом, и при его сжигании не выделяется углерод. При сжигании водорода на выходе получают электричество, тепло и водяной пар. Возникает вопрос, если технологии использования возобновляемых источников настолько привлекательны, то почему до сих пор они не получили широкого распространения? Проблема заключается не в технологии, а в существующей законо-

дательной и нормативной базе. Большинство стран долгое время отдавали предпочтение невозобновляемым источникам топливных ресурсов и крупным централизованным системам выработки электроэнергии — тепловым, атомным и гидроэлектростанциям.

Когда-то нефть указала путь развития нашей цивилизации, но сейчас она может завести мир в тупик. Мир стоит на распутье: одна дорога ведет к возможной потере главного источника энергии, прежде чем мир будет к этому готов. Это может разрушить мировую экономическую систему и биосферу. Другой путь может увести мир от нефтяной зависимости и обеспечить обилие экологически чистой и надежной энергии. Иными словами, перед цивилизацией стоит выбор — потерять нефть или освободиться от неё.

Концепция социально-экономического развития России на период до 2020 г предусматривает переход экономики с инерционного энерго-сырьевого на инновационный путь развития, т.е. на путь освобождения российской экономики от нефтяной зависимости.

6.2. Вода

Станет ли реальностью в XXI веке торговля пресной водой на мировом рынке в объёмах, сопоставимых с объёмом продаж нефти? Это не соответствует логике, уже потому, что объёмы водопотребления на 2-3 порядка выше, чем потребление нефти. Такое положение сложилось в результате того, что при обсуждении проблемы рассматриваются только доступные ресурсы пресных вод, запасы которых действительно очень ограничены и составляют всего 2,5 % от общих запасов воды на земле. Запасы пресных вод составляют 34,6 млн. км³, из которых 23,8 млн. км³ приходится на льды Арктики, Антарктики, Гренландии и ледники горных регионов; 10,3 млн. км³ — на подземные воды и только 0,5 млн. км³ сосредоточено в главных источниках мирового водопотребления — реках и озерах. Именно эти 0,5 млн. км³ пресных вод и являются основным объектом обсуждений.

Речной сток крайне неравномерно распределен по отдельным регионам мира, что дает повод для различных, большей частью некомпетентных, суждений о возможности и целесообразности перераспределения стока и торговли водой, также, как нефтью. Такой подход к решению проблемы водных ресурсов является тупиковым и неизбежно приведёт к возникновению серьезных конфликтных ситуаций между странами. Всё это подводит к выводу о том, что при решении проблемы водных ресурсов нельзя ограничиваться рассмотрением только запасов пресных вод, следует посмотреть на проблему с другой, не-

традиционной точки зрения. Общие запасы воды на земле практически неограничены. Достаточно сказать, что водой покрыто более 75% суши, а запасы её оцениваются в 1386 млн.км³, из которых 1351 млн.км³ (97,5 %) сосредоточено в морях и океанах.

Конечно, можно говорить, что морские воды невозможно использовать без опреснения, но ведь большинство пресных речных и подземных вод в настоящее время настолько загрязнено, что их также невозможно использовать без очистки, особенно для питьевых нужд. Такая постановка проблемы коренным образом меняет ситуацию с водными ресурсами, поскольку пресные воды и неравномерность их распределения уже не будут играть главной роли в водообеспечении большинства стран. С этих позиций, наиболее проблемными с точки зрения водообеспечения являются только те страны, которые не имеют выхода к мировому океану и внутренним морям. К числу таких стран можно отнести Монголию, Армению, внутренний Китай, государства Центральной Азии и центральной Европы. Остальные страны, в принципе, могут решить проблему дефицита водных ресурсов за счет опреснения морских вод, как это уже сейчас делается в странах Ближнего Востока. Конечно, это потребует большого количества энергии, но в аридных регионах, для которых характерен острый дефицит водных ресурсов, имеются огромное количество солнечной энергии для опреснения морских и других минерализованных вод. Кроме того, на сегодня уже существуют экзотические проекты использования антарктических запасов пресных вод путем превращения айсбергов в ледяную крошку и транспортировки её грузовыми судами. Полученная таким способом чистая пресная вода может стоить 30\$ за м³, т.е. почти в 100 раз дороже опреснения морской воды. Или, например, идея переброски части стока реки Оби в бассейн Аральского моря, которая обойдется в 35 млрд.\$ и потребует более 10 млрд. кВт·ч электроэнергии в год для подачи примерно 20-22 км³ воды (с учетом потерь).

Существуют и иные подходы к решению проблемы дефицита водных ресурсов. Многие ученые считают, что нет проблемы дефицита воды, а есть проблема её крайне нерационального использования. Объем государственных дотаций в мире, направляемых на поддержание приемлемых цен на воду (примерно 33 млрд. \$ в год) достаточно велик и, если бы эти деньги тратились на повышение эффективности использования воды, то значительная часть проблем была бы уже решена.

Ресурсы пресных вод на душу населения по отдельным странам мира колеблются от 0,01 до 48 тыс. м³.

Запасы воды на душу населения в странах Центральной Азии (2-6,8 тыс. м³) в 7-26 раз больше, чем в Израиле и странах Ближнего Востока,

но там не существует проблем с водообеспечением населения, промышленности и сельского хозяйства. Таким образом, все дело в эффективности использования водных ресурсов. Отношение безвозвратного водопотребления к общему водозабору в развитых странах невелико и составляет 37-58%, а в развивающихся — 60-72%. Такое различие объясняется структурой водопользования. В развитых странах 60-90% водопотребления приходится на промышленность и коммунальное хозяйство, в то время, как в развивающихся странах 70-90% — на сельское хозяйство (орошение). Поэтому в состав безвозвратного водопотребления в развивающихся странах формально включают и физическое (непроизводительное) испарение, объем которого на землях, занятых посевами риса, очень велик. Не менее показательны данные, характеризующие эффективность использования воды в промышленности и сельском хозяйстве (Таблица 6.1).

Таблица 6.1

Эффективность использования водных ресурсов

Страна	Эффективность в промышленности, млрд./км ³	Эффективность в сельском хозяйстве, м ³ /т
США	10	1000
Франция	14	660
Испания	6,6	720
Англия	47	-
Дания	150	-
Финляндия	27	-
Греция	112	-
Италия	21	1300
Польша	2,6	-
Китай	3,7	2500
Египет	2,5	3500
Узбекистан	2,5	3000
Украина	1,7	-
Россия	2,8	4800
Индия	-	3030
Япония	-	1350
Израиль	100	380

Наибольший прогресс в развитии водосберегающих технологий достигнут в Европе. Эффективность использования водных ресурсов в промышленности развитых стран составляет 6,6-150 млрд. $\$/\text{км}^3$, в сельском хозяйстве — 380-1000 $\text{м}^3/\text{т}$. В коммунальном хозяйстве потребление воды в Европе составляет 127, а в США — 296 л/чел. сутки. В Москве суточный расход воды в коммунальном хозяйстве достигает 400 и более л/чел. сутки. Наиболее вопиющим случаем безобразного отношения к водным ресурсам является загрязнение жемчужины Закавказья — озера Севан, который умудрились довести до такого состояния, что олиготрофный водоем «зацвел». Причина этого, как выяснилась, заключается не в снижении уровня озера, а в том, что все многочисленные населенные пункты, санатории, дома отдыха и др., не были оборудованы очистными сооружениями и весь объем сточных вод без всякой очистки сбрасывался непосредственно в озеро. В качестве сбросных коллекторов использовались все 28 рек, впадающих в Севан и являющихся природными нерестилищами форели.

