К.В. Долгополов
Е.Ф. Федорова

ВОДА – НАЦИОНАЛЬНОЕ ДОСТОЯНИЕ



Академия наук СССР
Институт географии

К. В. Долгополов
Е. Ф. Федорова

ВОДА — НАЦИОНАЛЬНОЕ ДОСТОЯНИЕ

(Географические проблемы использования водных ресурсов)

Личная библиотека
№ _____
Асанова Г. Р.



Издательство
«Мысль»
Москва 1973

Главная редакция
географической
литературы

Ответственный редактор —
доктор
географических наук
А. А. МИНЦ

Д 0296-0159 / 004 (01)-73 143-73

© Издательство «Мысль», 1973 г.

ВВЕДЕНИЕ

Первая половина XX в. является периодом невиданного ранее политического, социального и экономического переустройства человеческого общества. На наших глазах совершается величайшая научно-техническая революция, которая ведет к коренным изменениям не только в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве, на транспорте, но и в окружающей среде. Изменения затрагивают земную атмосферу и биосферу. Они особенно глубоки в таком важнейшем и ничем не заменимом компоненте природы, как вода.

В результате бурного роста населения земного шара требуется все больше продуктов питания и, следовательно, повышение урожайности, что связано с широким проведением мелиораций; рост техники, и в первую очередь энергетики, от которой зависит развитие всех отраслей народного хозяйства, определяет быстрое возрастание роли водных ресурсов как на всей планете, так и в каждой отдельной стране. Учет водных ресурсов, их использование и сохранение становятся фактором, влияющим на размещение производительных сил и экономическое развитие стран и целых континентов.

Многие регионы и страны уже сейчас испытывают водный голод. В США дефицит водных ресурсов по стране в целом ожидается уже к 1980 г., немногим лучше обстоит дело и в некоторых других странах.

Степень остроты проблемы и, что еще важнее, возможность ее кардинального

решения в первую очередь определяются социально-экономическими факторами — характером общественного строя. Многие черты современного «экологического кризиса» в развитых капиталистических странах, растущее загрязнение их воздушной среды и вод — это прямое следствие хищнического, расточительного подхода к использованию ресурсов Земли, являющегося результатом погони монополий за сверхприбылями. Сохранение частной собственности на средства производства и решающей роли всесильных империалистических монополий в хозяйстве служит препятствием для рационального решения проблем защиты окружающей среды в капиталистических странах, определяет неизбежную ограниченность отдельных разрозненных технических, экономических или юридических мер.

Иное дело — в странах социализма. Здесь общественная собственность на природные богатства и средства производства, отсутствие антагонистических классовых интересов, плановое развитие народного хозяйства создают все необходимые предпосылки для успешного решения встающих проблем рационального использования и охраны природной среды. Несмотря на различные возможности по защите окружающей среды, и в первую очередь водных ресурсов, в условиях капиталистической и социалистической форм хозяйства, важность проблемы такова, что потребовала уже сейчас межгосударственных соглашений. По этому вопросу постоянно ведется совместная работа странами, входящими в СЭВ, и с некоторыми капиталистическими странами — США, Финляндией, Швецией, Францией, Канадой и др. Так, 28 мая 1972 г. в Москве было подписано соглашение между СССР и США по охране и улучшению окружающей человека среды.

В решениях XXIV съезда Коммунистической партии Советского Союза перед партией и народом поставлена историческая задача — соединить достижения научно-технической революции с преимуществами социалистического строя. XXIV съезд КПСС принял важные принципиальные положения, касающиеся использования и охраны природных ресурсов, включая и такой их важнейший вид, как вода.

Советская власть, Коммунистическая партия с самого начала существования нашего государства признали

важнейшее народнохозяйственное значение водных ресурсов страны (как и всего богатства природы). Увеличение промышленного и сельскохозяйственного потенциала, обводнение огромных засушливых районов и превращение больших массивов, пустынь и полупустынь в плодородные поля, создание новых водных транспортных магистралей, обеспечение населения водой хорошего качества — таковы формы использования водных ресурсов в ходе строительства коммунистического общества, а это говорит об огромном значении состояния наших вод, их количества и качества.

В дореволюционной России были эпизодические попытки наладить изучение водных ресурсов силами отдельных заинтересованных ведомств. В 1901 г. этот вопрос был впервые поставлен в связи с возникшей перспективой использования энергии воды для создания гидроэлектростанций. Созданные в 1908 г. по инициативе Русского технического общества комиссии по изучению природных богатств страны, в том числе ее водных ресурсов, привлекли к этой работе наиболее заинтересованные ведомства, прежде всего министерство путей сообщения и министерство земледелия. Однако эти работы не получили существенного развития.

В нашей стране впервые в истории человечества Декретом о земле от 26 октября (8 ноября) 1917 г. земля, вода и недра были национализированы и стали общенародным достоянием, находящимся в исключительной собственности государства.

В. И. Ленин в докладе на VIII Всероссийском съезде Советов (1920 г.) определил разрабатываемый план ГОЭЛРО как вторую программу партии, как план «работ по воссозданию всего народного хозяйства и доведению его до современной техники. Без плана электрификации, — говорил Ленин, — мы перейти к действительному строительству не можем» [1].

Большую роль в этом играли водные ресурсы, прежде всего как источник дешевой энергии. Учитывая, что наша страна занимает первое место в мире по запасам гидроэнергии, план ГОЭЛРО предусматривал ее использование для создания энергетической базы страны: из 30 запланированных крупных районных электростанций тре-

[1] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 42, стр. 157.

тья часть (или около 37% по мощности) приходилась на гидростанции.

В. И. Ленин придавал исключительное значение орошению, считая его одним из важнейших факторов подъема и процветания народного хозяйства республик Средней Азии и Закавказья, ликвидации экономической отсталости бывших окраин, перехода их к социализму. Это особенно ярко выразилось в его письме «Товарищам коммунистам Азербайджана, Грузии, Армении, Дагестана, Горской республики»[1]. 17 мая 1918 г. В. И. Ленин подписал декрет Совнаркома «Об организации оросительных работ в Туркестане», на основе декрета был разработан проект орошения Голодной степи Туркестана как будущей хлопковой базы страны. Было принято постановление, учитывающее разработку необходимых мероприятий по рациональному использованию и охране от истощения и загрязнения артезианских вод и др. Все это положило начало планомерным и широким работам по ирригационному строительству и орошению земель в нашей стране.

Большое внимание было уделено советскими органами и вопросам качественного состояния водных ресурсов. Так, существовавший до 1919 г. Временный комитет по охране водоемов 20 февраля 1919 г. Высшим Советом Народного Хозяйства был преобразован в Центральный комитет водоохранения, учрежденный в целях охраны водоемов от загрязнения сточными водами и выработки мер борьбы с ним. В дальнейшем охрана водоемов была (ввиду особой их важности) возложена на органы здравоохранения.

В первые годы после революции создаются водохозяйственные проектно-изыскательские, строительные и эксплуатационные организации, научно-исследовательские институты, высшие и средние учебные заведения. При Академии наук создана Комиссия по изучению естественных производительных сил России. Ею был собран материал, на основе которого началась разработка кадастра водных ресурсов.

Советским правительством и его органами принят ряд законов и постановлений, касающихся учета и использования природных ресурсов. В области водного хозяйства

---

[1] См. *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 43, стр. 199, 200.

в последние годы были опубликованы постановление Совета Министров СССР от 22 апреля 1960 г. «О мерах по упорядочению использования и усилению охраны водных ресурсов СССР», законы об охране природы различных республик, постановления о рациональном использовании и сохранении богатств озера Байкал, «О мерах по предотвращению загрязнения Каспийского моря» (1968 г.), «О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов рек Волги и Урала неочищенными сточными водами» (1972 г.) и др.

10 декабря 1970 г. Верховным Советом СССР в целях правильного использования и охраны водных ресурсов приняты «Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик». Этим законодательным актом Советское государство еще раз подчеркнуло, что вода — это важнейшее общенародное достояние, что наиболее эффективное, научно обоснованное использование вод и их охрана от загрязнения, засорения и истощения являются делом чрезвычайной важности. Основы водного законодательства закрепили и развили уже действовавшие положения и приняли многие новые.

Этот документ состоит из пяти разделов: 1) общие положения, 2) водопользование, 3) охрана воды и предупреждение их вредного воздействия, 4) государственный учет и планирование использования вод, 5) ответственность за нарушение водного законодательства.

Единый государственный водный фонд включает: реки, озера, водохранилища, воды каналов и прудов, подземные воды и ледники, внутренние моря.

Закон требует, чтобы при планировании, проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние вод, последовательно проводился принцип их рационального использования при условии первоочередного удовлетворения питьевых и бытовых нужд населения. То же относится и к мероприятиям, обеспечивающим на рыбохозяйственных водоемах или их отдельных участках сбережение запасов рыбы, водных животных и растений и создание необходимых условий их воспроизводства.

В основах водного законодательства отмечается, что водопользователями в СССР могут быть государственные, кооперативные и общественные организации, учреждения и граждане страны. Закон определяет виды водо-

пользования. Общее водопользование, при котором использование природных запасов воды для хозяйственных и бытовых нужд идет без применения сооружений или технических устройств, влияющих на состояние вод (добыча воды простейшими средствами, купание, водопой скота и т. п.), может осуществляться из любых водоемов, кроме подлежащих специальным ограничениям. Специальное водопользование осуществляется с применением технических сооружений и устройств, оказывающих влияние на состояние вод (плотин, каналов, водозаборных и сбросных сооружений и т. д.). На их сооружение требуется разрешение государственных органов. Водные объекты могут находиться в совместном или обособленном пользовании.

Закон предусматривает также пользование водными объектами для питьевых, бытовых и иных нужд населения, лечебных, курортных и оздоровительных целей, нужд сельского хозяйства, промышленных целей, нужд гидроэнергетики, водного транспорта и лесосплава, рыбного хозяйства, заповедников, кроме того, закон касается правил эксплуатации водохранилищ и т. д. В законе сброс сточных вод в водоемы признается особым видом водопользования. Так как практически сброс сточных вод в водоемы на данном этапе полностью прекратить практически невозможно, законодательство устанавливает правила, регулирующие эту сторону водохозяйственной деятельности. Пользование водными объектами для сброса может производиться только с разрешения органов по регулированию и охране вод. Не допускается увеличение содержания в водоеме загрязняющих веществ выше установленных норм, выдвигается условие очистки водопользователем стоков до необходимых пределов.

Одной из действенных мер по упорядочению водохозяйственного баланса является ведение государственного учета вод и государственного водного кадастра для использования водных ресурсов по единой для всей страны системе.

Основы водного законодательства предусматривают за нарушение водного законодательства уголовную или административную ответственность предприятий, организаций, учреждений и отдельных лиц.

В своих решениях XXIV съезд КПСС поставил перед партией и страной задачи огромной политической и хо-

зяйственной значимости. Заботой о благе советского народа проникнуты указания на необходимость улучшения водообеспеченности городов, рабочих поселков и промышленных предприятий, а также санитарного состояния населенных пунктов и окружающей среды. Рост населения Советского Союза и потребностей в количестве и качестве продукции сельского хозяйства, удовлетворение которых возможно лишь на базе его интенсификации, вызывает ускоренное развитие мелиоративных работ. Если в 1940 г. на водохозяйственное строительство в сельском хозяйстве государство и колхозы направили 142 млн. руб., то в 1975 г. в соответствии с указанием съезда эта величина возрастет в 20 раз — до 2,9 млрд. руб. Во исполнение этих указаний вопрос о мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов был рассмотрен в сентябре 1972 г. сессией Верховного Совета, а в январе 1973 г. ЦК КПСС и Советом Министров СССР было принято развернутое постановление [1].

В этом постановлении отмечено, что Советы Министров союзных республик и заинтересованные министерства и ведомства обязаны разрабатывать мероприятия, обеспечивающие полное прекращение сброса в водоемы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, особенно в бассейны, где ожидается напряженность водного баланса. Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР должно осуществлять государственный контроль за рациональным использованием вод, за проведением мероприятий по охране водоемов от загрязнения, засорения и истощения, а также за работой очистных сооружений и сбросом сточных вод. Главному управлению гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР предложено организовать общегосударственную службу наблюдений и контроля за уровнем загрязнения атмосферы, почвы и водных объектов, а Государственному комитету по науке и технике совместно с Академией наук СССР поручено организовать при комитете междуведомственный научно-технический совет по комплексным проблемам охраны окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов.

---

[1] «Правда», 10 января 1973 г.

С 1974 г. должны разрабатываться перспективные и годовые планы по рациональному использованию природных ресурсов и охране природы как составной части перспективных и годовых планов развития народного хозяйства.

Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР, являющееся генеральной программой работы по улучшению природной среды, поставило также задачу расширения среди населения распространения знаний по охране природы и разъяснения важности рационального использования ее богатств.

В отечественной литературе имеется большое количество научных работ, посвященных изучению отдельных сторон учета и использования водных ресурсов, среди которых преобладают труды гидрологического и гидротехнического характера. Много работ относится к отдельным районам и отраслям водного хозяйства, особенно гидроэнергетике и водным мелиорациям. Однако до сих пор изученность этих вопросов как природоведами, так и экономико-географами еще не в полной мере отвечает запросам науки и практики.

В данной работе ставится задача генерализованной экономико-географической характеристики водных ресурсов и водного хозяйства, рассматриваемых как единое целое, в свете современных требований народного хозяйства страны.

Наибольшее внимание уделено особенностям водопотребления самых водоемких отраслей (сельского хозяйства, различных отраслей промышленности, коммунально-бытового хозяйства) и тем требованиям к воде, которые предъявляются различными категориями потребителей.

Планирование рационального использования водных ресурсов должно исходить из учета экономической эффективности водопотребления, ее порайонных различий, обусловленных природными и экономическими факторами, т. е. из экономической оценки водных ресурсов. Однако до настоящего времени общепризнанная методика такой оценки еще не разработана. Собственно, стоимостная оценка водных ресурсов, имеющая большое значение при осуществлении в народном хозяйстве хозрасчетных отношений, представляет объект исследования не экономической географии, а специальных экономических дис-

циплин, в первую очередь экономики сельского хозяйства. Задача экономико-географов в решении этой проблемы состоит в изучении территориальных различий в степени водообеспеченности и экономической эффективности водопотребления по районам страны и отраслям хозяйства.

Синтетической формой экономико-географического подхода к экономической оценке водных ресурсов можно считать водохозяйственное районирование, разработанное в первом приближении для всей территории СССР. Такое районирование важно для решения задач комплексного и рационального использования водных ресурсов в рамках долгосрочного перспективного планирования народного хозяйства страны.

Наиболее плотно населенная и развитая в хозяйственном отношении Европейская часть СССР характеризуется сложными проблемами водного хозяйства. На примере ее двух районов (Центрально-Черноземного и Поволжского), достаточно детально изученных авторами, рассматриваются конкретные региональные проблемы водообеспеченности и использования водных ресурсов.

В настоящей работе использованы директивные, планово-проектные и литературные материалы. Большие трудности возникли вследствие недостатка однотипных и сопоставимых статистических материалов, характеризующих использование водных ресурсов. К сожалению, широта проблемы, различная степень изученности и ее новизна не позволили дать исчерпывающее освещение многих затронутых вопросов. Вместе с тем на современном уровне знаний, на наш взгляд, представляются необходимыми и полезными как попытка обобщенной экономико-географической характеристики водного хозяйства, так и постановка некоторых нерешенных, но заслуживающих пристального внимания научных и практических задач.

Хочется выразить глубокую признательность за помощь товарищам: Л. С. Абрамову, А. Б. Авакяну, С. Л. Вендрову, В. А. Витязевой, Ф. В. Дьяконову, Н. Т. Кузнецову, Л. Ф. Куницыну, Г. М. Лаппо, М. И. Помусу, В. И. Попову-Крымскому, М. А. Тылкиной, а также сотруднице Института географии АН СССР Г. Г. Коноплевой, которая проводила статистические подсчеты и обработку материала.

Глава I

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ СССР

Специфические особенности водных ресурсов

Рациональное использование природных ресурсов в народном хозяйстве страны — всегда актуальная проблема. Научно-технический прогресс непрерывно открывает все новые стороны и возможности более полного их использования, в том числе и ресурсов, уже вовлеченных в хозяйственный оборот. Это их использование по-разному отражается на природной среде и различных отраслях хозяйства, так как сложившиеся и формирующиеся на территории нашей страны народнохозяйственные комплексы вступают во все более сложное и интенсивное взаимодействие с естественными ресурсами. Выяснение территориальных различий в характере использования и их влияния на развитие природных и хозяйственных комплексов составляет одну из важных сторон экономико-географического подхода к оценке естественных ресурсов как природных факторов производства.

В современной науке и практике понятие ресурсов принадлежит к очень распространенным. Более широко его трактуют природоведы, относя к ресурсам все средства существования людей, извлекаемые ими из природы. При таком понимании к категории естественных ресурсов принадлежат по существу все компоненты природной среды, т. е. растительность и животный мир, почвы, воздух, поверхностные и подземные воды, полезные ис-

копаемые. Критерием отнесения данных тел природы к ресурсам служит сам факт возможности их использования для жизни человеческого общества. Следовательно, естественными ресурсами являются все тела природы, взятые в их вещной форме, если они вовлекались, вовлекаются или когда-либо будут вовлечены в процесс материального производства (Арманд и Герасимов, 1963; и др.).

В экономической науке, в том числе и в экономической географии, сложилось иное, более узкое понимание этой категории. Под естественными ресурсами подразумеваются те тела природы, которые используются человеческим обществом в материальном производстве при данном уровне развития его производительных сил, т. е. в конкретной исторической обстановке. Возможность отнесения к ресурсам определяется степенью их изученности, технической вооруженностью общества, экономической целесообразностью (эффективностью) эксплуатации этих ресурсов (Комар, 1968; Минц, 1968; и др.).

Такое понимание ресурсов полностью относится и к водным ресурсам. В гидрологической литературе — в работах А. Д. Саваренского, К. П. Воскресенского, М. Ф. Срибного, М. И. Львовича и других — к понятию «водные ресурсы» относятся все находящиеся в свободном состоянии (химически не связанные) воды нашей планеты, т. е. воды поверхностного и подземного стока, почвенная влага, воды горных и полярных ледников, морские и атмосферные воды, воды искусственных водных объектов.

С другой стороны, С. Л. Вендров (1961, 1970) под водными ресурсами понимает те виды природных вод, которые можно использовать в данное время, управляя их режимом, а также воды, которые будут использоваться в ближайшей перспективе и над управлением которыми идет работа. Это определение водных ресурсов соответствует их экономическому пониманию. Хотя оно и более узкое, но целенаправленное, показывающее, что водные ресурсы представляют собой не только естественноисторическое, природное, но также социально-историческое и экономическое явление — категорию, тесно связанную с уровнем развития человеческого общества. На данном этапе развития производительных сил в материальном производстве используются преимущественно пресные

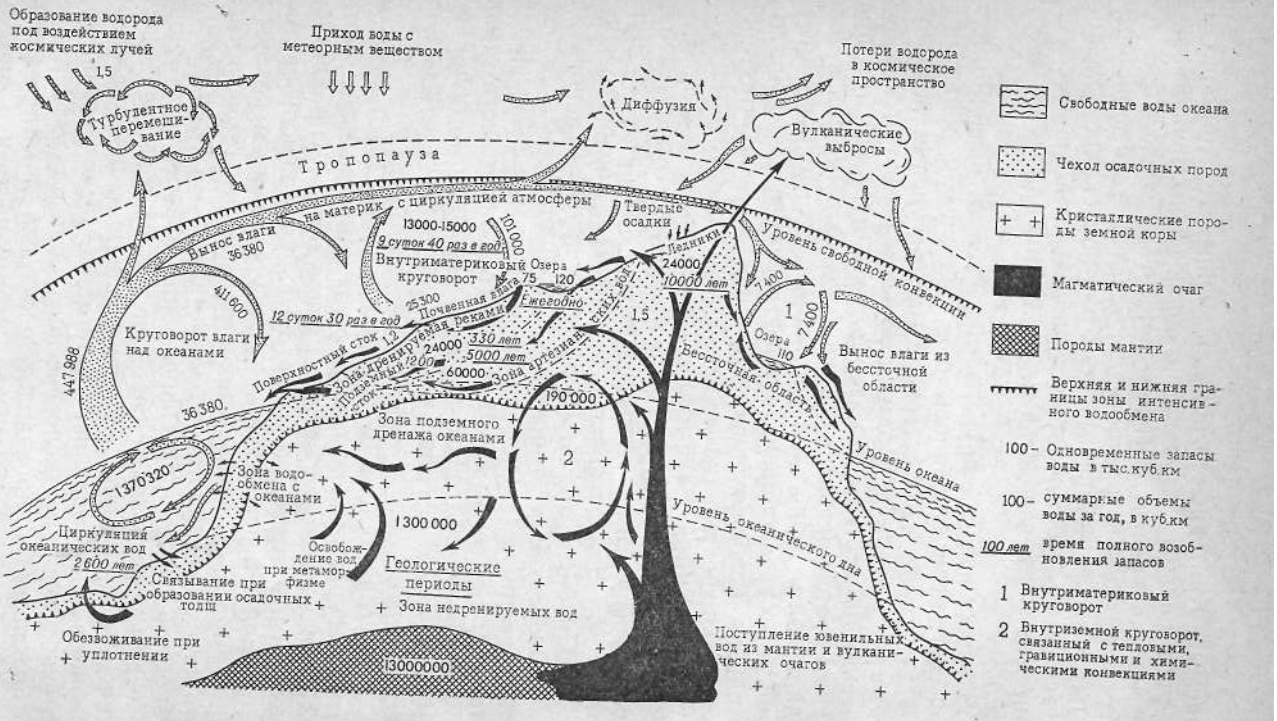


Рис. 1. Схема единства вод Земли. Составил Л. С. Абрамов

воды суши (поверхностные и подземные). Воды Мирового океана и ледников следует рассматривать как ресурсы будущего, к изучению и освоению которых только начинают подходить. В перспективе, в связи с ростом техники и развитием общественного производства, число видов природных вод, входящих в категорию «водные ресурсы», будет расти, а само содержание этого понятия все больше будет сближаться с более широким определением их, даваемым природоведами.

В настоящей работе к понятию «водные ресурсы» отнесены только пресные воды суши, непосредственно вовлеченные в процесс материального производства. Принятое нами ограничение состоит в том, что в качестве водных ресурсов рассматриваются не все пресные воды, а только доступные в данных условиях для эксплуатации, точнее, их возобновимые запасы, приход и расход которых поддается планированию и учету.

В отличие от других естественных ресурсов водные ресурсы имеют специфические черты, знание и учет которых необходим в хозяйственной деятельности. Вопросы природных и хозяйственных особенностей водных ресурсов освещены в обширной литературе (Львович, 1963, 1968; Кузнецов, 1963; «Круговорот воды», 1966; Воскресенский, 1967; Калинин, 1968; «Развитие гидрологических исследований в СССР...», 1971; и др.).

Воды в принципе неисчерпаемы, так как они находятся в едином замкнутом природном круговороте. Важное свойство водных ресурсов, обусловленное этим, — их единство, так как все водные источники составляют часть гидросферы Земли, связанной с другими природными компонентами (сферами) — атмосферой, литосферой, биосферой (рис. 1).

В результате круговорота общее количество воды на Земле не уменьшается, хотя происходит большое перераспределение вод в пространстве и во времени. Однако различные звенья круговорота не равнозначны по хозяйственной ценности, и лишь некоторые из них непосредственно относятся к ресурсам. В результате быстро растущего потребления воды в определенных районах происходит истощение одних звеньев круговорота (речного, почвенного) и усиление других (атмосферного за счет испарения с суши), не равноценных с хозяйственной точки зрения (табл. 1).

Таблица 1

Гидросфера и интенсивность водообмена *

Виды гидросферы	Единовременный объем, тыс. куб. км	Полное возобновление запасов, число лет
Мировой океан . . .	1 370 323	2 600
Ледники	24 000	(10 000) **
Подземные воды . . .	(60 000)	(5 000)
В том числе зоны активного водообмена	4 000	330
Озера	230	—
Почвенная влага . . .	(75)	(0,9)
Пары атмосферы . . .	14	0,027
Речные воды	1,2	0,033
Вся гидросфера . . .	1 454 643	2 800

* Львович, 1968.
** В скобках даны весьма приближенные данные.

Как видно из таблицы, водообмен наиболее активен в реках и в почвенном покрове. Это имеет огромное хозяйственное значение, поскольку современное водное хозяйство преимущественно связано именно с использованием речного стока (водопотребление населения, промышленности, сельского хозяйства) и почвенной влаги (сельское хозяйство). Очень медленно идет круговорот вековых запасов вод (подземных, вод в озерах, болотах, ледниках и вечных снежниках). В силу медленного возобновления их запасы практически можно рассматривать как неизменные, что особенно необходимо учитывать при их использовании.

Учет накопления и расходования воды на любой территории в те или иные интервалы времени, т. е. количественное выражение круговорота воды, принимает форму водных балансов, без которых невозможно решение водохозяйственных задач. Вопросы водного баланса широко освещены в гидрологической литературе как по стране в целом, так и по отдельным ее районам (Кузнецов и Львович, 1963; Львович, 1968, 1969; Воскресенский, 1967; и др.). Регулирование речного стока водохранилищами,

преобразование расходной части водного баланса в интересах народного хозяйства путем проведения агротехнических, лесомелиоративных, водно-мелиоративных и других мероприятий представляют собой средства управления водным балансом.

Огромная энергия текущей воды используется в гидроэнергетике для получения электроэнергии. Свойство подвижности воды используется при транспортировке различных грузов и материалов. Движущаяся вода — средство перемещения многих живых организмов. Вместе с тем энергия воды представляет собой важный фактор рельефообразования, а иногда вызывает разрушительные стихийные бедствия (размыв русел, долин и склонов, смыв почвы, отложения наносов, сели, наводнения и т. д.).

Неравномерность режима водных ресурсов во времени — фактор, без учета которого невозможно их хозяйственное использование. Величина водных ресурсов и их распределение зависят от общих климатических и метеорологических условий и изменяются из года в год. Например, изменение режима речного стока происходит не только по отдельным годам (маловодные, многоводные), но и внутри года (периоды паводков и межени), а также в пространстве — по районам. Устойчивость водных ресурсов во времени исключительно важна с эксплуатационной точки зрения. Неравномерность их величины приводит к необходимости учета при проектировании вероятности повторения наиболее маловодных или многоводных лет, создания специальных регулирующих водный режим сооружений, что связано с дополнительными капиталовложениями.

Свойством водных ресурсов является множественность использования: 1) как собственно вода — в промышленности, сельском хозяйстве, коммунально-бытовом потреблении; 2) как носитель энергии — в энергетике; 3) как составная часть акваторий — для судоходства, рыболовства, отдыха и т. д. Поэтому в основу планирования и проектирования во всех видах деятельности должен быть положен важнейший хозяйственный принцип единства водных ресурсов страны и максимальной комплексности их использования. Из него вытекает необходимость особого подхода к разработке схем комплексного использования водных ресурсов. Водные ресурсы во многом ис-

пытывают влияние *природных, экономических* и *социальных условий.*

Природный аспект комплексности использования водных ресурсов состоит в определении взаимосвязи их различных элементов с климатом, почвой, лесами и другими компонентами природной среды. Радиационный режим, атмосферная циркуляция, температурный режим, продолжительность безморозного периода неравномерны в отдельных частях страны и влияют на характер водных ресурсов, создают различия в условиях водообеспеченности производственной и хозяйственной деятельности человека.

Климат влияет на особенности развития водного хозяйства. В суровых условиях Севера, охватывающего около половины территории страны, водоснабжение сильно затруднено, так как зимой нередко происходит почти полное промерзание рек, образуются наледи, широко распространены многолетнемерзлые грунты, затрудняющие использование подземных вод.

Районы зоны достаточного увлажнения довольно хорошо обеспечены поверхностными и подземными водами. Однако здесь находятся также высокие водораздельные пространства, к которым приурочены только верховья рек, а подземные воды залегают на большой глубине. Поэтому при больших объемах водопотребления эти районы испытывают дефицит в воде. Дефицит особенно увеличивается под влиянием роста населения, промышленного и сельскохозяйственного производства. Затраты на водоснабжение в таких условиях резко возрастают. Нередко регулирование местного поверхностного стока недостаточно для преодоления дефицита водообеспеченности, в результате чего возникает необходимость внутрирайонных и даже межбассейновых переброс стока. К числу таких районов в Европейской части страны относятся центральные области.

Чем теплее климат, тем выше водоемкость хозяйственного освоения территории, так как в связи с увеличением испаряемости возрастает потребность в воде на производственные процессы в промышленности, особенно для охлаждения, увеличивается водопотребление в сельском хозяйстве. В засушливых районах с небольшим количеством осадков, незначительными и часто пересыхающими реками и повсеместным распространением минерали-

зованных подземных вод проблемы водоснабжения особенно сложны. Их радикальное решение часто требует крупных межрайонных перебросок водных ресурсов (каналы Каракумский имени В. И. Ленина, Иртыш — Караганда, Волга — Урал и др.).

Большое влияние на состояние водных ресурсов оказывают почвогрунты. От их свойств зависят инфильтрационная и водоудерживающая способности, воздействующие на размеры поверхностного стока, испарения, транспирацию вод, а также на их качественный состав. Степень водопроницаемости горных пород, их литологическая характеристика и геологоструктурные особенности влияют на условия формирования вод, особенно подземных. Орографические особенности влияют на распределение водных ресурсов, поскольку определяют конфигурацию речной сети. Рельеф территории влияет на условия развития разных отраслей водного хозяйства, строительства гидротехнических сооружений и т. д. Характер растительности определяет объем транспирации, что в свою очередь сказывается на поверхностном и подземном стоке. Особенно увеличивается значение влияния природных условий — климата, почв, рельефа — при намечающихся межбассейновых перебросках стока рек и связанных с ними огромных преобразованиях природы и хозяйства страны.

Состояние водных ресурсов связано с режимом ведения лесного хозяйства. Большое водоохранное и почвозащитное значение имеют леса, способствующие уменьшению поверхностного стока талых и дождевых вод, дополнительному питанию водоемов в межень и благоприятно влияющие на формирование подземного стока. Леса предохраняют землю от водной эрозии, водоемы — от заиления продуктами смыва, а берега рек — от разрушения. Вырубка лесов может стать причиной усиления водной эрозии. Особенно это сказывается при эксплуатации лесов горных районов, где берут начало многие реки. Уменьшение лесистости сильно влияет на гидрографическую сеть всей территории, часто приводит к исчезновению малых рек, ручьев и родников, высыханию небольших озер. Однако в настоящее время все большее влияние на условия использования водных ресурсов оказывают не природные факторы, а увеличивающаяся хозяйственная деятельность человека, вызывающая глубокие преобразования водных ресурсов (табл. 2).

Таблица 2

Антропогенное влияние на геологические процессы и явления, характерное для различных отраслей хозяйственной деятельности *

Отрасль	Вид деятельности	Комплекс антропогенных геологических процессов и явлений
Добыча полезных ископаемых	Подземная добыча твердых полезных ископаемых	Нарушение гидрогеологического режима; прорыв подземных вод и плывунов; утечка воды из поверхностных водоемов; образование озер в некоторых мульдах проседания
	Добыча полезных ископаемых способом подземного растворения пород	Переход растворяемых пород в жидкое состояние при помощи растворителей: воды, щелочей и кислот; резкое изменение естественного гидродинамического режима и химического состава подземных вод
	Добыча нефти и природного газа	Переформирование гидрогеологических условий; замещение выкачиваемой нефти водой, усиление водообмена, образование новых водоносных горизонтов, смещение вод; изменение уровней уклона, скорости движения, химического, газового состава и температуры подземных вод; вторичное изменение режима подземных вод, флотационные деформации пород вплоть до гидравлического разрыва водоупорных слоев в связи с законтурным и внутриконтурным заводнением нефтяных месторождений
	Разработки полезных ископаемых открытым способом	Резкое нарушение естественной гидравлической обстановки в направлении понижения уровня и

Отрасль	Вид деятельности	Комплекс антропогенных геологических процессов и явлений
		напора подземных вод и образования вокруг карьеров депрессионных воронок
Строительство и эксплуатация городов и промышленных центров		Явления, вызываемые изменением термического режима вод, — образование наледей, ледопадов, «гидролакколита» при замерзании вод; процессы и явления, вызываемые изменением режима подземных и поверхностных вод: а) повышение уровня подземных вод и связанные с ним гидростатическое взвешивание пород, затопление местности, подвалов и выработок, заболачивание; б) понижение уровня подземных вод
Гидротехническое строительство	Устройство плотин и водохранилищ	Изменение естественного режима рек; резкое изменение гидрогеологической обстановки; формирование нового антропогенного (приводохранилищного) типа режима подземных вод — образование новых водоносных горизонтов, подпор уровней, изменение температурного режима подземных вод, развитие напорной фильтрации. Затопление и заболачивание местности, попеременное смачивание и осушение в зоне колебаний уровня, переформирование берегов
	Строительство и эксплуатация каналов	Фильтрация воды из каналов, переформирование режима подземных вод
Сельское хозяйство	Ирригация	Формирование искусственного ирригационного

Продолжение

Отрасль	Вид деятельности	Комплекс антропогенных геологических процессов и явлений
		типа режима грунтовых вод; повышение уровня грунтовых вод; заболачивание местности
	Осушение болот и заболоченных земель	Понижение уровня грунтовых вод

* См. Котлов. 1959.

Экономические условия оказывают многостороннее влияние и на характер и степень использования водных ресурсов. Масштабы и направление этого влияния по отдельным районам определяются уровнем развития производительных сил, структурой сложившихся и формирующихся территориально-производственных комплексов, а также уровнем заселенности данного района и территориальной концентрацией населения.

Исключительно быстро идет рост водопотребления в связи со все возрастающим повышением жизненного уровня населения, ростом городов и поселков городского типа, благоустройством населенных пунктов, а также улучшением коммунально-бытовых условий сельского населения.

Решающее влияние на уровень освоения и использования водных ресурсов оказывают масштабы водопотребления важнейших отраслей народного хозяйства.

С ростом населения, развитием промышленности и сельского хозяйства в районах, где местные водные ресурсы не обеспечивают нормального водоснабжения, оказываются необходимыми гидротехнические мероприятия по регулированию стока. Эти меры оказывают существенное влияние, а нередко в корне преобразуют характер водных ресурсов. В результате их осуществления происходят новые качественные и количественные изменения: подпор или опускание грунтовых вод, их опреснение или засоление и т. д.

Особое значение приобретает проблема качественного истощения водных ресурсов под влиянием экономических факторов. Загрязнение водоемов промышленными и бытовыми стоками в условиях быстрого роста водопотребления при отставании развития совершенной очистки возрастает. Увеличение площадей орошаемого земледелия и все более широкое применение минеральных удобрений и химических средств защиты в сельском хозяйстве (смываемых оросительной водой и дождями и попадающих в каналы стока) также приводят к некоторому загрязнению водоемов.

В нашей стране разработана и осуществляется развернутая система мероприятий по улучшению очистки сточных вод и внесению коренных изменений в технологию многих производств, обеспечивающих существенное сокращение или полное прекращение потребления ими воды.

Характеристика водных ресурсов СССР

В настоящее время водными ресурсами в нашей стране являются пресные воды, доступные для эксплуатации. В большинстве районов они представлены водами поверхностного стока при большей или меньшей доле подземных вод, в некоторых районах ведущее место занимают подземные воды. Воды морей и океанов, пресные подземные воды глубоких горизонтов, а также солоноватые и соленые воды, ледники и снежники, используемые в настоящее время лишь в отдельных случаях, остаются ресурсами будущего.

Однако уже и сейчас развитие техники способствует быстрому вовлечению в оборот новых видов водных ресурсов. Если еще несколько лет назад морские воды без всякой оговорки не входили в число водных ресурсов, хотя способы их опреснения известны с древнейших времен, то в настоящее время опресненную морскую воду все в большем количестве начинают использовать для питьевых и технических целей в США, Японии, Италии и других странах, в том числе и у нас. Однако доля воды морей и океанов в общем водопотреблении еще очень

мала, поэтому эти воды следует рассматривать как ресурс будущего.

По величине водных ресурсов наша страна занимает одно из первых мест в мире. Суммарные запасы пресных вод в СССР составляют около 45 тыс. *куб. км* (без запасов подземных вод). Из этого числа на ежегодно возобновляемые воды (сток всех рек) приходится 4714 *куб. км*, или свыше 10% общих запасов поверхностных вод страны. Доля вековых запасов составляет 37 204 *куб. км*, в том числе запасы вод в озерах — 2617 *куб. км* (свыше 60% запасов пресных вод), в ледниках — 11 тыс. *куб. км* (более 25%), в наледях — 30 *куб. км* (Воскресенский, 1967).

При хозяйственном использовании водных ресурсов важнейшее значение имеет определение их *количественных запасов* и *качественного состояния*. Для многих видов природных ресурсов принято деление их запасов по экономическим категориям. Для поверхностных водных ресурсов такое деление еще не стало общепринятым. Оно применяется только при определении гидроэнергетического потенциала рек, а также при учете запасов подземных вод.

В литературе имеются различные подходы к классификации поверхностных вод с точки зрения учета их хозяйственной значимости. Так, Г. П. Калинин (1968), учитывая, что человеческое общество использует одновременно воды как поверхностного, так и подземного стока, предложил деление их на категории: 1) естественные ресурсы — приток поверхностных и подземных вод, обеспеченный природными процессами; 2) эксплуатационные ресурсы — объем воды, извлекаемый в единицу времени из поверхностных водоемов и водоносных горизонтов в каком-либо районе без снижения производительности водозабора и качества воды на протяжении всего периода эксплуатации.

М. И. Львовичем (1969) было предложено иное деление водных ресурсов: 1) единовременные стационарные запасы, 2) ежегодно возобновимые, составляющие динамическую часть круговорота воды и доступные для использования на неограниченный срок.

Более разработано деление водных ресурсов для гидроэнергетического использования. Так, в работе «Гидроэнергетические ресурсы. . .» (1967) выделяются:

1. Потенциальные гидроэнергетические ресурсы, которые рассматриваются в двух видах: 1) гидроэнергетический потенциал поверхностного стока, включающий полную теоретическую сумму энергии всех стекающих поверхностных вод и характеризующий предел теоретически возможного получения энергии в данном районе; 2) гидроэнергетический потенциал речного стока, учитывающий полную теоретическую сумму энергии только речного стока. Его исчисление проводится отдельно по крупным, средним и малым рекам страны.

2. Технический гидроэнергетический потенциал (технически возможные к использованию гидроэнергетические ресурсы) — это та часть валового теоретического гидропотенциала речного стока, которую технически возможно использовать. Он исчислен по природным водным ресурсам за вычетом неизбежных потерь, связанных с фильтрацией, испарением и неполным использованием напора и стока за счет его недостаточного зарегулирования, неполного использования верхних и нижних участков, а также с учетом уже осуществленных объемов воды из водотока. Основная часть потерь, от которых зависит размер технического потенциала, может колебаться в широких пределах под влиянием гидрологических, геологических, топографических и других условий использования потенциальных гидроэнергетических ресурсов. Величина технического потенциала зависит от уровня развития техники использования гидроэнергоресурсов.

3. Экономически эффективная часть гидроэнергетических ресурсов (экономические гидроэнергетические ресурсы) — та часть гидроэнергетических ресурсов, использование которой экономически целесообразно. Величина ее относительна и зависит от применяемых критериев, которые в свою очередь находятся под влиянием ряда экономических факторов — общих и региональных. Путем сопоставления экономических характеристик технически возможных гидроэлектростанций с показателями заменяющих их тепловых электростанций и в соответствии с типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР учитываются суммарные затраты по ГЭС и ТЭС (капитальные вложения, годовые издержки за нормальный срок окупаемости дополнительных затрат в ГЭС, равный 10 годам). Определены вели-

чины экономически эффективной части гидроэнергоресурсов. К этой категории отнесены те ресурсы, при использовании которых удельные капиталовложения на строительство ГЭС будут ниже предельной величины, установленной для района расположения данной ГЭС («Гидроэнергетические ресурсы...», 1967).

Общепринятой классификации подземных вод также пока еще нет. Часть исследователей подразделяет их по гидрогеологическим признакам. Так, в работах Н. А. Плотникова выделяются естественные, регулировочные, эксплуатационные и вековые запасы подземных вод.

Н. И. Плотников (1965) считает целесообразным разделить промышленные типы месторождений пресных подземных вод на несколько групп. К наиболее крупным относятся такие, на площади которых можно разместить несколько водозаборных участков с суммарным эксплуатационным дебитом не менее 100 тыс. *куб. м/сут*, к средним — от 50 до 100 тыс. и к мелким — от 20 до 30 тыс. *куб. м/сут*. Б. И. Куделин (1960) выделяет три категории: 1) естественные ресурсы — обеспеченный питанием естественный приток или отток подземных вод (расход воды в единицу времени); 2) эксплуатационные ресурсы — количество воды, забираемое в единицу времени из водоносного пласта без снижения его производительности, динамических уровней и качества воды; 3) геологические запасы воды, принимавшие участие в подземном стоке или заполняющие пространство пор.

Важнейшая хозяйственная категория — эксплуатационные запасы, т. е. количество подземных вод, которое может быть получено рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями при заданном режиме эксплуатации и при качестве воды, удовлетворяющем требования в течение всего расчетного срока водопотребления («Водохозяйственный словарь», 1970).

Эксплуатационные запасы подземных вод в зависимости от степени разведанности, изученности, качества и условий разработки, как и минеральные ресурсы, делятся на балансовые запасы — категории А, В и забалансовые[1] — С и C_2. Это деление сходно с классификацией

[1] Балансовые запасы — такие, использование которых экономически целесообразно и которые

полезных ископаемых, принятой в нашей стране. Проектирование и строительство крупных новых и расширение действующих предприятий разрешаются только при утвержденных запасах подземных вод Государственной или территориальными комиссиями по запасам полезных ископаемых («Поиски и разведка...», 1969).

Эксплуатационные ресурсы поверхностных и подземных вод обычно меньше, чем их естественные ресурсы, так как полное использование стока практически неосуществимо вследствие потерь на испарение, фильтрацию и т. д. Поэтому основой водохозяйственного планирования могут быть только эксплуатационные водные ресурсы, качественная и количественная оценка которых позволяет делать выводы о возможностях развития и размещения в данном районе (пункте) каких-либо отраслей хозяйства или же о необходимости переброски сюда таких ресурсов из соседних и, может быть, даже отдаленных районов.

Иногда объем водозабора превосходит объем эксплуатационных ресурсов. Это чаще всего происходит при использовании подземных вод в количестве, превышающем их естественное возобновление, что приводит к образованию воронок депрессий и количественному истощению водных ресурсов, нарушающему сложившуюся систему водоснабжения. Поскольку все динамичные запасы водных ресурсов в той или иной степени участвуют в общем круговороте воды, чрезмерная эксплуатация одного из звеньев этого круговорота неизбежно влияет на другие.

В настоящее время наибольшее хозяйственное значение имеют ресурсы поверхностных вод, широко вовлеченные во все отрасли человеческой деятельности.

Поверхностные воды. Среди поверхностных вод *реки* составляют основную используемую часть водных ресурсов страны. На протяжении всей истории человеческого общества реки играют исключительную роль: без них невозможна хозяйственная деятельность; они являются основным источником водоснабжения городов и

удовлетворяют требованиям к качеству воды для данного назначения и заданным условиям режима эксплуатации. Забалансовые запасы — запасы низких категорий, использование которых в настоящее время экономически нецелесообразно.

населенных пунктов, промышленности, энергетики, оросительных и обводнительных систем и т. д.

В нашей стране насчитывается около 3 млн. рек и речек (длиной от 0,5 *км*), в том числе около 200 тыс. рек длиной более 10 *км* (общим протяжением свыше 3 млн. *км*). Более крупных рек (свыше 50 *км*) насчитывается приблизительно 10 тыс., из них рек длиной более 200 *км* — 982, свыше 500 *км* — 22 и более 1000 *км* — 54.

Около 70% всех рек приходится на Азиатскую часть СССР. Наиболее густая речная сеть и высокая водоносность[1] характерны для горных районов, очень редкая сеть и низкая водоносность — для равнинных засушливых районов Средней Азии, Казахстана и Северного Кавказа.

Ресурсы поверхностного стока по возможности их использования в хозяйстве района подразделяются на транзитный сток (обычно крупных рек), на сток, формирующийся в пределах района (обычно средних рек), и местный сток временных водотоков.

Объем среднего годового стока рек СССР определяется в 4714 *куб. км*, что составляет примерно 10% речного стока земного шара. На территории страны формируется 4384 *куб. км*, а из сопредельных стран поступает 330 *куб. км*, или 7% общего стока рек. Уходит за пределы страны около 1% речного стока.

По общему объему речного стока Советский Союз значительно превосходит крупнейшие страны мира. Так, ресурсы поверхностных вод Бразилии составляют 3200 *куб. км*, США — 2850 *куб. км*. Но показатель удельной водообеспеченности (на единицу площади) территории нашей страны в полтора раза ниже, чем в среднем по суше земного шара, и уступает, например, Норвегии в 6 раз, Франции в 3 раза и США в 2 раза. В среднем территория СССР может оцениваться как удовлетворительно обеспеченная водой (около 6 *л/сек* с 1 *кв. км*), так же как и по величине стока в расчете на одного жителя, составляющей в среднем 55 *куб. м/сут*. Однако территориальное распределение ресурсов поверхностных вод

[1] Под водоносностью понимается количество воды, проходящей в русле реки за сезон, год или многолетний период. Водоносность (сток) обычно выражается в кубических метрах (или кубических километрах) в год.