Анализ данных таблицы 6.1 показывает, что во многих странах, казалось бы бедных водными ресурсами, включая и государства Центральной Азии, есть достаточные резервы водных ресурсов для дальнейшего развития экономики. Для этого, как считают эксперты, необходимо резко снизить потребление воды за счет внедрения современных технологий водопользования в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве.

Таблица 6.2

Использование воды в России

Отрасли хозяйства	Объемы водопотребления по годам, км^3						
	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2006
ЖКХ	7	9	11	14	15	14	12
Промышленность	58	68	57	62	54	40	37
Орошение	10	19	21	22	16	11	8
с/х водоснабжение	1	2	2	4	4	4	1
Прочие нужды	-	-	-	-	7	7	4
Всего	76	98	91	102	96	76	62
Оборотное водопотребление	61	92	110	145	171	138	80

Интересно отметить, как по мере совершенствования техники и технологии водопользования, менялись долгосрочные прогнозы использования водных ресурсов. Так, по данным прогнозов, составленных до 1980 г. общемировое водопотребление оценивалось в 8-10 тыс. км³ в год, по данным прогнозов 1985-95 гг. — уже в 4-6 тыс. км³ в год, а по прогнозам после 1995 г. — в 3-3,5 тыс. км³ в год.

Основой пресных водных ресурсов России является речной сток, средне-многолетние объемы которого составляют 4271 км³, из них около 90% приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов. На бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает свыше 80% населения России и сосредоточен её основной промышленный и сельскохозяйственный потенциал, приходится менее 8% общего объема речного стока. Использование воды, забираемой на хозяйственные и коммунально-бытовые нужды, приведены в таблице 6.2 на стр. 433.

Приведенные данные показывают, что эффективность использования водных ресурсов в стране с 1990 по 2006 гг. резко ухудшилась: снизились объемы водопотребления ЖКХ и производственного сектора, орошаемого земледелия, с/х водоснабжения, а также объемы оборотного водопотребления. При этом, снижение водопотребления произошло не в результате совершенствования технологий, а исключительно по причинам спада промышленного производства, развала отечественного сельского хозяйства и его инфраструктуры и неудовлетворительного состояния водозаборных и очистных сооружений и сетей. Последствиями всего изложенного являются:

- низкая эффективность использования водных ресурсов практически во всех отраслях хозяйства. Так, объем сбрасываемых в водные источники возвратных вод составляет (в %): в ЖКХ — 87, в энергетике — 46, в металлургии — 72, в целлюлозно-бумажной промышленности — 92, в нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности — 26 и 86 соответственно;

- увеличение объема поступающих в водные источники загрязненных сточных вод (в км³) в 1988 г. — 12, в 1999 — 16,9, в 2000 — 16,5 и в 2006 — 19,2. Основными поставщиками загрязнений водных ресурсов являются предприятия металлургического комплекса (27%), энергетики (21%), нефтегазового и нефтехимического комплексов (20%), а также ЖКХ (17%). Основная причина сложившегося положения заключается, с одной стороны, в устаревшей технологии очистки сточных вод (механическая очистка — 77%, биологическая — 16% и физико-химическая — 1%), с другой, в неудовлетворительном состоянии очистных сооружений. Так, в Центральном федеральном округе удовлетворительно работают только 54% очистных сооружений, в Северо-Западном и Юж-

ном округах — 30%, в Приволжском — 35%, в Уральском — 20 %, в Сибирском и Дальневосточном — 10-11%. Положение с качеством водных ресурсов усугубляется отсутствием схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, а следовательно, стихийным, ничем не регламентированным использованием вод.

Заканчивая краткий анализ состояния и использования поверхностных вод России, нельзя не сказать об уменьшении речного стока в результате хозяйственной деятельности. Заметное снижение объемов речного стока имеет место в бассейнах южных рек — Кубани, Дона, Урала, Терека и Сулака. Снижение объема годового стока на этих реках составляет 20-33% по отношению к его естественной норме. На остальных крупных реках России снижение объема стока не превышает 5%. Вместе с тем, если учесть планы развития экономики России на период до 2020 г, а также возможное изменение климата, то к 2030-2050 г снижение объемов речного стока может превысить современное на 30-40%.

Из общих запасов подземных вод, которые являются одним из источников питьевой воды, в 2004 г. — 16,7%, а в 2005 г. — 17,5% не отвечали требованиям санитарных норм.

6.3. Геополитическая роль России

Необходимо решить внутренние проблемы страны, связанные с наведением порядка и разработкой стратегии развития водного хозяйства. Это означает, что стратегия развития водного хозяйства должна быть направлена, прежде всего, на охрану и рациональное использование водных ресурсов и разработку и внедрение новых водосберегающих технологий и производств. Эта стратегия должна включать:

- уточнение федеральных законов «Об охране окружающей среды», «Водный кодекс», «О мелиорации земель», которые не соответствуют современным представлениям и требованиям устойчивого развития;
- разработку новой системы нормативных документов, включающей общие и специальные технические регламенты и стандарты, соответствующие мировому уровню. Это, в первую очередь, общие технические регламенты об экологической и биологической безопасности и специальные технические регламенты по безопасности гидротехнических сооружений, мелиорации земель, мелиорации водосборов и основанные на них стандарты и нормы;
- разработку новой концепции государственной политики использования и охраны водных ресурсов;

- разработку схем комплексного использования и охраны водных ресурсов по бассейнам всех крупных рек;
- разработку и внедрение новых водосберегающих технологий в промышленности, ЖКХ и сельском хозяйстве с целью сокращения удельного водопотребления и водоотведения на единицу производимой продукции;
- улучшение технологии очистки сточных вод, предусматривающей 100% биологическую и физико-химическую очистку и обеззараживание твердого остатка, с целью его использования в сельском хозяйстве;
- реконструкцию существующих и строительство новых сетей и очистных сооружений водоснабжения и канализации;
- решение вопросов вододеления на трансграничных реках.

Для того чтобы справиться со сложившейся ситуацией, на охрану и восстановление водных ресурсов страны необходимо тратить около 35 млрд. руб. в год. Для сравнения, в федеральном бюджете все расходы на охрану окружающей среды и природных ресурсов, составляют немногим более 12 млрд. руб.

Переходя к оценке геополитической роли России в развитии мировой экономики, необходимо сразу же отбросить существующие стереотипы о том, что на мировом рынке вода как сырьё будет продаваться наравне с нефтью. И не только из-за несопоставимости физических объемов потребления воды и нефти, как отмечают некоторые ученые, а совсем по другой причине. Формирование мирового рынка воды для удовлетворения потребностей промышленности и сельского хозяйства — нереально. Это не может быть аналогом нефтяного рынка при всей его кажущейся привлекательности. Экономически оправдать переброску значительных объёмов воды в другие страны невозможно. Существует достаточное количество более дешёвых технологий получения пресной воды путем опреснения морских и других минерализованных вод.

На мировом рынке в ближайшей перспективе особую ценность будет иметь не сама вода, как ресурс, а водоёмкая продукция. Рост цен на водоёмкую продукцию, по мере увеличения дефицита водных ресурсов, неизбежен. Роль воды в жизни человека определяется тем, что вся промышленность и сельское хозяйство построены на «мокрых» технологиях. Так, для производства одной тонны продукции сельского хозяйства необходимо, как минимум, 0,7-1 тыс. м³ воды, для производства одной тонны промышленных товаров требуется от 1 до 5 м³ воды. Эффективность использования водных ресурсов в России в 20 раз ниже, чем в развитых странах (см. таблицу 6.2). Поэтому развитие водоёмких производств в России, основанных на современных водосберегающих технологиях (в условиях мирового дефицита водных ресурсов), может при-

нести стране доход, который будет, по крайней мере, не меньше, чем доход от экспорта нефти.

К наиболее водоёмким отраслям экономики относятся металлургия (черная и цветная), химическая и нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и другие отрасли промышленности. Размещать эти водоёмкие производства целесообразно в северных регионах страны, в Сибири и на Дальнем Востоке, т.е. там, где имеется достаточное количество водных ресурсов.

Очень водоёмкой отраслью является также тепловая энергетика; стандартный блок мощностью 1 млн. кВт потребляет до 1 км³ воды, из которой около 30% — безвозвратно. Увеличение выработки электроэнергии без существенного ущерба водным ресурсам возможно за счет использования гидроэнергетического потенциала страны. Гидроэнергетический потенциал России составляет 852 млрд. кВт (12% от мирового), из которого около 200 млрд. кВт — пока не освоено. Ввод этих мощностей за счёт строительства гидроэлектростанций на реках Сибири и Дальнего Востока может сэкономить более 60 млрд. км³ природного газа ежегодно. Это означает, что экспорт газа в этом случае может быть увеличен примерно на 30%. Кроме того, для экспорта электроэнергии нужны линии электропередач, а не строительство громадных каналов и сооружений, необходимых для переброски воды, с непредсказуемыми экологическими, социальными и политическими последствиями.

Крупным водопотребителем в мире является сельское хозяйство (орошение земель), которое служит основой решения продовольственной проблемы с одной стороны, и основным фактором ухудшения состояния природной среды, с другой. И в том, и в другом качестве сельское хозяйство оказывает огромное влияние на социально-экономические и экологические условия. XX век с полным основанием можно назвать веком химизации и орошения земель. Благодаря этим двум мероприятиям продуктивность сельского хозяйства за последние 100 лет возросла в несколько раз. Мировое потребление минеральных удобрений увеличилось более чем в 10 раз, а площади орошаемых земель с 48 млн.га в 1900 г до 308 млн.га в 2005 г.. В настоящее время отношение к химизации сельского хозяйства изменилось, выяснилось, что химизация наносит большой вред природной среде и человеку. Чрезмерное применение минеральных удобрений и пестицидов способствует деградации почв, загрязнению водных ресурсов и с/х продукции. Сейчас уже хорошо известно, что химизация вызывает нарушение экологического равновесия и порождает новые непредвиденные сложности. В настоящее время в развитых странах применение минеральных удобрений снизилось по сравнению с 1990 г. почти в 2 раза.

В 1960 г. площади орошаемых земель в мире составляли 122 млн.га и на них производилось 50% всей с/х продукции. В 1980 г., при площади орошаемых земель 207 млн.га, объем производимой на них продукции составлял уже 40%. Расширение площадей орошаемых земель в мире к 2030 г до 350 млн.га увеличит производство продукции, но резко осложнит ситуацию с водными ресурсами. Более 20 стран с населением 6,5 млрд. чел. будут испытывать острый дефицит не только водных ресурсов, но и продовольствия. Это связано с тем, что площади пахотных земель в мире снизятся с 0,12 до 0,08 га/чел., а площади орошаемых земель с 0,04 до 0,027 га/чел.

В этих условиях геополитическая роль России, обладающей уникальными запасами водных и земельных ресурсов, резко возрастет. Однако роль эта должна заключаться не столько в торговле водой как природным ресурсом, а скорее в использовании воды для производства продовольствия. Излишки продовольствия, после насыщения отечественного рынка, могут поставяться на мировой рынок. Сегодня на закупку продовольствия за рубежом страна тратит 36 млрд. \$ в год.

Площади орошаемых земель в России составляют 4,5 млн.га. Состояние мелиоративных систем характеризуется как хорошее на 57%, как удовлетворительное — на 23% и как неудовлетворительное — на 20% площадей. 413 сельских населенных пунктов подтоплено. Из общей площади орошаемых земель поливается только около половины. Объем водопотребления орошаемых земель в 2006 г. составил 8 км³, объем коллекторно-дренажных вод — 1,4 км³, величины оросительных норм брутто — 3-4 тыс. м³/га. Эффективность использования водных ресурсов (1,5-2,5 тыс. м³ на тонну с/х продукции) в 2-3 раза ниже, чем в развитых странах. Все это свидетельствует о крайне нерациональном использовании водных и земельных ресурсов и необходимости изменения государственной политики в области сельского хозяйства и мелиорации земель. Сельское хозяйство, включая и орошение, должно выполнять, наряду с производством продовольствия, важную функцию в системе национальных приоритетов — сохранение и улучшение основных компонентов природной среды. Обобщение опыта развитых стран показывает, что в основе развития сельского хозяйства должны лежать идеи и принципы экологического земледелия и природопользования. Целесообразность реализации этих идей в условиях России определяется следующими факторами:

- неудовлетворительным состоянием с/х угодий и необходимостью их улучшения;
- необходимостью обеспечения продовольственной безопасности страны и поставок излишков продовольствия на мировой рынок.

Решить эти проблемы в условиях, когда более 75% площади основных сельскохозяйственных районов страны характеризуются неустойчивой и недостаточной влагообеспеченностью, только за счет улучшения системы земледелия и агролесотехнических мелиораций невозможно. В то же время, увеличение площади пахотных земель свыше 118-120 млн.га и экстенсивное их использование нецелесообразно, поскольку это резко ухудшит экологическую обстановку. К тому же, существующие площади пахотных земель в России почти такие же, как во всей Европе (124 млн.га) и немного меньше, чем в Китае (130 млн.га).

Наиболее приемлемым путем решения проблем эффективного использования водных и земельных ресурсов является широкое развитие орошения земель. Совершенствование системы земледелия и применение агролесотехнических мелиораций позволит увеличить производство с/х продукции примерно в 1,5 раза. Дальнейшее увеличение объема производства с/х продукции возможно за счёт увеличения площадей орошаемых земель до 25-30 млн. га. Для этого необходимо переработать Федеральный закон «О мелиорации земель» и разработать новую концепцию и стратегию развития мелиорации земель в России.

Заключение.

Нефть или вода? И нефть, и вода!

Итак, вода — одно из самых распространенных соединений в природе, играющее исключительно важную роль в происходящих на Земле процессах!

Нефть, в отличие от воды, представляет собой не возобновляемый природный ресурс. Начало XXI века характеризуется резким увеличением спроса на нефть и газ, их потребление с каждым годом растёт.