Таблица 3

Водные ресурсы рек (по экономическим районам и союзным республикам СССР) *

Административные единицы	Площадь, тыс. *кв. км*	Население, млн. человек (1970 г.)	Средний годовой объем, *куб. км*			Водообеспеченность общим стоком, *куб. км*	
			местного стока	притока	общего стока	на 1 *кв. км* территории	на одного жителя
1	2	3	4	5	6	7	8
СССР	22 402,0	244,0	4 384	330	4 714	0,2	19,3
РСФСР	17 075,4	131,0	3 977	194	4 171	0,24	31,8
Северо - Западный район . .	1 662,8	12,2	508	38,8	54,7	0,03	4,5
Калининградская область . . .	15,1	0,7	2,9	1,59	4,49	0,29	6,4
Центральный район	485,1	27,7	93,0	25,2	118	0,24	4,25
Центрально-Черноземный район	167,7	7,9	16,7	5,41	22,1	0,13	2,79
Волго-Вятский район	263,3	8,3	48,1	112	160	0,61	11,37
Поволжский район	680,0	18,5	57,3	220	277	0,41	10,67
Северо-Кавказский район . .	355,1	14,4	45,8	28,8	74,6	0,20	5,12
Урал и Западная Сибирь (без южной части)	2 076,3	16 591,9	432,8	234,2	667,5	0,32	40,44
Алтайский край и южная часть Западной Сибири	991,8	10 871,6	175	51,1	226	0,23	20,78
Восточно - Сибирский район . .	4 122,7	7,5	1 106	31,1	1 137	0,27	151,6
Дальневосточный район	6 215,9	5,8	1 490	294	1 784	0,28	307,5
Украинская ССР .	603,7	47,5	49,9	159,0	209,0	0,34	4,42
Молдавская ССР	33,7	3,6	0,811	10,6	11,4	0,34	3,16
Белорусская ССР	207,6	9,0	36,4	21,3	57,7	0,27	6,41
Эстонская ССР .	45,1	1,4	11,7	0,09	11,8	0,26	8,43
Латвийская ССР .	63,7	2,4	17,1	18,3	35,4	0,56	14,7
Литовская ССР .	65,2	3,1	15,3	11,0	26,3	0,40	8,4

* См. «Водные ресурсы и водный баланс. . .», 1967.

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
Грузинская ССР .	69,7	4,7	53,6	9,20	62,8	0,9	13,36
Азербайджанская ССР . . .	86,6	5,2	8,71	21,9	30,1	0,35	5,78
Армянская ССР .	29,8	2,5	6,50	1,38	7,88	0,26	3,16
Казахская ССР .	2715,1	13,0	54,4	56,3	121,1	0,44	9,31
Узбекская ССР .	449,6	12,0	9,31	106,2	117,3	0,26	9,77
Киргизская ССР .	198,5	3,0	50,4	0	52,8	0,26	17,6
Таджикская ССР	143,1	3,0	49,4	20,0	71.2	0,49	23,7
Туркменская ССР	488,1	2,2	0,171	67,6	68,6	0,14	31,2

в нашей стране характеризуется резко выраженной неравномерностью. Свыше 64% их принадлежит бассейну Северного Ледовитого океана, 22% — бассейну Тихого и только немногим более 13% — бассейнам Атлантического океана, Каспийского и Аральского морей. На Европейскую часть СССР приходится только 1059 *куб. км* речного стока, т. е. менее $^1/_4$ объема водных ресурсов страны. Данные о водообеспеченности союзных республик и крупных экономических районов приведены в таблице 3.

Таким образом, наиболее обеспечены водными ресурсами северо-западные, северные и восточные районы Советского Союза, на долю которых приходится около половины его территории и до 80% всех водных ресурсов. Однако это менее экономически развитые и менее населенные районы. В районах же концентрации основного населения и хозяйственного потенциала, занимающих примерно 25% территории страны, сосредоточено менее 20% водных ресурсов, а в аридных районах, имеющих большое хозяйственное значение, — всего 2% (рис. 2)

Из 244 млн. человек (1970 г.), составляющих современное население СССР, более 70% проживает в Европейской части, в том числе свыше 55% — в недостаточно обеспеченных водой центральных и южных районах, играющих ведущую роль в хозяйстве страны. Кроме большей части крупных городов, в этих районах сосредоточены важнейшие центры топливно-энергетической, горнорудной, металлургической, нефтехимической, металлообрабатывающей, легкой и пищевой промышленности, а также главная база сельскохозяйственного производства.

Показатели водных ресурсов в расчете на 1 *кв. км* территории и на душу населения (рис. 3, 4, 5, 6) показывают, что наименьшей водообеспеченностью в Европейской части СССР характеризуются Молдавская и Украинская ССР, Центрально-Черноземный, Центральный, Поволжский и Северо-Кавказский районы, в пределах которых в свою очередь наблюдаются достаточно резкие ее колебания. В Центрально-Черноземном районе, например, они составляют от 72 тыс. *куб. м/год* на 1 *кв. км* (Воронежская область) до 130 тыс. *куб. м/год* (Липецкая область), в Поволжском — от 6,4 тыс. *куб. м/год* (Астраханская область) до 121 тыс. *куб. м/год* (Башкирская АССР), в Центральном — от 136 тыс. *куб. м/год* (Рязанская область) до 236 тыс. *куб. м/год* (Костромская область), в Северо-Кавказском — от 33 тыс. *куб. м/год* (Ростовская область) до 414 тыс. *куб. м/год* (Северо-Осетинская АССР), в Украинской ССР — от 5,4 тыс. *куб. м/год* (Херсонская область) до 625 тыс. *куб. м/год* (Закарпатская область) («Водные ресурсы и водный баланс...», 1967).

Не менее резкие колебания наблюдаются и в восточных районах страны, где недостаточная водность территории характерна не только для районов, расположенных в полупустынной и пустынной зонах (Казахская, Узбекская и Туркменская ССР), но местами и для районов, обладающих в целом большими водными ресурсами. Так, в Курганской области на 1 *кв. км* приходится только 18 тыс. *куб. м/год* вод местного стока, в Омской — 47,8 тыс. *куб. м/год* и т. д. («Водные ресурсы и водный баланс...», 1967).

Приведенные картосхемы показывают также характерную для СССР зональность по степени водности. Так, 1) высокой водностью отличаются северные и восточные равнинные, а также многие горные районы, на которые приходится 48% территории страны и до 80% стока; 2) средней водностью обладают центральные районы, занимающие до 25% территории и сосредоточивающие около 18% стока, и 3) слабой и очень слабой водностью характеризуются южные районы Европейской части страны, а также Средняя Азия и Казахстан (кроме гор), занимающие около 27% территории и имеющие (без транзита) только 2% водных ресурсов страны (Воскресенский, 1967).

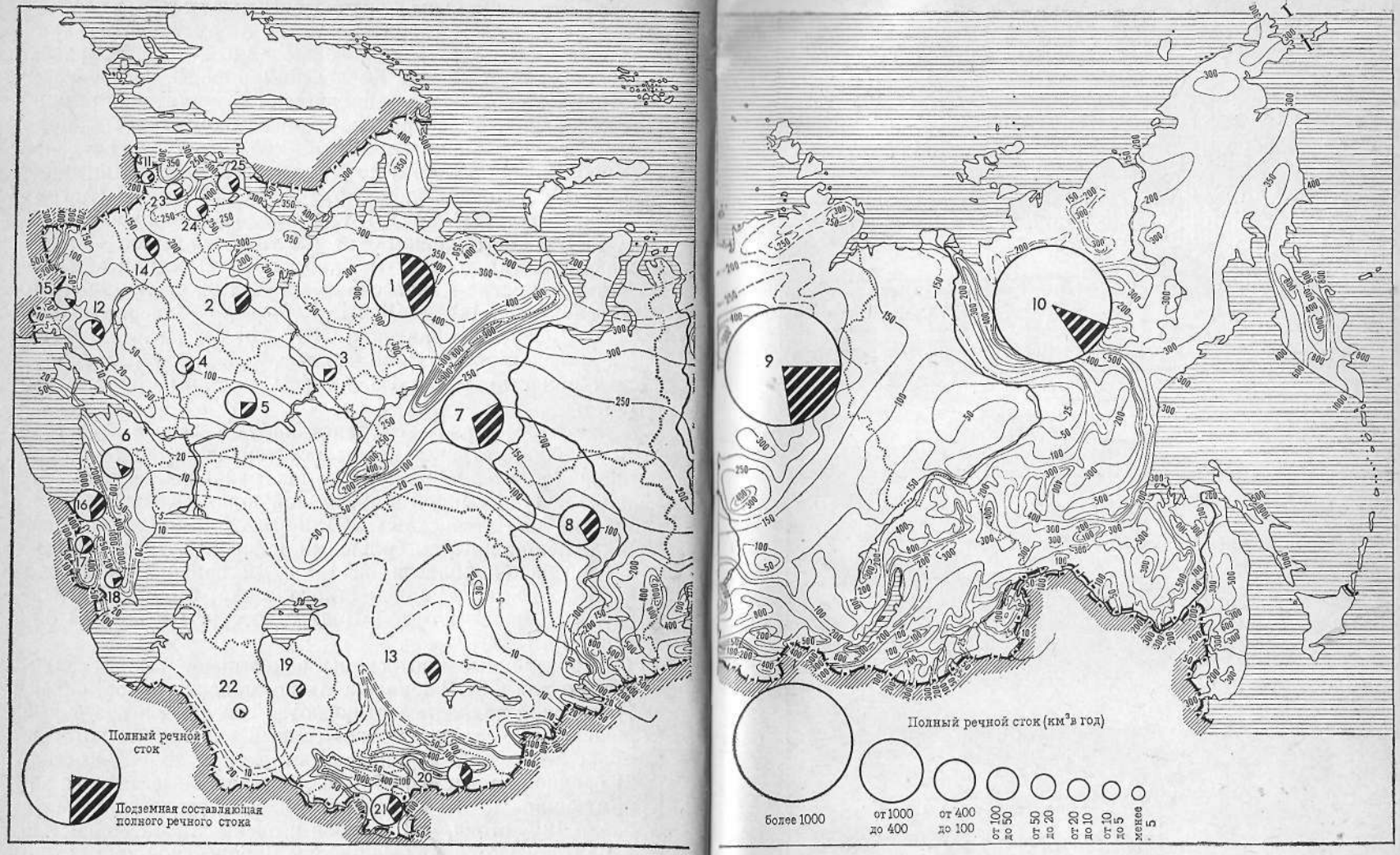


Рис. 2. Водные ресурсы крупных экономических районов РСФСР и союзных республик (Дрейер, 1968)



Рис. 3. Сток, формирующийся в пределах области (средний), тыс. *куб. м/год* на 1 *кв. км*



Рис. 4. Объем общего годового стока (средний), тыс. *куб. м/год* на 1 *кв. км*

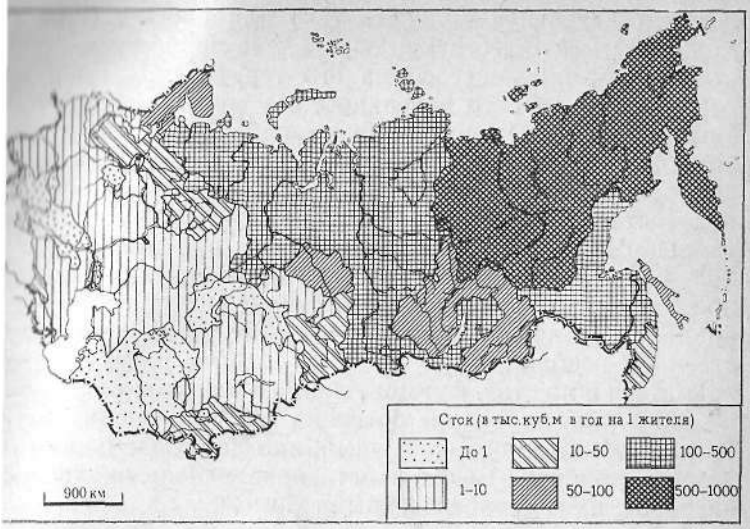


Рис. 5. Сток, формирующийся в пределах области, тыс. *куб. м/год* на одного жителя

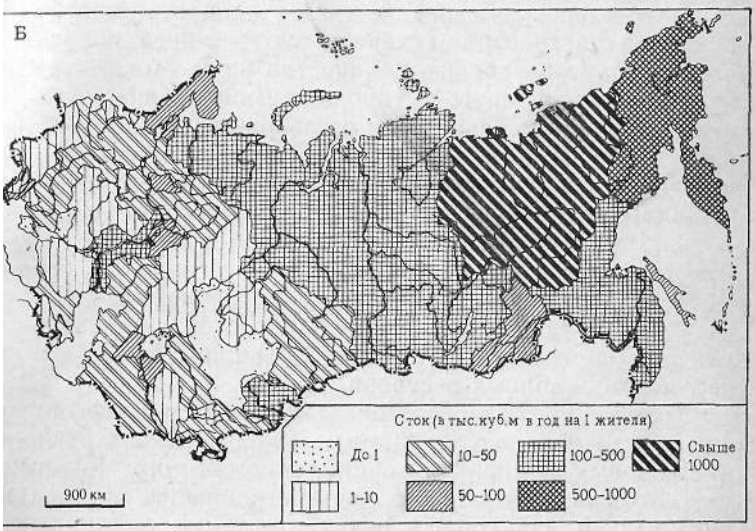


Рис. 6. Объем общего годового стока (средний), тыс. *куб. м/год* на одного жителя

Действительная водность того или иного района не может быть количественно определена лишь с учетом местного, формирующегося на его территории стока, без учета оттока из него поверхностных вод в соседние районы (а также притока из других районов). В Центральном районе, например, где расположены верховья крупных рек Европейской части СССР, отток поверхностных вод составляет до 80% их суммарного объема, в Центрально-Черноземном — свыше 60%, в Поволжском — 88% и т. д. Следовательно, объем используемых ресурсов поверхностных вод в каждом районе необязательно совпадает с величиной ресурсов местного стока. При хозяйственной необходимости водопотребление района может опираться и на сток, формирующийся в других районах — в верхней части того же бассейна или (с помощью переброски стока) за его пределами, иногда в довольно отдаленных районах. Водохозяйственное использование рек связано с их гидрологическим режимом.

Величина водных ресурсов зависит от общих климатических и метеорологических условий и изменяется по сезонам и годам, причем иногда очень резко. Изменения режима речного стока происходят и внутри года (периоды паводков и межени), а также в пространстве. Для основной части страны характерно весеннее половодье, когда сильно возросшее количество воды бывает трудно использовать. С другой стороны, зимой наблюдается почти полное промерзание рек в северных районах Восточной Сибири, а летом — почти полное пересыхание малых и средних рек Заволжья, Казахстана и других остро засушливых районов. Реки с преобладанием летнего половодья, вызванного таянием ледников и дождями, распространены в Средней Азии, на муссонном Дальнем Востоке, частично на Кавказе и в Восточной Сибири.

Резкие внутригодовые колебания стока, характерные для рек нашей страны, создают большие трудности в использовании водных ресурсов.

Колебания годового стока выражаются коэффициентом изменчивости (вариации), показывающим отклонение годовых величин от средних многолетних. Чем выше этот коэффициент, тем больше отклонения от средних показателей. На горных реках, питаемых ледниками и вечными снегами, эти коэффициенты составляют примерно 0,2; на равнинных реках снегового питания в районах

достаточного увлажнения — 0,2—0,3; на реках засушливых районов — 1,0—1,2 и более («Гидроэнергетические ресурсы...», 1967).

Таким образом, сток подчинен определенным широтным и вертикальным закономерностям. Его величина резко падает с севера на юг в Европейской части страны вследствие уменьшения осадков и увеличения испаряемости. Проявление такой широтной зональности ясно видно в пределах Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин. В тундре величина стока сокращается за счет снижения количества осадков. В горных районах в распределении стока резко выражена вертикальная зональность: как правило, в верхних поясах, где количество осадков возрастает, больше и сток.

В последние годы все большую роль в гидрографической сети СССР приобретают искусственные водоемы — *водохранилища*. Если в 1937 г. зарегулированный сток составлял 70 *куб. км*, в 1957 г. — 125, в 1965 г. — 450 *куб. км*, то в настоящее время в стране имеется около 150 действующих крупных водохранилищ (объемом свыше 100 млн. *куб. м*), которыми зарегулировано более 800 *куб. км* воды и полезный объем свыше 400 *куб. км* — 7,5% всего годового и 32% устойчивого меженного стока страны (Авакян, Шарапов, 1972).

Интенсивное гидротехническое строительство привело к возникновению ряда крупных водохранилищ, иногда превосходящих по площади зеркала естественные озера. По своему режиму они относятся к водоемам замедленного водообмена, хотя и питаются водами основной реки, а также боковых притоков.

Водохранилища служат прежде всего для зарегулирования стока. По своему назначению они используются для гидроэнергетики, орошения, борьбы с наводнениями и др.[1]

В *озерах* сосредоточена бóльшая часть запасов пресных вод страны. В нашей стране имеется около 3 млн. озер, из которых более 95% пресные (табл. 4). Суммарная площадь водного зеркала озер составляет около 500 тыс. *кв. км* (почти 2% территории страны). Распространены озера по территории страны неравномерно.

[1] Подробнее о водохранилищах см. в разделе о гидроэнергетике.

Больше всего их на северо-западе Европейской части страны, в Западной Сибири, Северном Казахстане.

Таблица 4

Количество и площадь
озер Советского Союза *

Площадь, *кв. км*	Количество озер	Площадь зеркала	
		в *кв. км*	в процентах от всей площади озер
Менее 1 . .	2 811 830	159 225	32,8
1—10	36 660	86 470	17,7
11—50 . . .	2 145	39 967	8,2
51—100 . . .	228	15 558	3,2
101—1 000 . .	154	41 155	8,5
Более 1 000 .	27	143 625	29,6
Всего...	2 851 044	486 000	100,0

* Воскресенский, 1967 г. В подсчет не вошли Каспийское и Аральское моря, являющиеся крупными солеными водоемами.

Различаются озера и по объему. Так, в 16 крупнейших озерах (Байкал, Иссык-Куль, Ладожское, Онежское, Балхаш и др.) объем вековых запасов пресных вод составляет 26 174 *куб. км*. В уникально глубоком озере Байкал содержится 88% (около 22 тыс. *куб. км*) всех запасов озерных пресных вод страны.

Однако большая часть озер — это небольшие водоемы, с малыми глубинами и незначительными запасами воды. Озера такого типа в Казахстане, в южных районах Западной Сибири летом частично или полностью высыхают.

При использовании водных ресурсов озер необходимо учитывать особенности их режима: бо́льшая часть озерных вод представлена вековыми запасами, очень медленно возобновляемыми. Ежегодно возобновляемые воды крупных озер составляют в среднем лишь 1,5% их общего запаса, хотя для отдельных озер этот показатель неодинаков. Так, для Байкала он составляет 0,3%, а для Чудско-Псковского озера — 57% (Воскресенский, 1971).

При хозяйственном использовании озер необходимо

также учитывать еще одну специфическую особенность — их накопляющую способность. В процессе смыва с полей фосфора и азота (составной части сельскохозяйственных удобрений), а также сброса сточных вод в озерах происходит их отложение и накопление. В результате этого озера загрязняются, повышается их биологическая продуктивность (евтрофирование), что может привести к изменениям их режима (Россолимо, 1967).

С каждым годом все большее водохозяйственное значение приобретают подземные воды. По данным Н. Н. Фаворина, динамические (ежегодно возобновимые) запасы подземных вод в нашей стране относительно невелики — около 900 *куб. км* и распределены по территории крайне неравномерно. Запасы статических (вековых) вод огромны, но они еще во многих районах слабо разведаны, так как гидрологическое изучение нашей страны пока не завершено.

Общие эксплуатационные ресурсы по СССР (без слабоизученных и малообжитых районов Сибири и Дальнего Востока) составляют около 7000 *куб. м/сек*, из которых на слабоминерализованные (меньше 1 *г/л*) приходится свыше 5500 *куб. м/сек*. (Биндеман, 1969). По союзным республикам запасы подземных вод приведены в таблице 5.

Эксплуатационные запасы пресных подземных вод по территории нашей страны распределены очень неравномерно. Наиболее велики их запасы в РСФСР (в Западной Сибири, Центральном и Северо-Западном экономических районах), в Казахской, Узбекской и Белорусской ССР. Низкой и очень низкой обеспеченностью характеризуются районы Прибалтики и Закавказья, некоторые районы Средней Азии, Молдавия и др.

Из общих ресурсов подземных вод СССР 6533 *куб. м/сек* пресные воды составляют 5412 *куб. м/сек*, слабосолоноватые — 823 и солоноватые — 298 *куб. м/сек*.

Подземные воды с повышенной минерализацией распространены преимущественно на юге страны — в Молдавии, Средней Азии, на юге Западной Сибири, в Казахстане. Слабосолоноватые и солоноватые воды особенно типичны для Казахстана (417 и 71 *куб. м/сек* соответственно), где их ресурсы превышают ресурсы пресных вод, Узбекистана (92 и 73 *куб. м/сек*), Туркмении (39 *куб. м/сек*; пресные воды отсутствуют) и РСФСР (241 и 116 *куб. м/сек*). В небольшом количестве слабосоленые и

Таблица 5

Количественная оценка подземных вод *

Республики	Прогнозные ресурсы, *куб. м/сек*	Современный отбор подземных вод			Процент использования подземных вод от прогнозных ресурсов
		Водоснабжение, *куб. м/сек*	Орошение и обводнение (без кяризов и карасу), *куб. м/сек*	Всего, *куб. м/сек*	
1	2	3	4	5	6
РСФСР	3 640	156	—	156	4,3
Украинская ССР	390	52	6,5	58,5	15
Белорусская ССР	420	15,6	—	15,6	3,7
Узбекская ССР	825	21,5	16	37,5	4,5
Казахская ССР	900	19,5	1	20,5	2,3
Грузинская ССР	30	6	1	7	23,4
Азербайджанская ССР	125	11,7	15	26,7	21,4
Литовская ССР	75	2,3	—	2,3	3,1
Молдавская ССР	10	2,4	—	2,4	24
Латвийская ССР	80	1,8	—	1,8	2,2
Киргизская ССР	175	5,5	2,3	7,8	4,5
Таджикская ССР	110	1,6	3,5	5,1	4,6
Армянская ССР	50	7	11,1	18,1	36,2
Туркменская ССР	40	3,8	11	14,8	37
Эстонская ССР	60	4,6	—	4,6	7,7
Итого . . .	6 930	311,3	67,4	378,7	5,5

* «Использование подземных вод для орошения СССР (состояние и перспективы)». М., 1968.

солоноватые воды имеются на Украине, в Таджикистане (только солоноватые) и в Молдавии, хотя в последней относительные ресурсы слабосолоноватых вод в 3,5 раза превышают ресурсы пресных. Удельный вес отдельных районов и республик в общесоюзных эксплуатационных запасах подземных вод основных водоносных горизонтов, качественный состав и степень фактического использования их (в процентах от общих запасов) показаны в таблице 6.

Таблица 6

Прогнозные эксплуатационные запасы подземных вод (в процентах от общих прогнозных запасов) *

Административные единицы	Сцененные эксплуатационные запасы подземных вод основных водоносных горизонтов			Фактическое использование подземных вод (в % от общих запасов)
	общие	в том числе		
		пресные воды с минерализацией до 1 г/л	слабоминерализованные и пестрой минерализации 1 г/л	
1	2	3	4	5
СССР	100,0	100,0	100,0	
В том числе:				
РСФСР				
В том числе:				
Северо-Западный район . .	7,5	7,5	0,1	1,0
Центральный район . . .	7,6	7,6	—	10,0
Центрально-Черноземный район . . .	3,8	3,8	—	6,8
Волго-Вятский район . . .	1,5	1,4	0,1	6,5
Поволжский район . . .	4,3	3,4	0,9	4,5
Северо-Кавказский район	3,1	2,4	0,7	11,0
Уральский район . . .	4,7	3,2	1,5	7,8
Западно - Сибирский район	12,6	10,7	1,9	2,2
Восточно - Сибирский район	4,1	4,1	—	1,7
Дальневосточный район . .	5,8	5,8	—	1,1
Прибалтийский район	3,3	3,3	—	4,5
Белорусский район	6,3	6,3	—	3,7
Юго-Западный район	3,2	3,2	—	5,2
Донецко - Приднепровский район	2,1	2,0	0,1	18,9

* Плотников, 1965.

Продолжение

1	2	3	4	5
Южный район . .	0,6	0,4	0,2	39,0
Молдавский район .	0,1	—	0,1	14,4
Закавказский район	2,9	2,7	0,2	25,6
Казахстанский район	13,5	6,2	7,3	2,6
Среднеазиатский район	13,0	10,1	2,9	7,5

В распределении эксплуатационных ресурсов подземных вод проявляются определенные закономерности. В горных районах (за исключением межгорных впадин и предгорных склонов) их ресурсы невелики и использование возможно в основном в местах выхода источников; на равнинах четко проявляется общая закономерность, связанная с климатической зональностью; в Европейской части модули эксплуатационных ресурсов подземных вод уменьшаются с северо-запада на юго-восток, например с 2—3 *л/сек* с 1 *кв. км* в Белоруссии до менее 0,5 *л/сек* с 1 *кв. км* в Нижнем Поволжье (Биндеман, 1969). Подземные воды в качестве источника пресной воды имеют большое значение в пустынных районах Средней Азии, за счет их можно также улучшить водоснабжение во многих северных районах и районах многолетней мерзлоты.

При использовании подземных вод необходимо следить за их правильной эксплуатацией, не допускать резкого уменьшения дебита скважин, снижения уровня воды в них, изменения качественного состава, образования воронок депрессий — явлений, отрицательно сказывающихся на водоснабжении всей прилегающей территории.

Поскольку подземные воды во многих районах служат источником питания рек, то эксплуатация подземных вод, естественно, влияет на режим поверхностных вод. При длительной эксплуатации подземных вод в объемах, соответствующих величине оценочных эксплуатационных ресурсов, по данным Н. Н. Биндемана (1969), речной сток уменьшается на 20—30% (величину безвозвратных потерь) от потребления «свежей» воды. На современном уровне использование подземных вод в СССР составляет 350—400 *куб. м/сек*, т. е. 5—6% от общих их прогнозных

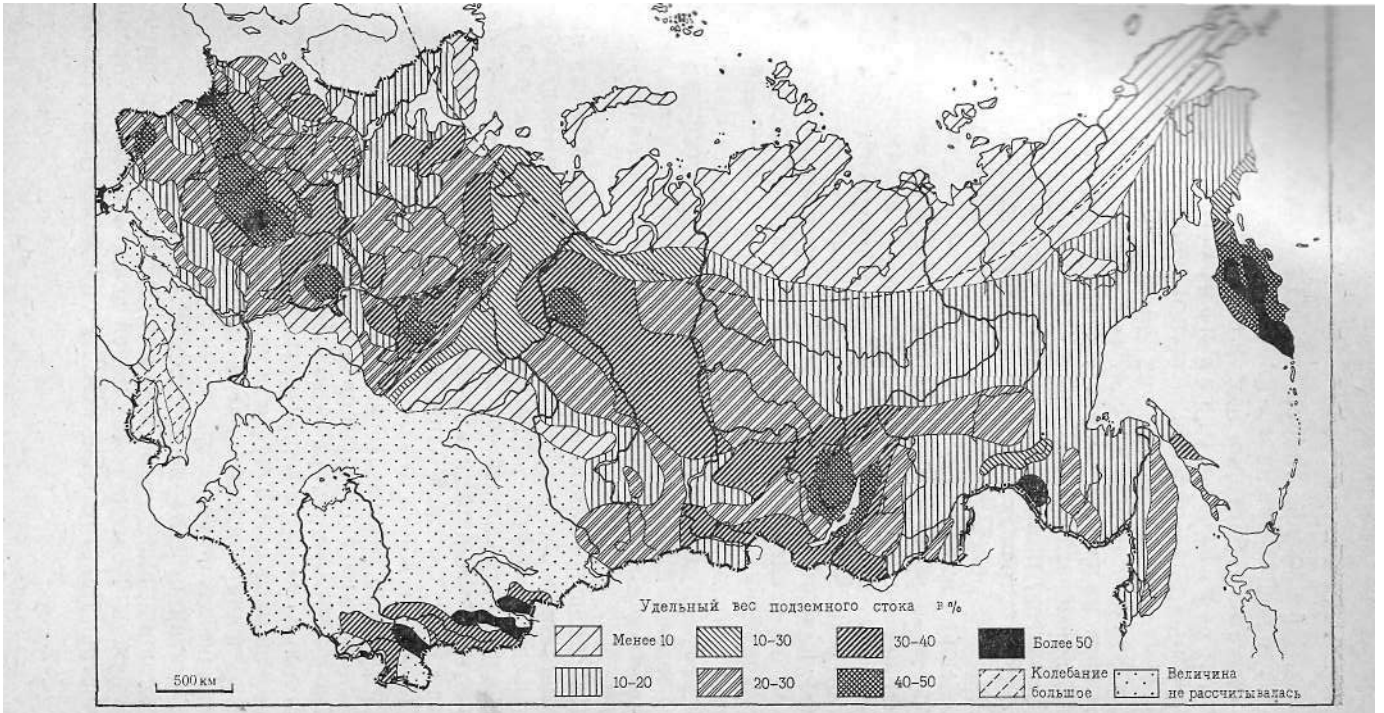


Рис. 7. Удельный вес подземного стока от общего речного стока («Подземный сток...», 1969)

запасов. На кафедре гидрологии МГУ составлена карта (рис. 7), дающая представление о распределении подземного стока на территории нашей страны.

Качественный состав природных вод имеет огромное значение при использовании их для водоснабжения, отдыха, для орошения, в рыбном хозяйстве, в ряде отраслей промышленности. Важнейшим фактором, влияющим на формирование состава природных вод на современном этапе развития общества, является рост производства, приводящий к сбросу все возрастающего количества сточных вод, а это ведет к глубоким качественным изменениям поверхностных и подземных вод суши, морей и океанов.

Качество воды определяется ее физическими (цвет, запах, прозрачность, температура, вкус) и химическими свойствами, а также санитарно-бактериологическим состоянием (содержание бактерий и т. д.).

Так, средняя мутность рек нашей страны колеблется в широких пределах (от 10 до 4000 *г/куб. м* и более). В ее распределении отмечается тенденция к широтной зональности. Высокой мутностью отличаются реки юга Европейской части страны, которые требуют их очистки при использовании для питьевых и хозяйственных целей, что приводит к дополнительным, часто очень большим расходам.

Для большей части рек нашей страны характерна небольшая минерализация: около 85% рек имеют воду удовлетворительного химического состава. Реки со значительной минерализацией составляют около 3% — это преимущественно реки юга и юго-востока Европейской части СССР, Средней Азии, Казахстана.

Для возможного хозяйственного использования воды в ней должно содержаться ограниченное количество химических веществ: хлоридов — не более 350 *мг/л*; сульфатов — 500 *мг/л*; фтора — до 1,5 *мг/л*; нитратов, аммиака — только следы и т. д. В литре воды общее количество содержащихся солей не должно превышать 1 *г/л*. Кальций и магний придают воде жесткость, и содержание их ограничивается 7 *мг/экв*.

Санитарно-бактериологическое состояние воды особенно важно при ее использовании на хозяйственно-питьевые нужды. Вода для этих целей должна быть безупречно чистой. Действующие ГОСТы определяют, что содер-

Таблица 7

Вещества, избыточное содержание которых в воде может оказать неблагоприятное влияние на организм человека и на некоторые отрасли хозяйства *

Вещества	Характер неблагоприятного влияния, которое может возникнуть	Приблизительный уровень, выше которого может возникнуть неблагоприятное влияние
Фтор (в расчете на F)	Флюороз	1,5 *мг/л*, или 0,079 *мг-экв/л*
Нитраты (в расчете на NO_3)	Метгемоглобинемия у детей раннего возраста	50 *мг/л*, или 0,806 *мг-экв/л*
Медь (в расчете на Cu)	Вяжущий привкус, изменение окраски и коррозия на насосной станции труб, арматуры и посуды	0,05 *мг/л*, или 0,0016 *мг-экв/л* 3,0 *мг/л*, или 0,094 *мг-экв/л* после 16 час. контакта с новыми трубами
Железо общее (в расчете на Fe)	Привкус, изменение окраски, осадки и рост железобактерий, мутность	0,1 *мг/л*, или 0,0036 *мг-экв/л*
Марганец (в расчете на Mn)	Привкус, изменение окраски, осадки в трубах, мутность	0,1 *мг/л*, или 0,0036 *мг-экв/л*
Цинк (в расчете на Zn)	Вяжущий привкус, опалесценция и пескоподобные осадки	5,0 *мг/л*, или 0,153 *мг-экв/л*
Магний (в расчете на Mg)	Жесткость, привкус	30 *мг/л*, или 2,47 *мг-экв/л*, если содержится 250 *мг/л*, или 5,2 *мг-экв/л* сульфата; если сульфата меньше, можно допускать до 125 *мг/л*, или 10,28 *мг-экв/л*
Сульфаты (в расчете на SO_4)	Раздражение кишечно - желудочного тракта	250 *мг/л*, или 5,2 *мг-экв/л*
Хлориды (в расчете на Cl)	Привкус, коррозия в системе горячего водоснабжения	350 *мг/л*, или 9,87 *мг-экв/л*
Фенольные соединения (в расчете на фенол)	Привкус, особенно в хлорированной воде	0,001 *мг/л*

* Плотников, 1965.

жание мышьяка не должно превышать 0,5 *мг*, свинца — 1, фтора — 1,5, меди — 3, цинка — 5 *мг* на *л* и т. д. В таблице 7 приводятся данные о влиянии ряда веществ на организм человека и на некоторые отрасли хозяйства.

Кроме общих свойств подземные воды имеют свои особенности. По типу эти воды делятся на грунтовые, глубинные и артезианские (напорные). Грунтовые воды, пополняемые за счет инфильтрации поверхностных вод, не рассматриваются как пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения вследствие возможности их загрязнения. Пригодными для водоснабжения населения в Советском Союзе признаются преимущественно глубинные, в том числе артезианские, воды, загрязнение которых представляет сравнительно редкое явление.

Подземные воды в их естественном состоянии в гигиеническом отношении обычно лучше поверхностных вод. Однако они также могут быть сильно минерализованы, с повышенной жесткостью или присутствием большого количества железа (особенно сернистого), с нарушениями микроэлементного состава. Качественная оценка этих вод (как питьевых) определяется степенью их минерализации. Пригодными для питья считаются пресные воды, содержащие до 1 *г/л* различных солей, а в некоторых случаях (например, в аридных районах с повышенной минерализацией подземных вод) и слабосолоноватые, содержащие солей 1—3 *г/л*. Воды с более высокой минерализацией (3—10 *г/л*, солоноватые) исключаются из ресурсов хозяйственно-питьевого назначения. Они не пригодны и для ирригационных целей, так как могут вызвать вторичное засоление. Использование их допустимо лишь при разбавлении пресной водой, т. е. при переводе в категорию слабосолоноватых.

Н. И. Плотников (1965) все промышленные типы месторождений подземных вод по степени сложности гидрохимических условий подразделяет на три категории: 1. С простыми и относительно однородными гидрохимическими условиями и благоприятными санитарно-бактериологическими условиями, устойчивым качеством воды в процессе длительной эксплуатации. 2. Со сложными гидрохимическими и санитарно-бактериологическими условиями. При длительной эксплуатации на отдельных водозаборных участках возможны коренные изменения качества. Месторождения такого типа встречаются в Цен-

тральном Казахстане (на площади распространения древних речных долин), по левобережью р. Волги (в районе г. Куйбышева — Чапаевска) и в других районах. 3. С весьма сложными гидрохимическими условиями (пресные воды залегают в окружении вод с повышенной минерализацией и др.). Такой тип месторождений встречается в Узбекистане, в Кызылкумах, в Туркмении, в Астраханской области, на «черных землях». В этом случае эксплуатационные возможности водозаборных участков меньше их естественных ресурсов.

Глава II

ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО СССР

Сформировавшееся в последние годы в качестве новой народнохозяйственной отрасли, водное хозяйство до сих пор еще не получило единого понимания его определения и места среди других отраслей народного хозяйства. И хотя этот вопрос уже неоднократно рассматривался в литературе, он требует дальнейшего изучения и уточнения. К настоящему времени наметилось два подхода в его определении. Мнение ряда исследователей (Близняк, 1959; Турчинович, 1961; Крицкий и Менкель, 1964; и др.) по этому вопросу выражено в определении, данном в «Водохозяйственном словаре» (1970), в котором говорится, что водное хозяйство — это совокупность мероприятий, направленных на изучение, учет, охрану и использование водных ресурсов для нужд общества и государства, а также на борьбу с ущербом, причиняемым народному хозяйству разрушительным действием воды. Отмечается, что в некоторых странах водное хозяйство считается отраслью народного хозяйства.

Подчеркивая всю важность государственной политики по отношению к воде, это определение вместе с тем рассматривает водное хозяйство только как совокупность отдельных мероприятий, направленных на ее использование, что не способствует, по нашему мнению, правильному планированию и использованию

водных ресурсов. Несмотря на то что водное хозяйство в настоящее время в административно-правовом смысле не оформлено как отрасль, оно фактически стало своеобразной отраслью народного хозяйства, экономическая роль и значение которой неуклонно возрастает. Это отражают определения, даваемые различными авторами (Бахтиаров, 1961; Тюльпанов, 1965; Попов, Самойлов, 1969; и др.), а обобщенно — Д. Т. Зузиком и К. Г. Тихоцким [1], которые считают *водное хозяйство* отраслью народного хозяйства, занимающейся изучением, учетом, планированием комплексного использования водных ресурсов, охраной поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения и транспортировкой их к месту назначения (потребления). Таким образом, основной задачей водного хозяйства является обеспечение всех отраслей народного хозяйства водой в необходимом количестве и соответствующего качества.

Водное хозяйство включает следующие виды использования водных ресурсов: хозяйственно-бытовое водоснабжение, водоснабжение промышленных предприятий и тепловых электростанций, гидроэнергетику, сельскохозяйственное использование (водоснабжение, орошение и обводнение, осушение земельных угодий), водно-транспортное, лесосплавное и рыбохозяйственное, использование в спортивно-оздоровительных целях. Водное хозяйство включает также меры по борьбе с разрушительными действиями водной стихии (наводнениями, селями и т. д.).

Как и другие отрасли народного хозяйства страны, водное хозяйство включает особый, присущий ему производственный процесс, цель которого, в частности, состоит в создании определенного режима водных источников, обеспечивающего возможность бесперебойного использования водных ресурсов всеми потребителями. Создание такого режима достигается обычно с помощью специальных гидротехнических сооружений, которые образуют, следовательно, важнейший элемент производственного процесса водного хозяйства. Конечным результатом такого процесса является подготовленная к разным видам использования вода, представляющая собой продукцию водного хозяйства. Для разных потребителей эта продукция характеризуется различными показателя-

[1] БСЭ, т. 5, 1971.

ми. Ею может быть вода определенного качества, которая доставляется потребителям в определенном объеме и в необходимое для них время. Продукцией водного хозяйства может быть также объем воды, поддерживаемый на заданном уровне, обеспечивающий выработку электроэнергии, судоходство, лесосплав, орошение. Водную среду, обладающую необходимыми для развития живых организмов скоростями течения, термическим и кислородным режимами и т. п., также можно рассматривать как продукцию водного хозяйства, если такой режим поддерживается при помощи каких-либо мероприятий.

В условиях социализма водные ресурсы являются общенародной собственностью и предоставляются различным предприятиям, организациям или гражданам только в пользование, но они, как и все другие естественные ресуры, подвергнутые обработке в ходе использования обществом, приобретают определенную трудовую стоимость. Эта стоимость измеряется капитальными и текущими затратами на создание и эксплуатацию всевозможных гидротехнических сооружений и других элементов водохозяйственных систем, при помощи которых осуществляется использование продукции водного хозяйства, т. е. водных ресурсов.

С древнейших времен обеспечение водой хозяйства и населения как одна из сторон деятельности человеческого общества развивалось стихийно. За редкими исключениями потребности общества в воде без особых трудностей удовлетворялись за счет естественных источников.

В условиях социалистического общественного строя водное хозяйство превращается в систему организованно планируемых мероприятий по рациональному (комплексному) использованию водных ресурсов и их охране от истощения. Увеличение объема производства в различных отраслях народного хозяйства определяет непрерывно возрастающее потребление воды. Так, по ориентировочным расчетам, объем водопотребления удваивается через каждые 10—15 лет (Калинин, 1968).

Бесперебойное водоснабжение всех отраслей народного хозяйства и населенных мест достигается путем создания устойчивых во времени запасов водных ресурсов (на основе регулирования или перераспределения стока и т. д.) и централизованной подачи воды потребителям. Оно связано с огромными и все возрастающими объема-

ми гидротехнического, мелиоративного и других видов строительства, требует больших капиталовложений и эксплуатационных затрат.

Рост водопотребления и уровень его обеспеченности местными водными ресурсами не одинаковы, резко дифференцированы по районам страны (табл. 8, 9). В условиях современной техники вода в принципе может быть подана из многоводных районов в ододефицитные. Целесообразность такой переброски определяется экономическими показателями: величиной затрат на водоснабжение, влиянием этих затрат на уровень стоимости выпускаемой потребителями воды продукции, экономическим эффектом от улучшения условий водообеспеченности

Таблица 8

Удельный вес водопотребления союзных республик в водопотреблении СССР (в процентах) *

Административные единицы	Итого по СССР	В том числе				
		Промышленность	Коммунальное хозяйство	Сельское хозяйство		Потери на испарение с поверхности водохранилищ, прудов и неучтенные
				всего	в том числе орошение	
СССР	100	100	100	100	100	100
РСФСР	31,7	53,4	62,0	13,0	13,0	54,8
Украинская ССР	13,3	25,0	13,0	4,5	3,0	18,7
Белорусская ССР	1,0	2,5	2,0	0,2	—	0,6
Узбекская ССР	21,4	4,0	3,0	36,3	40,0	0,9
Казахская ССР	8,2	5,0	6,0	12,0	13,0	—
Грузинская ССР	1,6	3,0	5,0	0,8	0,5	0,2
Азербайджанская ССР	4,0	1,0	1,0	6,0	6,5	3,0
Литовская ССР	0,3	0,5	0,8	0,06	0,0	0,2
Молдавская ССР	0,2	0,1	0,7	0,1	0,2	0,3
Латвийская ССР	0,2	0,6	0,8	0,0	—	—
Киргизская ССР	4,0	0,6	0,7	6,0	7,0	—
Таджикская ССР	5,0	0,3	—	9,0	7,0	2,0
Армянская ССР	1,0	0,5	3,0	2,0	2,0	—
Туркменская ССР	7,1	0,5	1,0	10,0	8,0	19,3
Эстонская ССР	1,0	3,0	1,0	0,03	—	—

* По расчетам авторов.

Таблица 9

Структура водопотребления отраслей народного хозяйства по союзным республикам (в процентах) *

Административные единицы	Всего	В том числе				
		Промышленность	Коммунальное хозяйство	Сельское хозяйство		Потери на испарение с поверхности водохранилищ и прудов и неучтенные
				всего	в том числе орошение	
СССР	100	31,0	4,0	54,0	49,0	—
РСФСР	100	53,0	8,5	22,0	20,0	17,0
Украинская ССР	100	61,3	4,0	19,2	12,5	14,0
Белорусская ССР	100	74,0	6,0	12,0	—	5,0
Узбекская ССР	100	6,0	0,5	92,0	90,0	0,4
Казахская ССР	100	18,0	3,0	79,0	71,7	—
Грузинская ССР	100	53,6	15,0	28,0	20,0	1,0
Азербайджанская ССР	100	10,0	1,0	78,0	77,0	7,0
Литовская ССР	100	44,0	11,5	12,0	0,8	5,5
Молдавская ССР	100	25,6	18,0	41,0	41,0	15,5
Латвийская ССР	100	81,0	14,0	2,0	—	2,0
Киргизская ССР	100	5,0	0,8	94,0	94,0	0,1
Таджикская ССР	100	2,0	0,5	93,5	66,5	4,0
Армянская ССР	100	10,0	10,0	80,0	66,4	0,2
Туркменская ССР	100	2,0	0,5	72,0	55,3	25,0
Эстонская ССР	100	90,0	5,0	2,0	—	0,4

* По расчетам авторов.

района-потребителя, побочными следствиями гидротехнических мероприятий в их экономическом выражении и т. д.

Межбассейновая переброска стока из многоводных бассейнов в маловодные становится важнейшим мероприятием в системе средств водного хозяйства. За годы Советской власти уже были проведены крупные межбассейновые переброски стока рек и построены каналы Волга — Москва, Волга — Дон, Днепр — Кривой Рог, Северо-Крымский, Каракумский, Иртыш — Караганда и др.

По данным Ю. П. Беличенко (1967), капитальные вложения в водообеспечение населенных мест и промыш-

ленности страны растут в последние годы следующими темпами: если в 1961 г. они составляли 800 млн. руб., то в 1963 г. при общих капитальных вложениях в водное хозяйство страны около 2 млрд. руб. они превысили 900 млн. руб.

По ориентировочной оценке («Гидроэнергетика и комплексное использование...», 1970), объем основных производственных фондов водного хозяйства составляет свыше 25 млрд. руб., в том числе на промышленное и коммунальное водоснабжение приходится 45%, гидроэнергетику — 24, сельскохозяйственные водные мелиорации — 22%. По прогнозу А. Н. Вознесенского, на капитальные вложения в водное хозяйство будет приходиться $^1/_{10}$ всех капитальных затрат.

Объем водопотребления в СССР неуклонно растет. Только за последние два десятилетия потребление воды народным хозяйством увеличилось вдвое. Не меньший его рост ожидается в перспективе. По данным Н. Мельникова (1966), потребление свежей воды будет доведено до 600 *куб. км/год* при росте безвозвратного водопотребления приблизительно в 1,5 раза. Как видно из данных таблицы 10, динамика и структура водопотребления за последние десятилетия очень существенно менялись. По сравнению с 1913 г. к 1970 г. общее водопотребление выросло более чем в 5 раз. В 1913 г. около 90% объема используемой воды приходилось на сельское хозяйство и лишь около 7% — на водопотребление промышленности и населения. В связи с бурным промышленным развитием нашей страны к 1940 г. водопотребление сельского хозяйства снижается до 75%, а доля промышленности и населения превышает 20%. В настоящее время основным потребителем воды также остается сельское хозяйство (около 55%), хотя его доля в водопотреблении снизилась. Однако в связи с дальнейшим ростом промышленности, особенно ее водоемких отраслей, потребление воды в этой отрасли промышленности составляет теперь почти 20%, а на долю населения городов и поселков приходится всего около 4% общего водопотребления всей нашей страны.

Еще большее потребление воды ожидается в последующие годы. Так, по данным С. Л. Озиранского, проектные разработки предусматривают увеличение объема водопотребления почти в 3 раза (табл. 11).