Природные ресурсы играют важную роль в жизни человечества. Человечество накопилось большой опыт в природопользовании, применении отдельных приёмов природообустройства. В настоящее время возникла необходимость в познании общих закономерностей этих деятельностей, выработке общих принципов, обеспечивающих гармоничное развитие природных систем и человеческого общества, т.е. коэволюцию. Именно широкомасштабность природопользования породила озабоченность общества и необходимость принятия определённых ограничений, как при использовании природных ресурсов, так и при обустройстве природы.

Общий объём воды на Земле составляет, по примерным оценкам, около 1400 млн. км³. При этом две трети этого объёма находится в твёрдом состоянии, хотя эта доля уменьшается по причине глобального потепления. Лишь 2,5% (35 млн. км³) воды является пресной.

Россия обладает уникальным фондом водных объектов, являющихся огромным национальным богатством, рациональное распоряжение которым во многом определяет благосостояние ныне живущих и будущих поколений. На территории России насчитывается более 2,5 миллионов больших и малых рек, свыше 2 миллионов озёр, сотни тысяч болот, тысячи искусственных каналов, водохранилищ, прудов и др.

Запасы водных ресурсов на территории России, большая часть которых сосредоточена в озёрах (26,5 тыс. км³) и подземных водах (28,0 тыс. км³), составляют в целом 88,9 тыс. км³/год. Возобновляемые водные ресурсы, оцениваемые объёмом годового стока рек, на территории России составляют 10% мирового речного стока. Разведанные месторождения подземных вод располагают суммарными эксплуатационными запасами более чем в 30 км³/год (потенциальные эксплуатационные ресурсы подземных вод, относящихся к данной категории, превышают 300 км³/год). Таким образом, суммарные воз-

обновляемые ресурсы пресных вод России оцениваются в размере 10803 км³/год, основной объём которых приходится на долю речного стока (45%).

Несмотря на значительные запасы природных вод, их часто бывает недостаточно по причине неравномерного распределения по территории и во времени. Для того чтобы вода служила обществу, необходимо, в том числе, осуществлять строительство гидроузлов для регулирования стока.

Обычно словосочетание «регулирование стока» подразумевает изменения стока во времени без его пространственного перераспределения. Регулирование речного стока — это вид антропогенного воздействия, заключающийся в направленном изменении естественного гидрологического режима рек с целью его использования для хозяйственных целей или защиты от опасных проявлений водной стихии. Регулирование стока может быть масштабным и локальным. Это зависит от конкретных проектных задач и способов их решения.

Так ли уж необходимо вмешиваться в природу? Действительные причины регулирования речного стока обусловлены необходимостью решения конкретных задач:

- несовпадение водного режима и режима требований к водным ресурсам. Режим водопользования и водный режим рек, как правило, не совпадают. Причем несовпадение имеет место во всех временных интервалах, от суток до многолетия. Поэтому и типы регулирования имеют соответствующие названия — суточное, сезонное, многолетнее;
- недостаточная водообеспеченность отраслей экономики (энергетики, промышленности, сельского хозяйства, коммунально-бытового сектора) на современном уровне развития и в планируемой перспективе. Отбирая воду из источника, нельзя просто изменить гидрологический режим, необходимо после воздействия сохранить санитарно-экологическое состояние «страдающего водного объекта»;
- высокая изменчивость (отклонение от средних значений водности) стока внутри года и в многолетнем разрезе. Данное обстоятельство сильно ограничивает возможности отбора из живого тока, либо просто исключает такие возможности;
- необходимость обводнения пойм рек, подверженных опасности истощения водных ресурсов;
- необходимость защиты территорий от водной эрозии, наводнений, селей.

Территориальное перераспределение стока стоит в числе наиболее часто обсуждаемых в нашей стране водохозяйственных проблем. Этот вопрос является вероятной составляющей стратегии перспективного использования водных ресурсов страны. Дискуссии по проблеме не утихают, ряд методиче-

ских и мировоззренческих моментов приобретает иное звучание, не снижая интереса к самой идее.

Основная причина территориального перераспределения стока заключается в неравномерности распределения природных вод, несоответствии в распределении водных и других природных ресурсов, географии размещения водоёмких отраслей экономики.

Основные водохозяйственные задачи, решаемые в проектах территориального перераспределения стока, — это определение возможного отбора стока в зоне изъятия с учётом сохранения здесь водных и околотоводных экосистем; определение пропускной способности и водного режима тракта перебросок; оптимизация режимов водоподачи в зоне распределения стока.

Растущая роль регулирования стока и его территориального перераспределения сталкивается с серьёзной проблемой стоимости проектов и их влияния на окружающую природную среду, причём в условиях значительной неопределённости прогноза. Одновременно осложняются социально-правовые и политические аспекты проектов регулирования стока и территориального перераспределения больших масс воды между различными природными и административными районами. Всё это требует большой осторожности при выполнении комплексных научных исследований по обоснованию проектов и альтернативных сценариев покрытия дефицита водных ресурсов помимо перебросок стока.

В настоящее время в мире проектируется, строится и работает большое количество систем перебросок стока. Их суммарный объём в мире составляет около 400 км³/год, в том числе в Канаде 140 км³/год, в Российской Федерации 80 км³/год, в Индии 50 км³/год, в США 30 км³/год. В сочетании с регулированием стока они обеспечивают большие регионы, параллельно решая проблемы энергетики, транспорта, орошения, рекреации, занятости населения.

Проблема водных ресурсов в настоящее время чаще обсуждается, как ни странно, не в научных, а в политических, дипломатических кругах и в ООН. И, как часто бывает в подобных случаях, вокруг этой проблемы возникает много ненужной шумихи и разного рода спекуляций.

Утверждается, что для нынешнего столетия будет характерна торговля пресной водой на мировом рынке в объёмах, сопоставимых с объёмом продаж нефти. Это не соответствует логике, уже потому, что объёмы водопотребления на 2-3 порядка выше, чем потребление нефти. Такое положение сложилось в результате того, что при обсуждении проблемы рассматриваются только доступные ресурсы пресных вод, запасы которых действительно очень ограничены.

Речной сток крайне неравномерно распределен по отдельным регионам мира, что дает повод для различных суждений о возможности и целесообразности перераспределения стока и торговли водой так же, как нефтью. Такой подход к решению проблемы водных ресурсов является тупиковым и неизбежно приведёт к возникновению серьезных конфликтных ситуаций между странами.

При решении проблемы водных ресурсов нельзя ограничиваться рассмотрением только запасов пресных вод, следует посмотреть на проблему с другой, нетрадиционной точки зрения. Общие запасы воды на земле практически не ограничены. Достаточно сказать, что водой покрыто более 75% суши, а запасы её оцениваются в 1386 млн. км³, из которых 1351 млн. км³ (97,5 %) сосредоточено в морях и океанах.

Конечно, можно говорить, что морские воды невозможно использовать без опреснения, но ведь и большинство пресных речных и подземных вод в настоящее время настолько загрязнено, что их также невозможно использовать без очистки, особенно для питьевых нужд.

Такая постановка проблемы коренным образом меняет ситуацию с водными ресурсами, поскольку пресные воды и неравномерность их распределения уже не будут играть главной роли в водообеспечении большинства стран. Конечно, опреснение потребует большого количества энергии, но в аридных регионах, для которых характерен острый дефицит водных ресурсов, имеется огромное количество солнечной энергии для опреснения морских и других минерализованных вод.