Таблица 10

Некоторые показатели развития народного хозяйства СССР *

Показатели	1913 г.	1940 г.	1968 г.
Население, млн. человек	159	194	236,7
Валовая продукция промышленности . . .	1	7,7	79
Выработка электроэнергии гидроэлектростанциями, млрд. *квт-ч*	0,04	5,1	104,0
Площадь орошаемых земель, млн. *га* . . .	4,0	6,0	9,3
Площадь осушенных земель, млн. *га* . . .	3,2	4,0	8,8
Уловы рыбы на внутренних водоемах, млн. *ц*	8,2	7,5	10,8
Объем перевозок грузов речным транспортом, млн. *т*	35	73	322,5
Объем воды, используемой в народном хозяйстве, млрд. *куб. м*	45	80	250
В том числе: водопотребление промышленностью и населением . . .	3	18	75
водопотребление сельским хозяйством	40	60	135

* «Гидроэнергетика и комплексное использование. . .», 1970.

Из этих данных следует, что в перспективе, несмотря на развитие орошения на больших площадях и рост коммунально-бытового водопотребления, ожидается относительная стабилизация уровня водопотребления сельского хозяйства.

По характеру использования водных ресурсов с известной степенью условности потребители воды делятся на водопользователей и водопотребителей.

Характерной особенностью водопользователей является то, что потребляемая ими вода не изымается из водотока, а используется в качестве источника энергии или

Таблица 11

Водопотребление СССР *

Потребитель	Водопотребление, *куб. км/год*					
	1965 г.		1975 г.		1985 г.	
	Полное	Безвозвратное	Полное	Безвозвратное	Полное	Безвозвратное
Население городов и рабочих поселков	8,4	3,8	16,2	6,1	33,5	9,5
Промышленность . .	22,2	6,9	38,1	12,6	66,0	27,5
Теплоэнергетика . .	18,4	1,5	39,5	2,0	101,9	4,7
Сельскохозяйственная мелиорация и водоснабжение . .	6,8	6,5	10,0	8,7	17,1	13,3
Орошение	114,8	92,2	168,1	144,1	255,8	214,1
Рыбное хозяйство .	16,3	4,2	45,6	12,0	65,7	17,3
Испарение с поверхности водохранилищ	18,6	18,6	25,1	25,1	40,0	40,0
Всего . . .	205,5	133,7	342,6	210,6	580,0	321,7

* Озиранский, 1968.

как среда. Это приводит к тому, что одно и то же количество воды могут одновременно или последовательно использовать несколько водопользователей — гидроэнергетика, водный транспорт, лесосплав, рыбное хозяйство, отдых населения.

Иное влияние на использование водных ресурсов оказывают отрасли-водопотребители, применяющие воду в своих технологических процессах и часто безвозвратно изымающие ее из водотоков. Кроме того, эти отрасли хозяйства, являясь часто источниками возвратных вод в реки, способствуют их загрязнению. Наиболее крупными водопотребителями в промышленном производстве являются тепловые электростанции, металлургические, нефтеперерабатывающие и химические заводы, предприятия добывающей промышленности, применяющие воду для обогащения минерального сырья, предприятия некоторых отраслей пищевой промышленности (консервной, сахарной и т. д.). Но самым крупным водопотребителем стра-

ны является не промышленность, а сельское хозяйство, однако это деление очень условное.

Неравномерность распределения водных ресурсов во времени — многолетние и сезонные колебания объемов речного стока — приводит к неодинаковой и неустойчивой водообеспеченности отраслей народного хозяйства, что выдвигает *проблему надежности водообеспеченности* населения и отраслей народного хозяйства.

В практике проектирования и эксплуатации объектов, требующих бесперебойной подачи воды, применяется особый показатель — расчетная обеспеченность [1], имеющий важное хозяйственное значение.

Оптимальный водный режим, т. е. наивысшая обеспеченность, равная 95—99%, устанавливается как необходимое требование для водопотребления населения и тепловых электростанций. В водоснабжении населения допускается вероятность неполной обеспеченности его не чаще чем 1—5 лет в столетие. Снижение же нормативов водообеспеченности для тепловых электростанций ведет к возможному сокращению выработки электроэнергии, к повышению вероятности аварий и, следовательно, к определенным народнохозяйственным потерям.

Несколько большие отклонения от оптимального режима возможны для гидроэнергетики, водного транспорта, орошаемого земледелия и рыбного хозяйства. Для гидроэнергетики норматив водообеспеченности составляет 70—95% и зависит от доли гидравлической мощности в энергосистеме. Если эта доля не превышает 20%, то норматив обеспеченности водой может снижаться до 70—80%; если же значение ГЭС в энергосистемах велико, то обеспеченность их водными ресурсами должна составлять не менее 95%. Для водного транспорта в зависимости от класса водной магистрали норматив водообеспеченности обычно колеблется в пределах 80—90%, а для орошаемого земледелия — 75—80 и даже 90%. Рыбопромышленное значение водоемов определяет в свою очередь и норматив обеспеченности рыбного хозяйства, колеблющийся в пределах от 75 до 95%. Указанные выше нормы

---

[1] Расчетная обеспеченность характеризует вероятность (в %) обеспечения за расчетный период заданного количества воды (например, 95% — обеспеченность в среднем за 19 лет из 20 и т. д.).

обеспеченности принимаются как исходные при проектировании водохозяйственных мероприятий и во всех водохозяйственных расчетах.

Соотношение между водными ресурсами данной территории (поверхностными и подземными) и потребностями в них населения и отдельных отраслей хозяйства отражается в водохозяйственных балансах, в которых рассчитываются приходная и расходная части, выявляется степень обеспеченности водой народного хозяйства рассматриваемого района, качественное состояние водных ресурсов, использование их во времени и пространстве. Водохозяйственные балансы необходимы для рационального распределения воды между отраслями-потребителями, особенно в дефицитных по воде районах (бóльшая часть Средней Азии, Казахстана, Закавказья, Юго-Востока Европейской части страны).

Водохозяйственные балансы отдельных районов необходимы при народнохозяйственном проектировании. Они служат основой для составления Генеральной схемы комплексного использования водных ресурсов страны. В то же время при перспективных расчетах их нельзя рассматривать изолированно от общесоюзных водохозяйственных задач и перспектив развития производительных сил страны. Водохозяйственные балансы рассматриваются как часть общего народнохозяйственного баланса страны и один из основных элементов планирования размещения производительных сил.

Хотя вопрос о водохозяйственных балансах широко освещен в литературе (Турчинович, 1961, 1967; Кузнецов, 1967; Крицкий, Менкель 1964; Плужников, 1964; Сванидзе, 1964; Захаров, Чокин 1964, 1967; Мечитов и др., 1968), конкретная общепризнанная методика их составления еще не разработана.

Расширение хозяйственного использования водных ресурсов страны приводит к возникновению различных и все более сложных водохозяйственных проблем, среди которых важнейшей является *проблема комплексного использования водных ресурсов.*

При прогнозе развития водного хозяйства необходимо учитывать важнейшие региональные водохозяйственные проблемы, включая возможные изменения природных условий в результате проведения водохозяйственных мероприятий, влияние и эффективность перераспределе-

ния водных ресурсов по территории (в том числе межбассейновых переброс стока), задачи охраны качества воды.

Поскольку основным источником водоснабжения являются реки, их гидрологический режим оказывает сильное влияние на использование водных ресурсов. Если на реках снегового и смешанного питания наибольший объем стока приходится на весну и несколько повышенный — на осень, а на реках с ледниковым питанием — на летний период, то при орошаемом земледелии наибольшая потребность в воде в основном приходится на летнее время, что совпадает с режимом рек ледникового питания, в то время как в равнинных условиях период наибольшей потребности в воде для орошения совпадает с летней меженью. Следовательно, здесь орошение может быть обеспечено только при условии регулирования стока, создания гидротехнических сооружений, т. е. при определенных затратах, что в свою очередь вызывает увеличение стоимости продукции сельского хозяйства. При гидроэнергетическом использовании водных ресурсов также существует несовпадение потребностей в воде с режимом водотоков. Более того, здесь нередко требования орошаемого земледелия и гидроэнергетики входят в противоречия как между собой, так и с режимом водотоков. Аналогичное несоответствие возникает также и при использовании рек водным транспортом и в целях водоснабжения и обводнения.

Таким образом, требования различных отраслей народного хозяйства к водным ресурсам не всегда совпадают. При преимущественном удовлетворении потребностей в воде каких-либо одних отраслей народного хозяйства за счет других возникают весьма существенные конфликты интересов, что может отразиться на их работе.

Поэтому для одновременного и возможно наиболее полного водообеспечения всех отраслей народного хозяйства и населения необходимо комплексное использование водных ресурсов, которое опирается на их устойчивые запасы, созданные в результате гидротехнического зарегулирования неустойчивого и неравномерного во времени поверхностного стока. Состав их водопотребителей и водопользователей определяет характер использования водных ресурсов и режим эксплуатации таких узлов.

Так, в районах Средней Азии, Северного Кавказа и

Закавказья главными компонентами водохозяйственных комплексов являются гидроэнергетика и ирригация. Например, Токтогульский гидроузел на р. Нарын (многолетнего и сезонного регулирования стока) предназначен как для орошения, так и для выработки электроэнергии. Такую же роль в бассейне Вахша должен играть Нурекский гидроузел.

В южных районах Европейской части СССР в комплексах в основном участвуют ирригация и водообеспечение промышленности и населенных мест. В центральных и северных районах главными участниками водохозяйственных комплексов выступают гидроэнергетика и водный транспорт, в Сибири — гидроэнергетика, водный транспорт и лесосплав, а на Дальнем Востоке — борьба с наводнениями, гидроэнергетика и водный транспорт. Порайонные различия в комплексном использовании водных ресурсов обусловливают специфические особенности их эксплуатации, различия в характере гидротехнического строительства, в объемах затрат общественного труда и т. д.

Основным исходным принципом комплексного использования водных ресурсов является положение, что эти ресурсы эксплуатируются с наибольшим экономическим эффектом при сохранении их качества.

Гидроэнергетика, водный транспорт, лесосплав, рыбное хозяйство

В структуре водного хозяйства страны особое место занимает **гидроэнергетика,** выступающая как важнейшее звено водохозяйственного комплекса. Гидроэнергетика в результате создания водохранилищ является основным регулятором стока и вместе с тем дает народному хозяйству электроэнергию. С решением энергетических задач частично связаны строительство каналов, межбассейновые переброски стока и т. д. На современном этапе использования водных ресурсов невозможно обойтись без гидротехнических сооружений и создания крупных водохранилищ, которые вносят коренные изменения в жизнь рек и хозяйство страны. Все отрасли народного хозяйства так или иначе связаны с гидротехническим строи-

ния водных ресурсов по территории (в том числе межбассейновых переброс стока), задачи охраны качества воды.

Поскольку основным источником водоснабжения являются реки, их гидрологический режим оказывает сильное влияние на использование водных ресурсов. Если на реках снегового и смешанного питания наибольший объем стока приходится на весну и несколько повышенный — на осень, а на реках с ледниковым питанием — на летний период, то при орошаемом земледелии наибольшая потребность в воде в основном приходится на летнее время, что совпадает с режимом рек ледникового питания, в то время как в равнинных условиях период наибольшей потребности в воде для орошения совпадает с летней меженью. Следовательно, здесь орошение может быть обеспечено только при условии регулирования стока, создания гидротехнических сооружений, т. е. при определенных затратах, что в свою очередь вызывает увеличение стоимости продукции сельского хозяйства. При гидроэнергетическом использовании водных ресурсов также существует несовпадение потребностей в воде с режимом водотоков. Более того, здесь нередко требования орошаемого земледелия и гидроэнергетики входят в противоречия как между собой, так и с режимом водотоков. Аналогичное несоответствие возникает также и при использовании рек водным транспортом и в целях водоснабжения и обводнения.

Таким образом, требования различных отраслей народного хозяйства к водным ресурсам не всегда совпадают. При преимущественном удовлетворении потребностей в воде каких-либо одних отраслей народного хозяйства за счет других возникают весьма существенные конфликты интересов, что может отразиться на их работе.

Поэтому для одновременного и возможно наиболее полного водообеспечения всех отраслей народного хозяйства и населения необходимо комплексное использование водных ресурсов, которое опирается на их устойчивые запасы, созданные в результате гидротехнического зарегулирования неустойчивого и неравномерного во времени поверхностного стока. Состав их водопотребителей и водопользователей определяет характер использования водных ресурсов и режим эксплуатации таких узлов.

Так, в районах Средней Азии, Северного Кавказа и

Закавказья главными компонентами водохозяйственных комплексов являются гидроэнергетика и ирригация. Например, Токтогульский гидроузел на р. Нарын (многолетнего и сезонного регулирования стока) предназначен как для орошения, так и для выработки электроэнергии. Такую же роль в бассейне Вахша должен играть Нурекский гидроузел.

В южных районах Европейской части СССР в комплексах в основном участвуют ирригация и водообеспечение промышленности и населенных мест. В центральных и северных районах главными участниками водохозяйственных комплексов выступают гидроэнергетика и водный транспорт, в Сибири — гидроэнергетика, водный транспорт и лесосплав, а на Дальнем Востоке — борьба с наводнениями, гидроэнергетика и водный транспорт. Порайонные различия в комплексном использовании водных ресурсов обусловливают специфические особенности их эксплуатации, различия в характере гидротехнического строительства, в объемах затрат общественного труда и т. д.

Основным исходным принципом комплексного использования водных ресурсов является положение, что эти ресурсы эксплуатируются с наибольшим экономическим эффектом при сохранении их качества.

Гидроэнергетика, водный транспорт, лесосплав, рыбное хозяйство

В структуре водного хозяйства страны особое место занимает **гидроэнергетика**, выступающая как важнейшее звено водохозяйственного комплекса. Гидроэнергетика в результате создания водохранилищ является основным регулятором стока и вместе с тем дает народному хозяйству электроэнергию. С решением энергетических задач частично связаны строительство каналов, межбассейновые переброски стока и т. д. На современном этапе использования водных ресурсов невозможно обойтись без гидротехнических сооружений и создания крупных водохранилищ, которые вносят коренные изменения в жизнь рек и хозяйство страны. Все отрасли народного хозяйства так или иначе связаны с гидротехническим строи-

тельством. Развитие гидроэнергетики создает предпосылки и в то же время особенно остро ставит вопрос о комплексном использовании водных ресурсов всей нашей страны.

Используя один из наиболее дешевых энергетических ресурсов — энергию падающей воды, гидроэнергетика в силу специфических особенностей своего производства выступает как потребитель, не изымающий воду из водотока, но предъявляющий требования к режиму стока — подаче определенных объемов воды под заданным напором и по возможности чистой, без наносов (или их минимуме) воды. Изменение режима рек под влиянием гидростроительства не ведет к уменьшению запасов водных ресурсов. Наоборот, ГЭС, вернее, их водохранилища выступают как аккумуляторы запасов воды, хотя это и связано с расходами на испарение. Необходимость многолетнего, сезонного, суточного регулирования расхода воды обусловливает создание при большей части ГЭС водохранилищ, нередко очень крупных, сравнимых с большими естественными озерами.

Народнохозяйственное значение гидроэнергетики очень велико. Особенно быстрый рост этой отрасли начался в послевоенные годы. Так, к 1941 г. в нашей стране в эксплуатации находилось 37 крупных ГЭС суммарной мощностью 1,5 млн. *квт*, а на начало 1970 г. их число выросло почти в 4 раза, а общая мощность — в 20 раз. Если на всей планете потребление электроэнергии за это время выросло приблизительно в 5 раз, то в нашей стране — в 10.

В Советском Союзе в связи с ростом электровооруженности производства — вводом электроемких процессов в металлургии, переводом на электропривод практически всех видов оборудования, электрификацией сельского хозяйства, транспорта и т. д. — происходит опережающий рост потреблений электроэнергии по сравнению с ростом продукции. В некоторых районах, например на Северо-Западе, Северном Кавказе, в Закавказье, гидроэнергия является основным местным видом энергетических ресурсов. Экономически эффективно строительство гидроэлектростанций в Центральной Сибири и Средней Азии. В Центральной Сибири, где в настоящее время доля гидроэнергетики в общей выработке энергии составляет около 50%, ее роль будет снижена в случае соору-

жения Итатского энергетического узла или широкого использования сибирского газа.

Если в Европейской части страны задачей гидроэнергетики в основном является покрытие пиков нагрузки и выполнение функций резерва, то в Азиатской части ГЭС в большой мере снабжают базовые части графика нагрузок, прежде всего служат основой энергоемких производств.

По валовому и экономическому потенциалу гидроэнергетических ресурсов ведущее место занимают районы Сибири, Дальнего Востока, а также Таджикская, Грузинская и Киргизская ССР (рис. 8, 9).

В ряде зарубежных стран гидроэлектростанции занимают ведущее место в выработке электроэнергии. Так, во Франции они производят 50%, в Канаде — 90, в Норвегии — 99% общего количества вырабатываемой в стране электроэнергии. В России в 1913 г. доля гидроэнергетики составляла 2%, в СССР в 1955 г. — 13,5, в 1970 г. — около 20%.

На начало 1970 г. в нашей стране работало 139 гидроэлектростанций мощностью свыше 5 тыс. *квт* каждая, суммарной мощностью около 29 млн. *квт*, 90 малых ГЭС мощностью от 1 тыс. до 5 тыс. *квт*, суммарной мощностью 220 тыс. *квт* и большое число мелких ГЭС, имеющих мощность 1 тыс. *квт* и меньше, главным образом сельских и коммунальных.

За 1955—1965 гг. производство электроэнергии увеличилось в СССР в 3 раза, причем производство электроэнергии на гидроэлектростанциях за этот период развивалось более высокими темпами, чем на тепловых (соответственно в 3,5 и 2,9 раза). В 1970 г. гидроэлектростанциями было выработано 124,4 млрд. *квт-ч* электроэнергии (17% общей выработки). В перспективе доля выработки ГЭС в общем энергобалансе страны прогнозируется в пределах 10—20%.

СССР располагает 12% гидроэнергоресурсов мира и имеет еще большие резервы, так как фактически освоено около 10% экономического потенциала его гидроэнергоресурсов, тогда как в такой развитой капиталистической стране, как США, — около 30%, а в Италии, Японии, Франции, Канаде этот показатель достигает 60—70%.

Строительство гидротехнических сооружений связано с большими и часто дорогостоящими мероприятиями по

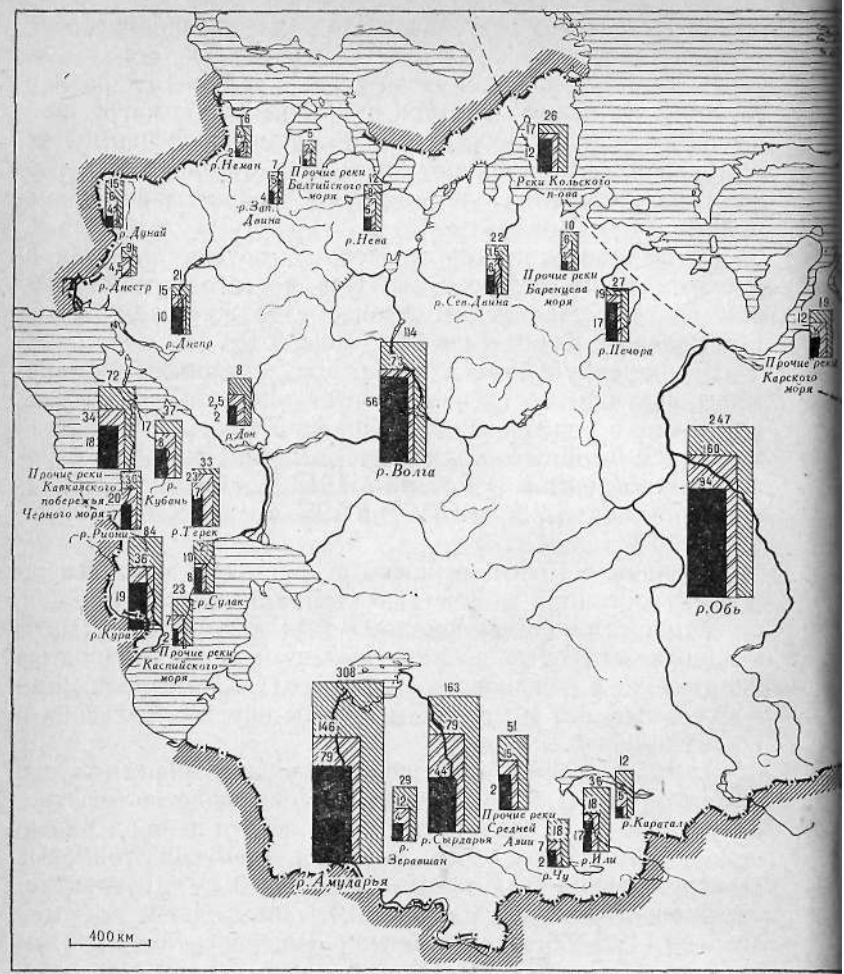
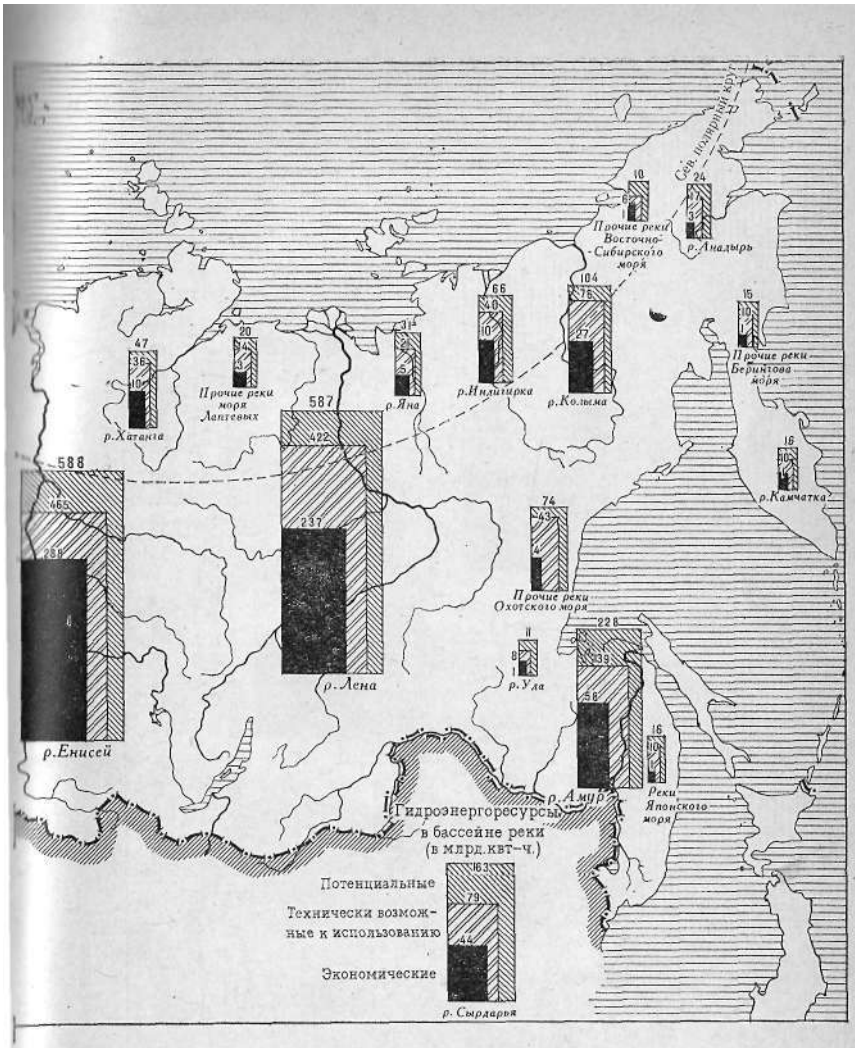


Рис. 8 Размещение гидроэнергетических ресурсов СССР по бассейнам

переносу и переустройству хозяйственных объектов, созданию заградительных дамб и другим действиям, затрагивающим многие отрасли народного хозяйства районов. Таким образом, при расчете стоимости строительства ГЭС и электроэнергосистем необходим полный учет всех видов того ущерба, который может быть причинен дру-



рек первого порядка («Гидроэнергетические ресурсы. . .», 1967)

гим отраслям хозяйства. Не в полной мере исследован ущерб, который наносится природе окружающих районов в связи с изменением гидрологического режима рек и природных условий окружающей местности. Так, возникают переработка берегов и оползневые явления, меняются условия судоходства, в северных районах проис-

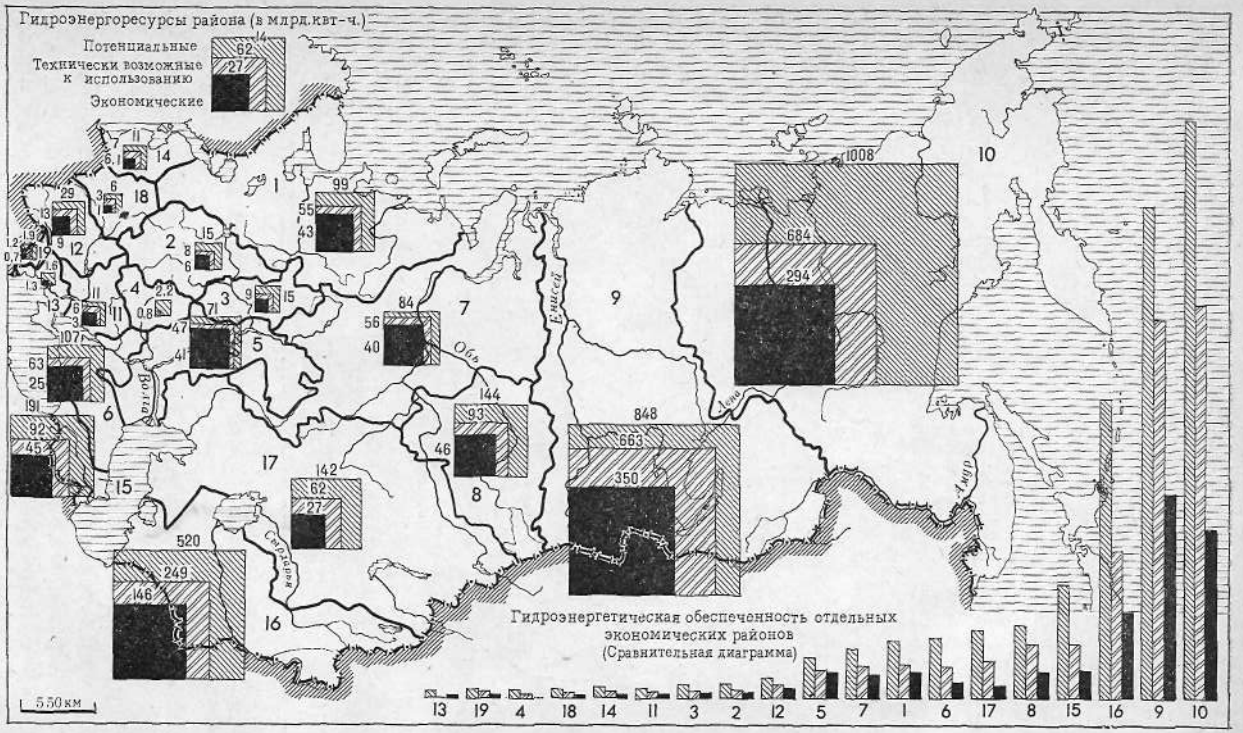


Рис. 9. Распределение гидроэнергетического потенциала СССР по экономическим районам («Гидроэнергетические ресурсы...», 1967)

ходит сильное сокращение навигационного периода из-за большей продолжительности сохранения ледового покрова, создаются обширные площади мелководий. Большие массы воды в водохранилищах, их режим требуют изменения конструкций судов.

Но гидроэнергетика — отрасль, которая не только производит электроэнергию, но и косвенно способствует более рациональному размещению производительных сил страны. Наличие крупных водохранилищ и гидротехнических сооружений является важным фактором размещения электроемких и водоемких производств, что позволяет лучше организовать использование водных ресурсов для промышленности, коммунально-бытового и сельскохозяйственного водопотребления, при правильном ведении способствует развитию рыбного хозяйства, устраняет наводнения и другие неблагоприятные действия вод, является основой для формирования глубоководной транспортной системы и развития транспорта. Даже плотины гидроэлектростанций, образующие мостовые переходы через крупные реки, приводят к развитию рельсового и безрельсового транспорта. Аккумуляция воды в водохранилищах способствует развитию массового орошения и обводнения в засушливых районах. В процессе сооружения гидроэнергетических узлов необходима мощная строительная база, которая является основой строительства вблизи них крупных предприятий и городов.

Вопросы гидроэнергетического использования водных ресурсов относятся к числу наиболее разработанных в литературе. Они освещены в большом числе крупных монографических изданий и статей (Авакян, 1968, 1972; Вендров, 1961, 1970; «Гидроэнергетические ресурсы...», 1967; «Гидроэнергетика и комплексное использование...», 1970; и др.), а также в трудах многих научно-исследовательских и проектных институтов («Гидропроекта», Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники имени Б. Е. Веденеева, Казахского научно-исследовательского института энергетики, Института водных проблем БССР и др.). И все же вопросы экономической оценки использования гидроэнергетических ресурсов до сих пор еще нельзя считать окончательно разработанными. Нет еще единого мнения о методике оценки затрат при проектировании водохранилищ, научно обоснованной методики распределения затрат на подготовку и освоение

водохранилищ между заинтересованными отраслями и т. д.

Главные количественные требования гидроэнергетики к водным ресурсам сводятся к наличию определенных объемов воды и заданного напора, на основе которых рассчитываются основные параметры и конструктивные особенности гидротехнических сооружений, учитывается оценка природных особенностей режима водотока (водности [1], сезонности стока), а также технических и экономических возможностей их освоения, условий строительства. Объемы гидроэнергетических ресурсов прямо зависят от водности и характера рельефа района.

Как уже отмечалось, работа гидроэлектростанций основана на использовании энергии потока при сосредоточенном падении воды, образованном разностью уровней выше и ниже станции. Для создания такого подпора воды до нужной отметки и аккумуляции воды в регулирующих водохранилищах строятся плотины. Они бывают различной высоты в зависимости от функций гидротехнического сооружения и от природных условий и особенностей района (равнинные, горные). Низконапорные плотины имеют высоту 15—20 *м*, а высоконапорные, как, например, на горных Нурекской или Ингурской ГЭС, достигают 300 *м*. Величина установленной мощности ГЭС зависит от мощности водотока и напора станции. Например, сработка в 1 *куб. км* воды при 25-метровом напоре дает выработку около 70 млн. *квт-ч* электроэнергии.

Режим эксплуатации водохранилищ зависит от их параметров (рис. 10). Отметка нормального подпорного уровня (НПУ) предопределяет важнейшие технико-экономические показатели работы гидроэлектростанции — высоту напора, объем водохранилища, величину гарантированной мощности станции и количество вырабатываемой электроэнергии. Выбор отметки НПУ крупных водохранилищ влияет на экономические показатели ряда отраслей народного хозяйства — на объемы и стоимость работ, размеры зон затопления, а следовательно, объем переноса зданий, число переселяемых жителей и т. д.

---

[1] Для энергетических целей водность территории характеризуется выработкой электроэнергии, которую можно теоретически получить, используя весь сток с 1 *кв. км* на 1 *м* падения.

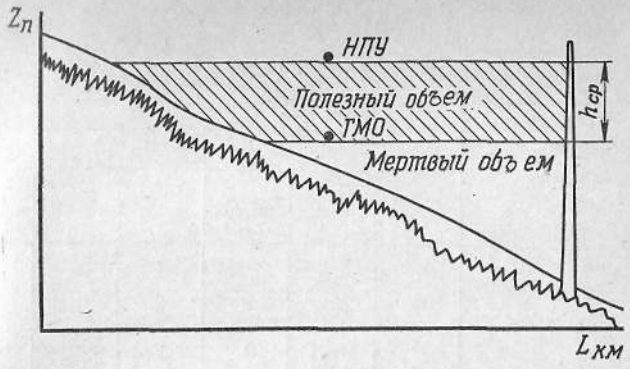


Рис. 10. Продольный профиль водохранилища:

а) НПУ (нормальный подпорный уровень) — высокий уровень водохранилища, который подпорные сооружения могут поддерживать в нормальных условиях эксплуатации в течение длительного времени; б) ГМО (горизонт мертвого объема) — низкий горизонт, до которого срабатывается водохранилище в процессе нормальной его эксплуатации; в) полезная, или рабочая, емкость водохранилища, непосредственно осуществляющая регулирование стока; г) мертвый объем водохранилища лежит ниже горизонта сработки

В настоящее время в нашей стране насчитывается около 1000 водохранилищ (включая зарегулированные в той или иной степени озера) объемом более 1 млн. *куб. м* (табл. 12). Крупнейшими в СССР водохранилищами по величине полной емкости являются Братское, Иркутское, Куйбышевское.

По современным подсчетам, запасы водных ресурсов, аккумулированные в водохранилищах и составляющие фонд зарегулированной энергии, оцениваются в 775 млрд. *квт-ч* («Гидроэнергетические ресурсы. . .», 1967).

При работе ГЭС происходит перераспределение воды между верхними и нижними бьефами водохранилищ. Водохранилища разделяются на суточного, недельного, сезонного или многолетнего регулирования стока, а также без регулирования, когда режим мощностей ГЭС определяется режимом естественных расходов.

При суточном регулировании уровней водохранилища (например, на Саратовской ГЭС имени Ленинского комсомола, Днепровской имени В. И. Ленина, Днепродзержинской, Каневской ГЭС) сток перераспределяется очень быстро. В течение суток в часы повышенного потребления

Таблица 12

Сводные данные по водохранилищам СССР полным объемом 100 и более млн. *куб. м* каждое *

Показатели	Группа водохранилищ по полному объему (млн. *куб. м*)					
	100—1 000	1 000—10 000	10 000—25 000	25 000—50 000	Более 50 000	Всего
Количество водохранилищ	105	25	11	6	3	150
Объем, *куб. км*						
полный	32,2	91,1	70,3	218,6	300,6	812,8
полезный . . .	22	46,3	93,2	126,6	113,2	401,3
Площадь зеркала при НПУ**, тыс. *кв. км*	6,4	12,1	14,6	16,8	13,9	63,8

* Авакян, Шарапов, 1972.
** Объем и площадь зеркала крупных озер, находящихся в подпоре, не учитываются.

идет расход воды, а в часы пониженного потребления — накопление. То же происходит и при недельном регулировании. При сезонном регулировании (например, на водохранилищах Волго-Камского каскада) в период превышения стока над потреблением (во время паводков) в водохранилище происходит накопление воды и повышение уровня, а в период дефицита — сработка уровня. Задача водохранилищ сезонного регулирования стока заключается в обеспечении заданного режима выработки электроэнергии путем максимального задержания паводковых вод и последующей их сработки до уровня мертвого объема. Цикл работы таких водохранилищ замыкается одним годом. Задача наиболее надежного многолетнего регулирования (самое значительное по эффекту зарегулирования — Бухтарминское водохранилище, включившее и озеро Зайсан) заключается в перераспределении стока многоводных лет и периодов в маловодные. При этом дефицит воды покрывается из многолетних запасов, создаваемых за периоды, предшествовавшие маловодному. Этот цикл продолжается несколько лет.

Использование гидроэнергетических ресурсов в основном не связано с потерями воды. Безвозвратные потери

возникают в данном случае в связи с повышением испарения с поверхности водохранилищ. В определенных климатических условиях эти потери могут достигать значительных величин. Особенность освоения водных ресурсов гидроэнергетикой — это возможность повторного использования воды при каскадной схеме, т. е. создании ряда станций по длине одного водотока.

В каскадах гидроэлектростанций достигается наибольший эффект энергетического использования водных ресурсов. При этом более высокая степень зарегулированности стока дает возможность увеличить мощности и выработку гидроэлектростанций, повышает маневренность энергосистем, обеспечивает создание системы глубоководных внутренних водных путей.

Каскады в основном уже созданы на главных водотоках Европейской части страны. Так, Волжский каскад позволил использовать до 80% гидроэнергетических ресурсов бассейна. Освоен каскад на среднем и нижнем Днепре. Построены каскады на Каме, Свири, Ниве, Чирчике. Сейчас начинают создаваться каскады в восточных районах — на Енисее, Иртыше, Ангаре, Вахше, Нарыне, где себестоимость энергии будет в 3—4 раза ниже, чем на волжских ГЭС.

Большой водноэнергетический эффект может быть получен при создании крупных энергетических систем, включающих гидравлические, гидроаккумулирующие, тепловые и атомные электростанции, что дает более полную возможность использования природных особенностей режимов водотоков. В различных районах страны водноэнергетическая эффективность от объединения энергосистем может достигать более 10% от суммы гарантированной мощности ГЭС до их объединения.

В последнее время возник большой интерес к гидроаккумулирующим станциям (ГАЭС), дающим возможность более эффективно использовать водную энергию на низконапорных гидроузлах. Главное назначение их состоит в покрытии суточных пиковых нагрузок. Суть работы аккумулирующих электростанций заключается в том, что запасы энергии в бассейне верхнего бьефа гидроузла создаются путем перекачки воды из нижних бьефов в период спада нагрузки с тем, чтобы в нужный момент вырабатывать энергию при переходе на работу в генераторном режиме и сбросе воды в нижний бьеф. Эти стан-

ции, таким образом, потребляют энергию из системы в часы малых нагрузок и производят ее в часы максимальных нагрузок, тем самым выравнивая общий график нагрузок. Однако при этом возникает потребность в значительных затратах энергии (примерно 20%). Необходимость создания ГАЭС вызывается тем, что возможности строительства новых ГЭС в Европейской части страны ограничены, а на ряде водохранилищ емкости недостаточны.

В зарубежных странах в последнее время ГАЭС получили уже довольно широкое развитие и число их достигает 150. Их общая мощность — около 15 млн. *квт*.

Первая гидроаккумулирующая установка в СССР мощностью 225 тыс. *квт* построена на Киевской ГЭС. В нашей стране в числе первоочередных предполагается строительство ГАЭС, которые будут расположены вблизи центров пиковой нагрузки, в том числе в Центральной (Загорская, Алексинская), Северо-Западной, Прибалтийской (Каунасская), Южной (Ломачинская, Дубоссарская, Теребля-Рикская) и других энергосистемах, мощностью 0,5—0,6 и 1,0—1,5 млн. *квт* каждая. Со строительством их возникает новый аспект гидроэнергетического использования водных ресурсов.

Ввиду того что требования гидроэнергетики к режиму водных ресурсов часто не совпадают с требованиями других водопотребителей, перед гидроэнергетикой остро встает проблема комплексного использования водных ресурсов. Исходя из неравномерности речного стока по сезонам года, гидроэнергетика нуждается в накоплении воды в водохранилищах летом и осенью для обеспечения зимней работы агрегатов. В то же время в повышенных расходах воды весной нуждаются рыбное и сельское хозяйство (для затопления нерестилищ и пойменных земель). Для сельского хозяйства засушливых районов важен повышенный расход воды в летний период для ведения поливного земледелия. В увеличении попусков воды летом для поддержания гарантированных судоходных глубин заинтересован и водный транспорт. Эти требования к режиму речного стока различных отраслей водохозяйственного комплекса вступают в противоречия с интересами гидроэнергетики. Преодоление этого противоречия обычно осуществляется путем планового определения ведущего звена или звеньев водохозяйственного комплек-

са, причем гидроэнергетика почти во всех районах страны выступает в качестве такового. Значительная часть гидроузлов в нашей стране характеризуется комплексным характером использования водных ресурсов, о чем свидетельствуют данные о крупнейших водохранилищах, составляющих важнейший элемент гидроузлов (табл. 13).

Как видно из таблицы, ведущим компонентом в большинстве водохранилищ является сама гидроэнергетика, в отдельных случаях водный транспорт, лесосплав, ирригация, водоснабжение, рыбное хозяйство или их сочетания. Водохранилища, удовлетворяющие требования многих отраслей хозяйства, — Цимлянское, Волгоградское, Днепровское, Мингечаурское и др.

Вследствие гидроэнергетического строительства происходят часто коренные изменения качественного состояния водоемов. Зарегулирование стока рек плотинами гидроэлектростанций приводит к сокращению водообмена. Транзитный тип природного круговорота, свойственный рекам, в водохранилище превращается почти в замкнутый цикл. Аккумуляция огромных запасов воды в водохранилищах приводит к созданию в этих акваториях режима, близкого к озерному, так как происходит снижение скоростей течения, уменьшается мутность воды, изменяются трофические условия. Коренным образом меняются гидрохимические условия, из-за того что резко ослабляется главное свойство речного стока — проточность, а это влияет на биологические особенности планктона и бентоса водохранилищ, приводит к смене речного типа планктона озерным.

Создание водохранилищ на равнинных реках связано с большой и сложной народнохозяйственной проблемой мелководий, площадь которых составляет в настоящее время 900 тыс. *га*. Есть водохранилища, где на мелководья приходится иногда до 40—50% площади водного зеркала (например, Киевское).

В настоящее время под мелководьями, не играющими существенной роли в накоплении запасов воды, находятся значительные площади сельскохозяйственных угодий. Они приводят к затоплению и подтоплению окружающих территорий.

Одним из отрицательных последствий создания водохранилищ является ухудшение качества воды из-за цветения — массового развития сине-зеленых водорослей.

Таблица

Основные характеристики

Водохранилища	Реки	Компоненты комплекса	Вид регулирования	Емкости	
				полная, млн. *куб. м*	полезная, млн. *куб. м*
1	2	3	4	5	6
Верхне-Туломское	Тулома	Э, Л, В, Р	Мн.	11 520	3 860
Верхне - Свирское	Свирь	Т, Э, В, Р	„	260 560	13 050
Шекснинское . .	Шексна	Т, Э, В, Р	Сез.	65 141	1 850
Иваньковское . .	Волга	В, Т, Э, Р	„	1 120	813
Рыбинское . . .	„	Э, Т, В, Р	Мн.	25 420	14 420
Угличское . . .	„	Э, Т, В, Р	Сез.	1 245	809
Горьковское . .	„	Э, Т, В, Р	„	8 815	2 782
Куйбышевское .	„	Э, Т, В, Р	„	58 000	34 600
Павловское . .	Уфа	Э, Т, В, Р	„	1 410	890
Волгоградское .	Волга	Э, Т, В, Р, И	„	32 120	8 650
Цимлянское . .	Дон	Т, Э, В, Р, И, Бн	Мн.	23 860	11 540
Камское	Кама	Э, Т, В, Р	Сез.	12 200	9 200
Воткинское . . .	„	Э, Т, В, Р	„	9 360	3 700
Широковское . .	Косьва	Э, В	„	526	315
Новосибирское .	Обь	Э, Т, В, Р	„	8 800	4 400
Красноярское . .	Енисей	Э, Т, В, Р	„	73 300	30 400
Братское . . .	Ангара	Э, Т, В, Р	Мн.	169 300	48 200
Иркутское . . .	„	Э, Т, В, Р	„	23 002 100	46 450
Мамаканское . .	Мамакан	Э	Сез.	197	105
Вилюйское . . .	Вилюй	Э, Т, В	Мн.	35 880	14 830

* Бахтиаров, 1969.

ица 13

водохранилищ СССР *

Глубина сработки		Площадь зеркала при НПУ, *кв. км*	Площадь мелководий при НПУ		Средняя глубина при НПУ, *м*	Длина, *км*	Ширина, *км* (средняя — наибольшая)	Допускаемая форсировка уровня, *м*
м	в долях максимального напора, %		*кв. км*	в долях площади зеркала, %				
7	8	9	10	11	12	13	14	15
6,0	9,5	745	65	9	15,4	120	6,2—20	0,5
3,5	21	9 930	78	34	3,1	96,7	2,4—40	0,5
1,2	9	1 670	171	45	3,3	120	3,2—20	—
4,5	29	327	156	48	3,7	115	28—40	0,1
4,0	20	4 550	950	21	5,6	163	2,8—70	0,4
5,5	38	249	89	36	4,8	143	1,8— 6,0	0,4
2,0	11	1 591	396	25	7,0	427	3,7—26	1,5
7,5	26	6 448	1 035	16	8,9	650	9,9—27	2,3
11,5	52	117	Нет св.	Нет св.	12,0	150	0,8— 1,8	2,0
3,0	11	3 309	565	17	10,1	540	6,1—17	1,3
5,0	23	2 702	314	12	8,8	360	7,5—38	2,0
7,5	36	1 915	400	21	6,2	272	7,0— 3,0	1,7
4,0	17	1 120	159	14	13,3	360	3,1—10	1,0
10	29	40	Нет св.	Нет св.	13,1	32	1,2— 5,0	2,3
5,0	25	1 070	177	16	8,3	238	4,5—15	2,2
18,0	18	2 130	—	—	34,4	483	4,4—15	0,9
10,0	10	5 500	—	—	31,0	560	9,8—33	1,0
4,0	13	32 966	—	—	13,6	65	2,4— 4,2	0,9
12,0	26	11	0,8	7,2	10,8	25	0,4— 0,5	1,5
8,0	12	2 170	Нет св.	Нет св.	16,5	469	4,6—15	5,0

1	2	3	4	5	6
Каунасское . . .	Нямунас	Э, Т, В, Р, Бн	Сут.	462	222
Плявиньское . .	Даугава	Э, Р	Нед.	630	187
Кегумское . . .	»	Э, Л, Р	Нед.	157	33
Дубоссарское . .	Днестр	Э	Сут.	486	215
Днепровское . .	Днепр	Э, Т, В, Р, И	Нед.	3 300	830
Днепродзержинское	»	Э, Т, В, Р И	»	2 450	270
Кременчугское .	»	Э, Т, В, Р, И	Сез.	13 500	9 000
Каховское . . .	»	Э, Т, В, Р, И	»	18 200	6 780
Храм ГЭС-1 . .	Храми	Э	»	313	293
Мингечаурское .	Кура	И, Э, Т, Р, И Бн	Мн.	16 070	7 400
Сионское . . .	Иори	И, Э	Сез.	325	300
Ириклинское . .	Урал	Э, В, И	Мн.	3 260	2 200
Бухтарминское .	Иртыш	Э, Т, В, Р	»	49 620	30 810
Усть-Каменогорское	»	Э, Т	Нед.	650	170
Чардаринское . .	Сырдарья	И, Э	Сез.	5 700	4 700
Кайраккумское .	»	И, Э	»	4 160	2 600
Бугуньское . . .	Бугунь	И, В	Мн.	370	363
Кенгирское . . .	Кенгир	В	»	319	308
Чурбай-Нуринское	Чурбай-Нура	В	»	247	75
Ортотокойское .	Чу	И	Сез.	470	450

Примечания. Э — энергетика; Т — водный транспорт; Л — лесосплав; В — водоснабжение; Р — рыбное хозяйство; И — ирригация; Бн — борьба с наводнениями; Мн — многолетнее регулирова-

Продолжение

7	8	9	10	11	12	13	14	15
4,0	20	63,5	Нет св.	Нет св.	7,2	83	0,8— 5,0	2,4
5,0	12	42	Нет св.	Нет св.	15,0	56	0,8— 2,0	1,4
1,6	10	24,9	Нет св.	Нет св.	6,3	44	0,6— 1,8	0,4
3,8	21	70	Нет св.	Нет св.	6,9	128	0,5— 1,1	2,0
2,9	7,5	410	158	39	8,1	129	3,2— 7,0	—
0,5	3,2	567	178	31	4,5	114	5,0— 8,0	2,0
5,25	31	2 252	410	18	6,0	185	3,1—30	1,4
3,3	20	2 155	107	5	8,5	230	9,4—25	2,0
14,5	58	33,8	—	—	9,3	14	2,4— 3,5	0,5
15,2	27	605	78	13	26,6	70	8,7—18	2,5
50	74	10,4	—	—	31,0	9,0	1,2— 2,0	2,0
12	Нет св.	260	Нет св.	Нет св.	12,5	73	3,6— 8,0	4,0
7,0	10	5 490	610	11	16,1	349	5,0—22	1,0
5,0	13	37	—	—	17,6	77	0,5— 1,2	2,0
9,7	33	900	Нет св.	Нет св.	6,3	70	13—20	1,0
6,9	29	513	200	39	8,2	55	9,3—20	0,85
11,35	Нет св.	63,5	Нет св.	Нет св.	5,8	12,5	5,1— 7,0	—
18	60	37,3	9,7	26	8,6	32	1,2— 1,6	0,75
9,2	51	36	7,2	20	6,9	13	2,8— 3,0	0,8
31	66	24	Нет св.	Нет св.	19,6	15	1,6— 3,7	—

ние стока; Сез. — сезонное регулирование стока; Нед. — недельное; Сут. — суточное.