Кроме того, сегодня существуют экзотические проекты использования антарктических запасов пресных вод путем превращения айсбергов в ледяную крошку и транспортировки её грузовыми судами. Полученная таким способом чистая пресная вода может стоить 30 \$ за м³, т.е. почти в 100 раз дороже опреснения морской воды. Или, например, идея переброски части стока реки Оби в бассейн Аральского моря, которая обойдется в 35 млрд. \$ и потребует более 10 млрд. кВт·ч электроэнергии в год для подачи примерно 20-22 км³ воды (с учетом потерь).

Существуют и иные подходы к решению проблемы дефицита водных ресурсов. Многие ученые считают, что нет проблемы дефицита воды, а есть проблема её крайне нерационального использования. Объём государственных дотаций в мире, направляемых на поддержание приемлемых цен на воду (примерно 33 млрд. \$ в год) достаточно велик и, если бы эти деньги тратились на повышение эффективности использования воды, то значительная часть проблем была бы уже решена.

Водное хозяйство страны как ресурсообеспечивающая отрасль, должно стать основой для инновационного пути развития экономики. Это означает, что стратегия развития водного хозяйства должна быть направлена, прежде

всего, на охрану и рациональное использование водных ресурсов, разработку и внедрение новых водосберегающих технологий и производств.

В нашей стране стратегическим документом государственной водной политики является Национальная программа «Развитие водохозяйственного комплекса России», а также «Водная стратегия России до 2020 года», проект которой в июне 2009 года будет обсуждаться в Правительстве.

В обобщенном виде задачи водного хозяйства сводятся к созданию устойчивого водопользования и приемлемой экологической обстановки в водных бассейнах. Непременным условием такого благополучия является обеспечение безопасного состояния и эксплуатации гидротехнических сооружений, а также защита населения и объектов экономики от негативного действия вод. Программные мероприятия должны быть направлены на ликвидацию многолетней ведомственной и территориальной разобщенности в сфере водопользования.

От состояния и темпов развития водного хозяйства зависит функционирование практически всех отраслей экономики и социальной сферы. Надёжность и качество водоснабжения, экологическая и продовольственная безопасность, уровень жизни людей, — вот далеко не полный перечень показателей, на которые в той или иной мере влияют производственные характеристики этого сектора.

Без государственного регулирования невозможно преодолеть негативные процессы, вызванные нарушением взаимосвязей в системе «человек — природа» в результате непродуманной хозяйственной деятельности и связанные с возникновением экстерналий.

По расчетам западных ученых, в развитых странах экологический ущерб от загрязнения окружающей среды достигает 3...5% ВВП, а по оценкам Института проблем рынка РАН, в России эта величина составляет 10...15% ВВП. При этом целевые затраты на охрану окружающей среды в нашей стране несоизмеримо меньше и составляют 0,2...0,4%. Это соотношение указывает на то, что в стране ещё не осознана реальность тех потерь, которые вызваны экологическими нарушениями и выражаются в объемах недополученной продукции и неизбежных затратах на компенсацию последствий экологических нарушений.

Отсутствие надежного научно-обоснованного подхода к определению экономической оценки водных ресурсов не позволяет установить реальные цены на использование водных объектов, отражающие общественно необходимые затраты на воспроизводство водных ресурсов.

Низкий уровень финансирования природоохранных мероприятий приводит к росту антропогенной нагрузки на природную среду. А ведь известно, что ликвидация экологических последствий обходится минимум в 10 раз дороже, чем комплекс мероприятий по их предупреждению.

Все это свидетельствует о том, что бороться нужно не с последствиями чего-либо, а с причинами их возникновения. Экологически несбалансированная

инвестиционная политика государства, ведущая к росту диспропорций между природоэксплуатирующими и перерабатывающими, обрабатывающими и инфраструктурными отраслями экономики, не способна в скором будущем обеспечить необходимый уровень финансирования природоохранных мероприятий.

Одним из основных недостатков сложившейся системы финансирования водного хозяйства является то, что оно почти полностью осуществляется за счёт бюджетных средств. В связи с этим возникает необходимость в разработке современных механизмов привлечения внебюджетных источников финансирования, а также в повышении эффективности использования бюджетных средств на проведение водохозяйственных и водоохранных мероприятий и внедрение ресурсосберегающих технологий.

Необходимо сразу же отбросить существующие стереотипы о том, что на мировом рынке вода как сырьё будет продаваться наравне с нефтью. И не только из-за несопоставимости физических объёмов потребления воды и нефти, как отмечают некоторые ученые, а совсем по другой причине.

Формирование мирового рынка воды для удовлетворения потребностей промышленности и сельского хозяйства в современном мире практически нереально. Это не может быть аналогом нефтяного рынка при всей его кажущейся привлекательности.

В настоящее время Россия стоит на распутье. Одна дорога ведет к сохранению сырьевого пути развития экономики, т.е. к сохранению существующего экстенсивного и истощительного использования и продажи уникальных природных ресурсов страны и к окончательной потере продовольственной, экологической и, в конечном счете, национальной безопасности страны. По мнению аналитиков, Россия уже стоит на грани системного кризиса, и сохранение сырьевого пути развития только усугубит положение. Таким образом, речь идет не о получении доходов от продажи воды, а о сохранении национальной безопасности российского государства.

Другой путь, предусматривающий инновационный вариант развития экономики, может предотвратить развитие кризисной ситуации, и не только сохранить и упрочить продовольственную, экологическую и национальную безопасность страны, но и обеспечить экологически чистой продукцией и энергией другие страны. Иными словами, перед страной стоит выбор — продавать воду как стратегическое сырьё, или как готовый товар, произведенный на основе водоёмких технологий и производств.

Именно этот путь и избран Россией в качестве основного, что зафиксировано в концепции социально-экономического развития страны на период до 2020 года.

Список использованной литературы

- Абасов М.Т., Оруджалиев Ф.Г. Газогидродинамика и разработка газоконденсатных месторождений. — М: Недра, 1928. — 264 с.
- Аверьянов С. Ф. Фильтрация из каналов и её влияние на режим грунтовых вод. — М. "Колос", 1982, 235с.
- Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. — М. "Колос", 1978, 288с.
- Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. — М, Росинформагротех, 2005.
- Айдаров И.П. Комплексное обустройство земель. — М, 2007.
- Айдаров И.П. Проблемы мелиорации и водопользования. Природообустройство, № 2, 2008.
- Айдаров И.П. Устойчивое развитие сельского хозяйства России. План действий. — М, 2009.
- Айдаров И.П., Корольков А.И., Хачатурян В.Х. Моделирование почвенно-мелиоративных процессов. — М, МГУ, Биологические науки, № 9 1987.
- Алекс Д., Басс Д., Уайтинг Р. Физика нефтяного пласта. Перевод с англ. — М.: Гостол-техиздат, 1962. — 572 с.
- Алексеев Н.А. Стихийные явления в природе: проявление, эффективность защиты. — М.: Мысль, 1988.-256 с.
- Алексеевский Н.И., Гниломедов Е.В. К определению оптимальных параметров русловых карьеров // Гидротехническое строительство. — 1994. -№ 11. — с.21-24.
- Алексеевский Н.И., Чалов Р.С. Движение наносов и русловые процессы. — М.: Издательство МГУ, 1997. — 170 с.
- Асарин А.Е. Новое в водохозяйственном проектировании и современные требования к охране окружающей среды // Теория и методы управления ресурсами суши. — М.: Наука, 1982.
- Асарин А.Е. Современные проблемы и перспективы развития гидроэнергетики России // Стратегические проблемы водопользования России: сборник научных трудов. — М.: Новочеркасск, НОК, 2008. С.133-138.
- Бабкин В.И. Водные ресурсы Российской Федерации в XX в. //Водные ресурсы, 2004, т. 31, № 4.-с.395-400
- Бабуринов В.Л. Малые реки — каркас цивилизации // Малые реки России / ИГ РАН. — М.: -с.19-27.

Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Экологическая безопасность, устойчивое развитие природоохранные проблемы. — М.: МГФ, Знание, 1999. 704 с.

Бочеввер Ф.М. Об оценке интенсивности фильтрации из бассейнов в системах искусственного пополнения подземных вод. М. Тр. ВОДГЕО, вып. 63, 1977, с.3.

Бочеввер Ф.М. Расчеты эксплуатационных запасов подземных вод. — М.: "Недра", 1968, 325 с.

Бочеввер Ф.М., Лапшин Н.Н., Орадовская А.Е. Защита подземных вод от загрязнения — М.: "Недра", 1979, 254 с.

Бочеввер Ф.М., Орадовская А.Е. Гидрогеологическое обоснование защиты подземных вод и водозаборов от загрязнений. — М.: "Недра", 1972, 129 с.

Бурчак Т.В. Определение отдачи инфильтрационных бассейнов. УкрНИИТИ, Киев, 1970, 80 с.

Васильев С.В., Жабин В.Ф. Солевой режим в придонном слое естественного водоема в аридной зоне. Сб. "Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и почвоведения." — М.: ВНИИГиМ, 1996, с.48.

Васильев С.В., Жабин В.Ф., Пантелеев И.Я. Прогноз загрязнения водоисточников в зоне влияния сельхозмелиорации. Сб. "Прогноз изменения гидрогеологических условий застраиваемых территорий. — М.: ПНИИИС, 1980, с.19.

Веригин Н.Н., С.В. Васильев, Н.П. Куранов, В.С. Саркисян, Д.Ф. Шульгин. Методы прогноза солевого режима грунтов и грунтовых вод. — М.: "Колос", 1979, 336 с.

Вечный двигатель. Волжско-Камский гидроэнергетический каскад: вчера, сегодня, завтра / под общ.ред. Р.М.Хазиахметова. Авт.-сост. С.Г.Мельник. — М.: Фонд «Юбилейная летопись», 2007. — 352 с.

Вода России. Водно-ресурсный потенциал // Под науч. Ред. А.М. Черняева; ФГУП РосНИИВХ. — Екатеринбург: Изд. «АКВА ПРЕСС», 2000. 420 с.

Вода России. Водохозяйственное управление / под науч. ред. А.М.Черняева; ФГУП РосНИИВХ. — Екатеринбург: Издательство «АКВА-ПРЕСС», 2000. — 428 с.

Вода России. Малые реки / под науч. ред. А.М.Черняева; ФГУП РосНИИВХ. — Екатеринбург: Издательство «АКВА-ПРЕСС», 2001. — 536 с.

Вода России. речные бассейны / под науч.ред.А.М.Черняева; ФГУП РосНИИВХ. — Екатеринбург: Издательство «АКВА-ПРЕСС», 2000. — 536 с.

Вода России. Социально-экологические водные проблемы / под науч. ред. А.М.Черняева; ФГУП РосНИИВХ. — Екатеринбург: Издательство «АКВА-ПРЕСС», 2000. — 364 с.

Водный кодекс Российской Федерации. Постатейный комментарий А.В.Шевчука, В.В.Петрунина, М.В.Селиверстовой. — М.: Агентство "Библиотечка "Российской газеты", 2006. — 200 с. — (Кодексы Российской Федерации: Приложение к Российской газете; вып. VII).

Водогречий В.Е. Антропогенные изменения стока малых рек. — Л.: Гидрометеиздат, 1990. — 176 с.

Воропаев Г.В., Исмайылов Г.Х., Федоров В.М. Проблемы управления водными ресурсами Арало-Каспийского региона. — М.: Наука, 2003. 427 с.

Гавич И. К.(ред.) Техногенные процессы в подземных водах. — М. "Научный мир", 2003, 248с.

Глобальная экологическая перспектива. — М.: Интер Диалект, 2002.

Государственный водный кадастр. Обобщенные данные использования воды за 2006 г. — М.: ОАО Водниинформпроект, 2007.

Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2007 году». — М.: НИА-Природа, 2008. — 408 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2004 году». — М.: АНО «Центр международных проектов», 2005. 494 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2007 году». — М.: АНО «Центр международных проектов», 2008 — , 504 с.

Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1996 году» // Зеленый мир. 1997. №№ 24-29.

Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1998 году» // М.: Гос. центр экол. программ, 1999. 573 с.

Государственный доклад, Исмайылов Г.Х. Федоров В.М. Анализ многолетних колебаний годового стока Волги // Водные ресурсы. 2001. Том 28. №5. С.517-525.

Грей Д. Добыча нефти. — М.: Олимп-Бизнес, 2004. — 410 с.

Григорьев В.М. Зарубежный опыт искусственного пополнения запасов подземных вод. — М.: Тр. ВОДГЕО, вып.9,1964, 43с. под ред. В.М. Гольдберга . М. 1986, 137с.

Данилов-Данильян В.И. Вода — стратегический фактор развития экономики России // Вестник РАН. т. 77, № 2, 2007.

Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы — стратегический фактор долгосрочного развития экономики России. — М, 2008.

Демин А.П. Водоемкость сельского хозяйства России // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2007. №6. С.15-24.

Дмитриевский А.Н. (ред.). Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности / Сб. статей. — М: Наука, 2000. — 400 с.

Добыча нефти // Нефтяное хозяйство, № 11, 2008. — с. 142.

Долгонос Б.М. Барьерная роль водопроводных станций в условиях повышенного загрязнения водоисточников // Экологический вестник России. — 2008. — № 3. с.30-38.

Дубинина В.Г., Коронкевич Н.И., Зайцева И.С., Медведева Г.П. Подходы к экологическому нормированию изъятия речного стока // Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия. — М.: Наука, 2003. С.335-340.

Журба М.Г. Очистка и кондиционирование природных вод: состояние, проблемы и перспективы развития // Водоснабжение и санитарная техника, № 6, 1997.

Искусственное восполнение запасов подземных вод. Материалы научного семинара (Москва, 16-17 ноября 1972г.). Минск, "Наука и техника", 1973, 164с.

Итоги работы морского и внутреннего водного транспорта России за 2006 год, задачи на 2007 год и среднесрочную перспективу / Федеральное агентство морского и речного транспорта. — М., 2007. // www.korabel.ru

Кнунянц И.Л. (ред.). Химическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1988.

Ковалевский В.С. Комбинированное использование ресурсов поверхностных и подземных вод. М.: "Научный мир", 2001, 332с.