Этому в водохранилищах способствуют уменьшенное (по сравнению с реками) содержание растворенного железа, марганца, кремния, необходимых для развития диатомовых водорослей, замедленное течение (менее 0,2 *м/сек*), высокая прозрачность воды, большое содержание органических веществ и т. д. Благоприятные условия для развития сине-зеленых водорослей создает термический режим водохранилищ. Так, сильное их развитие наблюдается в водохранилищах умеренных и южных широт, где температура в течение длительного периода бывает выше 20°, и значительно слабее они развиты в северных. Большой интенсивности их развитие достигло в водохранилищах Днепра и Волги — 100—500 *г/куб. м* и более («Гидроэнергетика и комплексное использование...», 1970; Цееб, Приймаченко, 1969). Рациональных способов борьбы с цветением пока не найдено.

Цветение оказывает отрицательное влияние на хозяйственную деятельность, так как ухудшается качество воды, нарушается водоснабжение из-за осложнения работы очистных сооружений. В результате разложения отмирающих водорослей и в период их бурного роста меняется кислородный режим водоемов, что может вызывать локальные заморы рыбы, ухудшить санитарное состояние водоемов и окружающей территории, затруднить использование берегов водохранилищ для отдыха и т. д. Высказываются даже мнения, что отмирающие водоросли по вредности можно сопоставить с промышленным загрязнением рек и озер.

Регулирование цветения требует применения комплекса мер и тщательного контроля за соблюдением нормативов гидротехнического строительства. Разрабатываются технические методы борьбы с ними: насыщение воды кислородом, выведение из круговорота биомассы сине-зеленых водорослей и т. д. Так, например, в УССР подсчитано, что для предотвращения цветения в Каневском водохранилище необходимо на 25—30 *км* ниже города сохранить речной режим со скоростью течения воды не менее 0,4 *м/сек*.

Однако, как показали исследования последних лет, ряд видов сине-зеленых водорослей отличается богатым содержанием белка (до 70%), витамина B_{12}, каротина, фосфора, кобальта, эфирных масел. Все это говорит о богатых возможностях их использования в качестве удоб-

рения и сырья в микробиологической промышленности. В настоящее время пока еще не разработаны методы их использования в народном хозяйстве, хотя уже проводятся большие исследовательские работы, результаты которых дают основание ожидать положительных результатов.

Природные факторы сильно влияют на выбор местоположения, ход строительства и режим работы гидроэлектростанций и их водохранилищ, на характеризующие их экономические показатели. Размещение гидроэлектростанций зависит от географии водных ресурсов, которые влияют на выбор мощности ГЭС, определяют возможность создания каскада станций. Неравномерность режима стока рек определяет неравномерность режима работы гидроэлектростанций. Поэтому станции с одинаковой установленной мощностью характеризуются разной выработкой энергии и разной обеспеченной мощностью. В зимний период, когда потребность в электроэнергии наиболее велика, из-за уменьшения расходов воды в реках происходит наибольшее снижение выработки. В районах Крайнего Севера возможности использования гидроэнергии малых рек ограничиваются их полным или почти полным промерзанием на несколько месяцев, из-за чего приходится вводить тепловые дублирующие мощности, а это сильно увеличивает дополнительные расходы. В летний же период, когда энергетические установки лучше всего обеспечены водой, потребность в электроэнергии достигает минимума.

Климат, характер рельефа, мерзлотные гидрогеологические условия, условия залегания коренных пород и другие природные факторы также могут предопределять те или иные дополнительные затраты. Все эти особенности учитываются уже на стадии проектирования ГЭС. Например, как показывают проработки «Генеральной схемы развития Северо-Западного района», в случае сооружения Усть-Ижемской ГЭС объем земляных и бетонных работ будет почти в 2 раза, цемента в 1,5 раза, металлоконструкций более чем в 2 раза выше, чем по 14 проектируемым ГЭС Карелии и Мурманской области, вместе взятым. Во много раз больше оказывается и площадь затопления, снижается уровень комплексного решения народнохозяйственных проблем. Но с другой стороны, технико-экономические особенности ГЭС дают им

на Севере ряд преимуществ по сравнению с тепловыми электростанциями. Если строительство тепловых электростанций связано с необходимостью создания крупных промышленных узлов со сложным комплексом основных и вспомогательных предприятий, с привлечением большого количества живого труда, то для ГЭС они не нужны, она ограничивается минимальной потребностью в рабочей силе, что особенно важно для этих суровых в природном отношении районов.

При работе ГЭС в энергосистемах они, как уже отмечалось, принимают на себя снятие пиков энергетической нагрузки, что способствует равномерному режиму работы тепловых электростанций. Этому благоприятствует способность ГЭС работать на переменном режиме с увеличением выработки электроэнергии в дневное время и уменьшением — в ночное, что определяет и режим использования воды. В обжитых и хозяйственно насыщенных районах Европейской части СССР, располагающих меньшими экономически эффективными гидроресурсами, чем восточные районы страны, их освоение ведется более интенсивно. Все ГЭС здесь планировались и строились как пиковые электростанции энергетических систем Центра, Урала, Юга, Поволжья и Северо-Запада. Несмотря на то что сооружение этих станций в равнинных условиях привело к затоплению больших площадей сельскохозяйственных земель и другим видам хозяйственного ущерба, снятие пиков в энергосистемах и повышение надежности их работы обеспечивают большой народнохозяйственный эффект.

В восточных районах страны гидроэнергетическое использование водных ресурсов уже в ближайшее время превзойдет достигнутое в Европейской части СССР. Это определяется, с одной стороны, наличием самых мощных в стране водотоков (Ангара, Енисей и др.), а с другой — быстрым ростом энергопотребления, связанным прежде всего с размещением электроемких производств. Размещение электроемких производств, на долю которых будет приходиться около половины всей выработки электроэнергии, предопределяет высокую плотность и равномерность графика энергетических загрузок. В связи с этим меньше, чем в Европейской части страны, будет роль ГЭС в покрытии пиков, что приведет к более равномерным режимам работы ГЭС. Это обусловливает

более равномерное во времени использование водных ресурсов.

В перспективных планах энергетического строительства СССР преимущественное развитие получат тепловые электростанции, сооружение которых осуществляется обычно с меньшими капитальными затратами и в более короткие сроки. В связи с этим высказывается мнение о необходимости сокращения гидроэнергостроительства, о предстоящем снижении их роли в производстве электроэнергии, о том, что эффект от сооружения ГЭС не покрывает ущерба, который при этом наносится другим отраслям народного хозяйства. Тезис о необходимости сокращения строительства ГЭС не может рассматриваться как универсальный. Он правилен лишь для отдельных, преимущественно равнинных районов страны, где сооружение ГЭС вызывает особенно большие потери сельскохозяйственных земель и сопряжено с другими видами ущерба.

В Европейской части СССР строительство новых крупных гидроэлектростанций в равнинных условиях нельзя считать наиболее эффективным. Здесь практически завершается строительство гидроэнергетических каскадов. Нерационально и повышение мощности действующих ГЭС, особенно в нижних ступенях каскадов, поскольку оно ведет к снижению подпора вышерасположенных ступеней каскадов и, следовательно, к уменьшению выработки электроэнергии.

Отказ от создания низконапорных равнинных ГЭС не означает полного прекращения строительства новых гидроэлектростанций на Европейской территории СССР. Для будущих или уже проектируемых межбассейновых переброс речного стока также необходимо сооружение гидроэнергетических узлов, причем мощность входящих в их состав ГЭС должна определяться масштабами намечаемой переброски. В одних случаях это приведет к созданию гидроэлектростанций большой мощности (например, новые станции на Печоре и Верхней Каме, необходимые для образования Камо-Печоро-Вычегодского соединения); в других — гидроэлектростанции, мощность которых будет ниже необходимой для снятия пиковых нагрузок в энергосистемах. Примером таких станций могут быть ГЭС в составе гидроузлов, гарантирующих внутрирайонную переброску стока, повышающую водообеспе-

ченность отдельных промышленных узлов (в частности, Челябинска и Свердловска за счет стока, перебрасываемого из Уфы).

Строительство низконапорных ГЭС неэффективно и в хозяйственно слабоосвоенных и малообжитых районах, особенно если такое строительство намечается в равнинных условиях и влечет за собой затопление больших земельных площадей. В этой связи вызывает многочисленные возражения проект строительства Нижне-Обской ГЭС (при максимальном и минимальном напорах в 30 и 42 *м*). При этом, хотя и обеспечивается повышение установленной мощности ГЭС, но оно приведет к затоплению многих равнинных земель. Вопрос о перспективах строительства сверхмощных ГЭС на равнинах Западной и Восточной Сибири нуждается в дальнейших проработках.

В последние годы уже начался переход к строительству высоконапорных ГЭС, сооружаемых в основном в Восточной Сибири, Средней Азии и на Кавказе. Таковы, например, каскады ГЭС на Сулаке (в том числе Чиркейская), на Ингури, Нарыне, Вахше, Енисее (в том числе Саяно-Шушенская ГЭС), Ангаре (в том числе Усть-Илимская и Богучанская ГЭС) и др. Создание высоконапорных ГЭС в горных районах обеспечивает большой объем выработки электроэнергии, уменьшает площади затопления земель, создает многолетнее регулирование стока и повышает тем самым возможности сезонного регулирования, осуществляемого, где это необходимо, по ирригационному графику (например, в районах поливного земледелия Средней Азии). В условиях Дальнего Востока строительство высоконапорных ГЭС (Зейской и др.) позволяет предотвратить частые в этом районе наводнения и наносимый ими большой хозяйственный ущерб (рис. 11).

В Директивах XXIV съезда КПСС говорится, что главной особенностью гидроэнергетики на ближайший период будет преимущественное сооружение гидроузлов, позволяющих комплексно решать народнохозяйственные задачи [1].

В более отдаленной перспективе предполагается, что

---

[1] См. «Материалы XXIV съезда КПСС», стр. 248.

степень освоенности экономически эффективных гидроресурсов страны достигнет 60%. Особенно большой масштаб примет строительство, связанное с намечаемыми межбассейновыми перебросками стока северных и сибирских рек.

В системе водного хозяйства страны **водный транспорт** выступает как крупный водопользователь. Важнейшее условие его работы, также как и лесосплава, — необходимость поддержания на водных путях в навигационный период определенной минимальной (гарантированной) глубины.

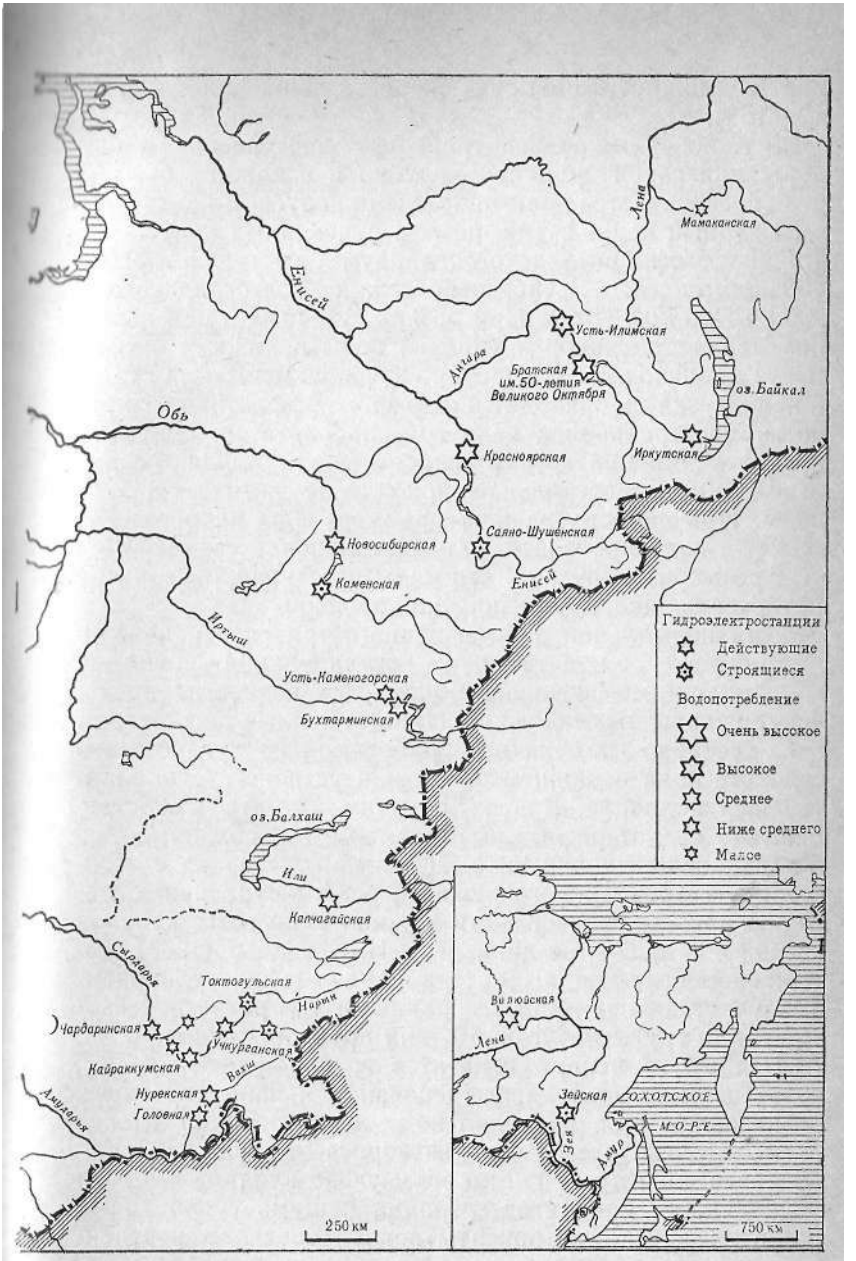
Водный транспорт принадлежит к наиболее дешевым видам транспорта. Преобразование режима речного стока в результате гидротехнического строительства (создание водохранилищ, каналов, шлюзов, зарегулирование рек) имело большое значение для развития водного транспорта, в ряде случаев было вызвано специально его нуждами.

В настоящее время протяженность эксплуатационных внутренних водных путей составляет около 127 тыс. *км*. Предусматривается их рост до 140 тыс. *км*. Однако протяженность путей с гарантированными, т. е. соответствующими требованиям судов, габаритами (по глубине, ширине и радиусам закруглений) значительно меньше — около 70 тыс. *км* в настоящее время и лишь до 80 тыс. *км* возрастет в перспективе (Авакян, Шарапов, 1968). Водный транспорт предъявляет большие требования к режиму речного стока. Режим судоходных глубин на реках с гидроузлами определяется характером навигационных попусков, глубиной сработки водохранилища. Заинтересованность водного транспорта в определенных гарантированных глубинах на протяжении всего навигационного периода совпадает с требованиями к водным ресурсам гидроэнергетики.

Регулирование стока и аккумуляция воды создают благоприятные условия для работы водного транспорта в верхних бьефах гидроузлов, улучшают в них условия судоходства — обеспечивают создание гарантированных судоходных глубин, сокращают длину и увеличивают ширину судового хода, способствуют росту грузооборота в связи с применением крупнотоннажных судов. Все это обеспечивает значительный экономический эффект. Достаточно сказать, что увеличение ширины судового хода



Рис. 11. Расход воды



гидроэлектростанциями СССР

дает возможность повысить скорость движения судов на 10—15%.

В то же время водный транспорт заинтересован в поддержании гарантированных глубин и в нижних бьефах, что обеспечивается навигационными попусками, особенно в меженный период. Так, размер судоходных попусков в нижний бьеф Цимлянского гидроузла составляет 580—400 *куб. м/сек*, а Куйбышевского и Волгоградского — 4000—3400 *куб. м/сек*. При резких суточных и недельных колебаниях расходов и уровней воды в нижних бьефах могут происходить нарушения графиков движения судов, а недогрузка их приводит к снижению эффективности работы. Эти требования водного транспорта находятся в противоречии с интересами гидроэнергетики, для которой необходимо максимальное накопление летних запасов воды. При заборе больших объемов воды на орошение может также произойти сильное снижение среднесуточных размеров попусков, что указывает на противоречия интересов водного транспорта и орошения.

Для нормальной работы водного транспорта необходимо строго соблюдать режим регулирования уровня водохранилищ, обеспечивать более выравненное распределение судоходных попусков. Навигационные попуски могут частично заменяться работами по углублению судового хода в нижнем бьефе или устройству дополнительных подпоров. В этих случаях затраты сопоставляются с потерями, вызываемыми необходимостью гарантированных попусков. Для судоходства важно состояние ветроволнового режима, режима уровней, отложение наносов, заносимость нижних шлюзовых каналов весной и т. д. Так, по данным А. И. Ковалева (1968), потери скорости от волны и ветра на речных зарегулированных участках принимаются равными 4% расчетной скорости для груженых и до 5% для порожних судов.

Водный транспорт относится к водопользователям, которые не предъявляют требований к качеству воды. Сам же он при неправильном использовании может стать загрязнителем вод из-за сброса отходов (от работы двигателей и т. д.). Еще не изучено влияние выброса газообразных продуктов сгорания и шума судов новых типов на другие компоненты водной среды. В перспективе развитие водного транспорта, доля которого в общих перевозках в настоящее время составляет только

около 7%, в основном пойдет по пути повышения провозной способности судоходных путей. Этому во многом способствует гидротехническое строительство и регулирование речного стока.

Главные реки страны зарегулированы, соединены судоходными каналами.

Ведутся дальнейшие работы по созданию единой глубоководной системы Европейской части страны: заканчивается реконструкция водного пути по Днепру, почти полностью завершена эта работа на Волге. Беломорско-Балтийский канал (1933) соединил воднотранспортные пути Северо-Запада. Волго-Донской канал имени В. И. Ленина (1952) соединил бассейны всех морей, омывающих Европейскую часть СССР. Завершена реконструкция Волго-Балтийского пути (1964), связавшего Северо-Запад с центральными и южными бассейнами.

Особенно большое хозяйственное значение имеет водный транспорт в северных и северо-восточных районах страны с их многоводными реками и слабым развитием сухопутного транспорта. Однако перевозки водой здесь осложняются природными условиями, прежде всего длительным замерзанием рек, необходимостью проведения очистных работ и т. д.

В основе транспортного освоения водных ресурсов лежит преобразование естественного стока рек. Водный транспорт заинтересован в межбассейновых соединениях, строительстве судоходных каналов и в связанном с такими сооружениями накоплении запасов воды, расходуемой в основном на питание каналов и шлюзовых систем.

Дальнейшее развитие водного транспорта как компонента водного хозяйства страны предусматривается в направлении создания воднотранспортных систем. Уже действует Единая воднотранспортная система Европейской части СССР, которая будет расширена путем создания новых соединений: Камо-Печоро-Вычегодского и Днепровско-Бугского, связанных в свою очередь с системами Немана и Даугавы; Волго-Уральского и др. В более отдаленной перспективе стоит задача создания Единой воднотранспортной системы страны.

Проблемой большого хозяйственного значения является освоение малых рек для лесосплава, рыбного хозяйства, отдыха. Хотя часть малых рек эксплуатируется,

но многие требуют больших водохозяйственных затрат из-за обмеления, засорения затонувшей древесиной и других причин. Малые реки могут давать большой народнохозяйственный эффект, так как их густая сеть позволяет обеспечить транспортное обслуживание глубинных районов. Особенно важна их роль в удаленных от железных дорог районах Сибири и Дальнего Востока в весенне-осенний период, когда перевозки по грунтовым дорогам затруднены. Транспортное использование малых рек возможно в восточных районах в течение 180 дней в году, в центральных областях — до 225, в западных — до 260, а в южных — даже до 300 дней в году. Правильное использование малых рек — большая народнохозяйственная задача, тем более что капитальные затраты на их транспортное освоение во много раз ниже вложений на постройку и содержание автомобильных дорог.

Рост техники расширяет возможности транспортного освоения водных ресурсов. Создание судов на воздушной подушке позволяет преодолевать мелководья. Строительство судов на подводных крыльях ликвидирует существенный недостаток водного транспорта — его тихоходность. Большое хозяйственное значение имеет развитие прямых водных (река — море) перевозок грузов. Как показывают расчеты А. И. Ковалева (1968), перевозки грузов на судах смешанного сообщения более экономичны, чем по железным дорогам.

Лесосплав, подобно водному транспорту, выступает как водопользователь, предъявляющий требования к количественной характеристике водных ресурсов.

Для сплава древесины в нашей стране используется более 2000 рек, 255 озер и 11 крупных водохранилищ. Общая протяженность сплавных путей по ним превышает 140 тыс. *км*, средние же расстояния сплава определяются примерно в 600 *км*. Современный объем лесосплава приближается к 130 млн. *куб. м*.

Лесосплав, не предъявляя требований к качеству воды, сам является одним из загрязнителей водоемов затонувшей древесиной и различными отходами. Особенно страдают мелкие реки. Считается, что потери при этом способе сплава могут достигать 30% от первоначального объема и, помимо того, наносится большой ущерб другим отраслям (в особенности рыбному хозяйству).

В перспективе, несмотря на увеличение объема лесо-

заготовок, протяженность сплавных путей сократится до 30%, что будет обеспечиваться за счет роста перевозки древесины на судах и уменьшения ее транспортировки в плотах. Предусматривается полное прекращение молевого сплава на крупных реках и сокращение — на малых. Все это будет иметь большое значение для улучшения качественного состояния водоемов, уменьшения засорения рек топляком и т. д.

Рыбное хозяйство как отрасль, основанная на использовании естественных биологических ресурсов с их специфическими экологическими требованиями, особенно нуждается в чистой воде, которая является непременным условием его существования. Улов и воспроизводство рыбы предъявляют повышенные требования к количественному и качественному состоянию водных ресурсов.

Использование водных ресурсов рыбным хозяйством в широком плане включает ведение рыболовства на всей акватории Мирового океана, а в более узком — освоение ресурсов внутренних водоемов: морей, озер, рек, водохранилищ, прудов. Внутренние водоемы и развитие в них рыбного хозяйства все больше становятся составной частью народнохозяйственного комплекса страны.

По данным Г. А. Жерновникова (1969), ресурсы водохозяйственных водоемов страны включают свыше 100 тыс. *км* рек, 10 млн. *га* озер и до 4 млн. *га* водохранилищ. Свыше $^2/_3$ всего фонда пресных и солоноватых водоемов страны расположено на территории Сибири. Улов рыбы во внутренних водоемах страны составляет около 9 млн. *ц* и достигал в 1970 г. 13% общего улова. Внутренние водоемы служат главной базой добычи наиболее ценных промысловых рыб — осетровых, сиговых, лососевых и крупного частика.

Распределяются уловы по различным типам внутренних водоемов очень неравномерно: до 75% улова приходится на внутренние моря, до 10% — на реки и озера, около 5% — на водохранилища и 3% — на пруды. Такое распределение говорит о недостаточной еще работе по рыборазведению, особенно в прудах и водохранилищах.

В современном виде рыбное хозяйство является отраслью, которая, как и раньше, развивается в результате стихийных процессов воспроизводства промысловых рыб, совершающихся в условиях естественного режима водоемов. Однако с постройкой гидротехнических сооружений

нарушаются естественные условия существования рыбы. Главным образом это влияние сказывается на наиболее ценных проходных рыбах, которым преграждается путь к нерестилищам (особенно гидроузлами на Волге и на северных реках). Рыбопроходы и рыбоподъемники, с помощью которых предпринимались попытки решить этот вопрос, пока не дают должного эффекта.

Таким образом, сохраняющееся преобладание экстенсивных способов использования рыбных ресурсов говорит об отставании рыбного хозяйства от других, быстро интенсифицирующихся отраслей народного хозяйства. Это отставание в сочетании с естественными природными процессами (как, например, понижение уровня Каспия) и природными процессами антропогенного характера (изменение гидрохимического режима водоемов и т. п.) уже к настоящему времени привело к существенному сокращению запасов промысловых рыб, падению их уловов, качественному ухудшению состава. Большой ущерб наносит рыбному хозяйству гидростроительство, лесосплав, развитие промышленных производств. Некоторый ущерб, наносимый рыбному хозяйству рядом отраслей, может быть ликвидирован или уменьшен (например, загрязнение водоемов промышленными стоками, режим попусков воды), но некоторые из них не могут быть устранены (например, преграждение путей прохода рыб к нерестилищам плотинами гидроузлов) и должны компенсироваться другими путями.

Для воспроизводства рыбных ресурсов необходимы, как известно, определенные уровни затопления нерестилищ. В естественных условиях их состояние полностью зависит от характера водообеспеченности, т. е. от стихийно складывающихся факторов. Зарегулирование стока рек гидротехническими сооружениями увеличивает площади водного зеркала водоемов, что положительно сказывается на росте поголовья рыб, а следовательно, и на их уловах. Водохранилища гидроэлектростанций имеют большие возможности для увеличения рыбных богатств. Так, в настоящее время в водохранилищах организованный лов составляет около 500 тыс. *ц* рыбы в год, из которых около 50% приходится на ценные породы (судак, синец и др.). В то же время, по мнению ряда специалистов, примерно такое же количество вылавливается неорганизованно.

При правильно налаженном хозяйстве водохранилища могут дать значительно больше рыбы, чем соответствующий участок реки до зарегулирования. Например, в Цимлянском водохранилище ежегодно вылавливают 110 тыс. *ц* рыбы, тогда как до сооружения гидроузла здесь вылавливалось всего 20 тыс. *ц*. Такое же положение отмечается и на Днепре, на участке вверх от Каховки, где раньше вылавливалось 50 тыс. *ц* рыбы, а теперь вылавливают около 86 тыс. *ц*.

Однако фактическая рыбопродуктивность водохранилищ Волжско-Камского каскада (Волгоградского, Куйбышевского, Камского) и ряда других еще низка.

Вопрос о качественном состоянии водных ресурсов и их влиянии на рыбное хозяйство является в настоящее время актуальным во всем мире. Зарегулирование стока рек приводит к коренным изменениям гидрологического, гидрохимического, гидробиологического, термического режимов водоемов, к изменению условий питания и размножения рыб. Особенно оно сказывается на условиях существования наиболее ценных рыб — проходных и полупроходных, биологические процессы развития которых неразрывно связаны с реками.

Большой ущерб рыбному хозяйству наносят промышленность (особенно предприятия нефтехимической, химической, целлюлозно-бумажной отраслей), ирригация, водный транспорт, лесосплав, которые увеличивают загрязнение водоемов, причиняя им вред. Неочищенные и плохо очищенные сточные воды оказывают токсическое действие на икру, личинки, молодь и взрослых рыб, на их кормовую базу, уменьшают количество кислорода, растворенного в воде. Оседая на дне, вредные вещества портят нерестилища. Так, для ликвидации токсичности сульфитного щелока (отходы целлюлозно-бумажной промышленности) до уровня, допустимого для существования водных организмов, требуется 1000-кратное разбавление, а сульфатного щелока — даже 7500-кратное. Влияние сбросных вод тепловых электростанций двоякое. С одной стороны, они являются тепловыми загрязнителями. С другой, изменяя коренным образом среду данного водоема, они дают возможность удлинить сезон нагула рыбы, использовать более продуктивные южные виды рыб. Так, по данным Л. С. Бердичевского (1969), тепловые сбросы Конаковской ГРЭС превратят значи-

тельную часть Московского моря в водоем, приближающийся по термическому режиму к южным водоемам.

На востоке страны, в ее северных районах, на состояние рыбных ресурсов сильное влияние оказывают предприятия нефтяной, золото- и алмазодобывающей промышленности. Сточные воды этих предприятий несут много мути и взвешенных веществ, которые препятствуют нерестовой миграции.

Не всегда сочетается с рыбным хозяйством и развитие ирригации. Необходимость в определенные периоды попусков воды для полива влияет на условия размножения и жизни рыб, сброс дренажных вод увеличивает минерализацию воды в реках, что меняет их гидрохимический режим и условия существования рыб, а смыв с полей ядохимикатов увеличивает содержание в воде токсических веществ. Однако при правильно налаженном хозяйственном строительстве (например, на Каракумском канале) эти проблемы не достигают такой остроты.

Важнейшим вопросом при рыбохозяйственном освоении водоемов является обеспеченность их кормовыми ресурсами нужного состава. Особенно остро встает вопрос при освоении водохранилищ: с одной стороны, из-за того, что не всегда учитываются интересы рыбного хозяйства, а с другой — в силу специфических задач самих водохранилищ, ибо в них наблюдается иногда пониженный уровень естественного воспроизводства биологических ресурсов, что сильно влияет на возможность дальнейшего развития рыбного хозяйства. Однако решающее значение в обеспечении кормовой базы и численного состава рыб в водохранилищах имеет режим попусков воды, определенный характером сработки его уровня.

По рыбохозяйственному значению, учитывая морфометрию, химизм, температурный и уровенный режим, планктон, бентос, видовой состав рыб, П. Л. Пирожников (1969) выделяет водохранилища высокопродуктивные (созданные на Дону, Днепре, Волге, Днестре, Наровле и Немане) и среднепродуктивные, биологическая продуктивность которых может быть повышена (на Каме, Куре, Урале, Иртыше, Оби, Енисее и Ангаре). К категории с небольшим рыбохозяйственным значением относятся водохранилища по Амударье и Сырдарье, что связано с летней сработкой их уровней, исключающей возможности формирования богатого планктона и бентоса и высоких

по численности популяций промысловых рыб. Ввиду специфических природных условий слабое рыбохозяйственное значение имеют водохранилища Кольского полуострова и Карельской АССР.

Из-за того, что естественные условия воспроизводства рыбы не могут быть восстановлены, а рыбное хозяйство в его экстенсивной форме не дает нужного прироста рыбы, необходима реконструкция этой отрасли народного хозяйства. Стихийное воспроизводство рыбы должно быть заменено планомерно осуществляемым рыборазведением. Отсюда вытекают иные, чем в естественных условиях, виды и способы освоения водных ресурсов, менее противоречащие интересам других отраслей водного хозяйства: строительство рыбоводных заводов, предназначенных для инкубации икры, создание нерестово-выростных хозяйств, зарыбление водохранилищ с использованием их мелководий, широкое развитие прудовых и озерных хозяйств и рыбоводно-мелиоративных объектов, развитие акклиматизационных работ. Во всех этих случаях необходима регулируемая подача воды высокого качества. Все это будет означать переход этой отрасли от экстенсивного промысла к интенсивному хозяйству, обеспечивающему получение продукции в соответствии с плановыми заданиями.

В системе Министерства рыбного хозяйства СССР разведением и акклиматизацией осетровых, лососевых и других рыб занимается около 140 рыборазводных предприятий и акклиматизационных станций. Дальнейшее расширение этих работ в текущем пятилетии и на перспективу предусматривается Постановлением Совета Министров СССР от 7 октября 1971 г.[1]

Подсчеты, сделанные на основе научно обоснованных норм потребления рыбопродукции, показывают, что потребность населения страны в рыбе в перспективе составит около 50 млн. *ц/год*. При осуществлении всех намеченных мероприятий по рыборазведению, охране водных ресурсов от загрязнения, соблюдению необходимого для

---

[1] См. «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов». Доклад заместителя председателя Совета Министров СССР В. А. Кириллина. — «Правда», 20 сентября 1972 г.

рыбного хозяйства водного режима годовые уловы рыбы во внутренних водоемах должны превысить 30 млн. *ц*. Достижение таких уловов может быть обеспечено в результате улучшения водопотребления рыбоводно-мелиоративных объектов. Современное потребление ими воды составляет немногим более 7,5 *куб. км/год*. В перспективе оно должно превысить 100 *куб. км/год* (из них половина будет приходиться на Волго-Каспийский бассейн).

Мероприятия по увеличению производства рыбы различны по бассейнам и районам страны. В бассейнах южных морей, где главную роль играет воспроизводство проходных и полупроходных рыб, мелиоративные мероприятия сводятся к поддержанию нормального уровня воды, площади акваторий, сохранению величины и качества пресного стока, от которых зависят физико-химический состав воды и кормность рыбопромысловых угодий. Расчеты показывают, что искусственное размножение осетровых может увеличить их запасы в 2—3 раза по сравнению с современным уровнем.

Особое место в воспроизводстве рыбных ресурсов занимают зарыбление водохранилищ и прудовое хозяйство. Рыборазведение в водохранилищах имеет большие перспективы. Добыча рыбы в водохранилищах требует в 1,5—2 раза меньших капиталовложений даже по сравнению с морским рыболовством. При правильной эксплуатации и рациональных режимах в водохранилищах можно получать большое количество ценной товарной рыбы: в северных зонах — сиговых, нельмы, лососевых; в средних — судака, леща и др.; в южных — судака и растительноядных рыб.

В ближайшие годы планируется значительное развитие прудового рыбоводства. Рыбное хозяйство прудов менее подвержено влиянию других водопотребителей и водопользователей или не имеет значительных противоречий с ними. Площадь прудов в государственных хозяйствах составляет в настоящее время 115 тыс. *га*, с годовым производством товарной рыбы порядка 630 тыс. *ц*. В девятой пятилетке ставится задача увеличить производство рыбы в них до 1 700 тыс. *ц*. В перспективе прудовое хозяйство может давать стране более 10 млн. *ц* товарной рыбы в год. Для решения этих задач необходим перевод рыборазведения на промышленную основу путем создания крупных комбинатов. Водопотребление в пру-

довом рыбоводстве складывается из затрат воды на наполнение прудов, восполнение ее потерь от фильтрации и испарения, создание проточности и т. д. Как показывают расчеты, проведение этих мероприятий потребует довольно большого количества воды, так как, например, в Белоруссии на выращивании 1 *кг* товарной продукции расходуется ее от 50 до 120 *куб. м.*

Большой эффект дает использование для прудового хозяйства земель, непригодных или малопригодных для сельскохозяйственного освоения, — балок, мелководий, выработок торфяных массивов или карьеров, оставленных на месте разработок различных полезных ископаемых.

Глава III

КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОЕ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

Особенность **коммунально-бытового** водопотребления заключается прежде всего в предъявляемых им чрезвычайно высоких требованиях к качеству воды и постоянстве потребления. Значение коммунально-бытового потребления не идет в сравнение ни с одной другой отраслью народного хозяйства, несмотря на то что доля его в общем водопотреблении страны сравнительно невелика (менее 10%). Население в первую очередь и при любых условиях должно быть обеспечено водой по существующим научно обоснованным санитарно-гигиеническим нормам. Принцип приоритета пользования водой населения учитывался и был закреплен соответствующими правилами и инструкциями. Особое внимание этому уделено в постановлении Совета Министров СССР от 22 апреля 1960 г. «О мерах по упорядочению использования и усилению охраны водных ресурсов СССР» и в «Основах водного законодательства...».

Уровень затрат общественного труда на водообеспечение населения не играет решающей роли. Поэтому в маловодных районах, где имеющиеся возобновляемые запасы воды не обеспечивают нормального водоснабжения, становятся неизбежными связанные с большими капиталовложениями мероприятия по транспортировке воды из других районов или же приведение в пригодное для потребления

состояние местных водных ресурсов (например, опреснение сильно минерализованных вод), в результате чего стоимость водопроводной воды по стране различна и колеблется от 1,5 до 8 *коп/куб. м.*

Вода в размещении населения играла очень важную роль на протяжении всего существования человечества. По мере роста городов и доли городского населения возрастает значение централизованного водоснабжения.

Для улучшения водоснабжения страны много сделано за годы Советской власти. Показателен рост водопроводной сети. Если до революции коммунальный водопровод имелся только в 215 городах и лишь в 23 была канализация, то теперь число водопроводов увеличилось почти в 25 раз, а число населенных пунктов с централизованным водоснабжением — более чем в 30 раз. Централизованное водоснабжение будет расти и впредь, так как в настоящее время его имеет только около 85% городов и поселков городского типа.

Организация водоснабжения строится исходя из существующих норм водопотребления (табл. 14).

Таблица 14

Нормы потребного количества воды*

Показатели	Потребление, *л/сут* на одного человека
В городах районного подчинения	
при наличии канализации и домовых ответвлений водопроводной магистрали . .	125—150
без канализации, но с домовыми ответвлениями водопроводной магистрали . . .	75—100
с колонковым водозабором .	50— 75
В городах областного и республиканского подчинения	
при наличии канализации .	350—500
без канализации, но с домовыми ответвлениями водопроводной магистрали . . .	250—300
с колонковым водозабором .	175—200

* Богомолов, 1966.

Таблица 15

Сравнительная характеристика источников хозяйственно-питьевого водоснабжения *

Характерные особенности водоисточника	Источники хозяйственного водоснабжения		
	Поверхностные воды	Подземные воды	
		грунтовые	межпластовые артезианские
Доступность, географическое распространение	большая	большая	ограниченная
Обильность (полезный дебит)	различная, обычно весьма значительная	ограниченная	различная, часто ограниченная
Влияние социально-бытовых факторов (плотность населения, развитие промышленности и пр.)	весьма большое	большое	весьма ограниченное
Влияние природных факторов (климатические, сезонные)	весьма большое	большое	ограниченное
Ухудшение органолептических свойств воды (запах, цвет, мутность)	частое	частое	редкое
Загрязнение химическими веществами (ядовитыми, бактерицидными)	нередкое	редкое	весьма редкое
Бактериальное загрязнение воды патогенными микробами	весьма частое	редкое	весьма редкое
Постоянные качества воды (органолептические, химические, бактериальные)	отсутствуют	слабо выражены	сильно выражены

* Черкинский, 1959.

Таблица 16

Гигиенические нормативы качества воды*

Показатели	Нормативы
Запах и привкус при температуре +20° (в баллах)	Не более 3
Цветность по шкале (в градусах)	» » 20
Прозрачность по шрифту Снеллена (в *см*)	» » 30
Общая жесткость (в *мг-экв/л*)	До 14 (40°)
Содержание (в *мг/л*)	
свинца	Не более 0,1
мышьяка	» » 0,05
фтора	» » 1,5
меди	» » 3,0
цинка	» » 5,0
железа	» » 1,0
аммонийных солей	До 0,1
нитритов	До 0,002
нитратов	До 30—40, а при расчете на азот нитратов до 10
хлоридов	Не более 350
сульфатов	» » 500
Величина сухого остатка (в *мг/л*)	» » 1000
Окисляемость (в *мг*)	» » 2—5
Микробное число в 1 *мл* воды	» » 100
Коли-титр	Не менее 300
Коли-индекс	Не более 3
Мутность по мутномеру при осветлении воды (в *мг/л*)	» » 2,0
Содержание остаточного активного хлора в водопроводной воде населенного пункта, в ближайшей точке к насосной станции при обеззараживании воды (в *мг/л*)	0,3—0,5
Хлорфенольные запахи при хлорировании воды	Отсутствуют
Активная реакция (pH) при осветлении или умягчении воды	6,5—9,5

* Государственные стандарты — ГОСТы 2874—54 и 2761—57.

С. Н. Черкинский (1959) провел сравнительную характеристику источников хозяйственно-питьевого водоснабжения по их положению, объему запасов, влиянию природных и экономических факторов, качественному состоянию (табл. 15).

В 1968 г. в среднем на одного жителя в нашей стране приходилось 170 *л* воды в сутки. Однако по отдельным республикам, экономическим районам, областям и городам эти показатели неодинаковы. Так, при среднем водопотреблении на одного жителя в РСФСР 130 *л* в сутки в Ленинграде этот показатель повышается до 300 *л/сут*, а в Москве составляет в настоящее время около 600 *л/сут*. Город с населением 1 млн. человек потребляет в среднем около 300 тыс. *куб. м* воды в сутки, или более 100 млн. *куб. м* в год.

Обеспечение водой сельских жителей идет преимущественно из местных источников — открытых водоемов и шахтных колодцев.

В настоящее время в связи с ростом благоустройства сельских населенных пунктов начинает развиваться централизованное водоснабжение. Однако распространение его пока незначительно, и среднюю норму расхода сельского населения можно принять в 25 *л/сут* на одного жителя.

К качеству воды (табл. 16), потребляемой населением, предъявляются повышенные требования как по физическим свойствам (температуре, прозрачности, цветности, запаху, вкусу), так и по химическим показателям (показателю кислотности — содержанию водородных ионов pH, содержанию плотного или сухого остатка; общей жесткости, содержанию железа, радиоактивности) и степени загрязнения водоисточников (бактериологическим показателям, химическому загрязнению).

Важнейшим требованием к воде для хозяйственно-питьевого водоснабжения является отсутствие в ней патогенных микробов, разносчиков водных инфекций. По их содержанию вода делится на несколько типов (табл. 17).

Учитывается, что наиболее легко загрязняются открытые водоемы, в то время как лучшими по санитарно-гигиеническому состоянию являются глубокие подземные воды. В настоящее время водой из подземных источников снабжается более половины городского населения и около 80% сельского. Долю этого источника в водоснабжении населения планируется довести до 80—90%.

В действующей «Инструкции по установлению зон санитарной охраны хозяйственно-питьевых водопроводов с подземными источниками водоснабжения», как и для поверхностных вод, предусмотрен порядок использования и

Таблица 17

Деление воды по ее качеству *

Типы воды	Коли-титр
Безупречно здоровая	500—750
Здоровая	350—500
Подозрительная	200—300 (подвергается хлорированию)
Сомнительная	180—200
Нездоровая	50—100
Совершенно непригодная . .	25— 50

* Богомолов, 1966.

охраны подземных вод, обязательный для всех организаций и предприятий страны. Различаются: а) зоны строгого режима, граница которых проходит не менее чем в 50 *м* от водозабора грунтовых вод и не менее чем в 30 *м* от водозабора напорных вод; б) зоны ограниченного режима, которые устанавливаются в зависимости от гидрогеологических и санитарных условий каждого района.

Для приведения качества в соответствие с санитарно-гигиеническими требованиями вода подвергается специальной обработке. Наиболее распространено обеззараживание воды методом хлорирования. Еще более эффективно озонирование воды, однако этот способ примерно в 6 раз дороже хлорирования и требует большого расхода электроэнергии.

Районами сосредоточенного коммунально-бытового водопотребления являются крупные городские агломерации: в Центральном районе, Донбассе и Приднепровье в УССР, в Поволжье, на Урале, в Кузнецком бассейне и др. Поскольку крупные города сосредоточивают мощную промышленность, то их коммунально-бытовое водопотребление увеличивает эти потребности в воде.

В связи с ростом населения и значительным улучшением жилищно-бытовых условий намечается дальнейший рост коммунально-бытового водопотребления и соответственно водоснабжения. В среднем по стране предпола-

гается рост потребления воды в ближайшей перспективе в 2—3 раза.

Рост потребления подземных вод как в настоящее время, так и особенно в будущем все острее ставит проблему их рационального использования и охраны. Отбор из водоносных пластов чрезмерно больших объемов воды может привести к резкому истощению вековых запасов, падению уровней воды в скважине и колодцах, уменьшению их дебита, изменению химического состава. Кроме того, использование подземных вод нарушает их естественный режим, а это влияет на характер речного стока. Поэтому необходимо ликвидировать случаи бессистемного разбуривания водоносных горизонтов в пределах городов. Это поможет предотвратить возможное загрязнение горизонтов с питьевыми водами. Остро стоит задача разобщения производственных потребителей воды и питьевого водоснабжения и сохранения подземных вод базисного горизонта только для нужд питьевого водоснабжения.

Использование водных ресурсов населением *для отдыха* (для рекреационных целей) нужно рассматривать как часть водного хозяйства страны.

Увеличение благосостояния населения, рост продолжительности отпусков, переход на пятидневную неделю, т. е. мероприятия, направленные на улучшение условий жизни населения, а также быстрый рост городов и городского населения вызывают необходимость создания зон массового отдыха. Все больше развиваются туризм, санаторный отдых, дома отдыха, отдых детей и просто выезд за город. Бóльшая часть отдыхающих стремится к рекам, озерам, прудам, водохранилищам.

Особенно важен вопрос организации отдыха в наиболее заселенных районах Европейской части страны, в Средней Азии, а также в промышленно освоенных районах Сибири и Дальнего Востока.