Козлов Д.В., Раткович Л.Д. Использование и состояние водных ресурсов в условиях современного развития водохозяйственного комплекса Российской Федерации // Деловая слава России, вып. 1(6), 2008. С. 20-26.

Козлов Л.Н. Международный морской канал «Евразия» // Деловая слава России», вып. 4-5, 2007. С. 16-18.

Комаров И.К. и др. Приватизация водных услуг: благо или бедствие? // Обозреватель-Observer, № 9 и № 10, 2008.

Коммунар Г.М., Боголюбов К.С. Некоторые особенности расчета инфильтрационных бассейнов в условиях кольматации и заиления. М., Тр. "ВОДГЕО", вып. 63, 1977. с.10.

Коронкевич Н.И. Структурные изменения в водном балансе Русской равнины // Водные ресурсы. — 1996. — т.23, -№ 2.

Косариков А. Водным ресурсам без хозяина нельзя. М, РФ сегодня, № 7, 2004.

Костюшев С. Реализация потенциалов российских водных ресурсов. Центр стратегических разработок «Северо-Запад», М, Российское экспертное обозрение, 2008.

Крайнов С.Р., Закутин В.П., Соломин Г.А.. Соединения азота в подземных водах хозяйственно-питьевого назначения. Обзор. М. ВИЭМС, 1989, 68с.

Лапшенков В.С. Без малых рек нет рек больших. — Ростов: Ростовское книжное изд-во, 1984. — 128 с.

Лапшенков В.С., Отверченко Н.К., Мордвинцев М.М. Мелиорация малых и средних рек. — Новочеркасск, 1994.

Лемешев М.Я. Реанимация преступного «проекта века» // Русский дом, № 2, 2003. С. 34-36.

Литвиненко В.С. Искусственное пополнение запасов подземных вод для сельскохозяйственного использования. Обзорная информация ВНИИТЭ-ИСХ. — М., 1977, 50с.

Лялько В.И., Бут Ю.С. Филиппов Ю.Ф., Шнейдерман Г.А. Моделирование гидрогеологических условий охраны подземных вод. Киев, "Наук. Думка", 1980, 192с.

Манукьян Д.А., Жабин В.Ф. Гидрогеоэкологические проблемы в задачах природообустройства. — М.: МГУП, 2006, 193 с.

Маслов Б.С. Там, «за поворотом»... — М.: РАСХН, 2003.-44 с.

Маслов Б.С., Нестеров Е.А. Вопросы орошения и осушения в США. — М: Колос, 1967. — 320 с.

Материалы Международной научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов». Часть I — М.: МГУП, 2008. С. 373-375.

Мелиорация и водное хозяйство. т.5. Водное хозяйство: Справочник. / Под ред. И.И. Бородавченко. — М.: Агропромиздат, 1988. — 400 с.

Методика расчета водохозяйственных балансов водных объектов (утв. приказом МПР РФ от 30 ноября 2007 г. N 314) // <http://www.garant.ru/prime/20080123/2063817.htm>

Министерство сельского хозяйства // http://www.mcx.ru/index.html?he_id=664&news_id=4436

Мирзаджанзаде А.Х. (ред.). Технология и техника добычи нефти. — М.: Недра, 1986. — 384 с.

Мироненко В.А., Шестаков В.М. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. М. "Недра", 1978, 325с.

Михеев Н.Н., Маслов Б.Б. История становления водохозяйственной отрасли в России // Природные ресурсы России: управление, экономика, финансы. Спец. выпуск, 2003. с. 17-22.

Орадовская А.Е., Моложаева Е. И.. Миграция микробных загрязнений в подземных водах. М. Труды ВОДГЕО, вып.63, 1977, с.70.

Орадовская А.Е., Перлина А.М., Гольдин М.И. Некоторые вопросы оценки защитного действия систем искусственного пополнения подземных вод. — М. Труды ВОДГЕО вып. 63, 1977, с.77.

Основные показатели транспортной деятельности в России — 2008 http://www.gks.ru/bgd/regl/B08_55/Main.htm

От голландского капитана до российского министра. Франц Павлович де Воллан (к 250-летию со дня рождения) — СПб.: Европейский дом, 2003. — 368 с.

Охрана окружающей среды в России. 2008: Стат. сб./ Росстат. М., 2008. — 253 с.

Пантелеева Т.И. Современные критерии оценки качественного изменения подземных вод. Сб. “Прогноз изменения гидрогеологических условий застраиваемых территорий”. — М., 1980., 165с.

Парфенова Н.И. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. М. ВНИИГиМ, 1992, 51с.

Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Экологические принципы гидрогеохимического режима орошаемых земель. С.-Петербург. “Гидрометеоздат”, 1995, 357с.

Первов А.Г., Дудкин Е.В., Мотовилова Н.Б., Андрианов А.П. Ультрафильтрация — технология будущего // Водоснабжение и санитарная техника, № 9, 2001.

Перехрест В.С. Проблемы развития водохозяйственных систем малых рек // Современное состояние малых рек СССР и пути их использования, сохранения и восстановления. — Л.: Гидрометеоздат, 1991. — Вып. 2. с-5-10.

Полад-заде П.А. Вода животворящая. Записки профессионала. — М.: ЧеРо, 2006. — 228 с.

Промышленность России. 2005: Стат.сб./ Росстат. — М., 2006. — 460 с.

Прохоров А.М. (ред.). Физическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1988.

Развитие транспортного комплекса в Российской Федерации в 2007 году // Статистический бюллетень. 2008. № 11 (151).

Раткович Д.Я. Актуальные проблемы водообеспечения. М, Наука, 2003.

Рахманин ЮА Качество и безопасность воды различных видов водопользования // Экологический вестник России.-2008. -№ 3. с.24-28.

Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. 1990-2006 гг.

Рожков А.Н. Проблемы сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения в России // Мелиорация и водное хозяйство. 2005. №5. с. 65-67.

Российская гидроэнергетика // <http://www.rushydro.ru>

Российский статистический ежегодник. 2007: Стат.сб./Росстат. — М., 2007. — 825 с.

Россия в окружающем мире. Аналитический ежегодник. М, МНЭПУ, 2003.

Румянцев И.С. «Страницы истории российской гидротехники». Учебное пособие — М.: МГУП, 1999. — 211 с.

Рябцев М.П. Влияние оросительных мелиораций на гидрохимический режим эксплуатируемых подземных вод и особенности их охраны (на примере Каховского массива орошения). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Киев, УкрНИИГиМ, 1985, 19с.

Савельева Р.В. Исследование солевого режима почво-грунтов под влиянием промывок на фоне вертикального дренажа. Сб. "Научные труды ВАСХ-НИЛ", — М.: "Колос", 1971, 245с.

Середа Н.Г., Муравьев В.М. Основы нефтяного и газового дела. — М.: Недра, 1980. — 288 с.

Сквалецкий М.Е. Исследование миграции тяжелых металлов в лессовых грунтах с целью защиты подземных вод от загрязнения (в районах складирования промышленных отходов). Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. М. ПНИИИС, 1993, 20с.

Стратегии развития аквакультуры России на период до 2020 года. — М.: Росинформагротех, 2007. — 34 с.