Количественные требования различных видов отдыха неодинаковы. Для купания важна глубина водоемов, а при использовании для этого водохранилищ — определенный уровень его режима с минимальным колебанием уровней сработки (30—60 *см*), особенно в нижних бьефах гидроузлов. Водный туризм также требует определенных глубин и т. д.

Для купания, рыболовства, охоты необходимо высо-

кое качество воды. Организованные зоны оздоровительных мероприятий на воде включаются в округа санитарной охраны с тем, чтобы различные промышленные загрязнения не могли нанести ущерб здоровью человека. Для таких видов спорта, как моторные и парусные лодки, воднолыжный спорт, качество воды не имеет значения, но, поскольку они сочетаются с купанием, к качеству воды также предъявляются высокие требования.

Использование водных ресурсов для отдыха населения разрешено во всех естественных водоемах, за исключением санитарных зон, которые примыкают к водозаборам хозяйственно-питьевого назначения, закрыты для пребывания посторонних лиц и на территории которых исключается всякое строительство. К таким зонам относятся также акватории, используемые для рыборазведения, и некоторые акватории в заповедниках. В силу специфики данных водопользователей вопрос об их эффективности часто не может быть решен простым экономическим расчетом, поскольку эффект состоит прежде всего в удовлетворении социальных потребностей.

Наша страна имеет огромные возможности для развития отдыха населения на водоемах. В последние годы начали составляться проекты рекреационного использования ряда водохранилищ. Необходима также разработка методов оценки воды для отдельных видов отдыха.

В системе водного хозяйства страны самым крупным водопотребителем является **сельское хозяйство.** По объему водопотребления оно превосходит все другие отрасли народного хозяйства и складывается из потребления воды орошаемым земледелием, сельскохозяйственным водоснабжением и обводнением, а также включает процессы водоотведения — осушение переувлажненных и заболоченных земель, сброс дренажных вод после промывки засоленных земель и т. п. По объему расходуемой воды первое место в сельскохозяйственном водопотреблении занимает орошаемое земледелие.

В отличие от промышленных водопотребителей, у которых в результате развития техники вода в технологическом процессе может быть заменена чем-то другим, в сельском хозяйстве такой замены произвести нельзя. Сельское хозяйство является постоянным водопотребителем, расход воды у которого в основном безвозвратный (примерно $^3/_4$ всего водопотребления). В 1965 г. общий

объем водопотребления орошаемым земледелием оценивался в 120 *куб. км.*

В последние годы в связи с быстрыми темпами развития и интенсификации сельского хозяйства СССР непрерывно увеличивается и все более возрастает спрос на воду. Главный водопотребитель в настоящее время — растениеводство. Больших размеров достигает водопотребление в животноводстве. Доля хозяйственно-бытового потребления воды в общем сельскохозяйственном водопотреблении пока незначительная. Растущее орошение, обводнение пастбищ, переход к централизованному водоснабжению населения и животноводческих ферм требуют привлечения дополнительных водных источников, что связано с необходимостью зарегулирования стока, строительства водохранилищ, проведения различных агротехнических мероприятий и т. д. Освоение в сельском хозяйстве водоемких культур (например, риса) также ведет к большим количественным и качественным изменениям в использовании водных ресурсов. Учитывая, что при размещении отдельных отраслей сельского хозяйства особенно важны климатические условия и водные ресурсы, можно сказать, что последние являются одним из важных факторов специализации сельского хозяйства.

Экономика сельского хозяйства, как известно, находится в сильной зависимости от эффективного использования водных ресурсов, так как недостаток или избыток почвенной влаги приводит к потере главного качества земли — ее продуктивности.

Территория нашей страны по естественному увлажнению делится на зоны. В зоне избыточного увлажнения (преимущественно северные области страны) осадков выпадает больше, чем испаряется влаги с поверхности почвы (600—700 *мм/год*). Такие районы нуждаются в осушении. В зоне достаточного увлажнения (лесостепные районы) испарение в среднем не превышает величины выпадающих осадков (500—600 *мм*). Здесь требуется обеспечение влагой путем мелиораций только отдельных влаголюбивых культур (овощи). В зоне недостаточного или неустойчивого увлажнения (южные районы страны) испарение с поверхности почвы значительно больше, чем количество поступающих осадков (300—500 *мм*). По данным Н. Корнева (1970), как правило, для формирования нормального урожая гектар озимой

пшеницы, например, в Ставропольском крае недополучает 1625 *куб. м* воды, в Ростовской области — 3120, а в Саратовской и Астраханской областях — 3250 *куб. м* и т. п. В этих районах орошение становится важным средством борьбы с последствиями засух и неустойчивыми от года к году урожаями.

В пустынной и полупустынной зонах с небольшим количеством осадков (меньше 300—350 *мм*) и очень сильным испарением роль орошения возрастает еще больше. Оно здесь главный источник увлажнения почвы и, следовательно, необходимое условие выращивания большинства культур.

В нашей стране в зонах с недостаточным увлажнением расположено около 65% земледельческой территории. Необходимо подчеркнуть, что недостаточно увлажненные районы характеризуются в то же время наибольшей обеспеченностью теплом. Поэтому орошение выступает как средство их наиболее полного экономического использования.

Главная задача орошения заключается в искусственном увлажнении почвы и поддержании ее влажности в необходимых пределах на протяжении всего вегетационного периода, что обеспечивает высокую продуктивность культур, уменьшает их зависимость от условий атмосферного увлажнения.

Партия и правительство нашей страны, особенно в последние годы, уделяют большое внимание вопросам развития мелиорации земель. В Директивах XXIII и XXIV съездов КПСС, решениях майского (1966 г.), октябрьского (1968 г.) и июльского (1970 г.) пленумов ЦК КПСС, Постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 16 июня 1966 г. дана программа дальнейшего широкого развития мелиорации земель как одного из важнейших элементов интенсификации сельскохозяйственного производства. Предусматривается массовое орошение зерновых культур и создание крупных районов гарантированного производства товарного зерна на поливных землях на юге Украины, Северном Кавказе и в Поволжье, использование всех возможных мероприятий (применение химизации, мелиорации, комплексной механизации, повышение общей культуры земледелия и т. д.) для достижения главной цели — высокоэффективного плодородия земель.

Доля продукции, получаемой с орошаемых и осушенных земель, во всей продукции земледелия (в процентах) в 1966 г. показана ниже (табл. 18).

Таблица 18

Доля продукции, получаемой с мелиорированных земель в 1966 г. *

Союзные республики	%	Союзные республики	%
Узбекская ССР . . .	91,2	Литовская ССР . . .	32,6
Азербайджанская ССР	88,0	Казахская ССР . . .	29,2
Киргизская ССР . . .	82,6	Эстонская ССР . . .	21,6
Таджикская ССР . . .	78,3	Молдавская ССР . .	12,3
Армянская ССР . . .	77,6	Белорусская ССР . . .	10,2
Туркменская ССР . .	68,7	РСФСР	6,5
Латвийская ССР . . .	62,2	Украинская ССР . . .	6,2
Грузинская ССР . . .	34,6		

* «Экономика мелиорации земель», 1968.

Из этих данных видна огромная роль проведения мелиоративных работ в хозяйстве республик Средней Азии и Закавказья, где проводится орошение, и республик Прибалтики, где проводятся осушительные мелиорации.

По видам орошение разделяется на регулярное и лиманное, различные по охвату ими земельных площадей, по расходу воды, а также по технике полива.

Регулярное орошение разделяется на систематическое и периодическое. Систематическое орошение приурочено к тем районам страны, где при высокой испаряемости годовое количество атмосферных осадков не превышает 250 *мм*, а периодическое — к районам с нормой осадков более 250 *мм* в год и осуществляется обычно в засушливые годы и периоды.

Общий фонд ирригационно подготовленных земель в СССР в настоящее время составляет около 10 млн. *га*, из которых самые большие площади находятся в Средней Азии, Закавказье, на юге РСФСР и Украины (табл. 19).

Характерной особенностью последнего периода следует считать развитие орошения земель под зерновые, кормовые и овощные культуры за пределами остро за-

Таблица 19

*Площадь мелиоративных земель (млн. га) в 1970 г.**

Административные единицы	Орошаемые земли	Обводненные пастбища	Осушенные земли
СССР	11,0	191,0	9,5
РСФСР	2,0	33,0	2,8
Украинская ССР	0,9	2,0	1,5
Узбекская ССР	3,0	23,0	—
Казахская ССР	1,3	98,0	—
Грузинская ССР	0,3	0,5	0,1
Азербайджанская ССР	1,1	0,3	—
Молдавская ССР	0,1	—	—
Киргизская ССР	0,9	7,0	—
Таджикская ССР	0,5	1,0	—
Армянская ССР	0,2	0,2	—
Туркменская ССР	0,6	28,0	—
Белорусская ССР	—	—	1,6
Литовская ССР	—	—	1,5
Латвийская ССР	—	—	1,0
Эстонская ССР	—	—	0,8

* «Народное хозяйство СССР в 1970 г.». М., 1971.

сушливой зоны — в районах неустойчивого увлажнения на юге и юго-востоке Европейской части страны.

Структура посевных площадей на орошаемых землях характеризуется заметной неравномерностью. Так, если в среднем зерновые культуры занимают немногим более 25% площади, то в ряде республик и районов этот процент доходит даже до 50—60. Высоким, но также неравномерным (почти 50% в УССР и около 15% в Узбекской ССР) является удельный вес кормовых культур, дающих в 3—4 раза больший урожай на поливе, чем на богаре. В районах Средней Азии среди технических культур ведущее положение занимает водоемкая культура хлопчатника (табл. 20).

В 1966 г., по данным ЦСУ СССР, на орошаемых землях колхозами и совхозами произведено около 6 млн. *т* хлопка-сырца (100% всего его производства), около 0,7 млн. *т* риса (100%), 4,9 млн. *т* овощей (54%), 0,7 млн. *т* бахчевых культур (около 31%), 6—8 млн. *т* сахарной свеклы (9%), 5,6 млн. *т* зерна (3,3%), в том числе 2,3 млн. *т* пшеницы (2,3%).

Таблица 20

Структура посевных площадей на орошаемых землях в 1970 г. (в процентах) *

Административные единицы	Зерновые		Технические		Картофель и овоще-бахчевые	Кормовые	Итого
	всего	в том числе рис	всего	в том числе хлопчатник			
СССР	26,0	4,0	35,0	33,6	8,0	31,0	100
Узбекская ССР . .	7,0	2,0	73,5	71,6	3,0	16,0	100
Туркменская ССР	10,0	1,0	67,0	55,3	5,0	18,0	100
Таджикская ССР	11,0	1,0	63,0	65,3	4,0	22,0	100
Киргизская ССР . .	33,0	0,03	19,0	10,3	2,5	45,0	100
Азербайджанская ССР	42,0	0,5	26,0	28,3	3,0	29,0	100
Армянская ССР . .	41,0	—	8,0	5,2	13,0	38,0	100
Грузинская ССР . .	45,0	—	6,0	—	12,5	36,0	100
РСФСР	42,0	11,0	2,6	—	16,0	39,0	100
Казахская ССР . .	41,0	7,0	12,0	4,7	7,0	41,0	100
Украинская ССР . .	27,0	4,0	2,0	—	22,0	49,0	100
Молдавская ССР . .	22,0	—	8,0	—	38,0	31,0	100

* «Народное хозяйство СССР в 1970 г.». М., 1971.

О продуктивности орошаемых земель в целом по стране можно судить по данным таблицы 21.

Таблица 21

Продуктивность орошаемых земель *

Показатели	Единица измерения	Все земли	
		всего	в том числе орошаемые
Площадь пашни и многолетних насаждений . .	млн. *га*	220,9	8,5
	%	100,0	3,8
Валовая продукция земледелия в ценах 1958 г.	млрд. руб.	22,8	4,2
	%	100,0	18,4
Продуктивность земель	*руб/га*	103,2	488,2

* Дмитриев, 1968.

Таким образом, орошаемые земли, занимая менее 4% площади, дали около 20% продукции земледелия, так как их продуктивность в 5 раз больше, чем на землях, где мелиорация не проводилась.

Размещение орошаемого земледелия зависит от степени обеспеченности водой отдельных районов. Приуроченное к бассейнам рек южных районов страны, оно не охватывает всего фонда нуждающихся в орошении и пригодных для орошения земель. В РСФСР, например, основные площади орошения концентрируются в бассейнах Нижней Волги и рек Северного Кавказа. На Волге фонд земель, пригодных для орошения, превышает 10 млн. *га*, но водой здесь обеспечена только $^1/_3$ этого фонда. На Кубани при наличии 2,5 млн. *га* пригодных для орошения земель водой обеспечено около 1 млн. *га*. Для бассейна Нижнего Дона аналогичные показатели составляют соответственно 5 млн. и 1 млн. *га*, для Сулака и Самура — 1,0 млн. и 0,5 млн., для Терека — 1,5—0,9 млн. *га*. В бассейнах Сырдарьи и Амударьи обеспечено водой примерно по 3,5 млн. *га*, в то время как фонд земель, пригодных для орошения, составляет соответственно 11 млн. и 12,5 млн. *га*. В целом по СССР диспропорция между площадью земель, пригодных для орошения и обеспеченных оросительной водой, весьма велика — 142 млн. и 31 млн. *га*.

Лиманное орошение (полив затоплением) распространено в степных и полупустынных районах Юго-Востока Европейской части СССР и Казахстана. Преимущество этого способа, представляющего по существу влагозарядковый полив, состоит в его простоте и дешевизне.

По расчетам «Южгипроводхоза», в Ростовской области затраты на создание лиманного орошения составляют 100 *руб/га*. При использовании этих земель под кукурузу на силос (40%) и улучшенные сенокосы (60%) чистый доход с 1 *га* составляет 132 руб., т. е. затраты окупаются в один год (Маркосов, 1968).

Однако создание лиманов возможно лишь в определенных условиях — на ровных или с малым уклоном (не более 0,03) площадях. Существенным недостатком их является то, что из-за периодичности затопления лиманов и их зависимости от запасов воды в снеге, интенсивности снеготаяния не обеспечивается регулярный сбор высокого урожая. Для решения этой проблемы проводятся

различные усовершенствования лиманных систем, подпитка их из оросительных систем регулярного орошения и т. д.

Площадь этого вида орошения превышает 1 млн. *га*. Распределяется она следующим образом (табл. 22).

Таблица 22

Площади земель *лиманного орошения* *

Административные единицы	Наличие земель лиманного орошения, тыс. *га*	Фактически залито		Из залитых земель использовано, тыс. *га*		% распаханности залитой площади
		тыс. *га*	%	Пашня	Сенокосы	
СССР	1 060,8	840	79	25,1	790,9	3,0
Казахская ССР	845,3	733,1	97	7,2	710	0,9
РСФСР	215,5	107,6	49	17,9	80,9	16,5
В том числе:						
Поволжье . .	151,3	78,0	51,7	16,2	58,9	20,7

* «Экономика мелиорации. . .», 1968.

Рост площадей лиманного орошения в дальней перспективе намечено увеличить в 3 раза. Наибольшую роль лиманное орошение играет в производстве кормовых культур, особенно для повышения урожайности сенокосных, а в некоторых случаях и пастбищных угодий, хотя используются лиманы еще недостаточно. На них можно получить в засушливой зоне по 18—20 *ц/га* сена естественных сенокосов и 30—40 *ц/га* сена многолетних трав. Однако при неправильном использовании лиманам угрожает проблема засоления.

Водопотребление этого вида орошения является разовым и развито на сравнительно небольших площадях. Так, оросительные нормы для лиманного орошения, например в Кулундинской степи, составляют 3—35 тыс. *куб. м/га* (в то время как для регулярного — 2100—3280 *куб. м/га*).

Задачи использования водных ресурсов в сельском хозяйстве, противоположные орошению, решаются при осушительных мелиорациях. Они проводятся для устранения избыточного увлажнения почвы и создания опти-

мального водно-воздушного режима в течение всего вегетационного периода. Это достигается путем искусственного понижения залегания грунтовых вод и отвода избыточных поверхностных вод. Осушительные мелиорации применительно к сельскохозяйственному производству можно характеризовать как своеобразное водоотведение.

Главное для осушительных мелиораций состоит в достижении оптимальной нормы осушения, определяющей уровень грунтовых вод в почве по наиболее требовательной культуре. Для злаков, например, такой уровень составляет 90—100 *см*, для трав и овощей уровень грунтовых вод должен быть несколько более высоким. Если глубокое осушение приводит к активному разрушению органического вещества, то менее глубокое замедляет его. Таким образом, осушительные мелиорации должны быть дифференцированными с учетом природных факторов, специализации земледелия, преобладающих типов севооборотов (Смирнов, 1966).

В зоне избыточного увлажнения расположено около 15% площади сельскохозяйственных угодий страны, приблизительно 50 млн. *га* пашни (из них около 25% — переувлажненной), около 11 млн. *га* заболоченных сенокосов и пастбищ.

Эффективность ведения сельского хозяйства в зоне избыточного увлажнения при отсутствии осушительных мелиораций значительно ниже, чем в других зонах. Однако, как показывает опыт, строительство осушительных систем осуществляется в более быстрые сроки, чем оросительных; затраты на 1 *га* здесь ниже, и сроки окупаемости капиталовложений сокращаются до 3—5 лет, в то время как при орошении сроки окупаемости в зависимости от культур могут возрасти до 10 и даже 15 лет.

Осушенные земли зоны избыточного увлажнения представляют собой ценнейший фонд для получения высоких и устойчивых урожаев зерна, овощей и кормовых культур (табл. 23).

Как показал многолетний опыт, современные осушительные системы, рассчитанные только на сброс избыточных вод, не всегда обеспечивают нужный водно-воздушный режим для возделываемых культур, особенно в засушливые годы. В этих условиях они должны в отдельные периоды, с одной стороны, обеспечивать интенсивное

Таблица 23

Структура посевных площадей
на осушенных землях в 1970 г.
(в процентах от всей посевной площади) *

Административные единицы	Зерновые	Технические	Картофель и овощебахчевые	Кормовые
СССР	40,0	6,0	6,0	48,0
РСФСР	35,0	9,5	5,0	50,0
Украинская ССР	38,0	9,4	7,0	46,0
Белорусская ССР	37,0	4,6	11,0	47,5
Литовская ССР	43,0	4,0	3,0	49,5
Латвийская ССР	49,0	3,0	5,0	43,0
Эстонская ССР	31,0	0,2	5,0	54,0

* «Народное хозяйство СССР в 1970 г.». М., 1971.

осушение, а с другой — компенсировать недостаток влаги в корнеобитаемом слое почвы. Таким образом, возникает необходимость в двухстороннем регулировании водного режима — в системе двойного действия.

Такой тип регулирования водного режима впервые начал применяться с 1955 г. на Украине, где были построены Ирпенская (822 *га*) и Трубежская (7428 *га*) системы. Только за 10 лет эксплуатации Трубежской системы общие затраты на нее окупились в 1,5 раза.

Однако, как ни велики масштабы мелиоративных работ, в ряде районов они имеют недостатки как в водохозяйственном строительстве, так и в использовании мелиорированных земель. В своем постановлении о дальнейшем усилении работ по мелиорации земель и улучшении использования орошаемых и осушаемых земель ЦК КПСС и Совет Министров СССР (октябрь 1972 г.) дали важнейшие указания, как решающим образом улучшить дело мелиорации в стране. В указанном постановлении подчеркнуто, что работы по мелиорации должны рассматриваться как основное звено долговременной программы партии по коренному повышению плодородия земель и ускорению темпов развития сельского хозяйства.

Этим постановлением предусматривается, что наряду

с дальнейшим развитием мелиорации земель в районах возделывания хлопчатника, риса и сахарной свеклы необходимо ускорение работ по орошению земель в засушливых зерновых районах, в первую очередь в Поволжье, в степной части УССР, на Северном Кавказе и Казахстане, по мелиорации пахотных земель и естественных кормовых угодий в нечерноземной зоне РСФСР, в Полесской низменности в Белоруссии и на Украине, на Дальнем Востоке, по строительству оросительных систем для увеличения производства овощей и раннего картофеля для снабжения крупных городов и промышленных центров. Предусматривается также обеспечить выполнение работ по мелиорации земель во всех зонах для увеличения производства кормов в полевых севооборотах, созданию орошаемых культурных пастбищ, улучшению естественных кормовых угодий и обводнению пастбищ в пустынных зонах [1].

Работа по осушению в стране идет быстрыми темпами. Однако в системе водного хозяйства должны быть учтены и изучены не только положительные, но и отрицательные последствия осушения, которые могут снижать обеспеченность водой сельскохозяйственных растений, усиливать процессы эрозии (например, ветровой на осушаемых торфяниках). Задача состоит в изучении гидрологической роли агромелиораций, действующих вместе с инженерной частью осушительной сети. Необходимо также изучение агромелиоративных приемов освоения переувлажненных почв. Такое изучение позволит получить нужные количественные характеристики для расчетов проектируемых мероприятий по осушению. Кроме того, необходимо прогнозирование влияния осушительных мелиораций на общие запасы водных ресурсов, в том числе на поверхностный и подземный сток. Если забор воды для орошения говорит о значительном безвозвратном расходе водных ресурсов, то не вполне ясно, в какой мере сброс воды с осушаемых земель будет влиять на состояние водных ресурсов речных бассейнов переувлажненной зоны. При единовременном увеличении

[1] См. «О дальнейшем усилении работ по мелиорации земель и улучшении использования орошаемых и осушенных земель». — «Правда», 28 октября 1972 г.

поверхностного стока не исключена возможность его уменьшения в последующие годы. Следовательно, требуется глубокое изучение влияния осушительных мелиораций на водный баланс территории.

В перспективе работы по осушению будут в еще большей степени развернуты в пределах Белоруссии и Украинского Полесья (около 4 млн. *га*). Большой объем работ будет проведен на Дальнем Востоке и в районах Западной Сибири, Центра (освоение Мещерской низменности), Зауралья, в прибалтийских республиках. Площадь осушенных земель на конец 1985 г. должна быть доведена до 25—26 млн. *га*, а общая площадь осушения в стране к 2000 г. — до 57 млн. *га* (Вархотов, Игнатюк, 1971). Все это потребует внедрения наиболее совершенных и экономически эффективных способов осушения, в частности строительства закрытых осушительных систем (закрытый дренаж).

Большое количество воды идет в сельском хозяйстве на обводнение пастбищ, имеющее большое значение для дальнейшего развития животноводства, особенно тонкорунного и каракулевого овцеводства.

В настоящее время обводнено около 200 млн. *га* пастбищ. Большие работы намечаются по обводнению территорий Казахстана, Узбекистана, Туркмении, районов РСФСР в связи с переброской стока сибирских рек.

Общие количественные требования поливного земледелия к водному хозяйству сводятся к обеспечению его водой в объеме полных оросительных норм по ирригационному графику на протяжении вегетационного периода. В эти нормы входят как полезные затраты воды, которые обеспечивают нужный растениям водно-воздушный, тепловой и питательный режим почвы, так и потери.

Общую потребность растений в воде, т. е. ее полезные затраты, обычно определяют по расчетному урожаю с 1 *га* на основе коэффициента суммарного водопотребления [1]. Этот коэффициент различен для отдельных культур и районов. Кроме того, величина коэффициента зави-

[1] Коэффициентом суммарного водопотребления (КСВ) называется количество воды (*куб. м*), необходимое для получения 1 *ц* урожая какой-либо культуры. Расход воды на транспирацию растений и испарение с почвы называется суммарным водопотреблением (СВ).

сит от уровня урожайности. При низкой урожайности коэффициент водопотребления возрастает, при высокой — снижается. Так, осредненные расчеты, приведенные для отдельных культур, показывают, что при урожайности хлопчатника, равной 30 *ц/га*, коэффициент водопотребления составляет 150—180 *куб. м/ц*, а при 50 *ц/га* — 90—110 *куб. м/ц*. Аналогичная картина наблюдается и в отношении зерновых культур в засушливых степях Европейской части СССР: при урожайности 30 *ц/га* коэффициент водопотребления равен 80—110 *куб. м/ц*, а при 50 *ц/га* — 55—70 *куб. м/ц*. Указанная закономерность типична также для многолетних трав, сахарной свеклы, картофеля и других культур, имеющих меньший коэффициент водопотребления (табл. 24).

Большое значение для повышения эффективности орошения имеет правильный выбор нормы полива, которая зависит от водоемкости культур, климатических условий района и многих других причин. Так, средняя норма орошения на 1 *га* в степной и лесостепной зонах составляет 2500—3500 *куб. м/га*. Для посевов риса, подвергающихся длительному затоплению, оросительную норму определяет величина слоя воды (15—18 *см*), который необходимо создать на поверхности почвы для его вызревания (учитывая потери на фильтрацию). Это составляет за период вегетации до 20 тыс. *куб. м/га*. Если учесть, что в восьмой пятилетке среднегодовое производство риса составляло 1 млн. *т*, то получается огромная величина водопотребления.

В оазисах Средней Азии, где неполивное земледелие практически невозможно, хозяйства в основном специализированы на производстве хлопка и риса, требующих наибольшего расхода воды. Для хлопчатника оросительные нормы колеблются в пределах 6,5—7,0 тыс. *куб. м/га*, а для риса — от 22 тыс. до 58 тыс. *куб. м/га*. На Северном Кавказе оросительная норма при рисосеянии составляет 14—28 тыс. *куб. м/га*, а в Приморском крае — 7—10 тыс. *куб. м/га*. Если перемещение хлопчатника (из-за недостатка тепла) из Средней Азии в другие, более обеспеченные влагой районы страны практически невозможно, то рациональность концентрации посевов риса, площадь которых быстро растет в остродефицитной по воде Средней Азии, требует дальнейшего углубленного изучения.

Таблица 24

Среднее водопотребление сельскохозяйственных культур *

Культуры	Район возделывания	Урожайность, *ц/га*	Коэффициент суммарного потребления (КСВ), *м/ц*	Суммарное водопотребление (СВ), *куб. м/га*
Зерновые	Заволжье, Южная Украина	20	110—80	2 200 — 1 600
То же	Центрально - Черноземная зона, Северная Украина	30	95—80	2 850 — 2 400
Многолетние травы	Центрально - Черноземная зона, Северная Украина	100	40—35	4 000 — 3 500
То же	Центрально - Черноземная зона, Северная Украина	200	35—30	7 000 — 6 000
Сахарная свекла	Центрально - Черноземная зона, Северный Кавказ, Северная Украина	400	10—8	4 000 — 3 200
Картофель	Заволжье, Южная Украина	200	16—14	3 200 — 2 800
То же	Центрально - Черноземная зона, Северный Кавказ	200	14—12	2 800 — 2 400
Капуста	Центрально - Черноземная зона, Северный Кавказ	500	10—8	5 000 — 4 000
Хлопок-сырец	Средняя Азия	25,6	240	6 144
» »	» »	45,7	169	7 723
» »	» »	53,0	156	8 268

* «Сельскохозяйственная энциклопедия», т. I. М., 1969.

Для орошаемого земледелия строятся водохранилища, оросительные и оросительно-обводнительные системы, каналы и т. д. Так, например, в РСФСР сельское хозяйство обслуживается свыше 100 крупными государственными оросительными и оросительно-обводнитель-

ными системами, не считая колхозных. Здесь построено также около 50 водохранилищ и 76 тыс. *км* каналов, среди которых такие крупные, как Невинномысский, Кубань-Калаусский, Терско-Кумский, Донской и др.

Величина потерь на испарение и фильтрацию при транспортировке воды от источников до орошаемых полей определяет коэффициент полезного действия оросительных систем, который зависит от типа этих систем. Чем больше орошаемая площадь и протяженность системы подводящих и распределительных каналов, тем ниже этот коэффициент. Большую роль играет также технический уровень оросительной системы.

Нерациональный расход воды в орошаемом земледелии часто происходит из-за несовершенства оросительных систем, построенных ранее (без инженерных водорегулирующих сооружений и водоизмерительных приборов, с большими потерями воды на фильтрацию, без коллекторно-дренажной сети). Коэффициент полезного действия таких систем часто не превышает 0,50 (Корнев, 1970).

До настоящего времени реконструкция и создание новых оросительных систем идут в основном по пути увеличения водоподачи, часто без учета вопросов рационализации структуры посевов и оросительных норм для отдельных культур, снижения всех видов потерь воды. Так, в среднем по стране из источников орошения забирается в расчете на 1 *га* 10—12 тыс. *куб. м*, а в старых районах орошения — 15—20 тыс. *куб. м*, тогда как средняя норма орошения на 1 *га* (не считая поливов риса) в районах Средней Азии и Закавказья составляет 5—7 тыс. *куб. м*, а в лесостепной и степной зонах — 2,5—3,5 тыс. *куб. м*. Себестоимость 1 *куб. м* воды на водовыделах в хозяйствах считается равной 0,7 коп. Средняя стоимость ирригационного строительства в расчете на гектар составляет в последние годы около 800 руб., а по данным Института «Волгогипроводхоз», — 1,5 тыс. *руб/га* для регулярного орошения и 80 *руб/га* — лиманного.

Партия и правительство придают большое значение эффективному использованию мелиорированных земель. Так, в 1970 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «Об улучшении эксплуатации мелиоративных систем и использования орошаемых и осушенных земель». Имеется и ряд других постановлений.

В орошаемом земледелии кроме многочисленных при-

родных факторов сильное влияние на количественные показатели использования воды оказывают способы его ведения: совершенствование и повышение уровня строительства и эксплуатации ирригационных систем, внедрение рациональной техники полива, селекция сортов поливных культур. Большое значение имеет внедрение новой поливной техники, которая позволит эффективно проводить орошение, экономить рабочую силу, ликвидировать водную эрозию и т. д.

Так, в 1968 г. из фактически политых в стране 9,4 млн. *га* (включая политые богарные земли) полив по бороздам был проведен почти на 50% площади, по полосам — свыше 15, дождевальными машинами — около 15, другими способами — около 25%.

Орошение дождеванием — один из наиболее эффективных способов с точки зрения расхода воды. Оно развито в основном в новых орошаемых районах: в Молдавии — на 83% поливной площади, на Украине — на 74, в РСФСР — на 36%. В перспективе площади, орошаемые с помощью средств механизации, увеличатся по стране до 5—6 млн. *га*. Кроме Украины и Молдавии они станут преобладающими в районах Поволжья, Северного Кавказа, центральной части РСФСР. Особенно эффективен полив при помощи дождевания при орошении зерновых. Если при поверхностном орошении поливная норма составляет 600—750 *куб. м/га*, то при орошении дождеванием — 100—300 *куб. м/га*, что позволяет экономить большое количество воды. Сокращаются затраты средств не только на самый полив, но и на планировочные работы.

Большие задачи стоят перед сельским хозяйством в борьбе с потерями воды (при поливах, в оросительных каналах на фильтрацию), которые достигают в отдельных случаях 50%. Средствами борьбы являются цементация каналов, переход к закрытой оросительной сети с оставлением на поверхности только магистральных каналов. Представляет интерес разрабатываемый способ подпочвенного орошения, который позволяет обходиться без тщательного планирования поля, нарезки оросительных сетей и частых рыхлений. При этом способе не вымываются питательные вещества и создаются наилучшие условия для развития растения и получения высоких урожаев. Главной особенностью этой системы орошения яв-

ляется необходимость тщательного регулирования количества воды, подаваемой в подпочвенные слои.

Орошаемое земледелие предъявляет довольно высокие требования к качеству воды. Полностью пригодна для полива вода, в которой содержится не более 1,5 *г/л* растворенных солей; при содержании солей 1,5—5,0 *г/л* вода считается ограниченно годной, а при большем содержании солей — непригодной без предварительной обработки. Важна степень мутности поливной воды. Ее качество возрастает при содержании мелких взвешенных частиц (диаметром 0,005 *мм* и менее). Крупные же частицы (более 0,2 *мм*) не представляют ценности как удобрение и заиливают каналы, а это вызывает необходимость их очистки и, следовательно, дополнительные затраты. Поливная вода является также терморегулятором для растений.

Однако, как уже было сказано, излишне подаваемая на поля вода кроме того, что она снижает урожаи сельскохозяйственных культур, может вызвать процессы подъема грунтовых вод, засоления или заболачивания земель. Причем для восстановления земель нередко требуются бóльшие средства, чем на первоначальное орошение или осушение. Большое влияние оказывает засоление на урожайность культур. Так, по данным Ташкентского института экономики народного хозяйства, при слабом засолении земель теряется 10% урожая хлопчатника, при среднем — 40 и при сильном — даже до 60%.

В аридных районах важнейшая проблема ирригационного строительства — проблема борьбы с вторичным засолением земель. Так, по данным А. Пятигорского (1968), из общей площади земель, намеченных к орошению в зоне Каракумского канала, в Каршинской и Голодной степях, в низовьях Сырдарьи, засоленные земли составляют свыше 80%. Основное средство борьбы с засолением — правильное использование засоленных или склонных к засолению земель, направленное на уменьшение испарения с поверхности почвы и регулирование режима грунтовых вод. Этому способствуют агротехнические мероприятия — создание комковатой структуры почвы, распространение полезащитных лесных полос, а также гидротехнические мероприятия (устройство водосборной и коллекторно-дренажной сети и т. д.).

Способы проведения промывки полей и устройство

дренажа зависят от природных и хозяйственных условий территории (глубины залегания грунтовых вод, дренированности орошаемого массива, наличия воды в источнике орошения и т. д.). Этот вопрос в настоящее время недостаточно изучен. Кроме того, до сих пор еще очень высока стоимость строительства дренажей, что увеличивает стоимость всей оросительной системы. Однако большие масштабы освоения новых земель и их мелиоративное состояние делают создание дренажных систем необходимой мерой. Без предварительного устройства дренажа невозможно освоение крупных массивов новых земель Голодной степи, Центральной Ферганы, Каршинской степи и др.

Большую роль в рассолении земель играют некоторые сельскохозяйственные культуры. Так, по подсчетам, рис забирает с гектара 120 *т* соли. Известно рассолоняющее значение люцерны, которая к тому же представляет собой хороший предшественник хлопка и ценную кормовую культуру. Рассоление требует в различных условиях определенного дополнительного расхода воды. Так, в хлопковой зоне Узбекистана, по проработкам «Узгипроводхоза», рекомендуется при десятилетнем сроке рассоления проектная дренированность засоленных почвогрунтов не менее 15—20 *куб. м/сут* на 1 *га*. Рассоляющий расход во время вегетации в мелиоративный период составляет 3,0—4,0 тыс. *куб. м/га* при уровне грунтовых вод на глубине 2 *м*.

Объем водопотребления в сельском хозяйстве различен по районам страны. Он зависит от уровня развития орошаемого земледелия, специализации сельскохозяйственного производства, природных и экономических условий отдельных зон. Так, районы Средней Азии и отчасти Закавказья, отличающиеся сильной засушливостью и представляющие собой базы хлопководства, — основные районы орошения в нашей стране. Районы низовьев Днепра, Кубани, Дона, Волги, Сырдарьи и Амударьи, а также Приамурья и Приморья формируются как зоны рисосеяния. Наряду с ними теперь выделяются пригородные и межрайонные (Волго-Ахтубинская пойма) зоны овощеводства, зоны специальных субтропических культур, зоны пастбищного животноводства с выборочным производством кормовых культур на орошаемых землях, участки поливного земледелия в хозяйствах

лесостепной полосы, где в целом преобладает неорошаемое земледелие, и т. д.

Специализация сельскохозяйственного производства обусловливает различные объемы и сроки использования водных ресурсов на орошение. Со специализацией связан и применяемый в гидротехническом строительстве тип регулирования водных ресурсов — сезонное или многолетнее регулирование стока, которое представляет собой необходимое условие использования водных ресурсов при больших площадях орошения. Сезонное регулирование стока хотя и повышает водообеспеченность орошаемого земледелия, но не может устранить связанного с особенностями климата чередования многоводных и маловодных лет. Если повторяемость маловодных лет сравнительно высока, то сезонное регулирование стока не обеспечивает устойчивого орошения, в результате чего возникает недобор урожая и снижается эффективность орошаемого земледелия. Поэтому необходим переход к многолетнему регулированию стока, когда влияние маловодности отдельных лет сводится к минимуму или вообще устраняется.

В настоящее время большое внимание обращено на проблему использования в орошении подземных вод. Опыт некоторых стран говорит о возможности ее положительного решения — как самостоятельного использования, так и в комплексе с поверхностными водами. В США 28% общей орошаемой площади орошается подземными водами; такой способ орошения применяется в Японии, ФРГ, Греции и других странах. Решение этой проблемы особенно важно в связи с тем, что в аридных и полуаридных зонах, где уже имеется общий дефицит поверхностного стока, очень затруднены возможности гарантированного обеспечения водой всех отраслей водного хозяйства и особенно такой водоемкой, как сельское хозяйство. Использование подземных вод на орошение позволит уменьшить забор воды из поверхностных источников и обеспечить дополнительной оросительной водой большие площади земель во многих районах страны, в том числе таких, как Каракумы и другие районы Средней Азии и Казахстана.

Большое значение имеют подземные воды для пастбищного водоснабжения. О возрастающих масштабах использования подземных вод дают представление сле-

дующие данные. До Октябрьской революции в сельском хозяйстве страны эксплуатировалось около 2 тыс. скважин. По данным В. С. Дмитриева (1968), за 1962—1966 гг. для сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ пробурено около 90 тыс. скважин, общее количество которых теперь составляет приблизительно 200 тыс. Кроме того, имеется свыше 500 тыс. шахтных колодцев и около 4 тыс. водопроводов на пастбищах. Водопотребление их достигает больших размеров. По данным, приводимым Я. М. Пашенковым, в нашей стране в настоящее время подземными водами обводняется около 125 млн. *га* пастбищ и орошается 1 142,5 тыс. *га* (или 11,5% всей орошаемой площади). При водоснабжении сельских поселков и животноводческих ферм 85% всего забора приходится на подземные воды.

Однако эта проблема, особенно в связи со все возрастающим использованием подземных вод на орошение, еще не может считаться решенной. Она требует дальнейших научных проработок и комплексного ее решения.

Использование воды в сельском хозяйстве (количественное и во времени) различно по районам страны и находится в связи со специализацией сельскохозяйственного производства (рис. 12).

В районах недостаточного увлажнения Европейской части страны, где сельское хозяйство лишь периодически испытывает недостаток влаги, использование водных ресурсов не носит ритмичного характера, так как при хорошем естественном увлажнении потребность в орошении отпадает. В этих районах орошаемое земледелие сочетается с неорошаемым. Несмотря на наличие огромного фонда пригодных для орошения земель, поливное земледелие здесь может вестись на площадях, обеспечиваемых наличными водными ресурсами, изъятие которых осуществляется в размере, не создающем затруднений для водоснабжения других отраслей народного хозяйства. В этих районах, как показывает опыт многих хозяйств, эффективно разовое орошение, влагозарядковые (предвегетационные) поливы, при которых обычно расходуется не свыше 20—30% полной оросительной нормы. В засушливые годы при необходимости поливов расход воды соответственно увеличивается, но экономия водных

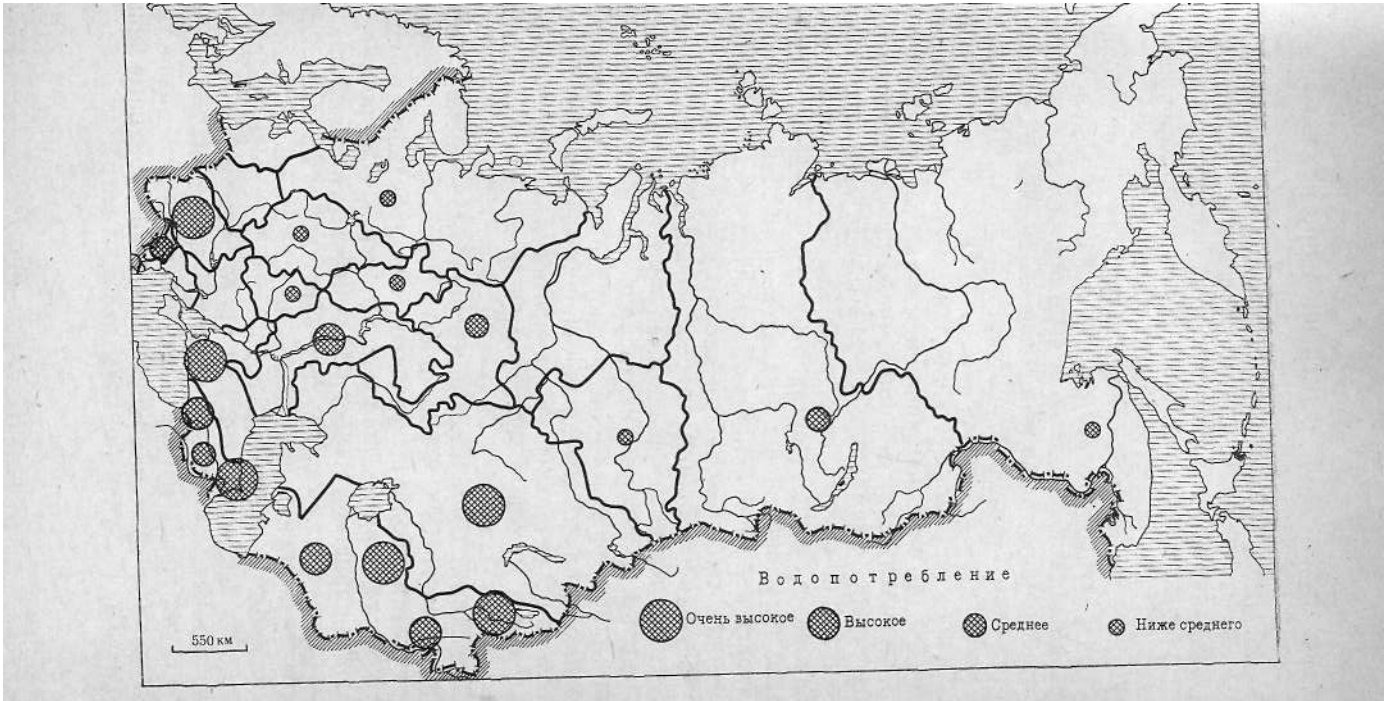


Рис. 12. Водопотребление орошаемого земледелия

ресурсов достигается применением прогрессивных методов полива — дождевания, устраняющего вредное влияние засух. В районах неустойчивого увлажнения с развитой промышленностью имеются теперь значительные ресурсы сточных вод, которые могут быть использованы для орошения в пригородных зонах сформировавшихся здесь крупных индустриальных узлов и центров.

Другие условия складываются при использовании водных ресурсов в засушливой зоне, где ведение сельского хозяйства возможно только при условии орошения. В таких районах вода для сельского хозяйства нужна на протяжении всего вегетационного периода. Даже зимой она расходуется для борьбы с первичным и вторичным засолением земель, а также для влагозарядки. Зимний период — это время накопления запасов воды, расходуемой весной и летом на орошение. Для засушливых районов, где орошаемое земледелие играет ведущую роль в хозяйственном комплексе, пока неизбежны ограничения в снабжении водой других отраслей хозяйства. Многолетнее регулирование стока здесь необходимо для ритмичности водоснабжения в объеме, удовлетворяющем потребности сельскохозяйственного производства.

Засушливые районы, располагающие крупнейшим в стране пастбищным фондом, играют, кроме того, важную роль в развитии животноводства. Обводнение пастбищ может опираться на мелиоративные системы смешанного типа (оросительно-обводнительные или обводнительно-оросительные в зависимости от соотношения земледелия и животноводства), а также на использование подземных вод.

В южных, сравнительно засушливых районах Европейской части СССР (Заволжье, Нижний Дон, Степная Украина) наиболее эффективна специализация орошаемого земледелия на производстве зерна, для получения гарантированных урожаев. Эффективно также орошение овощных и кормовых культур. Орошаемое овощеводство наиболее типично для центральных районов Нечерноземной зоны и районов Северо-Запада, где оно комбинируется с осушением, так как часто размещается на мелиорируемых землях. В южных районах орошаемое овощеводство, если не считать пригородного хозяйства, местами образует обширные специализированные зоны (Волго-Ахтубинская пойма и дельта Волги).

В соответствии с решениями XXIV съезда партии в новом пятилетии намечается ускоренное строительство оросительных систем в ряде районов страны. Так, в Поволжье, на Северном Кавказе и на юге Украины должно быть введено не менее 1,5 млн. *га*, а в Средней Азии — 650 тыс. *га* орошаемых земель. Кроме того, намечается обводнение пастбищ на площади более 40 млн. *га* и проведение осушительных работ в зоне избыточного увлажнения на площади 5 млн. *га*. В перспективе намечается доведение площади мелиорированных земель до 45—50 млн. *га*[1].

Проблемой, требующей тщательного научного и практического изучения, является определение рациональных размеров орошаемых площадей. Работы «Укрюжгипроводхоза» показали, что в южной зоне Украины целесообразная площадь орошаемых земель составляет 35—45% общей площади пашни. Такие работы будут давать важные данные при составлении водохозяйственных расчетов территории. Если учесть рост водопотребления всем народным хозяйством, особенно в районах с недостаточными водными ресурсами, которые по обеспеченности теплом наиболее благоприятны для сельскохозяйственного производства, то возникает вывод о неизбежности установления в ряде районов предельного уровня расхода воды сельскохозяйственным производством и существовании диспропорции между фондом пригодных для орошения земель и объемом водных ресурсов, которые могут быть отведены для ирригации. Поэтому возникает проблема повышения водообеспеченности районов, где имеется потребность в дальнейшем развитии орошения, на основе межбассейновых переброс стока. Такие переброски, пока, правда, внутрирайонного масштаба, уже осуществляются (Каракумский, Терско-Кумский, Кубань-Калаусский и другие каналы). Они намечаются и в межрайонном масштабе (Камо-Вычегодско-Печорское соединение, каналы Волга — Урал, Волга — низовья Дона, переброска стока сибирских рек в бассейн Аральского и Каспийского морей и др.), что должно привести к коренному изменению водообеспеченности огромных территорий и позволит использовать в сельском хо-

[1] См. «Материалы XXIV съезда КПСС», стр. 156, 265, 279—294.

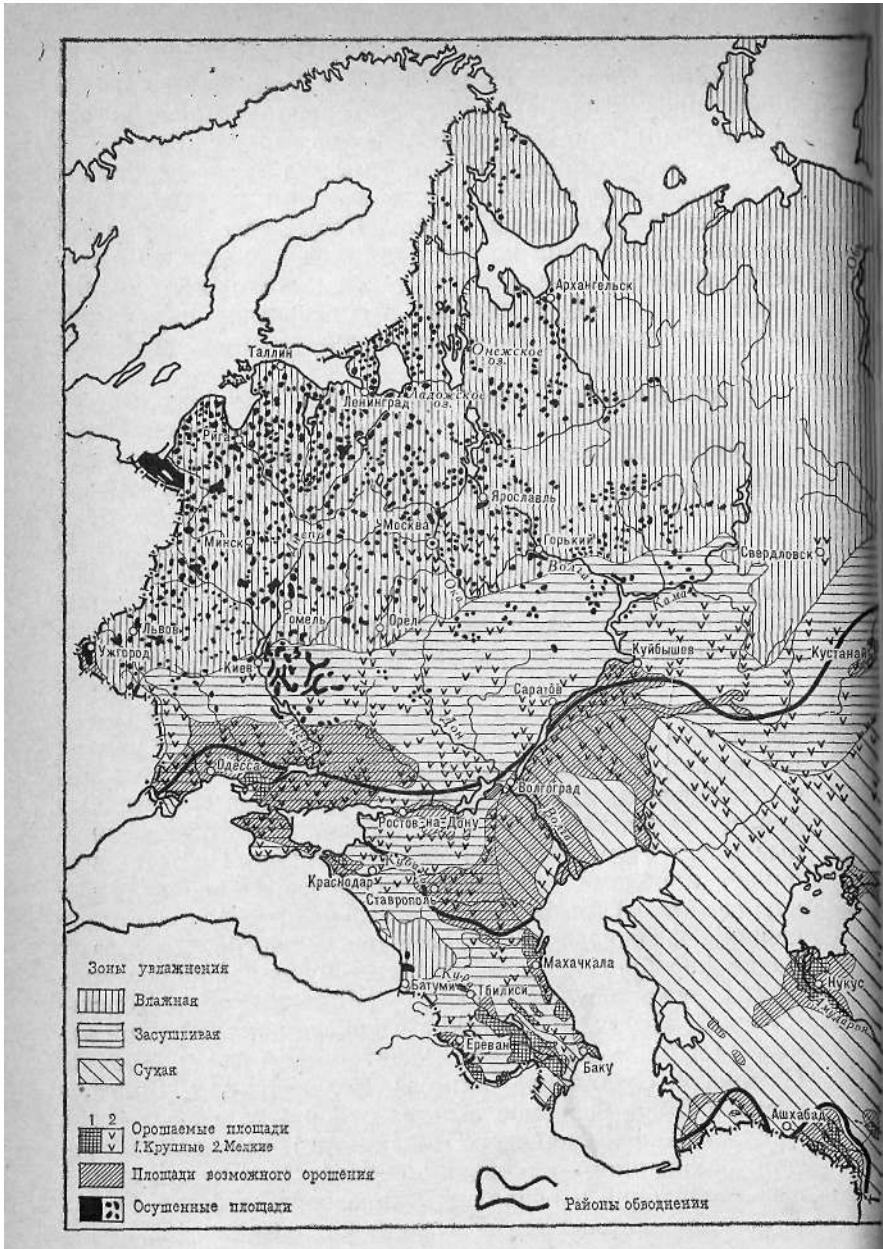
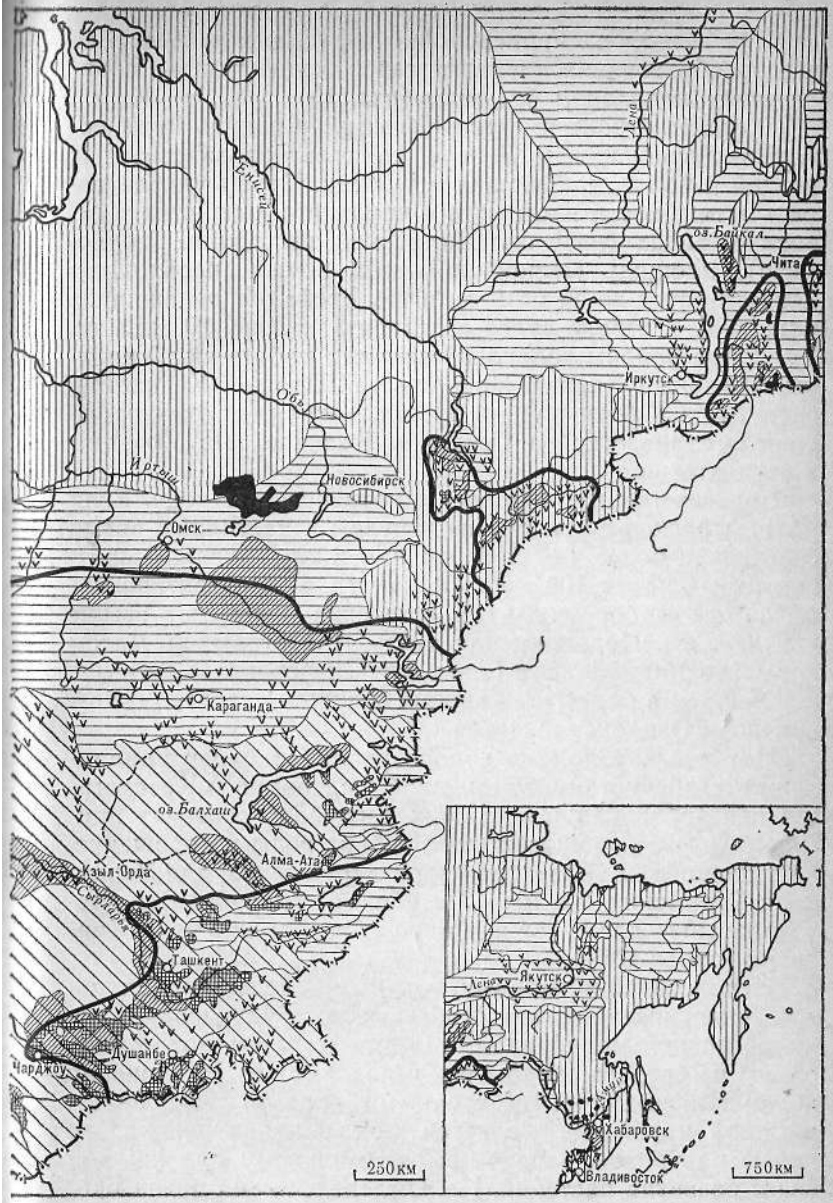


Рис. 13. Размещение



мелиорируемых земель (Зузик, 1970)

зяйстве весь фонд ирригационно пригодных земель. Все эти преобразования предполагается осуществить в сравнительно недалеком будущем (рис. 13).

В нашей стране имеется 120 млн. *га* пашни, нуждающейся в орошении, и 68 млн. *га* сельскохозяйственных угодий и болот, требующих осушения. Чтобы удовлетворить потребности населения и народного хозяйства в основных видах сельскохозяйственной продукции (зерно, мясо), площадь мелиорированных земель необходимо довести почти до 50 млн. *га*, в том числе общая площадь орошения в стране будет составлять свыше 20 млн. *га*. Основные районы водохозяйственных работ — юг Украины, Северный Кавказ, Поволжье, Молдавия, Казахстан, республики Средней Азии. Наибольший рост этих работ предусматривается на Северном Кавказе, юге Украины и в Молдавии.

Соответственно возрастет и потребность в воде. Если полный расход ее по стране в целом в настоящее время составляет более 125 *куб. км/год*, в том числе безвозвратный — почти 100 *куб. км/год*, то в перспективе намечаемый забор воды на орошение достигнет свыше 250 *куб. км*. Подавляющая часть этой огромной массы воды (до 150 *куб. км* в ближайшей перспективе и свыше 200 *куб. км* в более отдаленном будущем) станет безвозвратной (Озиранский, 1968).

Наибольшая доля в водопотреблении будет принадлежать Узбекистану, Российской Федерации и Казахстану: водозабор каждой из этих республик составит примерно 20—25% общесоюзного забора воды на орошение. Большой объем водозабора характерен также для Украины и Туркмении (по 10—12% общего водозабора) и значительный — для Таджикистана, Азербайджана и Киргизии (около 10%).

Использование сточных вод на земледельческих полях орошения занимает особое место. Будучи одним из видов водной мелиорации, оно вместе с тем может быть одним из средств охраны рек и водоемов от загрязнения коммунально-бытовыми сточными водами. Так, целью обычной ирригации является поддержание влажности почвы на уровне, близком к оптимальному для каждой фазы развития растений. На земледельческих полях орошения, кроме того, решаются еще две основные задачи: устраняется сброс сточных вод городов в водоемы и до-

стигается полная очистка этих вод при фильтрации ее в грунты.

Очистительная способность почвы известна и используется с давних пор. На полях орошения происходит высокая степень очистки сточных вод. Задержанные почвой ингредиенты под воздействием микрофлоры почвы разлагаются, а эти продукты используются растениями. Возможности создания площадей земледельческих полей орошения зависят от условий рельефа, состава почв, гидрогеологических условий.

В настоящее время использование сточных вод осложняется тем, что многие промышленные и коммунально-бытовые стоки по химическому составу неоднородны. Проводятся большие работы по определению пригодности сточных вод для орошения (Спиваков, 1966; Новиков, 1968; Львович, 1969). Результаты исследований показали, что значительная часть стоков может быть использована и очищена на земледельческих полях орошения, так как ряд промышленных стоков содержит большое количество необходимых элементов питания растений (азота, фосфора, кальция) и многие из них не являются стойкими загрязнителями. Определены максимальные нормы содержания тех или иных элементов в поливной воде и нормы орошения.

Важнейшими культурами на земледельческих полях орошения являются многолетние травы, которые могут использовать сточные воды в то время, когда другие культуры в этом не нуждаются (вневегетационные поливы). Выращиваются также зерновые культуры и овощи. О влиянии вегетационных и вневегетационных поливов сточными водами на урожай сельскохозяйственных культур можно судить по данным, представленным ниже (табл. 25).

На полях орошения применяются самотечные оросительные системы с открытой сетью и преимущественно используемые теперь закрытые с механическим водоподъемником. Оросительная норма для различных видов почв различна. Так, на легких почвах она составляет 3500—5500 *куб. м/га*, а для тяжелых — 2000—2500 *куб. м/га* (или 10—15 *куб. м/га* и 5—8 *куб. м/га* в сутки соответственно).

Самые большие земледельческие поля орошения в СССР — Бортнические — находятся под Киевом, где оро-

Таблица 25

Урожайность на земледельческих полях орошения *

Области	Культура	Урожай без полива, *ц/га*	Характер орошения	Урожай при поливе, *ц/га*	Превышение урожая, %
Московская	Многолетние травы на зеленую массу	74	Вневегетационное	256	247
Куйбышевская (Тольятти)	Подсолнечник .	7	» »	18	157
	Кукуруза на силос	16	» »	325	1 930
	Ячмень . . .	11	» »	33,7	206
	Овес	7	» »	23,3	233
	Пшеница . . .	7,1	» »	26,2	269

* Ю. Н. Львович, 1969.

сительная система занимает более 24 тыс. *га* (эксплуатируется около 15 тыс. *га*). Забор воды достигает 440 тыс. *куб. м/сут*, наибольший расход — 6,1 *куб. м/сек*. В Московской области круглогодовое орошение сточными водами развивается в Орехово-Зуевском районе (имеется 800 *га* орошаемых земель, строятся оросительные системы еще на 1000 *га*). Ведется строительство в Казахстане и в других районах. В перспективе намечается использовать таким способом до 25% объема сточных вод, прежде всего вблизи больших городов.

Глава IV

ПРОМЫШЛЕННОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

В системе водного хозяйства страны промышленность выступает одним из крупнейших потребителей воды, предъявляющим различные требования к ее количеству и качеству. Другой составной частью промышленного производства является водоотведение, т. е. количество условно чистой (от охлаждения) и загрязненной воды (от технологических процессов), требующей удаления на единицу продукта. Для промышленности характерен большой объем водоотведения при сравнительно небольшом объеме безвозвратных потерь воды.

Современный объем промышленного водопотребления составляет в СССР около 30 *куб. км/год*. В ближайшее время он возрастет более чем в 2,5 раза. Предполагается, что только безвозвратные потери воды через 15—20 лет достигнут объема современного промышленного водопотребления (Озиранский, 1968).

Вода как фактор размещения промышленного производства в современных условиях приобретает все большее значение, поскольку наблюдается тенденция ускоренного развития водоемких производств. Такие отрасли определяют современный научно-технический прогресс, поэтому ограничение их развития в принципе невозможно. Задача состоит в более рациональном размещении водоемких отраслей в районах, лучше обеспеченных

Таблица 26

Группировка отраслей промышленности и видов производства по водопотреблению *

Удельный расход воды в *куб. м* на 1 *т* готовой продукции				
свыше 1 000	1 000 — 500	500 — 100	100 — 10	10 — 1
Димитилтерефталат	Аммиак, желтый фосфор	Карбамид	Подшипниковая	Сельскохозяйственное автомобилестроение, тракторостроение, вагоностроение и др.
Капролактам, ацетилцеллюлоза, поливиниловый спирт	Полиэтилен низкого давления	Ацетальдегид, винилацетат, метанол, каустическая сода хлордиафрагментным методом	Серная кислота, аммиачная селитра, двойной суперфосфат	Хлебопекарная
Вискозный шелк, вискозный штапель, ацетатный шелк. Капрон, шелк-капролактам из фенола, лавсан-штапель, нитрон-штапель	Производство синтетического каучука на базе нефтеперегонки или этилового спирта	Карбамидные смолы, полистирол суспензионный, полихлорвиниловая смола-латексная	Фенольно-формальдегидные смолы	Горнодобывающая
Производство этилового спирта	Производство лаков и красок	Сахарная, мясная	Кожевенно-обувная	Нефтедобывающая
		Металлургическая	Винодельческая, маслобойная, консервная, молочная	Цементная
		Целлюлозно-бумажная	Нефтеперерабатывающая	Промышленность сборного железобетона
			Сажевая	Производство строительных материалов

* См. «Укрупненные нормы. . .», 1968—1970.

Таблица 27

Примерный расход воды отдельными крупными предприятиями *

Название предприятия	Мощность предприятия, или годовой выпуск продукции	Расход воды в млн. *куб. м/год*	
		всего	в том числе свежей
Электростанция, тыс. *квт* . .	2 400	400—700	10—25
Металлургический завод, млн. *т* стали	12	1 800—2 700	150—400
Нефтеперерабатывающий завод, млн. *т* нефти	12	120—420	24—60
Коксохимический завод, млн. *т* кокса	8	100—240	30—50
Углеобогатительная фабрика, млн. *т* угля	4,5	1—2,5	—
Железорудный обогатительный комбинат, млн. *т* руды	18—35	20—50	—
Алюминиевый электролитный завод, тыс. *т* алюминия .	800	80—100	8—15
Глиноземный завод (на базе нефелинов), млн. *т* глинозема	1	160—180	24—36
Азотнотуковый комбинат, тыс. *т* аммиака	170	150—170	15—17
Заводы:			
содовый, тыс. *т* соды . .	400	32—40	4,5—8
синтетического волокна, тыс. *т* волокна	18	27—30	15—20
синтетического каучука, тыс. *т* спирта	120	180	10—20
тяжелого машиностроения, тыс. *т* продукции .	100	6—7	1,5—2
сельскохозяйственное машиностроение, тыс. *т* продукции	110	1—2,5	0,05—0,25
тракторный, тыс. штук тракторов	150	30—35	10—15
автомобильный, тыс. штук автомобилей	100	10—20	3—8
целлюлозно-бумажный комбинат, тыс. *т* целлюлозы	200	100	

* Пробст, 1965.

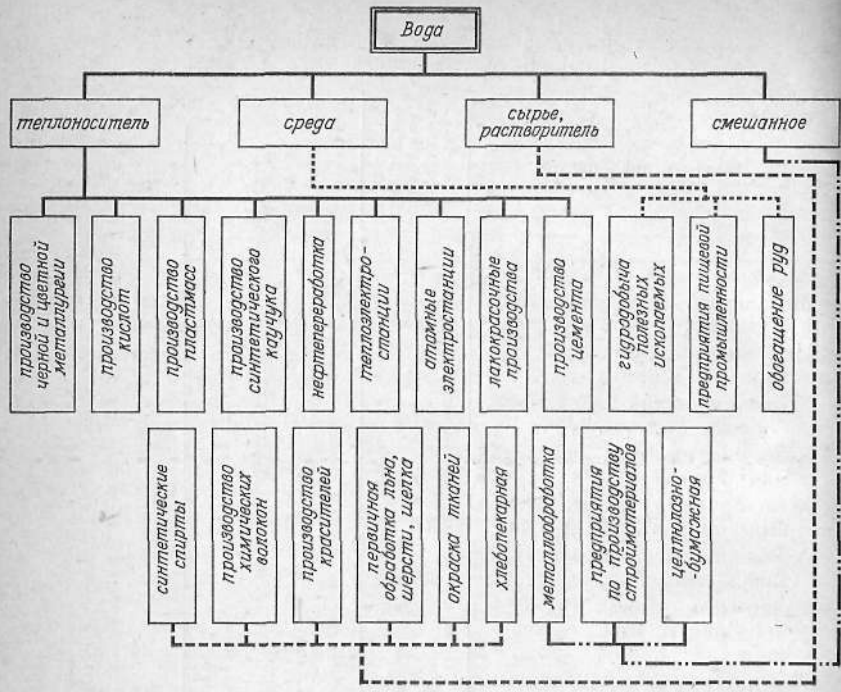


Рис. 14. Виды использования воды в промышленности

водными ресурсами, в проведении мероприятий по очистке сточных вод и предотвращению загрязнения водоемов.

При составлении технико-экономических обоснований и проектировании систем водоснабжения и канализации для промышленных предприятий и узлов, отдельных районов и всей страны используются «Укрупненные нормы расхода воды и количества сточных вод на единицу продукции для различных отраслей промышленности», разработанные ВНИИ ВОДГЕО СССР (1968).

По объему водопотребления отрасли промышленного производства делятся на водоемкие и неводоемкие. При этом надо различать удельную водоемкость производства (табл. 26) и общую водоемкость предприятия или отрасли. Так, в ряде производств при сравнительно небольшом

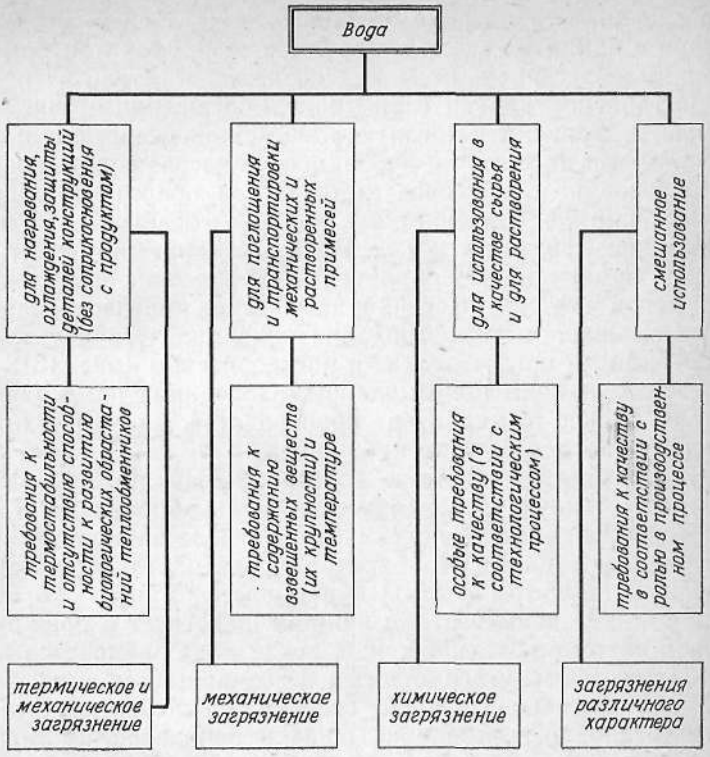


Рис. 15. Основные направления использования воды в промышленности

удельном водопотреблении общий объем водопотребления предприятия в силу его мощности может быть очень большим (например, в нефтеперерабатывающей промышленности; см. табл. 27).

В ходе производственного процесса формы использования воды отличаются большим разнообразием. Вода может выступать в качестве теплоносителя, как поглотитель и средство транспортировки, как растворитель и смешанного использования (рис. 14).

Так вода-теплоноситель в процессе производства не находится в контакте с сырьем и, следовательно, не загрязняется, а только нагревается. Для дальнейшего ис-

пользования такая вода должна охлаждаться в соответствии с принятой схемой в градирнях, прудах или брызгальных бассейнах. Вода как среда-поглотитель и средство транспортировки (при мойке, обогащении и очистке сырья и продукта) загрязняется механическими и растворимыми примесями. Это наиболее загрязненная вода, повторное использование которой при оборотном водоснабжении требует очистки в прудах — осветлителях, отстойниках, фильтрах и т. д. Вода-растворитель входит в состав продукции или образует специфические стоки (например, в нефтехимических и химических производствах). При смешанном использовании вода является и теплоносителем, и поглотителем, и растворителем (рис. 15).

Расходы воды промышленными предприятиями зависят не только от характера производства, но и от технического способа их водоснабжения.

Как известно, системы водоснабжения разделяются на прямоточную, последовательную и оборотную. При прямоточной системе водоснабжения вода забирается из источника и после отработки в производственном процессе, за вычетом потерь, сбрасывается в него же, но ниже по течению. Этот же принцип действует и при прудовой системе водоснабжения, когда вода забирается из открытого замкнутого водоема и возвращается туда же.

При последовательной системе происходит двух-, трехкратное использование воды в производстве. Вода после ее использования уже с большими потерями возвращается в тот же водоем (рис. 16, 17, 18).

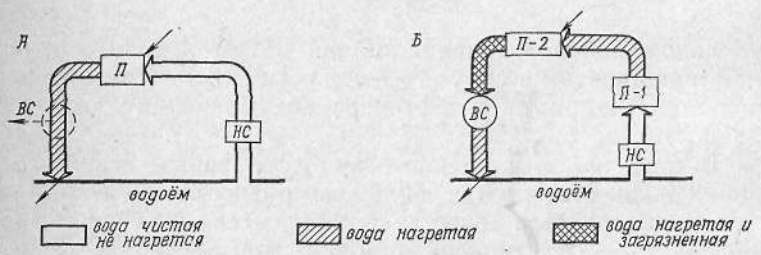


Рис. 16. Схема водоснабжения:

а) с прямоточным использованием воды, б) с последовательным использованием воды, П — производство, П-1 — производство первое, П-2 — производство второе, НС — насосная станция, ВС — водоочистные сооружения

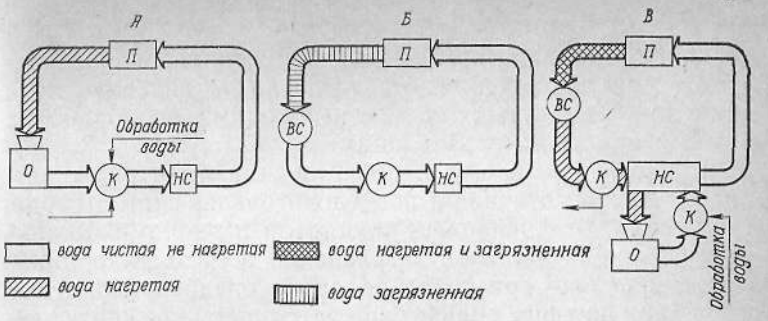


Рис. 17. Схема оборотного водоснабжения:

а) с охлаждением воды, б) с очисткой воды, в) с очисткой и охлаждением воды; П — производство, НС — насосные станции, О — охладитель воды, Вс — очистное сооружение, К — камера приема добавочной воды или сброса воды

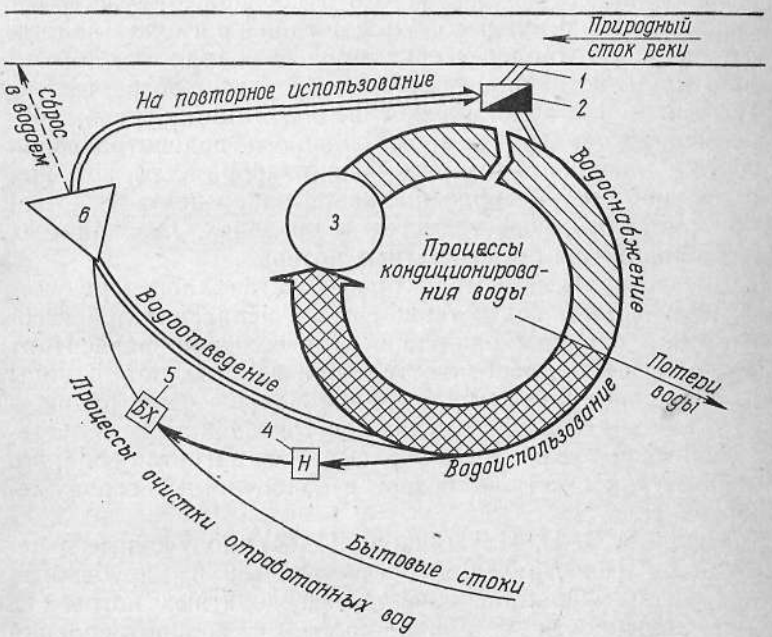


Рис. 18. Схема оборотного водоснабжения с повторным использованием очищенных сточных вод:

1 — водозабор, 2 — фильтровальная и насосная станции, 3 — градирни для охлаждения оборотной воды, 4 — станция очистки (нейтрализации) сточных вод, 5 — сганция биохимической очистки производственных (нейтрализованных) и бытовых сточных вод, 6 — бассейн дополнительной очистки общего стока

При оборотной системе водоснабжения вода используется для охлаждения без выпуска в водоемы, хотя даже при замкнутых циклах необходима ее обработка для повторного использования.

В настоящее время в промышленности страны преобладают прямоточная и последовательная системы водоснабжения, отличающиеся простотой и экономичностью, но создающие большое загрязнение водных источников стоками, и еще сравнительно слабо внедрен оборотный цикл (при котором сильно снижается забор свежей воды).

Хотя в перспективе оборотное водоснабжение должно получить широкое применение, оно не может быть внедрено на всех производствах как по экономическим, так и по технологическим причинам. Кроме того, даже максимальное внедрение оборотного водоснабжения не будет означать значительного уменьшения расхода водных ресурсов в технологических процессах, так как объем промышленного производства непрерывно возрастает, в том числе и в водоемких отраслях. Таким образом, современная тенденция промышленного водопотребления состоит в непрерывном увеличении забора воды, хотя при оборотной системе водоснабжения забор воды резко сокращается и осуществляется в пределах, необходимых для пополнения безвозвратных потерь.

Безвозвратные потери производства характеризуются количеством воды, теряемым на испарение при изготовлении единицы продукции. Их величина зависит от технологических особенностей производства, потерь воды на испарение при ее охлаждении или на фильтрацию в прудах-охладителях, прудах-осветлителях или в естественных водоемах, куда сбрасывается нагретая вода, потерь от уноса ветром, потерь в водоочистных сооружениях и т. д.

Данные В. Н. Плужникова (1964), полученные в результате сопоставления отечественных и зарубежных норм, дают представление о безвозвратных потерях в промышленности в долях валового водопотребления (табл. 28).

Поскольку при оборотном водоснабжении и очистке промышленных стоков безвозвратные потери воды в среднем по промышленности составляют примерно 20%, промышленное производство представляется на первый взгляд отраслью, сравнительно экономно расходующей

Таблица 28

Безвозвратные потери в промышленности
(в процентах от валового водопотребления) *

Производство	Безвозвратные потери	Производство	Безвозвратные потери
Металлургическое	10		
В том числе:		Стекла	30
чугуна	6	Целлюлозы	3
стали	2	Бумаги	44
проката	14	Бумажно-картонажное	17
Металлообрабатывающее	20	Полиграфическое	28
Соды	20	Древесной массы	50
Мыла	20	Текстильное	6
Лакокрасок	31	Тканей	0,5
Серной кислоты	5	Отделки пушнины	24
Искусственного шелка	5	Кожевенное	5
		Мяса	10; 13
Искусственной шерсти	8	Молока	3; 5
		Хлеба	4
Калийной соли	21	Сахара	12; 13
Серы	6	Консервов овощных	3
Цемента	37	Спирта	21
		Кондитерских изделий	34

* Плужников, 1964.

водные ресурсы страны. Однако характерный для нее сброс стоков приводит к качественному ухудшению водных ресурсов, которые становятся непригодными не только для хозяйственно-бытовых нужд, но и для многих технологических процессов.

Вопрос об экономном расходовании воды является сейчас важнейшим для многих стран мира и для ряда районов нашей страны. Необходимо введение водооборотного водоснабжения и повторного использования технической воды на промышленных предприятиях, отключение их от водопроводов питьевого назначения и перевод водопотребления промышленных предприятий на водоснабжение технической водой, применение менее водоемких технологических процессов.

Качественная оценка вод для производственно-технического использования определяется требованиями различных отраслей. Так, для ряда отраслей машиностроения, энергетики и других оценка качества источника

водоснабжения проводится по стандартам жесткости воды, накипеобразованию, склонности к коррозии, вспениванию и агрессивности. Даже такая отрасль, как текстильная, требует для производства воду с высокой прозрачностью, с небольшим содержанием железа (не более 0,3 *мг/л*), с жесткостью не более 0,2—7 *мг/экв/л*. Высокие требования к качеству вод предъявляются на обогатительных фабриках добывающей промышленности для флотации.

Первоначальный качественный состав вод в процессе использования может претерпеть значительные изменения: увеличивается или уменьшается минерализация, изменяется химический состав, происходят разные виды загрязнений. Химическое загрязнение имеет часто значительную устойчивость и распространяется на больших пространствах. Методы борьбы с этими видами загрязнения довольно сложны.

В соответствии с характером водопользования сброс сточных вод в водоемы нормируется законодательством. Особенно выделяются три категории участков реки: 1) используемые для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения или граничащие с государственными рыбными заповедниками; 2) используемые для неорганизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения с местами массового нереста промысловых рыб; 3) внутри населенных мест, используемые для купания, рыбного хозяйства и т. д.

Промышленные сточные воды должны проходить очистку, прежде чем они могут быть сброшены обратно в водоемы. Для вторичного использования их требуется 6—10-кратное (а в некоторых случаях и более) разбавление чистыми естественными водами.

По различным оценкам, объем водоотведения в промышленности и коммунальном хозяйстве превысит 70 *куб. км/год*, а в более отдаленной перспективе — 160 *куб. км/год*. Однако в условиях современного технического прогресса возможно предотвратить ухудшение качественного состава водных ресурсов.

Огромное значение для снижения норм расхода воды и тем самым ее экономии имеет совершенствование технологических процессов, позволяющее уменьшить водопотребление в несколько раз, например, замена водного охлаждения воздушным. В черной металлургии совер-

шенствование технологических процессов, уже применяемое на ряде предприятий, уменьшает забор свежей воды в 4—5 раз и более. Главное направление борьбы с качественным истощением водных ресурсов — широкое применение оборотного водоснабжения, которому должно сопутствовать максимально возможное прекращение сброса в водоемы сточных вод, извлечение из них ценных продуктов, использование их на полях орошения (в случае загрязнения органическими веществами) или же их уничтожение. Важнейшей проблемой является вопрос о самоочищающей способности водоемов — о допустимой их нагрузке сточными водами. Процесс самоочищения, проходящий в результате взаимодействия растворенного в воде свободного кислорода и загрязняющих веществ, выражается показателем — биохимическая потребность в кислороде (БПК). Он характеризует концентрацию органических веществ в воде и является одним из основных показателей при оценке санитарных условий спуска сточных вод в водоемы, а также помогает выявлению требуемой кратности разбавления сбрасываемых сточных вод.

Почти повсеместно применяется очистка смешанных стоков, поступающих от разных установок и загрязненных различными веществами (химическими, органическими и т. д.). Централизация очистки дает экономию капитальных затрат на строительство очистных сооружений, хотя эффективность очистки при этом снижается. Поэтому повышение эффективности работы очистных сооружений связано со специализацией, т. е. с децентрализованной системой. Каждая из промышленных установок, где в технологическом процессе участвует вода, должна иметь собственные очистные сооружения, работающие по схеме, обеспечивающей очистку данных загрязненных стоков данными загрязнителями. Хотя это и увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты, но более эффективно предотвращает качественное истощение водных ресурсов.

Для упорядочения водного хозяйства страны в промышленности, как уже сказано выше, необходимо возможно шире применять оборотное водоснабжение, что резко снизит нормы расхода свежей воды и существенно улучшит очистку сточных вод. Не менее важна и проблема правильного размещения промышленности с учетом обеспеченности районов и пунктов водными ресур-

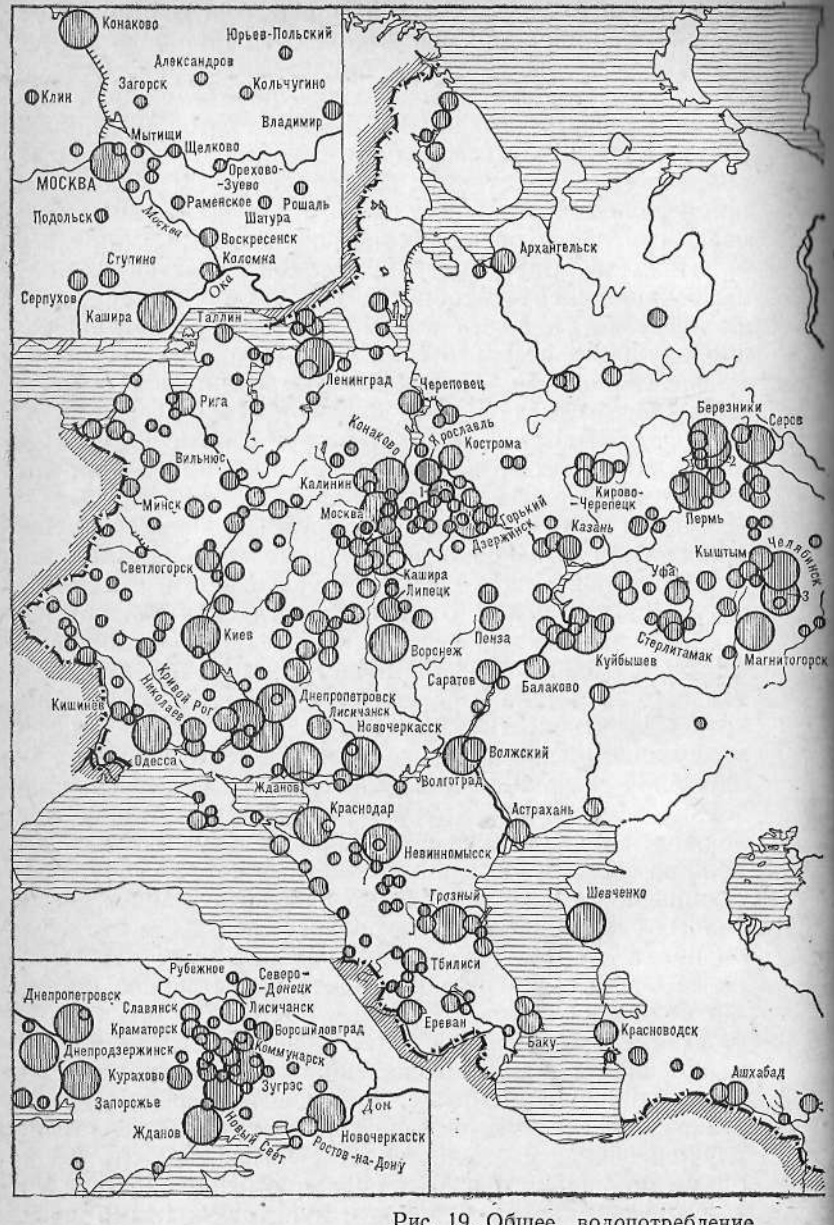
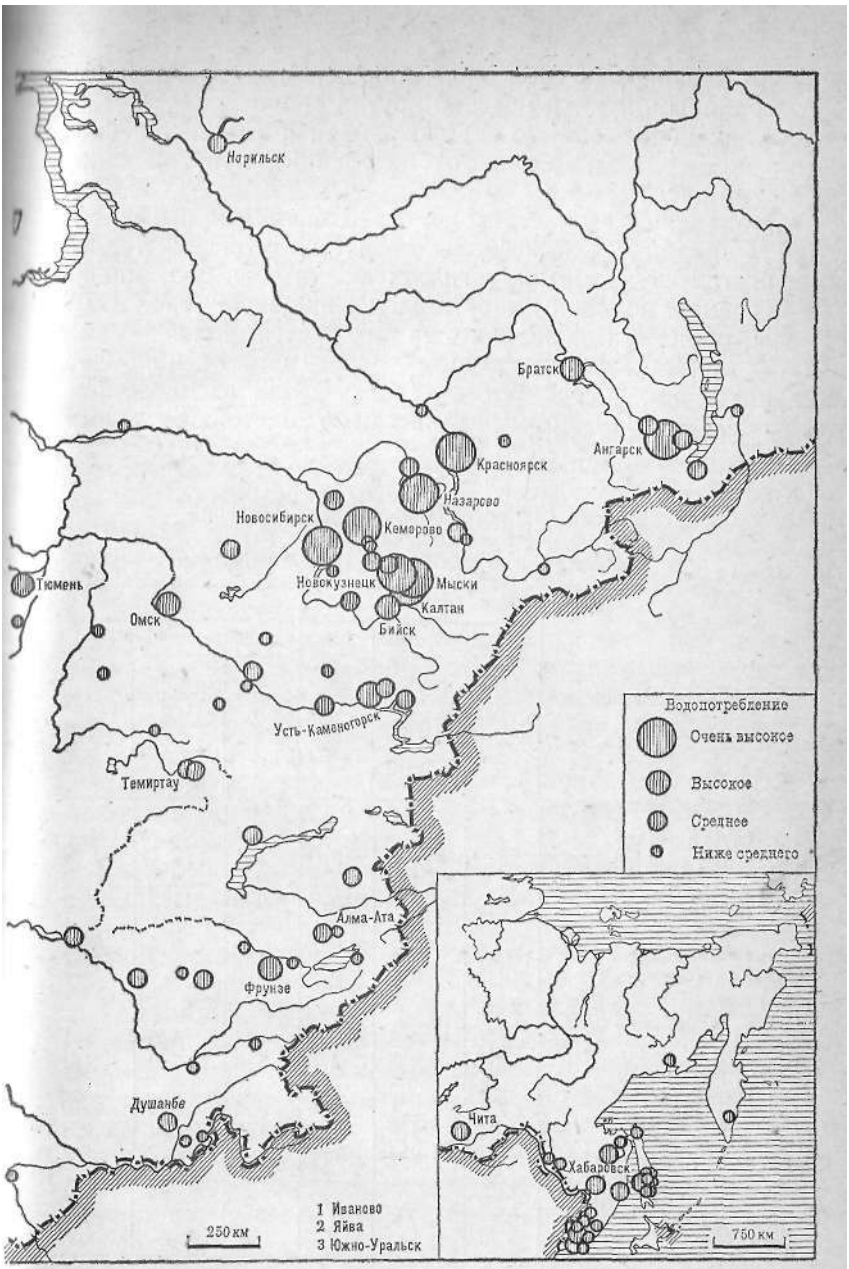


Рис. 19. Общее водопотребление



промышленных центров

сами и экономической целесообразности переброски в эти районы и пункты воды из других районов.

Размещение общего водопотребления (промышленного и коммунально-бытового) населенных пунктов показано на рис. 19.

Подавляющая часть водопотребления в промышленности приходится на несколько ведущих отраслей: теплоэнергетическую, металлургическую, химическую, машиностроение, целлюлозно-бумажную, пищевую (табл. 30). Характеристика важнейших из них дается ниже.

Тепловые электростанции относятся к наиболее крупным водопотребителям страны. Доля их в общем водопотреблении промышленности в настоящее время

Таблица 29

Показатели водопотребления и водоотведения отраслей промышленности СССР (в процентах к общему водопотреблению) *

Отрасли промышленности	1962 г.			На перспективу		
	Водопотребление		Водоотведение	Водопотребление		Водоотведение
	свежей воды	оборотной и повторно использованной воды		свежей воды	оборотной и повторно использованной воды	
Металлургическая (цветная и черная)	13,0	18,0	10,0	5,1	12,7	2,3
ТЭС	41,0	54,0	43,8	60	50,2	69,0
Химическая	12,0	9,5	10,4	6,3	11,2	4,9
Нефтегазовая (добыча и переработка)	4,0	7,1	2,3	3,2	9,5	1,6
Угольная (сланцевая)	1,0	0,6	0,8	0,6	0,6	0,3
Целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая	7,0	4,5	7,4	7,8	5,6	8,4
Легкая	3,0	9,8	3,5	1,9	2,2	2,3
Машиностроение и металлообработка	7,0	2,1	7,4	5,4	3,4	5,9
Пищевая	5,0	0,8	4,4	1,4	1,4	1,3
Прочие	7,0	2,4	7,0	7,1	3,2	4,7
Всего	100	100	100	100	100	100

* По расчетам авторов.

превышает 40%, в ближайшей перспективе она может достигнуть половины всего водопотребления, а в более отдаленной — свыше 60%. В настоящее время как в нашей стране, так и во многих странах в выработке электроэнергии ведущее положение занимает тепловая энергетика.

Мощность ее выросла в 1970 г. почти в 100 раз по сравнению с 1925 г., а выработка электроэнергии на тепловых станциях — почти в 200 раз.

Основным направлением в энергетическом строительстве как за последнее время, так и в перспективе является строительство крупных тепловых электростанций. Бурное развитие теплоэнергетики обусловлено тем, что тепловые электростанции с их равномерной выработкой электрической и тепловой энергии наиболее рациональны для химических (особенно органического синтеза), металлургических, нефтеперерабатывающих и других производств. Более $^1/_3$ потребностей народного хозяйства и населения в паре и горячей воде в настоящее время удовлетворяется теплоэлектроцентралями.

Основным видом тепловых электростанций в нашей стране являются станции с паровыми турбинами (конденсационными или теплофикационными). В стадии освоения, особенно в газодобывающих районах, находятся станции с газовыми турбинами, перспективными считаются парогазовые. На них вода будет расходоваться на охлаждение машин, масла и воздуха и будет иметь повышенную температуру.

Как теперь, так и в перспективе прирост мощностей тепловых электростанций осуществляется главным образом за счет сооружения крупных конденсационных станций с энергоагрегатами в сотни тысяч киловатт. Проектная мощность сооружаемых в настоящее время тепловых станций устанавливается в 1,5—3,0 млн. и в отдельных случаях более 4 млн. *квт*. В дальнейшем (это особенно характерно для восточных районов, хорошо обеспеченных дешевым минеральным топливом и водой) в строй будут вводиться конденсационные станции мощностью 4—5 млн. и даже 6—8 млн. *квт*. В отдельных районах намечено создание групп сверхмощных ГРЭС. Так, например, проектируемая суммарная мощность станций Экибастузского бассейна достигнет 16 млн. *квт*. Однако, по прогнозам, уже в начале 2000 г. строительство тепло-

вых электростанций должно быть значительно ограничено из соображений защиты окружающей среды.

Мощность оборудования тепловых электростанций с каждым годом растет. В настоящее время уже имеющиеся тепловые электростанции, работающие на закритических параметрах, дают большую экономию топлива, но сильно увеличивают расходы воды (хотя удельное водопотребление их снижается).

Особенностью размещения тепловых электростанций является их концентрация в районах с высокой плотностью электронагрузок, т. е. с развитой промышленностью. Это приводит к тому, что водопотребление теплоэнергетики, будучи сосредоточено в тех же районах, что и водопотребление других водоемких отраслей, усиливает напряженность водохозяйственного баланса. Возрастающая территориальная концентрация производства электроэнергии ведет к сильному увеличению расхода воды. Поэтому проблема размещения крупных тепловых электростанций все более тесно связывается с состоянием водообеспеченности соответствующих районов и пунктов. В настоящее время при строительстве крупных электростанций водный фактор не всегда учитывается, а это приводит в некоторых районах (Донбасс, Казахстан и др.) к обострению дефицита водных ресурсов.

При теплофикации — выработке на одной станции и электроэнергии и тепла — эффективнее используется топливо, уменьшается его сжигание в мелких котельно-печных установках, что снижает загрязнение воздушного пространства. Однако ограниченность рациональной дальности транспорта пара или горячей воды (не более 10—12 *км*) определяет необходимость размещения ТЭЦ в непосредственной близости от потребителей энергии и тепла, обычно в городах или около них.

Размеры водопотребления тепловых электростанций зависят от системы технического водоснабжения станции, вида сжигаемого топлива и установленного оборудования. Они зависят также от природных условий района, в которых станция расположена, и других причин. Так, например, сказываются климатические условия района. Исходная температура воды в различных районах страны резко колеблется по времени года — на 5—20° и больше. Это приводит к необходимости подогрева воды для предотвращения замерзания в северных

Таблица 30

Общий расход охлаждающей воды по тепловым электростанциям СССР (в процентах к итогу) *

Тип станций	1965 г.			В перспективе		
	Выработка, %	Норма, *куб. м/квт-ч*	Расход охлаждающей воды, %	Выработка, %	Норма, *куб. м/квт-ч*	Расход охлаждающей воды, %
ГРЭС	55,75	0,189	58,0	63,0	0,123	68,0
ТЭС	44,0	0,173	41,8	28,0	0,077	19,0
АЭС	0,25	0,224	0,2	9,0	0,160	13,0
Итого . . .	100	0,184	100	100	0,113	100

* По расчетам авторов.

районах и большим расходам для охлаждения в летний период в южных районах. Расход воды различен и по сезонам года: потребность в воде зимой снижается на 60%.

Таким образом, общий объем необходимой для охлаждения воды определяется по удельным нормам водопотребления на 1 *квт-ч* вырабатываемой электроэнергии и намечаемому уровню выработки электроэнергии (табл. 31).