Стратегия развития водохозяйственного комплекса России на долгосрочную перспективу (20,30, 50 лет)/ МПР РФ. М., 2006. — 55 с.

Строители России, XX век. Электроэнергетика. — М.: ООО «Издательство Мастер», 2003. — 1164 с.

Транспорт в России. 2002: Стат. сб./ Госкомстат России. М., 2002. — 93 с.

Транспорт в России. 2007: Стат. сб./ Росстат. М., 2007. — 198 с.

Трю Т., Флавин К., Савин Д. Как изменить нефтяную экономику. New York, 2005.

Тушкин А.А. (ред.). Теория и методы управления водными ресурсами суши. Часть II // М.:ОНКГиМ, 1988.

Федеральная целевая программа «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национальное достояние России на 2006-2010 годы и на период до 2012 года». // <http://www.mcх.ru>

Черняев А.М., Н.Б.Прохорова. Водные ресурсы, их использование и охрана. — Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ, 2002. — 300 с.

Шестаков В.М. Теоретические основы оценки подпора, водопонижения и дренажа. М. МГУ, 1965, 233с.

Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Л, Гидрометеиздат, 1989.

Штеренлихт Д.В., Беломорско-Балтийский канал им.Сталина. История строительства под ред. М.Горького, Л.Авербаха, С.Фирина. — М.: Изд-во ОГИЗ, 1934. — 616 .

Щелкачев В.Н. Избранные труды. Том 2. — М.: Недра, 1990. — 614 с.

Щуров В.И. Технология и техника добычи нефти. — М.: Недра, 1983. — 502 с.

Экологический энциклопедический словарь. — М.: Ноосфера, 2002.

Яковлев С.В., Губий И.Г., Павлинова И.И. Комплексное использование водных ресурсов: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2008. — 383 с.

Brack D., Hayman G. Intergovernmental Actions on Illegal Jogging, 2001.

Gleick P.H. Global freshwater resources: soft — path solution for the 21-th century. Science, 2003.

Landsberg H.H., Fischman L.L., Figher J.E. Resources in America's future. Patterns of requirements and availabilities, 1960-2000. Baltimore, 1963.

Liberalization of Trade in Services and Human Rights / Report of the High Commissioner, 25 June, 2002.

Marino M.A. Дисперсия потока в адсорбирующей пористой среде. Реф. Т.А. Плугина, ЭИ ВИЭМС Гидрогеол. и инж. геол. №2, М.1979, с.16-20.

Morel E.H., Birtles A.B. Оптимизация водоотбора подземных вод из прибрежного водоносного горизонта. Реф. Т.Г. Овчаренко, ЭИ ВИЭМС, вып.11-12. М. 1983, 15с.

National Report: Privatisation of Water Services in the United States. An Assessment of Issues and Experience, 2002.

Nyer E.K. Groundwater treatment technology. New York, VAN NOSTRAND REINHOLD, 1985, 188p.

Schalecamp M. Использование компьютеров при управлении комплексом Хардхоф, предназначенным для пополнения запасов подземных вод. Реф. А. Николаев. ЭИ Минводхоза СССР, сер.7, вып.11, М. 1987, с.18.

UNRISD, N, Prasad. Privatisation Results: Private sector participation in water services after 15 years, 2006.

Van Der Veer P. Аналитическое решение для одновременной фильтрации пресных и соленых вод в водоносных горизонтах морских побережий. Реф. В.Л. Злобина, ЭИ ВИЭМС №9, М.1978, 51с.

Weiranch W. Энергетические сценарии до 2050 г. // Нефтегазовые технологии, № 12, 2008. с. 70.

Zilliox L., Chabani Rabbani H., Muntzer P. Примеры изучения гидродинамики пористых сред при исследовании загрязнения подземных вод. Реф. Лапицкий С.А., ЭИ ВИЭМС №9, М., 1978, с12.

Содержание

Глава 1. Природные ресурсы: вода и нефть, их свойства и распространение.....	3
1.1. Вода — стихия и ресурс	3
1.2. Вода и её свойства.....	6
1.3. Нефть и её свойства	8
1.4. Месторождения и добыча нефти.....	11
1.5. Водные ресурсы: некоторые вопросы развития и управления	17
 Глава 2. Природные ресурсы, их уникальность	26
2.1. Природные ресурсы, критерии и принципы использования природных ресурсов	26
2.2. Классификация природных ресурсов.....	30
2.3. Нефть как природный ресурс.....	31
2.4. Водные ресурсы	35
2.4. Агроклиматические ресурсы	41
2.6. Комплексное управление природопользованием.....	44
2.7. Общие принципы рационального природопользования и природообустройства	53
2.7.1. Природопользование и природообустройство как отношения человека и природы.....	53
2.7.2. Объекты природопользования и природообустройства	59
2.7.3. Принципы рационального природопользования и природообустройства.....	70
 Глава 3. Водные ресурсы и их использование	79
3.1. Объём и режим поверхностных и подземных вод.....	79
3.2. Распределение водных ресурсов по территории страны	102
3.3. Водохозяйственный комплекс России.....	114
3.4. Водохозяйственный баланс.....	146
3.5. Исторические этапы развития водного хозяйства России	163

Глава 4. Водохозяйственные проблемы России	206
4.1. Основные проблемы и направления развития водохозяйственного комплекса России.....	206
4.2. Региональные водохозяйственные проблемы	215
4.3. Улучшение качества водных ресурсов — приоритетная задача и важнейшая проблема современного водного хозяйства.....	292
4.4. Государственная водная политика	311
Глава 5. Управление водными ресурсами	317
5.1 Правовое регулирование водохозяйственной деятельности.....	317
5.2. Инженерно-технические методы управления водными ресурсами и водными объектами	324
5.2.1. Комплексные мероприятия по управлению водными ресурсами и водными объектами	324
5.2.2. Регулирование и территориальное перераспределение стока	345
5.2.3. Гидрогеологические особенности совместного использования поверхностных и подземных вод.	365
5.3. Экономический механизм водопользования и охраны водных объектов.....	378
Глава 6. Роль водных и сырьевых ресурсов России в развитии мировой экономики	428
6.1. Нефть.....	428
6.2. Вода	430
6.3. Геополитическая роль России.....	435
Заключение. Нефть или вода? И нефть, и вода!.....	440
Список использованной литературы.....	446

Научное издание

Козлов Дмитрий Вячеславович
Маслов Борис Степанович
Голованов Александр Иванович
Краснощеков Валентин Николаевич
Шабанов Виталий Владимирович
Раткович Лев Данилович
Маркин Вячеслав Николаевич
Айдаров Иван Петрович
Демин Александр Павлович
Исмайылов Габил Худуш Оглы
Жабин Виктор Федорович
Гольшев Александр Иванович
Румянцев Игорь Семенович
Штеренлихт Давид Вениаминович

ВОДА или НЕФТЬ?
Создание Единой Водохозяйственной Системы

Технический редактор Н.В. Тимошенко

Лицензия № 065043 от 6 марта 1997 г.
Подписано в печать 02.12.2008 г. Формат бумаги 60х84/16. Бумага офсетная.
Печ.л. 28,5 Уч.-изд. 30,9. Тираж 3000/700 Заказ 113. Цена договорная

МППА БИМПА,
127051, г. Москва, ул. Петровка 26, стр. 3