Из приведенных данных следует, что основное количество воды на тепловых электростанциях идет на охлаждение конденсаторов турбин (90—95% от общего расхода воды станцией). Гораздо меньше воды идет на выработку пара в котлах, золоулавливание, золошлакоудаление и др. Современная тепловая электростанция мощностью 1,2 млн. *квт* требует для своей нормальной работы в летнее время 45—50 *куб. м/сек* воды. Необходимое условие безаварийной работы тепловых станций — постоянная подача воды. Поэтому в проектах станций предусматривается создание устройств для охлаждения и водохранилищ. Расходы воды на современных станциях так велики, что они могут быть получены только из крупных водоисточников. Затраты на водное хозяйство составляют

Таблица 31

Средние по СССР удельные показатели водопотребления и водоотведения тепловых электростанций, *л/квт-ч* *

Показатели	1965 г.	1970 г.	1975 г.
Удельный расход охлаждающей воды	184	135	120
Удельный расход свежей воды	72,3	52,3	42,0
Удельные сбросы воды с ТЭС	69,5	50,5	40,2
Безвозвратные потери воды	2,58	1,88	1,69
Отпуск воды потребителям	1,0	0,9	0,7

* По данным «Теплоэлектропроекта».

иногда до 25% стоимости строительства всей электростанции. В экономическом и техническом отношении оказывается выгодным использовать для водоснабжения ТЭС крупные водохранилища при гидроэлектростанциях.

Размер забора свежей воды зависит от системы водоснабжения электростанций, на которых применяются, как сказано выше, прямоточная, оборотная или смешанная системы. Наиболее экономически выгодна для электростанций прямоточная и прудовая системы водоснабжения, но их применение ограничивается из-за необходимости охраны водоемов от теплового загрязнения. Однако и в настоящее время там, где есть достаточно мощные водотоки, проектируются такие системы (строящаяся Сырдарьинская ГРЭС мощностью 4,4 млн. *квт* с выработкой 28 млрд. *квт-ч/год* будет иметь прямоточное охлаждение). Для оборотных систем водоснабжения на крупных ГРЭС забор свежей воды составляет 20—50 млн. *куб. м/год*, или 10—20 *куб. м/год* на 1 *квт* установленной мощности. Охлаждается отработанная вода преимущественно на градирнях; свежая вода забирается для водоочистки, на восполнение потерь в системах охлаждения и золоудаления и др. Расход на освежение оборотной охлаждающей воды оценивается в 2% от ее общего расхода (табл. 32).

Таблица 32

Распределение общего расхода воды, забора свежей воды и безвозвратных потерь ее по системам водоснабжения по СССР в 1965 г. *куб. км/год* *

Системы водоснабжения	Расход охлаждающей воды	Забор свежей воды	Безвозвратные потери
Прямоточные			
на реках	33,0	84,7	25,9
на каналах	0,6	1,6	0,5
на комплексных водохранилищах	0,4	0,9	0,3
на морях	2,0	5,7	1,7
В том числе на Каспийском море	1,0	—	—
Оборотные			
на комплексных водохранилищах	2,0	0,0	1,2
на специально создаваемых водохранилищах-охладителях	21,0	0,2	18,5
на естественных озерах	4,0	0,5	3,4
на наливных водохранилищах-охладителях	4,0	0,7	4,2
с искусственными охладителями (градирнями, брызгательными бассейнами)	32,0	5,7	44,3
Всего по СССР	100,0	100,0	100,0
В том числе:			
прямоточные (без морских), всего	34,0	92,5	27,1
оборотные, всего	64,0	7,5	72,9

* По расчетам авторов.

Требования к качеству воды на тепловых электростанциях определяются характером их использования (табл. 33).

Как видно из таблицы, для конденсации пара достаточны природные воды, очищенные от крупных взвесей, с жесткостью, не превышающей 10°; для технических процессов требуется вода «мягкая», обессоленная до ничтожных концентраций солей (для котлов высокого дав-

Таблица 33

Нормы качества питательной воды, конденсата и пара для тепловых электростанций *

Показатели	Питательная вода			Конденсат турбин	Насыщенный пар
	котлов с естественной циркуляцией	прямоточных котлов			
		с докритическими параметрами	с закритическими параметрами		
Суммарное содержание катионов всех растворенных солей (в пересчете на Na) не более, *мкг/кг*	70	15	10	—	10
Кремниевая кислота (в пересчете на SiO_3) не более, *мкг/кг* . . .	50	30	20	—	20
Общая жесткость не более, *мкг-экв/кг* . .	2	0,5	0,2	1—2	—
Соединения железа (в пересчете на Fe) не более, *мкг/кг* . . .	20	20	10	—	10—20
Соединения меди (в пересчете на Cu) не более, *мкг/кг*	10	7	5	—	5—7
Растворенный кислород не более, *мкг/кг* . .	10	10	10	20	—
Показатель pH . . .	$9 \pm 10{,}2$	$9 \pm 0{,}2$	$9 \pm 0{,}2$	—	—
Аммиак (NH_3) не более, *мкг/кг*	1 000	1 000	1 000	—	—
Избыток гидразина в виде N_2H_4, *мкг/кг*	30—100	30—100	30—100	—	—
Масла не более, *мкг/кг*	0,5	следы	следы	—	—

* «Электрификация СССР». М., 1967.

ления) или с небольшим содержанием солей (для парового цикла). Для прочих подсобных процессов пригодна вода любого качества, в том числе отработавшая, из циркуляторных систем.

Сбросные воды тепловых электростанций относятся к условно чистым. Считается, что в процессе прохождения воды через охлаждающие устройства происходит нагрев воды по сравнению с первоначальной температурой летом в среднем на 7—8°, а зимой — на 12—14°. Для предупреждения теплового загрязнения водоемов сбрасы-

ваемая вода охлаждается. При сбросе в водоем или выходе на охладители для повторного использования она должна иметь температуру, превышающую не более чем на 3—5° С температуру воды источника.

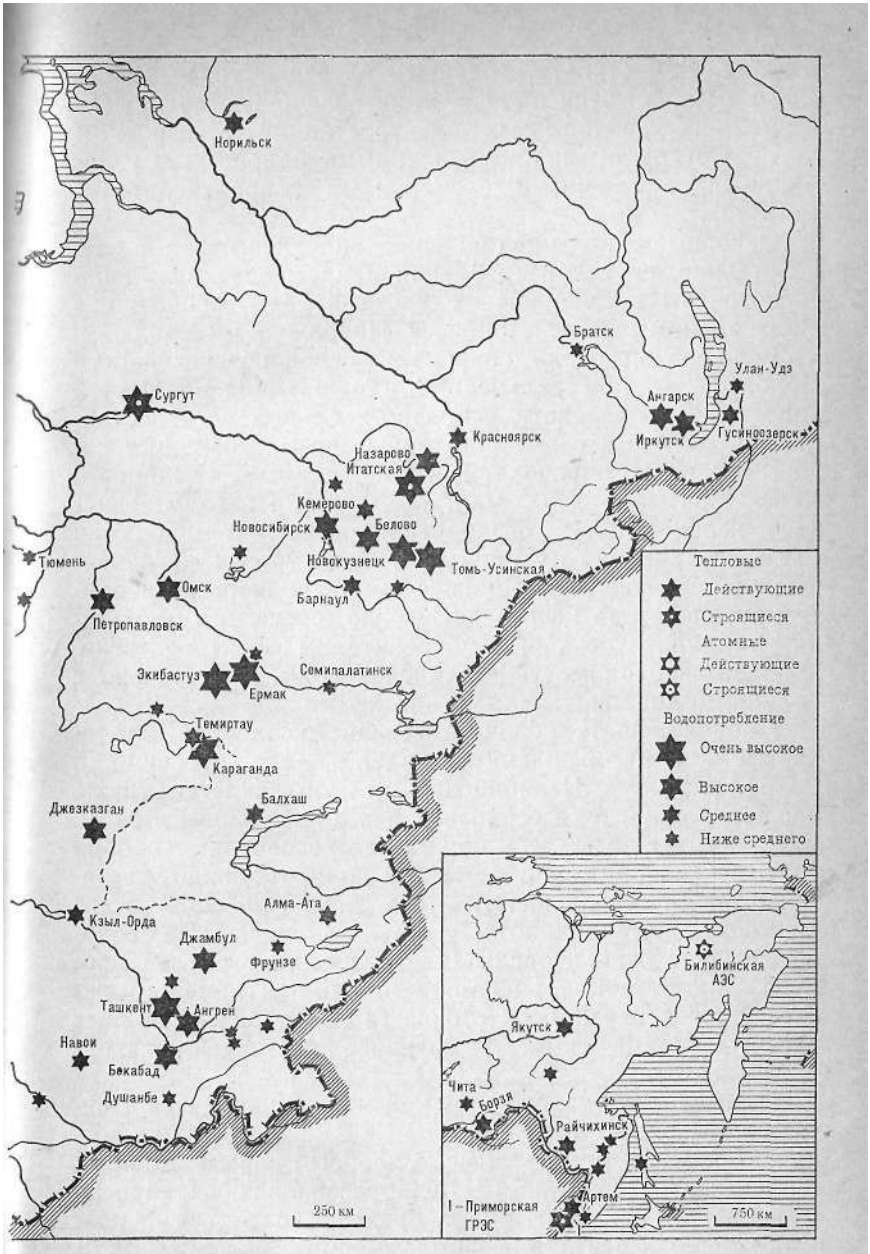
Даже сравнительно небольшой нагрев воды по сравнению с естественной температурой водоисточника способствует возникновению ряда биологических и химических изменений ее качества: происходит ускорение обмена веществ у обитающих организмов, увеличивается потребление ими пищи и кислорода в воде, тормозятся процессы самоочищения воды, усиливается рост синезеленых водорослей и др. Эти процессы и их последствия не вполне изучены или пока недостаточно учитываются. Полностью загрязненные сточные воды, содержащие много механических примесей и растворенных солей, поступают после промывок котлов и оборудования, химической водоочистки, охлаждения механизмов в отстойники-испарители.

Отличительная черта водопотребления тепловых электростанций — небольшая величина безвозвратных потерь. Они складываются из естественного испарения с поверхности водохранилищ, площадь водного зеркала которых доходит иногда до 15—20 *кв. км*, дополнительного испарения при сбросе подогретой воды, потерь в градирнях и брызгальных бассейнах, при химической водоочистке, гидрозолоудалении, при фильтрации в прудах-охладителях. Безвозвратные потери воды при прямоточном водоснабжении можно принимать равными 1% валового расхода воды, а при обороте через градирни — 5% (Турчинович, 1967). Общая сумма безвозвратных потерь по стране составляет в теплоэнергетике около 2,7% валового потребления воды.

В связи с необходимостью экономии воды и ростом технического прогресса на тепловых электростанциях для охлаждения разрабатываются и начинают применяться воздушно-конденсационные установки. Это позволит размещать тепловые электростанции практически в любом пункте, освободит их от зависимости от водных источников, сильно сократит безвозвратный расход воды, уменьшит отрицательное влияние стоков на состояние водоемов. Однако более полно оценить эффективность и целесообразность их применения пока нельзя, так как еще нет достаточного опыта их промышленного исполь-



Рис. 20. Водопотребление



тепловых электростанций

зования. В частности, большого изучения требует проблема влияния этих процессов на воздушную среду.

Размещение тепловых электростанций в основном связано с крупными промышленными районами и узлами, т. е. с главными скоплениями водопотребителей (рис. 20).

Основные районы размещения теплоэнергетики и, следовательно, ее водопотребления в настоящее время сосредоточены в Европейской части страны, особенно в Центральном районе, Донбассе, Поволжье, на Урале.

Если исходить из современной водообеспеченности Донбасса, то при дальнейшем наращивании мощностей водоемких производств, особенно тепловых электростанций, здесь уже в самое ближайшее время возникнет недостаток воды, определяемый (по данным «Гидропроекта») примерно в 700 млн. *куб. м/год*. Поэтому возникает необходимость ограничения развития мощностей ГРЭС, сохранения их на современном уровне. Дальнейшее же развитие в этом районе тепловой энергетики, ориентирующейся на непосредственную близость к источникам топлива и основным потребителям электроэнергии, вызовет необходимость переброски воды, что связано с большими дополнительными расходами.

Напряженность водохозяйственного баланса проявляется и в промышленных узлах Урала, особенно в Свердловском и Челябинском, что объясняется также расположением их в верховьях рек с небольшим стоком. Распространенные здесь пруды не обеспечивают забора воды в необходимом объеме. На долю топливно-энергетической промышленности приходится 20—25% всего промышленного водопотребления, и дальнейшее водообеспечение этой отрасли (как и других отраслей промышленности района) возможно лишь при условии межбассейновых переброс стока. Таким образом, водные ресурсы ограничивают дальнейшее размещение здесь теплоэнергетики.

Примерно в аналогичном положении находятся Центрально-Черноземные области РСФСР. Здесь также возникает немало трудностей с водообеспечением мощных тепловых электростанций. Межбассейновая переброска стока в этот район не будет предусматриваться, а развитие теплоэнергетики может ухудшить водообеспеченность других отраслей производства, уже сейчас испы-

тывающих недостаток в воде (например, черной металлургии).

Развитие энергетики в восточных районах решает задачу покрытия растущего дефицита электроэнергии в Европейской части страны, который в перспективе, по данным Н. Мельникова (1966), может достигнуть 500—600 млрд. *квт-ч*. Эта проблема будет решаться путем создания крупных топливно-энергетических комплексов на базе местных ресурсов дешевого угля: в Сибири — на базе Итатского и Канского месторождений; в Северном Казахстане на базе Экибастузского месторождения предполагается построить ГРЭС общей мощностью 100 млн. *квт* с выработкой 750 млрд. *квт-ч/год*, т. е. до 25% всего производства электроэнергии страны на расчетный период. В связи с этим встают сложные водохозяйственные задачи. Общая мощность Северо-Казахстанского (Экибастузского) энергетического комплекса намечается в 15—16 млн. *квт*. Этот комплекс, исходя из условной обеспеченности топливом, мог бы быть расширен, но ограничения накладываются условиями водоснабжения из канала Иртыш — Караганда, расход которого не превышает 75 *куб. м/сек*. Канал может дать энергокомплексу 300—320 млн. *куб. м/год* воды при условии ее оборотного и повторного использования, что предполагает сооружение наливных водохранилищ-охладителей. Однако также необходимо учитывать потребности в воде развитых здесь других отраслей народного хозяйства.

Энергокомплекс, аналогичный Экибастузскому, намечается также в Канско-Ачинском бассейне. На базе вводимых здесь в действие угольных разрезов предполагается строительство электростанций мощностью 4—6 млн. *квт* каждая. Водопотребление такой станции составляет 110—160 *куб. м/сек*, или 48—55 *куб. м* воды на 1 *т* пара. Работа Сибирского (Итатского) энергокомплекса при его размещении в непосредственной близости к угольным разрезам обеспечивается лишь при условии многолетнего регулирования стока р. Чулым и его притоков с одновременным созданием водохранилищ-охладителей с большой площадью зеркала (до 200 *кв. км*). Водный баланс Чулыма сейчас напряженный, и организация нормального водоснабжения в перспективе в этом районе создаст сложные проблемы. Кроме того, большие

мощности могут быть получены при использовании сибирских газов.

В будущем основным направлением в энергетике нашей страны остается сооружение мощных тепловых электростанций с крупными энергетическими блоками, единичная мощность которых возрастет с 200—300 тыс. до 500—800 тыс. *квт* и более. В этой связи существенно сократится удельное водопотребление тепловых электростанций, хотя его абсолютные масштабы и территориальная концентрация возрастут. В связи с ликвидацией в перспективе прямоточной и прудовой систем водоснабжения величина затрат на водное хозяйство тепловых электростанций будет увеличиваться.

В настоящее время во всем мире все большее значение приобретает *атомная энергетика*. Так, если в 1967 г. мощность АЭС мира составила 8 млн. *квт*, в том числе в СССР — 1 млн. *квт*, к 1971 г. было введено уже 16 млн. *квт*, то, по различным оценкам, к 1980 г. мощность атомных электростанций мира достигнет 150—200 млн. *квт*. Главной линией дальнейшего развития атомной энергетики в нашей стране становится строительство крупных электростанций с установкой реакторов единичной мощностью 1 млн. *квт* и выше. Предполагается за пятилетие ввести в действие мощности на атомных станциях в размере 6—8 млн. *квт* или 12% всего их прироста [1].

Водопотребление атомной энергетики сходно с водопотреблением тепловых электростанций (ГРЭС). Главным отличием их является то, что по сравнению с тепловыми электростанциями, работающими на паре закритических параметров, на атомных электростанциях, работающих на паре низких параметров, удельные расходы охлаждающей воды увеличиваются в 1,8—2,0 раза. С переходом на реакторы на быстрых нейтронах стоимость водоснабжения АЭС будет приближаться к стоимости ГРЭС.

Вода в работе атомной электростанции участвует в нескольких процессах. Она является замедлителем в активной зоне реакторов на медленных нейтронах и служит для отвода тепла, выделяющегося в активной зоне (в качестве теплоносителя). Здесь используется обессоленная вода. Во втором контуре используется питатель-

[1] См. «Материалы XXIV съезда КПСС», стр. 147,

ная вода для работы турбины, играющая ту же роль, что и на паротурбинной тепловой электростанции.

Вода, участвующая как замедлитель в активной зоне, используется в замкнутом цикле. Ее стоки невелики, после специальной очистки они сбрасываются в водоем. Вода охладительного цикла радиоактивного загрязнения не имеет, но, как и в обычной энергетике, создает опасность теплового загрязнения.

Генеральной линией дальнейшего развития атомной энергетики становится переход к реакторам на быстрых нейтронах. Вода в них как замедлитель не используется, но общее водопотребление их будет очень большим. Например, в США в связи с увеличением мощности атомной энергетики к концу века примерно в 10 раз для этой отрасли при сохранении современного уровня водопотребления потребуется около $^1/_4$ всего речного стока страны.

Черная металлургия, относящаяся к числу ведущих водопотребителей страны, занимает вместе с цветной металлургией около 15% в общем водопотреблении промышленности. По данным «Гипромеза», в 1969 г. заводы черной металлургии израсходовали около 2 *куб. км* воды, из которых 75% — оборотной. Характерной особенностью металлургии является то, что ее размещение часто ведет к формированию многоотраслевых индустриальных районов, насыщенных другими водоемкими производствами.

Важнейшие потребители воды на заводах черной металлургии — энергетические и производственные установки (доменные, сталеплавильные, прокатные, коксохимические), а также установки газового хозяйства.

Значительна и величина затрат, вкладываемых в водное хозяйство металлургии. Она достигает 15% стоимости затрат по всему заводу. В этой отрасли промышленности вода является важным компонентом технологического процесса. Особенностью водопотребления металлургических предприятий является не только необходимость подачи больших объемов охлаждающей воды (более 90% всего потребления), но и недопустимость даже кратковременных перебоев в водоснабжении, угрожающих авариями.

Выбор схемы водоснабжения предприятия определяется мощностью источника водоснабжения и располо-

жением по отношению к нему площадки завода. В настоящее время применяются как прямоточная, с последовательным использованием воды, так и оборотная схемы водоснабжения. Средний расход свежей технической воды на 1 *т* продукции минимален при оборотном водоснабжении, составляя около 20 *куб. м*, и максимален при прямоточном — свыше 70 *куб. м*. В настоящее время более чем на 20 крупнейших предприятиях имеются полностью замкнутые оборотные циклы, позволяющие ограничиваться минимальным расходом свежей воды и обеспечивать почти полное отсутствие сброса сточных вод в прилегающие водоемы.

В металлургической промышленности, как и в других отраслях производства, быстро развивается процесс концентрации. Современный типовой металлургический завод характеризуется выплавкой 10—12 млн. *т* стали в год. Выплавка металла на крупных предприятиях, составляющих менее половины всех предприятий металлургической промышленности, достигает 85% общего производства. Эта концентрация сопровождается резким увеличением абсолютного объема водопотребления в отдельных пунктах. Общее водопотребление отрасли в ближайшее время превысит современный уровень примерно на 1,5 *куб. км*. В дальнейшем доля металлургической промышленности в общем промышленном водопотреблении резко снизится, хотя его абсолютная величина будет по-прежнему высокой.

Наибольшие требования к качеству воды (по химическим и физическим свойствам) предъявляют ТЭЦ, кислородные, компрессорные, газозащитные установки, воздухо- и маслоохладители прокатных и трубопрокатных цехов, входящие в состав металлургических предприятий. Системы охлаждения доменных и сталеплавильных печей, а также нагревательных печей прокатных и трубопрокатных цехов требуют ограничения содержания взвешенных веществ, которые могут оседать в системе. Для них вода должна иметь жесткость не более 10—12° и не более 150 *мг/л* механических взвесей. Прочие потребители (например, гидротранспорт отходов производства) не предъявляют требований к качеству.

Основная часть безвозвратных потерь (в среднем — 8%) образуется на металлургических предприятиях вследствие испарения. Определенная часть потерь со-

здается в градирнях и брызгальных бассейнах, предназначаемых для охлаждения отводимой воды. Величина безвозвратных потерь зависит от принятой схемы водоснабжения. Наименьшие безвозвратные потери возникают при прямоточной схеме водоснабжения (2—4% общего расхода воды предприятий) и наибольшие — при оборотной (до 10%).

К условно чистым сточным водам, пригодным для повторного использования в обороте или для сброса в водоем, относятся те, которые отводятся от потребителей с замкнутой системой охлаждения: доменных, сталеплавильных и нагревательных печей, воздухо- и маслоохладителей прокатных цехов, кислородных, компрессорных, газозащитных установок и др. Наименьшее загрязнение вод дает сталеплавильное производство (менее 10% от общего водопотребления), около 20% — доменное и около 25% — прокатное и трубопрокатное. Те воды, которые соприкасались с продукцией или ее отходами, а также промывочные воды травильных отделений образуют загрязненные стоки. Наибольший объем таких вод дают доменные и конверторные газоочистки, прокатные и трубопрокатные цехи, разливочные машины и вентиляционные установки. В сточных водах иногда содержится очень большое количество металла (до 10% объема выплавки завода). В проектах последних лет предусматривается переработка этих стоков на единой утилизационной установке предприятия. Необходимо учитывать также и тепловое загрязнение, которое характерно для данной отрасли.

Ввиду большого расхода воды в черной металлургии ведутся поиски путей сокращения водопотребления, что требует изменения технологических процессов, внедрения испарительного охлаждения, сокращающего расход воды на охлаждение во много раз. Однако осуществление новых методов связано с большими изменениями в технологических процессах и крупными материальными затратами.

Размещение металлургических предприятий по территории страны характеризуется их концентрацией в определенных районах, составляющих металлургические базы (рис. 21). Наряду с важнейшими районами этой отрасли — Югом и Уралом крупные центры ее возникли в районах Центра, на Северо-Западе, в Волго-Вятском, Запад-

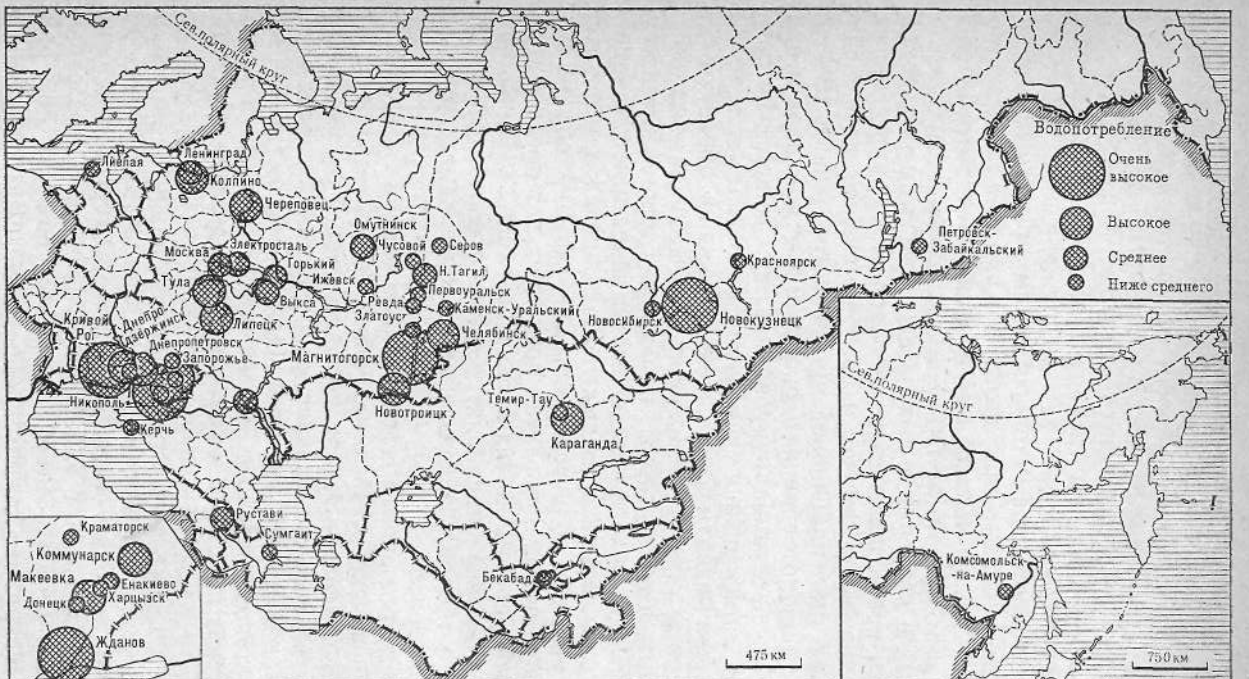


Рис. 21. Водопотребление предприятий черной металлургии

но-Сибирском районах, на Дальнем Востоке, в Закавказье, Казахстане и Средней Азии.

Большинство крупных металлургических предприятий находится в относительно маловодных индустриально развитых районах, уже насыщенных промышленными предприятиями других отраслей. Выше уже указывалось, что вопрос о водообеспечении крупных мощностей металлургии в Донбассе, Кривом Роге, на Урале, в Центральном Казахстане, центральных районах страны является сложным и его решение связано с необходимостью проведения общерайонных водохозяйственных мероприятий, регулирования стока местных рек, межбассейновых переброс ок и т. д. Так, водообеспечение металлургического производства в Казахстане достигается с помощью строительства канала Иртыш — Караганда, для водоснабжения района Кривого Рога построен канал из Днепра, в Донбассе проложен канал из Северского Донца, такую же задачу должен решать канал из Днепра.

Трудности обеспечения водой более всего тормозят развитие новой металлургической базы Центра, ориентирующейся на руды КМА.

На Урале, где на металлургическую и горнорудную промышленность приходится более половины всего промышленного водопотребления, водный фактор также в известной мере ограничивает рост металлургического производства. Новые заводы здесь строить не предполагается, будет проведена лишь реконструкция действующих предприятий. Доля потребления воды металлургией в районном балансе будет снижаться.

В остальных районах страны металлургическая промышленность представлена в основном отдельными мощными предприятиями. Высокая водообеспеченность Европейского Севера, Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока более благоприятствует размещению металлургической промышленности в этих районах. Однако оценка конкретных площадок также выявляет трудности с водообеспечением предприятий. Особенно остра эта проблема в Кузбассе и Закавказье.

Дальнейшее развитие черной металлургии определяется Программой КПСС[1] — достигнуть уровня вы-

[1] См. «Программа Коммунистической партии Советского Союза». М., 1969, стр. 69.

плавки примерно 250 млн. *т* стали в год. Предусматривается более рациональное размещение отрасли на основе развития пяти мощных железорудных баз страны. Выполняя эти задачи, Директивы XXIV съезда КПСС [1] предусматривают в девятой пятилетке доведение выплавки стали до 142—150 млн. *т* и производства готового проката до 101—105 млн. *т*. Эта задача должна решаться главным образом за счет расширения и реконструкции действующих, а также достройки новых предприятий (Западно-Сибирского и Карагандинского заводов). Таким образом, основные районы черной металлургии сохраняют свое значение. Отсюда следует, что намечается дальнейший рост водопотребления отрасли в целом и в основных районах ее размещения.

Как показал опыт, научно-технический прогресс и внедрение новой техники в производство пока не ведут к снижению водопотребления предприятий. Так, введение новой технологии в прокатном, кислородного дутья в доменном и сталеплавильном производствах вызвало появление новых крупных водопотребителей (кислородные станции, газоочистки и т. д.). И в дальнейшем на всех действующих и строящихся заводах проявляется тенденция к росту расходов и повышению требований к качеству воды, подаваемой в производство. Изменение в этом положении возможно лишь при введении принципиально новых технологических схем, ориентированных на резкое сокращение водопотребления. Их разработка и проектирование представляют собой актуальную техническую задачу для металлургии, как и для других водоемких отраслей производства.

В составе промышленных водопотребителей страны на долю химической промышленности (включая нефтехимию и нефтепереработку) приходится более 15% общего промышленного водопотребления.

В настоящее время химическая промышленность занимает все большее место в хозяйстве развитой страны. Химизация народного хозяйства служит важнейшим условием построения материально-технической базы коммунизма в нашей стране. Она приводит к прогрессивным изменениям в экономике, в межотраслевых связях, способствует наиболее эффективному использованию

[1] См. «Материалы XXIV съезда КПСС», стр. 250.

сырья, характеризуется большой концентрацией производства. Особенно эффективно создание крупных комбинатов при переработке нефти и нефтехимии, где оно обеспечивает существенное снижение затрат, улучшение качества сырья, его равномерное и полное использование и т. д. Нефтехимические комбинаты характеризуются обычно очень широким ассортиментом выпускаемой продукции. Для размещения этой отрасли характерно формирование крупных территориальных комплексов, что приводит к большому сосредоточению тепловых и электрических нагрузок и увеличению потребления воды и сброса отходов.

В нашей стране особенно быстрый рост химической промышленности начался в последнее десятилетие.

Ведущая роль в современной химии принадлежит нефтехимическим отраслям.

На размещение химических и нефтехимических производств особенно большое влияние оказывает обеспеченность энергией и сырьем, поскольку особенностью химической промышленности, особенно нефтехимии, является высокая энергоемкость технологических процессов, и обеспеченность данного района водой.

Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность относятся к числу водопотребителей, оказывающих большое влияние на использование водных ресурсов. В результате развития трубопроводного транспорта размещение этих предприятий в значительной мере тяготеет теперь к районам потребления их продукции. Как правило, это густо заселенные и промышленно развитые районы с большим объемом водопотребления различными отраслями хозяйства. Таким образом, размещение комплексов химической промышленности увеличивает напряженность водохозяйственных балансов районов этого типа.

Производство большей части отраслей химической промышленности, особенно нефтехимических, характеризуется исключительной водоемкостью. Вода в химической промышленности используется главным образом на технологические процессы — приготовление технологических растворов, охлаждение и конденсацию, промывку продуктов производства и т. д.

Ведущие отрасли современной химической промышленности — производство химических волокон, синтети-

ческого каучука, шин и резинотехнических изделий, синтетических смол, пластмасс, спиртов, хлорорганических и других продуктов — принадлежат к числу наиболее водоемких. Они потребляют свыше 1000 *куб. м* воды на 1 *т* продукции. Поскольку в перспективе намечен сильный рост производства этих отраслей, то можно ожидать, что их водопотребление также будет увеличиваться.

Некоторые типы химических комбинатов можно приравнять по уровню водопотребления к крупным городам. Например, расход воды на заводе капронового волокна (около 9 млн. *куб. м/год*) эквивалентен годовой потребности в воде населения города в 120 тыс. человек, на заводе пластмасс — годовой потребности в воде города с населением в 400 тыс. человек, на электрохимическом комбинате или заводе синтетического каучука — годовой потребности в воде города с 800 тыс. жителей.

Многообразие химических производств делает невозможным здесь детальное рассмотрение водопотребления по отдельным видам производства химической продукции. Поэтому ограничимся их освещением по укрупненным отраслям.

По принятой НИИТЭхимом группировке, расходы воды на тонну выпускаемой продукции производства химических продуктов делятся на три группы: водоемкие (с расходом до 50 *куб. м*), средней водоемкости (с расходом до 500 *куб. м*) и высокой водоемкости (с расходом до 1000 *куб. м* и более). Распределение отраслей по указанным группам дано в таблице 34.

На абсолютных объемах водопотребления сказывается концентрация производства. Если в довоенные годы крупным предприятием нефтеперерабатывающей промышленности считался завод с годовой мощностью около 1 млн. *т* сырой нефти, то в первые послевоенные годы такие предприятия проектировались на переработку 3—6 млн. *т*, а в настоящее время — на 12 млн. и даже 18 млн. *т*. На каждую тонну перерабатываемой нефти требуется до 10 *куб. м* воды. Таким образом, хотя нефтеперерабатывающая промышленность характеризуется средней или даже невысокой удельной водоемкостью, в силу мощностей своих предприятий она относится к очень крупным водопотребителям. Так, современный завод с проектной мощностью переработки 12 млн. *т* сырой нефти в год потребляет за год 120—420 млн. *куб. м* воды в

Таблица 34

Группировка некоторых химических продуктов по технологическим укрупненным нормам расхода воды, в *куб. м* на 1 *т* продукции *

Неводоемкие (до 50 *куб. м*)	Средней водоемкости (до 500 *куб. м*)	Водоемкие (до 1·000 *куб. м* и более)
Добыча серы, калия, фосфоритов	Кальцинированная сода	Аммиак
		Ацетилен
Лаки и краски	Карбамидные смолы	Уксусная кислота
Двойной суперфосфат	Полимеры	Этилен
	Метанол	Полипропилен
Фенольно-формальдегидные пресс-порошки	Мочевина	Полиэтилен низкого давления
Серная кислота из серы	Хлор и каустик	Капролактам
Аммиачная селитра	Автопокрышки	Ацетилцеллюлоза
Хлор и каустик (ртутным методом)	Азотная кислота	Химические волокна
Эпоксидные смолы	Полиэтилен высокого давления	Синтетические каучуки
Синтетические моющие средства	Сажа	
Сульфат аммония		

* Алисов, Вохмянин, 1966.

обороте, из них до 20% свежей воды. Такая высокая водоемкость нефтеперерабатывающих производств обусловливает необходимость их размещения вблизи крупных источников воды.

Отрасли химической промышленности предъявляют очень высокие требования не только к количеству воды, но и к ее качеству, нередко даже более высокие, чем пищевая промышленность или коммунальное хозяйство. В то же время эта группа отраслей принадлежит к числу потребителей, особенно сильно влияющих на качествен-

ное состояние водных ресурсов: химические производства отличаются большими объемами трудноочищаемых промышленных стоков. Некоторые виды стоков до настоящего времени не поддаются биологической очистке. Наиболее загрязненные стоки дают производства синтетического каучука, химических волокон, синтетических смол и пластмасс, хлорорганических, азотосодержащих продуктов. Возможности отвода сточных вод становятся иногда фактором, ограничивающим развитие химических производств в том или ином пункте.

Сброс в водоемы стоков, содержащих серную кислоту, цинк, сероуглерод, фенолы, хром, никель и другие токсические вещества, ведет к минерализации водоемов, а также к резкому сокращению количества растворенного в воде кислорода, что во много раз увеличивает необходимые для разбавления объемы свежей воды. Так, если средняя кратность разбавления стоков составляет 6—10, то для стоков нефтехимии этот показатель возрастает в десятки раз (табл. 35).

На нефтеперерабатывающих заводах большое загрязнение вод возникает уже при подготовке сырой неф-

Таблица 35

Технико-экономические показатели кратности разбавления и оплаты за сброс воды по ряду отраслей химической промышленности *

Продукция	Кратность разбавления	Расчетные затраты на оплату 1 *куб. м* стока, коп.**
Волокно нитрон . . .	185	83/5,6***
Волокно лавсан . . .	185	83/5,6
Полиэтилен	29	13,1/0,9
Поливинилхлорид . .	23	10,4/0,7
Полистирол	28	12,6/0,8
Этилен	29	13,1/0,9
Кальцинированная сода	10	4,5/0,3

* См. «Гидроэнергетика и комплексное использование. . .», 1970.

** Расчет сделан из предположения, что разбавляющая ся вода не содержит отходов, характерных для сточных вод названной продукции.

*** При расположении производства на юге страны — в числителе, в Восточной Сибири — в знаменателе.

ти к переработке, причем стоимость очистных сооружений очень высока: на долю очистных сооружений приходится до 20% и более стоимости всего химического предприятия.

В то же время особенность нефтехимических производств состоит в сравнительно ограниченных возможностях применения оборотного водоснабжения, так как участвующая в технологических процессах вода оказывается непригодной, как уже было сказано, для повторного использования из-за трудностей ее очистки, в силу чего забор свежей воды составляет иногда до 50% от оборотной.

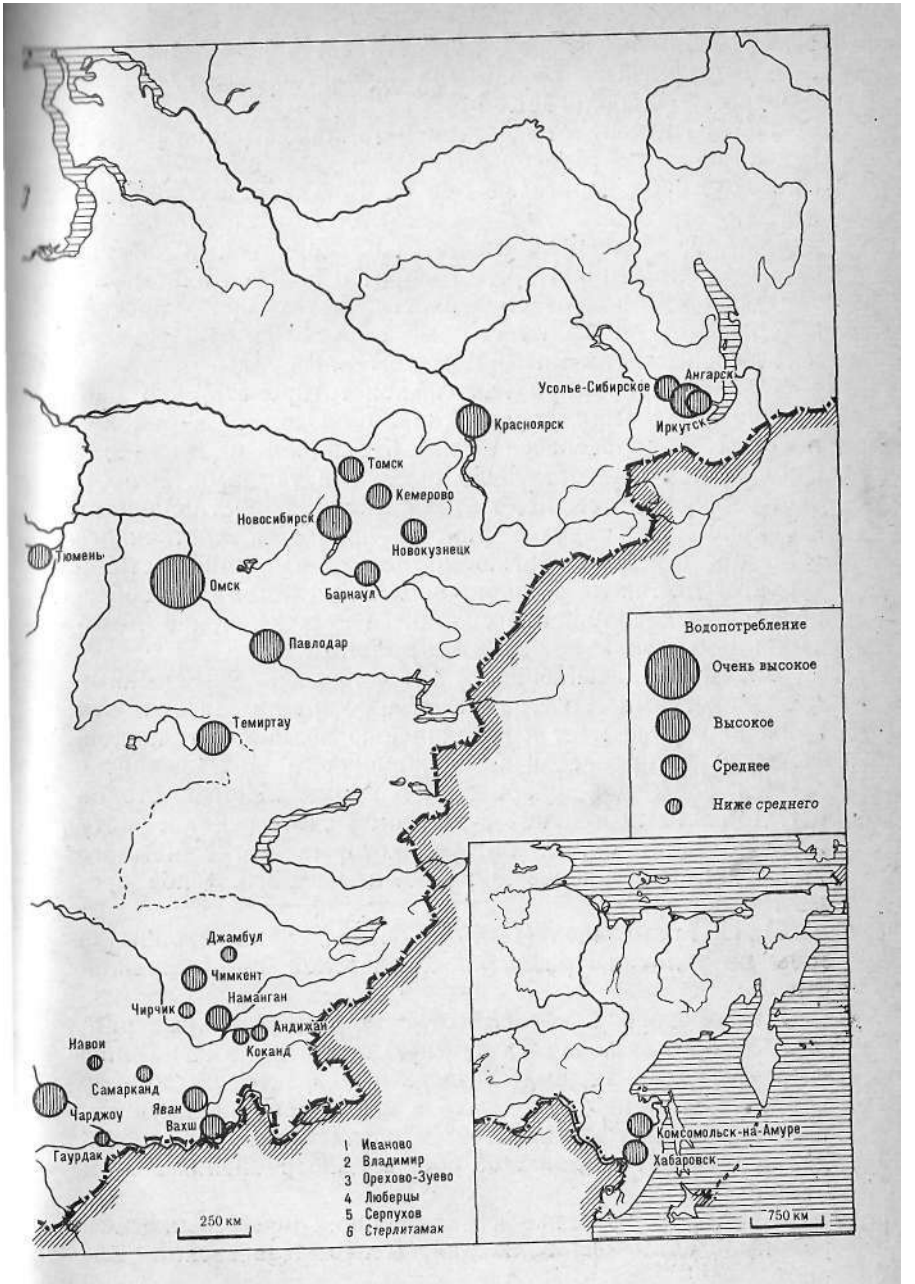
Поэтому особое значение имеет задача максимально возможного перехода на оборотную систему водоснабжения. Опыт некоторых нефтеперерабатывающих заводов (Ново-Горьковского, Рязанского) показывает, что на нефтеперерабатывающих предприятиях возможны достаточно широкое применение оборотного водоснабжения и эффективная очистка сточных вод. В результате многоступенчатой очистки количество загрязненных стоков снижено этими заводами на $^1/_3$ и почти на 60% увеличено повторное использование воды.

В СССР уже сложились основные районы химической промышленности (рис. 22). Основные водопотребители нефтегазохимического комплекса располагаются в Европейской части страны, в том числе в районах, недостаточно обеспеченных водой. В наиболее же обеспеченных водой восточных районах отрасли химической промышленности представлены в основном отдельными центрами.

Удельный вес районов в общем объеме химического производства страны различен. До 50% производства нефтехимических продуктов приходится на Поволжье и Северный Кавказ (35 и 15% соответственно). Большая насыщенность предприятиями химической промышленности характерна для Донецко-Приднепровского района, Урала, Волго-Вятского, Северо-Западного и Центрального районов, в которых, за исключением Северо-Запада, недостаточная обеспеченность водой или острый дефицит ее. В Донбассе, например, дефицит воды заставил отказаться от строительства новых химических производств. Однако на остальной территории Украины продолжается процесс размещения водоемкой химии, осо-



Рис. 22. Водопотребление предприятий химиче-



ской и нефтеперерабатывающей промышленности

бенно химии полимеров, хотя эта часть республики никакими другими крупными водоисточниками, кроме Днепра, не располагает.

По обеспеченности сырьем и топливом районы Средней Азии весьма благоприятны для размещения там химических производств, но они не обладают необходимыми для этого водными ресурсами. Тем не менее эти районы интенсивно насыщаются предприятиями химической промышленности, что говорит о недостаточном учете факторов водообеспеченности и тех противоречий, которые могут возникнуть здесь между промышленными и сельскохозяйственными потребителями воды.

Одновременно приходится констатировать, что размещение водоемких химических производств в районах высокой водообеспеченности (Западная и Восточная Сибирь) идет недостаточно высокими темпами. Это отчасти связано с тем, что в этих районах, представляющих в большинстве случаев районы нового хозяйственного освоения и не располагающих необходимой инфраструктурой, в том числе общерайонными системами водообеспечения, водоснабжение обходится дороже, чем в обжитых и индустриально развитых районах.

Большая насыщенность различными химическими производствами Центра, Урала, Украины, Поволжья привела в ряде мест к загрязнению водных источников, замедлению процессов самоочищения в них, нехватке свежей воды для разбавления промышленных стоков и т. д. Такое положение в конечном счете ведет к росту народнохозяйственных потерь, которые могут намного превосходить отраслевую экономию в химической промышленности.

Л. И. Грамотеева (1969) провела деление страны на зоны по условиям развития химической промышленности.

Первой зоне, к которой относятся центральные районы Сибири, включая Тюменскую область, по сочетанию энергетических, водных и сырьевых факторов должно принадлежать ведущее место в формировании крупнейших химических комплексов. В соответствии с этим будет происходить и большой рост водопотребления в этом районе.

Во вторую зону входят важнейшие нефтегазоносные районы страны — Поволжский, Северо-Кавказский, За-

кавказский, обладающие большими сырьевыми ресурсами, но менее благоприятными энергетическими и водными ресурсами (за исключением Поволжья). Более остра в этом районе проблема сточных вод.

Третья зона, включающая Среднюю Азию и Казахстан, отличается не только благоприятными сырьевыми и энергетическими условиями, но и высокой напряженностью водохозяйственного баланса. Это требует рационального размещения химической промышленности с ориентировкой на выработку продукции преимущественно для внутренних нужд, так как иначе возникнет необходимость сопряженного с большими затратами перераспределения стока.

Четвертая зона включает центральные, южные и северо-западные районы Европейской части страны (с Уралом). Она имеет дефицитный сырьевой и энергетический и напряженный водохозяйственный баланс. Однако этот район характеризуется высоким уровнем производства и потребления разнообразной химической продукции.

Рациональная организация водного хозяйства страны требует изменений в размещении химической промышленности, ограничения и даже полного прекращения роста водоемких химических производств в районах Европейской части СССР (за исключением водообеспеченных — Северо-Запада), преимущественного развития химической промышленности в восточных районах, имеющих не только повышенную обеспеченность водой (кроме Казахстана и Средней Азии), но и наиболее благоприятные для химии условия обеспеченности сырьем, топливом и электроэнергией.

Глава V

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СССР

В предыдущих главах были рассмотрены вопросы распределения водных ресурсов, их количественное и качественное состояние, показано территориальное распределение их потребления и размещение важнейших водопотребителей страны. Все это позволяет подойти к водохозяйственному районированию, отражающему специфические черты географического размещения водного хозяйства СССР. Водохозяйственное районирование СССР представляет собой сложную и еще не решенную проблему, изучение которой только начинается (Захаров, Чокин, 1964; Озиранский, Черкасская, 1968; Федорова, 1969). На необходимость проведения водохозяйственного районирования для планирования и развития народного хозяйства обращал внимание Н. Г. Овсянников (1961). Э. Б. Алаев (1965) отмечал, что уже в ближайшие десятилетия оценка условий развития производства в районе будет начинаться с оценки водных ресурсов, которые приобретут первостепенное значение.

Вопрос о месте водохозяйственного районирования в системе экономического районирования страны (взаимоотношения между интегральным, отраслевым и водохозяйственным районированием) является в географической науке и литературе новым и пока не исследованным, хотя проблемы комплексного райониро-

вания встали перед страной уже с первых лет Советской власти. Необходимость их разработки выдвигалась потребностями строительства нового государства — созданием нового административно-территориального деления, необходимостью районирования территории страны для развертывания нового хозяйственного строительства. Основы советского экономического районирования заложили план ГОЭЛРО и разработка принципов экономического районирования, выполненные в 1921—1922 гг. Госпланом и специальной комиссией по районированию ВЦИК под председательством М. И. Калинина («Вопросы экономического районирования СССР...», 1957). Эти вопросы получили дальнейшее научное развитие и отражение в обширной литературе (Колосовский, 1958, 1969; Алампиев, 1959, 1963; Саушкин, 1960; Фейгин и др., 1960, 1965; Покшишевский, 1964, 1965; Пробст, 1962, 1965; Алаев, 1965; Колотиевский, 1967; и многие другие).

В процессе географического разделения общественного труда сформировались и продолжают формироваться особые территориальные части народного хозяйства страны — интегральные экономические районы. Наряду с ними формируются и отраслевые экономические районы. Отраслевое районирование выступает как часть общего экономического районирования страны, как его необходимое составное звено. Оно делится на районирование в сфере производства (районирование производительных сил), районирование в сфере обращения — выделение зон сбыта, состоящего из баз снабжения и тяготеющих к ним территорий (Алампиев, 1959; Белоусов, 1964; Колдомасов, 1963), и районирования непроизводственной сферы.

Формирование отраслевых районов во многом зависит от размещения используемых в народном хозяйстве естественных ресурсов, их экономико-географического и транспортного положения по отношению к районам потребления продукции, хотя ряд отраслевых районов может формироваться и на базе природных ресурсов (например, машиностроение, отчасти химия).

В народном хозяйстве страны уже давно сложились топливно-энергетические, в том числе угольные, нефтяные и газовые, районы, районы или базы черной и цветной металлургии, основной химии и нефтехимии, сель-

скохозяйственные и т. п. Однако отраслевое районирование разработано слабее, чем районирование интегральное (Опацкий, 1958; Виленский, 1960; Омаровский, 1959; Жирмунский, 1962; Помус, 1960; Белоусов, 1964; Хрущев, 1969; Гербов, 1969; Ракитников, 1970; и др.).

В силу специфических особенностей водного хозяйства, выступающего посредником между природой и потребителем воды, вопрос о месте водохозяйственного районирования в общей системе экономического районирования сложный. Водохозяйственное районирование надо отнести к особому виду экономического районирования, имеющему много общего как с отраслевым, так и интегральным районированием.

Присущие водохозяйственному районированию черты — объективность, перспективность, тесная связь со специализацией района, принцип внутренней экономической связанности района — приближают его к интегральному районированию. Так как проблема водообеспечения охватывает все населенные места и отрасли народного хозяйства, то ясно, что водохозяйственное районирование — районирование комплексное, а водохозяйственные районы по своему характеру, подобно энергетическим или транспортным, являются специализированными районами, сближающимися с интегральными, хотя и не всегда совпадающими с ними.

Водохозяйственное районирование близко к интегральному и по характеру закономерностей размещения производства. Его объективной основой служат реально существующие территориально-производственные комплексы в их взаимоотношениях с природными (водными) ресурсами, определяющими экономическое единство района. Это же определяет и другой сходный принцип — внутреннюю экономическую связанность района. Так же как и при интегральном районировании, территориальную структуру водохозяйственного районирования создают производственные взаимосвязи отраслей народного хозяйства с водой.

Но водохозяйственное районирование не совпадает полностью с интегральным, так как оно отражает отношение хозяйства лишь к одному, хотя и очень важному природному ресурсу (воде). Поэтому водохозяйственное районирование имеет ряд общих черт и с отраслевым районированием. Так же как и в отраслевом, здесь одна

отрасль может занимать ведущее положение в формировании водного хозяйства, становясь важнейшим районообразующим фактором. Охватывая одновременно сферы производства и потребления, водохозяйственные районы являются не только производственными, но и районами потребления. Все это делает водохозяйственное районирование особым, весьма своеобразным видом отраслевого экономического районирования.

Производственной базой водохозяйственного района выступает источник водоснабжения с гидротехническими сооружениями, а зоной водообеспечения — связанная с ним хозяйственно насыщенная территория. Связь между природой (водными ресурсами) и хозяйством реализуется в водохозяйственном районе опосредствованно, через формирование конкретных типов производственно-территориальных комплексов.

Водохозяйственное районирование в то же время существенно отличается от обычного отраслевого районирования в силу специфики самой отрасли — водного хозяйства. Отраслевые районы отражают особенности современного размещения и перспективы одной какой-либо отрасли производства. Водохозяйственные районы формируются не изолированно, а в ходе взаимодействия различных производств. При этом один водный источник редко образует основу водохозяйственного района, и, наоборот, как правило, именно несколько водных источников, связанных с их хозяйственным использованием, и создают костяк водохозяйственного района.

Вопрос об особенностях водохозяйственного районирования в имеющейся литературе до последнего времени в основном разбирался попутно, главным образом в связи с работами по водохозяйственному балансу и для сравнительно ограниченных территорий страны.

Водохозяйственное районирование может быть осуществлено на основании разных признаков: по тяготению к бассейнам рек; по существующему экономическому и административно-территориальному делению страны; по характеру использования водных ресурсов. Рядом авторов подчеркивается необходимость учета сложившейся структуры водохозяйственных комплексов, зависящей от структуры отраслей, использующих соответствующие водные ресурсы.

Разрабатывая вопросы методики водохозяйственных

балансов для территории Казахстана, В. П. Захаров и Ш. Г. Чокин (1964) считают, что начальной стадией их составления является установление границ водохозяйственных районов. Они выделяют факторы водохозяйственного районирования. Так, характеристика источников водных ресурсов (поверхностных и подземных) определяет территорию, масштабы и режим их возможного использования. Большое внимание они уделяют климатическим условиям, которые влияют на размеры безвозвратного водопотребления воды, особенно сельским хозяйством, обусловливая в то же время его направление. От хозяйственной специализации районов зависят состав и специфика водохозяйственного комплекса.

По мнению этих авторов, водохозяйственными районами являются территории с общностью источников водных ресурсов и структуры водного хозяйства. Так как для большинства водопотребителей основным источником питания является поверхностный сток, то водохозяйственные районы, как правило, должны совпадать с бассейнами основных рек.

В методических рекомендациях СОПСа также указывается, что водохозяйственные районы характеризуются единством водных источников и тяготеющих к ним водопотребителей и водопользователей. Подчеркивается, что территориально они совпадают с бассейнами рек или частями этих бассейнов («Общая методика...», 1966).

Бассейны рек рассматриваются в качестве основы водохозяйственного районирования (для оценки воды как естественного ресурса) и в статьях С. Л. Озиранского (1968) и С. Л. Озиранского и А. Н. Черкасской (1968). Они считают, что исходя из различий в природной водообеспеченности, климатических условий, экономических особенностей и мероприятий, обеспечивающих устойчивое водоснабжение, территория СССР может быть разделена на 20 водохозяйственных районов, которые в последующем можно более дробно дифференцировать с учетом внутренних различий. Однако сетка районов и методика их выделения в указанных статьях не приведены.

Этой же проблемы касаются и другие специалисты (С. Н. Крицкий, М. Ф. Менкель, 1964; Г. Г. Сванидзе, И. И. Мечитов, 1964; В. Т. Турчинович, 1961; и др.).

В «Генеральной схеме комплексного использования

и охраны водных ресурсов СССР», составленной под руководством «Гидропроекта», а также в практике работы органов водного хозяйства в качестве территориальных единиц водохозяйственного районирования приняты бассейны основных рек страны, союзные республики и крупные экономические районы с выделением в их пределах по степени водообеспеченности (дефициту водных ресурсов) более мелких подразделений (частей экономических районов, промышленных узлов и центров).

Водохозяйственное районирование по тяготению территории к источникам водных ресурсов (речным бассейнам) имеет ту положительную сторону, что оно исходит из единства этих ресурсов и многостороннего характера их использования. Однако бассейны основных рек охватывают огромные территории страны с разнообразными природными и хозяйственными условиями. На этих территориях в ряде случаев может сформироваться несколько крупных экономических районов (например, в бассейне Волги) и систем, различных по специализации территориально-производственных комплексов, которым соответствует определенная структура водного хозяйства. Имеются также крупные экономические районы, принадлежащие к различным речным бассейнам (Северо-Запад, Центр, Центрально-Черноземный и др.).

Обзор имеющихся подходов к водохозяйственному районированию показывает, что преобладающим в них является гидрологический (побассейновый) подход. Однако при всех положительных чертах такого водохозяйственного районирования при проведении этого принципа затруднен учет результатов исторически сложившегося и не совпадающего с речными бассейнами размещения производительных сил. Такое районирование не во всех случаях способствует планированию водохозяйственных мероприятий, рациональному распределению водных ресурсов между потребителями.

По нашему мнению, водохозяйственное районирование отличается от гидрологического и исходит из учета не столько природных предпосылок, сколько хозяйственных особенностей. В основе рассматриваемого вида районирования должны находиться связи между хозяйством и необходимыми для него водными ресурсами. Оно должно исходить из потребностей в воде и условий обеспеченности водными ресурсами народного хозяйства в

целом и отдельных регионов. Кроме того, водное хозяйство включает и технологию и технику добычи воды, ее транспортировку, очистку и другие показатели. Эту важнейшую сторону водного хозяйства необходимо учитывать при проведении водохозяйственного районирования. Особое значение она приобретет в будущем, когда анализ перспектив развития народного хозяйства будет начинаться с оценки не только водных ресурсов, но и состояния всего водного хозяйства.

Таким образом, к водохозяйственному районированию следует подходить на основе учета уже сложившегося и перспективного размещения народнохозяйственных комплексов, их тяготения к определенным источникам водоснабжения. Поэтому, по нашему мнению, в *качестве водохозяйственных районов выделяются территории, характеризующиеся определенной общностью свойств водных источников, спецификой хозяйственного водопотребления и составом производств, использующих (в настоящее время или в перспективе) эти источники водоснабжения.*

Принципы и методы водохозяйственного районирования отличаются от применяемых при природном районировании.

Методология природного районирования, включая районирование водных ресурсов, многообразна. В. П. Семенов-Тян-Шанский (1925) — один из первых географов, который при гидрологическом районировании вел учет физико-географических признаков и поставил задачу учета различий в характере рельефа территории (равнинная или горная) и водоносности (богатство или бедность территории водой), не ограничиваясь выделением речных бассейнов. Позднее, в 1933 г., В. И. Рутковский в работе «Опыт географо-гидрологического районирования Европейской части СССР» выделил по физико-географическим факторам четыре основные зоны: I — тундра и лесотундра, II — лес и лесостепь, III — степь и IV — полупустыни и пустыни. Они были разделены на 41 район и 72 подрайона.

В гораздо большем количестве работ гидрологическое районирование проводится на основании использования только гидрологических показателей. Так, М. Д. Семенов-Тян-Шанский в 1933 г. выделяет при районировании четыре климатические зоны и подчеркивает

особую роль количества осадков и их отношения к испаряемости. По характеру внутригодового распределения стока, распространению источников питания и водного режима рек, нормам максимального стока весенних половодий, среднему многолетнему стоку в 1932 г. было проведено районирование Д. И. Кочергиным, в 1937 г. — Д. Л. Соколовским, в 1938 г. — М. И. Львовичем, в 1946 г. — Б. Д. Зайковым и в 1958 г. — В. И. Астраханцевым. В ряде работ гидрологическое районирование проводится на основании учета элементов водного баланса и его типов (Троицкий, 1948; Львович, 1969; и др.). Л. К. Давыдов (1955) провел гидрологическое районирование по морфологическому принципу — общности крупных речных бассейнов.

Районирование П. С. Кузина (1960) по элементам водного баланса и водного режима рек в связи с учетом важнейших элементов природной среды наиболее полно характеризует жизнь рек. Гидрологическое районирование, по его мнению, обусловливает возможность для выявления закономерностей пространственного изменения элементов гидрологического режима рек и других водных объектов. Оно дает основу для гидрологических расчетов и прогнозов, а также для проектирования водохозяйственных мероприятий.

Природное районирование водных ресурсов с учетом их экономической значимости предложили Н. Г. Овсянников (1961) и С. Л. Вендров (1962): а) районы со свободными водными ресурсами, не нуждающиеся в регулировании стока; б) районы, в которых необходимо сезонное или многолетнее регулирование; в) районы, нуждающиеся в переброске стока из других районов; г) районы с исчерпанными водными ресурсами и ограниченными возможностями для обводнения извне. Кроме того, ими выделены уже по другим признакам: д) районы, нуждающиеся в неотложных мерах по очистке водоемов; е) бассейны рек, сохраняемые как резервные для водоснабжения растущих индустриальных центров. Такой подход к выяснению степени и возможностей водообеспечения районов имеет большое значение для решения проблемы развития их водного хозяйства.

При проведении водохозяйственного районирования, представленного в данной работе, в соответствии с изложенным выше его определением нами учитывались при-

родные особенности и источники водоснабжения, а также всесторонне рассматривались экономические факторы и условия их использования.

Важнейшим природным фактором при районировании выступает водообеспеченность территории, зависящая в большой степени от природных закономерностей. С учетом территориальных различий в количестве и качестве водных ресурсов может быть осуществлено районирование страны по степени водообеспеченности. Оно представляет основу, отражающую природную обусловленность различий в водообеспеченности территориально-производственных комплексов, и является одной из сторон выделения водохозяйственных районов.

Учитывая, что водность территории зависит от размеров и густоты источников поверхностных вод, каждый водохозяйственный район должен тяготеть либо к определенному крупному водоисточнику или к нескольким водоисточникам.

Роль отдельных видов источников в различных районах и зонах различна. Ресурсы поверхностных вод выступают как ведущие в лесной и лесостепной зонах. В ряде случаев, например в бессточных районах, основой водообеспеченности являются ресурсы подземных вод.

В современных условиях при быстром развитии техники водообеспеченность территории может быть существенно изменена путем регулирования местного поверхностного стока или же на основе межбассейновых переброс водных ресурсов. Однако природная водообеспеченность района, выступающая как фактор регулирования объема водопотребления, оказывает серьезное влияние на структуру водохозяйственных комплексов.

Из экономических условий решающую роль играет размещение населения и хозяйства. Плотность населения, характер расселения и степень людности населенных пунктов определяют величину коммунально-бытового водопотребления и требования к качеству водных ресурсов, а масштабы и характер промышленного и сельскохозяйственного производства — объем воды, используемой в технологических процессах, для орошения и т. п. При этом учитывалась возрастающая водоемкость промышленности в результате быстрого роста концентрации производства и развития новых отраслей, вызываемых современным техническим прогрессом.

Общие данные по характеристике водохозяйственных районов сведены в таблице 36, которая состоит из трех разделов: 1) общая характеристика района (состав, территория, население); 2) природная характеристика водных источников; 3) характеристика водопотребления.

Степень природной водообеспеченности учитывалась по количественным показателям — объему общего и местного стока, приходящегося на 1 *кв. км* территории или на одного жителя, что уже было рассмотрено в предыдущих разделах. В таблице 36 степень водообеспеченности (графа 4) характеризуется по градациям: очень высокая, высокая, средняя и низкая. Надо отметить, что при сильной неравномерности в уровне водообеспеченности в пределах района его общая оценка по этому показателю снижалась.

При водохозяйственном районировании надо обращать внимание также на то, какие источники водоснабжения являются ведущими в районе. Показатели сезонного распределения стока и характер зарегулирования крупнейших источников района особенно необходимо учитывать при водоснабжении населения и хозяйства, а также при проектировании и размещении новых производств. На основе литературных и других данных оценивается качественное состояние основных водных источников района (графа 8).

При характеристике водопотребления района рассматривается его уровень, который рассчитан по фактическому объему водопотребления. Выделены четыре группы — с очень высоким, высоким, средним и низким уровнем водопотребления (графа 9).

Ведущие водопотребители и перспективное направление развития водохозяйственных комплексов показаны условными индексами (графы 10 и 11). При этом сделана попытка распределения их по количественной значимости как водопотребителя.

Основные водохозяйственные мероприятия, проведение которых необходимо для сохранения качественного и количественного состава водных ресурсов районов и рационального их использования, показаны в графе 12.

Водохозяйственное районирование имеет свои таксономические ступени. Так, прежде всего можно выделить огромные водохозяйственные зоны, объединяющие по

нескольку водохозяйственных районов. Таковы, например, зоны строго ограниченного (Средняя Азия, Европейская часть СССР) и относительно мало ограниченного (Сибирь и Дальний Восток) использования водных ресурсов; бассейны основных рек — крупнейших источников водоснабжения в условиях общего комплексного хозяйственного использования.

С другой стороны, в пределах водохозяйственных районов возможно выделение подрайонов, приуроченных к крупным водохозяйственным системам, обслуживающим промышленные узлы, большие массивы орошаемого земледелия и т. п. В зависимости от хозяйственной необходимости допустимо еще более дробное районирование (по водоснабжению отдельных промышленных центров или орошаемых массивов). Имея ярко выраженный прикладной характер, такое районирование часто необходимо для наиболее рационального распределения водных ресурсов, для маневрирования ими.

В настоящей работе водохозяйственные районы выделены с высоким уровнем генерализации, вследствие чего обобщающая характеристика района не может быть в полной мере распространена на его отдельные более мелкие части, разносторонняя характеристика которых требует более крупного масштаба районирования.

Важный вопрос районирования — определение границ водохозяйственных районов. В ряде случаев они могут совпадать с границами крупных экономических районов, но такое совпадение не обязательно. В пределах крупных экономических районов нередко достаточно сильны различия в структуре водохозяйственных комплексов, в направлениях использования водных ресурсов, что обусловливает необходимость выделения нескольких водохозяйственных районов.

Поскольку имеющиеся данные о водообеспеченности и водопотреблении относятся к речным бассейнам, экономическим районам и отчасти областям, выделение водохозяйственных районов в данной работе проведено путем группировки соответствующих административных единиц. Однако водохозяйственное районирование не может отождествляться с административно-политическим делением, так как в этом случае оно едва ли будет соответствовать сложившейся системе размещения производительных сил. Учет водообеспеченности по админи-

стративно-территориальным единицам безусловно необходим, но только он один не может быть полностью положен в основу водохозяйственного районирования, особенно при проведении дробного водохозяйственного районирования нашей страны, и должен существовать параллельно с ним, дополняя его.

Природная водообеспеченность районов, а также объем потребностей в воде обнаруживают большие территориальные различия. Поэтому генерализация при водохозяйственном районировании чрезвычайно трудна. Это осложняется и методическими причинами: водохозяйственное районирование трудно связать с надежной и сопоставимой базой статистических данных, особенно для низовых территориальных единиц. Состояние же статистического материала на данном этапе заставляет принимать в качестве исходных весьма крупные административно-территориальные единицы — области и республики, что иногда ведет к известному искажению фактического положения.

С учетом изложенного на территории страны выделяется 41 укрупненный водохозяйственный район (в пределах РСФСР — 21). Каждый из них имеет свои водохозяйственные особенности, основные характеристики которых приведены в таблице 36 и отражены на рисунке 23.

Так, по характеру водохозяйственных задач в Северо-Западном экономическом районе можно выделить три района, в Центральном — два. Несмотря на то что водные ресурсы Центрально-Черноземного экономического района относятся к различным бассейнам рек, по характеру и перспективам развития водного хозяйства выделен один Центрально-Черноземный район. По признаку единства водохозяйственных задач Волго-Камский район включает Башкирскую АССР. В состав Нижне-Волжского района включена Калмыцкая АССР, сильно отличающаяся по характеру водообеспеченности от других районов Нижнего Поволжья. Это сделано с учетом того, что основным водопотребителем здесь уже в ближайшей перспективе будет рисовое хозяйство, вода для которого поступает из Волги.

В один район объединены Краснодарский край и Ростовская область, для которых характерны проблемы регулирования стока рек и орошения на больших площа-

дях, а также проблема поддержания гидрологического режима Азовского моря.

Принцип группировки целых административных единиц привел в ряде случаев к отступлению от границ фактически сложившихся водохозяйственных комплексов. Так, к Каракумскому водохозяйственному району отнесены, с одной стороны, хорошо обеспеченные водой восточные и южные районы Туркменской ССР (прилегающие к Амударье и Каракумскому каналу), а с другой — безводные районы центральных Каракумов.

Границы водохозяйственных районов Сибири и Дальнего Востока из-за отсутствия необходимых детальных материалов по существу совпадают с границами бассейнов (особенно Обь-Иртышского и Байкало-Енисейского). С целью учета специфики, определяемой уровнем хозяйственного развития, в районах 14 и 16 выделены (приблизительно по 60° параллели) подрайоны: а) хозяйственно освоенные и б) нового хозяйственного освоения (перспективного развития). По той же причине, а также в силу единства проблем рационального распределения водных ресурсов, охраны природы и дальнейшего развития общесоюзной курортной и туристической базы, а также водообеспечения сельского хозяйства в Закавказье выделен один укрупненный водохозяйственный район, на территории которого объединены такие разные по водообеспеченности территории, как Западная и Восточная Грузия, Армения и т. д.

Урало-Каспийский район объединяет Западный Казахстан и Оренбургскую область. Хотя в хозяйственном отношении это не сходные территории, но проблема комплексного использования р. Урал, являющейся общей для них и приобретающей актуальность особенно в перспективе, становится основным районообразующим фактором.

При проведении дробного водохозяйственного районирования такие случаи должны быть учтены, для чего потребуются более детальные данные по водным ресурсам и водопотреблению.

На территории нашей страны существуют районы, сходные по типу развития водного хозяйства. Например, есть районы с многосторонним направлением использования водных ресурсов, когда доля отдельных компонентов водного хозяйства (промышленных, коммунально-

бытового водоснабжения, ирригации, гидроэнергетики и т. д.) примерно одинакова, и районы с явно преобладающим значением одного или немногих компонентов и т. д. Это дает право говорить о различных типах водохозяйственных районов. Типы районов не стабильны, а изменяются в соответствии с развитием производительных сил и сдвигами в их размещении. Устойчивость водохозяйственных районов несколько больше в давно хозяйственно освоенных частях страны. В районах, где идет процесс нового хозяйственного освоения, который обычно характеризуется высокими темпами развития народного хозяйства, такие изменения происходят значительно быстрее.

При выделении типов (групп) районов исходя из факторов производства учитываются отрасли, которые в интересах всего народного хозяйства должны быть обеспечены водой в первую очередь. Следовательно, принимается, что преимущественное право на использование водных ресурсов должно принадлежать потребителям, которые по каким-либо условиям не могут быть эффективно размещены в других районах страны.

Группировка водохозяйственных районов представлена на рисунке 23 и в таблице 36, а их краткая характеристика дается ниже.

Первый тип водохозяйственных районов (районы 32, 35, 36, 37, 40, 41), расположенных в полупустынной и пустынной зонах, характеризуется наименьшей водообеспеченностью во всей стране.

В засушливых районах с дефицитом водных ресурсов основой развития водного хозяйства является совместное использование поверхностных (в том числе и перебрасываемых) и подземных (в том числе возвратных) вод. При этом необходимо учитывать, что особенность водных ресурсов этих районов заключается в том, что подземные воды в своей основной массе образуются здесь за счет естественного погружения речных вод и вод рек временного стока. А это значит, что изъятие одних из них скажется на других. При этом подземные воды часто могут иметь отдаленные районы питания, и использование здесь этих вод может привести к уменьшению вод в глубине пустынных районов. Это наблюдалось в ряде случаев, когда строительство плотин на малых реках Средней Азии приводило к истощению подрусловых вод, в резуль-

тате чего без воды оставались и оазисы, и водопойные животноводческие пункты.

Структура водохозяйственных комплексов этой группы существенно различается. Так, почти единственной задачей водного хозяйства районов 32 и 35 является водоснабжение населения и горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, выросшей здесь на базе богатейших месторождений каменного угля, нефти, природного газа и руд черных и цветных металлов. В этих районах осуществляется также обводнение пастбищ. В настоящее время водоснабжение пользуется небольшими ресурсами местного стока, недостаточными для нормального водообеспечения; в ближайшей перспективе оно будет опираться на межбассейновые переброски стока (каналы Иртыш — Караганда — Джезказган и Волга — Урал), подземные воды (в том числе и возвратные) и опреснение вод Каспийского моря (32).

В остальных районах структуру водохозяйственных комплексов определяют орошаемое сельское хозяйство и гидроэнергетика, частично работающая в необходимом для ирригации режиме. Эти районы, как главная в стране база производства хлопка и отчасти риса, характеризуются высоким безвозвратным расходом воды, который быстро растет в связи с расширением площади орошаемых земель. Однако в развитии поливного земледелия уже выявились возможные пределы, так как межбассейновое перераспределение местных водных ресурсов почти завершено. Перспективы освоения огромных массивов пригодных для орошения земель и дальнейшего освоения богатейших ресурсов недр (нефти, природного газа, руд цветных металлов и пр.) требуют решения задачи коренного улучшения водообеспеченности путем намечаемой переброски части стока сибирских рек (Оби и Енисея).

Ко *второму типу* водохозяйственных районов относятся районы (10, 11, 25, 28, 31, 33, 34, 38, 39), расположенные в степной зоне неустойчивого увлажнения и отчасти в горах.

Эти районы также характеризуются недостаточной и резко недостаточной природной водообеспеченностью (см. рис. 4—5) и неустойчивым естественным увлажнением. Исключение составляют лишь части районов, прилегающие к нижним течениям рек (Днепра, Дона, Кубани), хорошо увлажненным склонам гор (Западная

Грузия), а также горный Памиро-Тянь-Шаньский район (38), где формируются водные ресурсы всей Средней Азии.

Эти районы играют важнейшую роль в производстве товарного зерна, продуктов животноводства, овощеводства и садоводства, кроме 33 и 34, преимущественно зерновых и животноводческих, и 38 в основном хлопководческого. Из-за неустойчивости естественного увлажнения производительность земледелия в них резко колеблется по годам. Достижение высокой и устойчивой продуктивности сельского хозяйства здесь возможно на основе применения массового орошения, которое пока находится еще в начальной стадии формирования.

Несмотря на недостаточную природную водообеспеченность, в них планируется широкое развитие орошаемого земледелия, что позволит более полно использовать характерный для этих районов продолжительный вегетационный период с высокой суммой активных температур, создающих возможность производства здесь ценных теплолюбивых культур.

Поскольку безвозвратный расход воды при поливном земледелии очень велик, общая ограниченность запасов водных ресурсов делает необходимым установление достаточно жестких пределов использования их другими отраслями хозяйства. Поэтому здесь сложным является вопрос размещения водоемких производств. В отдельных случаях затруднено и расширение орошаемого земледелия, так как повышенное изъятие в этих целях стока некоторых речных бассейнов, как, например, Дона и Кубани, может нанести большой ущерб рыбному хозяйству в связи с изменением гидробиологического режима Азовского моря. Пополнение водных ресурсов районов второй группы Европейской части страны при помощи межбассейновых переброс стока еще экономически не обосновано и не может рассматриваться как ближайшая перспектива развития водного хозяйства.

К *третьему типу* водохозяйственных районов принадлежат наиболее густозаселенные районы (4, 5, 6, 13, 30) с большим числом городских поселений, образующих крупные и крупнейшие агломерации (Москва, Донбасс, Урал). Они выделяются высоким уровнем развития обрабатывающей и добывающей промышленности, снабжающей своей продукцией многие районы Советского

Союза. В составе ее очень велик удельный вес водоемких производств, в том числе тепловых электростанций, черной и цветной металлургии, текстильной и пищевой промышленности. Здесь (районы 5 и 6) формируется новая железорудная и металлургическая база страны, намного увеличивающая масштабы использования местных водных ресурсов; огромному объему промышленного и коммунально-бытового потребления соответствует столь же большой объем водоотведения, который при недостаточном применении оборотного водоснабжения и очистки загрязненных стоков усиливает качественное истощение водных ресурсов. Так как природная водообеспеченность районов этой группы невысокая, здесь целесообразно ограничить развитие водоемких производств.

Водное хозяйство районов этого типа находится в очень сложном положении: в регулировании стока рек здесь почти достигнут предел. Усиленно используются подземные воды. Уже в настоящее время в ряде районов (5, 13, 30) наблюдается дефицит водных ресурсов. Для его преодоления ставится вопрос о межбассейновых перебросках стока.

К *четвертому типу* водохозяйственных районов отнесены районы (8, 9, 12, 15, 26, 27, 29) с наиболее разветвленной структурой водохозяйственных комплексов, расположенные в бассейнах крупных рек (Волги, Днепра, Оби). В них размещены общесоюзные базы железорудной промышленности, черной и цветной металлургии, нефтяной и химической промышленности. Тяжелая индустрия этих районов характеризуется очень высокой водоемкостью. Созданы также мощная гидроэнергетика и водный транспорт. При значительной, а местами очень высокой общей плотности населения имеется много больших и крупных городов. Здесь формируется крупное орошаемое земледелие, которое в перспективе займет миллионы гектаров плодородных земель. Такое направление в развитии народного хозяйства обусловливает быстрый рост общего водопотребления. Районы бассейна Волги имеют уникальное значение для рыбного хозяйства.

Перспективной задачей народного хозяйства в районах этого типа является широкое развитие орошаемого земледелия (в Заволжье, на Сарпинской низменности, в Приазовье, Кулундинской степи), которое резко увеличит безвозвратный расход воды.

Это потребует усиленной эксплуатации местных водных ресурсов. Важной задачей водного хозяйства здесь является повышение водообеспеченности соседних районов (Донбасса — по каналу Днепр — Донбасс, Северного Кавказа и Западного Казахстана по каналам Волга — Дон и Волга — Урал) и стабилизация уровня Каспийского моря. Такой рост расхода воды предполагает пополнение водных ресурсов Волги и Днепра путем переброски в них части стока северных рек, так как без повышения водообеспеченности бассейнов Волги и Днепра будет трудно решать намеченные здесь задачи. Кроме того, в ближайшем будущем в этих районах следует ожидать также и очень значительного увеличения коммунально-бытового и промышленного водопотребления.

К *пятому типу* относятся хорошо увлажненные районы (7, 20, 21, 22, 23, 24) с широким распространением заболоченности. В хозяйстве этих индустриальных районов преобладает тяжелая промышленность, многие отрасли которой (нефтеперерабатывающая, химическая, бумажно-целлюлозная и др.) относятся к водоемким. Для них характерны также высокая плотность населения (за исключением района 20), в них развит туризм (районы 22, 24), высока концентрация крупных городов. Поэтому общее водопотребление здесь достигает больших размеров. Это пока не вызывает особой напряженности в водоснабжении, так как речной сток достаточно велик, но неравномерен. Внутрирайонные переброски стока необходимы для повышения водообеспеченности некоторых промышленных центров (Минска, Таллина). Для районов этой группы характерны крупные масштабы осушительных мелиораций.

К *шестому типу* принадлежат районы (1, 2, 3, 14, 16, 17, 18, 19) с наиболее высокой водообеспеченностью, расположенные в сравнительно слабо освоенных и редко заселенных частях страны. Они выделяются сочетаниями огромных запасов самых разнообразных естественных ресурсов. Только два из них (2 и 3) не обладают экономически эффективным гидроэнергетическим потенциалом (если не считать энергии приливов). В этих районах основные компоненты водного хозяйства — это водоснабжение промышленности и населения, речной транспорт (включая лесосплав).

В многочисленных озерах (Ладожское, Онежское

Табл

Водохозяйственные районы

1. Общий состав			2. Водные источники и их характеристика				
Водохозяйственные районы	Площадь, тыс. кв. км	Население, млн. человек	Степень водообеспеченности	Главные источники водоснабжения	Сезонное распределение стока	Характер зарегулирования стока главных рек	Качественное состояние основных водных источников
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Озерный	514	4,5	+++	П	Вс, Оп	Се	++
2. Северо-Двинский	733	2,7	+++	П	Вс, Оп	Се	++
3. Печоро-Вычегодский	416	0,99	+++	П	Вс, Оп	—	+++
4. Волжско-Окский	370	15,1	++	П	Вс, Оп	Сз	+
5. Верхнеокский	115	5,4	++	П, Пз	Вс, Оп	Сс	++
6. Центрально-Черноземный . . .	168	8,0	+	П, Пз	Вс, Оп	Сс	++
7. Волго-Вятский	263	8,3	+++	П	Вс, Оп	Сз	++
8. Волго-Камский	346	12,5	+++	П	Вс, Оп	Сз	++
9. Нижневолжский	334	6,0	++ +	П	Вс, Оп	Сз	++
10. Доно-Кубанский	184	8,0	++	П, Пз	Вс, Оп, Вс, Лт	Сч	++
11. Терско-Кумский	171	6,0	++	П, Пз	Вс, Оп Вс, Лт	Сч	++
12. Верхнекамский	203	4,4	+++	П	Вс, Оп	Сч	++
13. Восточно-Уральский	354	9,0	++	П	Вс, Оп, Вс, Лт	Сз	+
14. Обь-Иртышский	1 892	4,0	а) +++	П	Вс, Лт	Сс	+++
			б) ++++				+
15. Верхнеобский . .	535	8,0	++	П	Вс, Лт	Сз	+
16. Байкало-Енисейский	3 691	6,3	а) ++++	П	Лт, Оп	Сч	+++
			б) ++++				
17. Ленский	3 103	0,7	+++	П	Лт, Оп	Сс	+++

ица 36

СССР (краткая характеристика)

3. Водопотребление				
Уровень водопотребления	Ведущие водопотребители	Перспективное направление развития района	Основные водохозяйственные мероприятия	Типы водохозяйственных районов
9	10	11	12	13
+++	Т, Цм, Нп, Х, Г, Рх, Цб, Вт	То же, Ос	Б, Пр	VI
++	Цб, Чм, Лс, Вт	То же	Б, Пр	VI
+	Цб, Нп, Лс, Вт, У	Т, Г, Цб, Нп, Лс, Вт, Гд	Б, Пр	VI
++++	Т, Х, Лг, Кб, Вт	То же	Вп, Б, Св	III
+++	Т, Чм, Х, Лг	То же	Б, Вп	III
+++	Т, Чм, Х, Пщ, Лг	То же	Вп, М	III
+++	Т, Г, Нп, Цб, Вт	То же	Вп, Б	V
++++	Г, Т, Х, Нп, Цм, Нд, Кб, Вт	Г, Т, Х, О, Нп, Цм, Нд, Кб, Вт, Рх	Вп, Б, Пс	V
+++	Г, Т, Чм, Цм, Нп, Х, О, Рх, Вт	О, Об, Г, Т, Чм, Цм, Нп, Х, Рх, Вт	Вп, Б, Пс, Пр	V
+++	Т, Г, Нп, О, Пщ, Рх, У	О, Об, Т, Г, Нп, Пщ, Рх, У	Вп, Б, М	II
++	Х, Нп, О, Цм, Гд	О, Г, Х, Нп, Цм, Гд	Б, Вп	II
+++	Т, Г, Цб, Чм, Цм	То же	Б	V
++++	Т, Чм, Цм, Цб, Х, Гд	То же	Б	III
++	а) южная освоенная часть — Х, Нп, Т, Пщ	Х, Нд, Т, Пщ, Ос	Б	VI
	б) северная часть — р-н нового освоения Нд, Вт, Рх	Т, Нд, Гз, Вт, Рх, Г	Б, М	VI
++++	Т, Г, Чм, Цм, Х, Гд, Пщ	Т, Г, Чм, Цм, Х, О, Об, Гд, Пщ	Б, М	V
++++	а) южная обжитая часть — Г, Т, Нп, Цб, Чм, Цм, Гд, Тр	То же	Б, Вп	VI
+	б) северная часть — р-н нового освоения Вт, Рх, Г	Г, Вт, Рх	Б	
+	Гд, Рх, Т	То же	Б	VI

1	2	3	4	5	6	7	8
18. Северо-Восточный	1 671	0,6	++	П	Лт, Оп	—	+++
19. Приамурский . .	1 620	3,3	+++	П	Лт, Оп	Сс	++
20. Приморский . .	166	1,7	++	П	Лт	Сс	++
21. Сахалинский . .	87	0,6	++	П	Лт	—	++
22. Прибалтийский	189	7,0	+++	П, Пз	Вс, Оп	Сч	++
23. Белорусский . .	208	9,0	+++	П, Пз	Вс	Сч	++
24. Прикарпатский	131	10	++	П, Пз	Вс	Сс	++
25. Днестровский . .	67	6,0	++	П, Пз	Вс	Сз	++
26. Днепровско-Деснянский	138	10	+++	П	Вс	Сз	++
27. Среднеднепровский	84	6,0	+++	П	Вс	Сз	+
28. Нижнеднепровский	80	4,0	++	П, Пз	Вс	Сз	++
29. Приднепровский	84	6	++	П, Пз	Вс	Сс	++
30. Донбасский . .	53,2	7,6	+	П	Вс	Сз	+
31. Закавказский . .	186	12	++	П, Пз	Лт, Вс	Сч	++
32. Урало-Каспийский	553,8	3,0	+	П, Пз	Вс	Сс	++
33. Тоболо-Ишимский	362	3	++	П	Вс	Сс	++
34. Иртышский . .	404	2,3	++	П	Вс, Лт	Сч	++
35. Бессточные . . .	810	2,4	+	П, Пз	Вс	—	++
36. Илийский	223	2	++	П, Пз	Вс, Лт	Сч	++
37. Нижнесырдарьинский	486	2	++	П, Пз	Лт	Сч	++
38. Памиро - Тянь-Шаньский . .	342	6	+++	П	Лт	Сч	+++
39. Верхнесырдарьинский	58	7	++	П, Пз	Лт	Сз	++
40. Амударьинский	362	3,7	++	П, Пз	Вс, Лт	Сч	++
41. Каракумский . .	488	2	+	П, Пз	Вс, Лт	Сч	++

Условные обозначения:

Гр. 4 +++ + очень высокая; +++ высокая; ++ средняя; + низкая.
Гр. 5 П — поверхностные, Пз — подземные.
Гр. 6 Вс — весенний паводок; Оп — осенний паводок; Лт — летний паводок.
Гр. 7 Се — естественное регулирование стока озерами; Сз — сток зарегулиро
Гр. 8 +++ высокое; ++ среднее; + низкое.
Гр. 9 +++ + очень высокий; +++ высокий; ++ средний; + низкий.
Гр. 10—11 Кб — водоснабжение населения; Т — теплоэнергетика; Чм — черная
Х — химическая; Цб — целлюлозно-бумажная; Нд — нефтедобывающая;
Вт — водный транспорт; Лс — лесосплав; Рх — рыбное хозяйство; Тр —
Гр. 12 Вп — ограничение размещения водоемких производств; Б — борьба с
другие районы; Пс — получение стока из других районов; Св —

Продолжение

9	10	11	12	13
+++	Т, Гд, Рх	Г, Т, Рх, Гд	Б	VI
++	Цб, Чм, Т, Гд, Рх	Г, Т, Ос, Цб, Чм, Гд, Рх	Б	VI
++	Т, Цм, Пщ, Вт, Гд	Т, Цм, О, Пщ, Вт, Гд	Б	V
+	Т, Цб, Нд, Рх	То же	Б	V
+++	Т, Цб, Пщ, Тр, Ос, Св	То же	Б	IV
+++	Т, Х, Цб, Нп, Лг, Пщ, Ос	То же	Б, Вп, М	IV
++	Нп, Пщ, Тр	Нп, Пщ, Ос, Тр	Б, М	IV
++	О, Пщ, Тр	О, Пщ, Тр	Вп, Б	II
+++	Г, Пщ, Вт, Кб	То же	Б	V
++++	Г, Т, Чм, Цм, Х, Кб, Гд	То же	Б, Вп	V
++	О, Г, Пщ, Тр	То же	Вп, Б	II
++	Т, Х, Пщ	То же	Б	V
++++	Т, Х, Чм, Кб, Гд	То же	Б, Вп	V
++++	Г, Нп, Х, Чм, Цм, О, Пщ, Тр	То же	Вп, Б	II
++	Х, Нп, Т, Чм, Цм, Гд, Рх	О, Т, Х, Нп, Чм, Цм, Гд, Рх	Б, Пс	I
++	Г, Гд, Х, Пщ	То же	Б	II
++	Т, Г, Цм, Х, Гд	То же	Б, М	II
++	Т, Чм, Цм, Гд	Т, Чм, Цм, Гд, Об	Вп, Б, Пс	I
++	Г, Пщ	То же	Б	I
+++	О, Т, Цм, Х, Гд	То же	Вп, Б	I
+++	О, Г, Пщ, Гд	То же	Б	II
+++	О, Т, Г, Чм, Цм, Нп, Х, Лг, Гд	То же	Вп, Б	II
+++	О, Т, Х, Лт	То же	Вп, Б	I
+++	О, Нп	То же	Вп, Б	I

ван; Сч — частичное регулирование стока; Сс — сток зарегулирован слабо.

металлургия; Цм — цветная металлургия; Нп — нефтеперерабатывающая; Гд — горнодобывающая; Лг — легкая; Пщ — пищевая; Г — гидроэнергетика; туризм и отдых; О — орошение; Ос — осушение; Об — обводнение.
загрязнением; М — регулирование местного стока; Пр — переброска стока в хозяйственное использование сточных вод.

и др.) аккумулируются большие запасы воды; здесь намечается ряд водохозяйственных мероприятий, проектируется переброска вод в центральные и южные маловодные районы Европейской части СССР. Экономически эффективный гидроэнергетический потенциал этих районов уже почти использован. Усиленно идет транспортное освоение водных путей. Задачи водного хозяйства состоят в водоснабжении промышленности и населенных мест по технологическим и санитарным нормам, в расширении осушительных мелиораций и в борьбе с загрязнением водоисточников.

В восточных районах этого типа экономически эффективный гидроэнергетический потенциал по своей мощности не имеет себе равных в стране. В силу суровых природных условий освоение таких районов носит (и еще долго будет носить) преимущественно очаговый характер (строительство гидроузлов, создание центров по добыче и переработке минерального сырья, лесопромышленных комплексов и т. п.). Эти районы весьма перспективны для размещения водоемких (и энергоемких) производств и гидроэлектростанций, развития водного транспорта, т. е. в них пока отсутствует на основной территории необходимость введения количественных ограничений в использовании водных ресурсов (при условии охраны их от загрязнения). Эти районы являются перспективным резервом для межбассейновых переброс стока.

Глава VI

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Региональные проблемы водного хозяйства в нашей работе рассматриваются на примере двух крупных экономических районов страны — Центрально-Черноземного и Поволжского. Первый из них характеризуется недостаточной природной водообеспеченностью и нарастающим дефицитом водохозяйственного баланса, а второй — хорошей обеспеченностью водными ресурсами, но с очень неравномерным их размещением по территории и напряженностью водохозяйственного баланса в некоторых местах этого района. Различны также и задачи развития водного хозяйства. В Центрально-Черноземном районе они состоят в основном в водоснабжении промышленности и населения, а в Поволжском — в многостороннем использовании водных ресурсов (помимо промышленности и населения) для гидроэнергетики, водного транспорта, орошения, обводнения и рыбного хозяйства. Различия в характере водопотребления в большой мере сказываются на эффективности использования водных ресурсов, степени рациональности распределения их между отраслями народного хозяйства.

Центрально-Черноземный экономический район выделен как единый водохозяйственный район (см. табл. 36, р-н 6) и относится к третьей группе водохозяйственных районов с

недостаточными водными ресурсами и высоким уровнем промышленного и коммунально-бытового водопотребления.

Специфическая особенность водного хозяйства этого района — относительно ограниченный круг водопотребителей, включающий промышленность, население и сельское хозяйство. Такой состав водопотребителей обусловлен структурой производственно-территориального комплекса района. Отраслями общесоюзной специализации Черноземного Центра являются черная металлургия, машиностроение, промышленность строительных материалов и пищевая промышленность. До 40% общей валовой продукции приходится на долю сельского хозяйства, которое в общесоюзном масштабе выделяется производством зерна, сахарной свеклы, масличных культур и продуктов животноводства.

По соотношению продукции промышленности и сельского хозяйства (60 и 40% соответственно) Черноземный Центр пока отстает от других районов страны. В связи с ускоренным процессом его индустриализации ожидается, что в ближайшее время доля его промышленной продукции возрастет почти до 80% («Пути совершенствования...», 1969). Однако в районе еще только формируются крупные индустриальные узлы, а в размещении промышленного производства наблюдается резко выраженная неравномерность. До 60% валовой промышленной продукции района дают в основном пять областных городов, ставших уже сейчас крупными индустриальными центрами. В них сосредоточены наиболее значительные по объему производства предприятия тяжелой и легкой индустрии — металлургические, машиностроительные, химические заводы, трикотажные комбинаты, швейные и обувные фабрики, мясокомбинаты и т. п. Располагаясь на берегах небольших рек, иногда в их верховьях, они оказывают коренное влияние на характер водных ресурсов территории и уже сейчас испытывают существенные затруднения с водоснабжением. Аналогичен и характер размещения горнорудной промышленности, возникшей на месторождениях железных руд бассейна, приуроченных лишь к нескольким пунктам района.

Рассредоточенное размещение типично только для предприятий промышленности строительных материалов

и пищевой, перерабатывающих местное минеральное или сельскохозяйственное сырье. Такие предприятия, даже при сочетании нескольких из них в одном пункте, не образуют индустриальных центров с концентрированным водопотреблением. Однако и среди них есть пункты, уже испытывающие существенные трудности с водоснабжением (рис. 24).

По водообеспеченности Центрально-Черноземный район занимает одно из последних мест в стране. На 1 *кв. км* его площади приходится годовой сток 100 тыс. *куб. м*, а на одного жителя — лишь около 3,0 тыс. *куб. м*. Несмотря на то что этот район почти целиком расположен в лесостепной зоне и лишь частично в подзоне умеренно засушливых степей, по средним показателям водообеспеченности его можно сравнить с некоторыми аридными районами Юго-Востока. Средний многолетний объем полного стока здесь достигает 22,1 *куб. км/год*, в том числе формирующегося на территории района — 16,7 *куб. км/год*. В маловодные годы (95% обеспеченности) сток снижается до 9 *куб. км* и менее («Водные ресурсы...», 1967). В районе были периоды, когда объем речного стока уменьшался на 60—70% от среднего многолетнего (например, 1933—1939 гг.) или же увеличивался до 170—200% по сравнению с многолетней нормой (1932, 1942, 1953 гг.). Из имеющихся наблюдений видно, что нет строгой закономерности и в колебаниях стока по годам (Сухарев, 1967): как многоводные, так и маловодные периоды здесь могут продолжаться несколько лет подряд. Это вызывает существенные трудности для водоснабжения хозяйства и населенных мест.

Общие причины маловодности связаны с географическим положением и особенностями природных условий. Район лежит на центральном водоразделе Русской равнины: до $^2/_3$ его площади относится к бассейну Дона, а $^1/_3$ — почти поровну распределяется между бассейнами Днепра и Оки. Всего здесь насчитывается свыше 5 тыс. рек, а средняя густота речной сети составляет 0,16 *км* на 1 *кв. км*. Однако большинство рек — мелкие, длиной менее 10 *км*. Рек протяженностью более 10 *км* в районе немного: в бассейне Дона — 688, в бассейне Днепра — 175 и в бассейне Оки — еще меньше. Даже самые крупные реки, принадлежащие бассейнам Днепра и Оки, представляют собой притоки второго или третьего по-

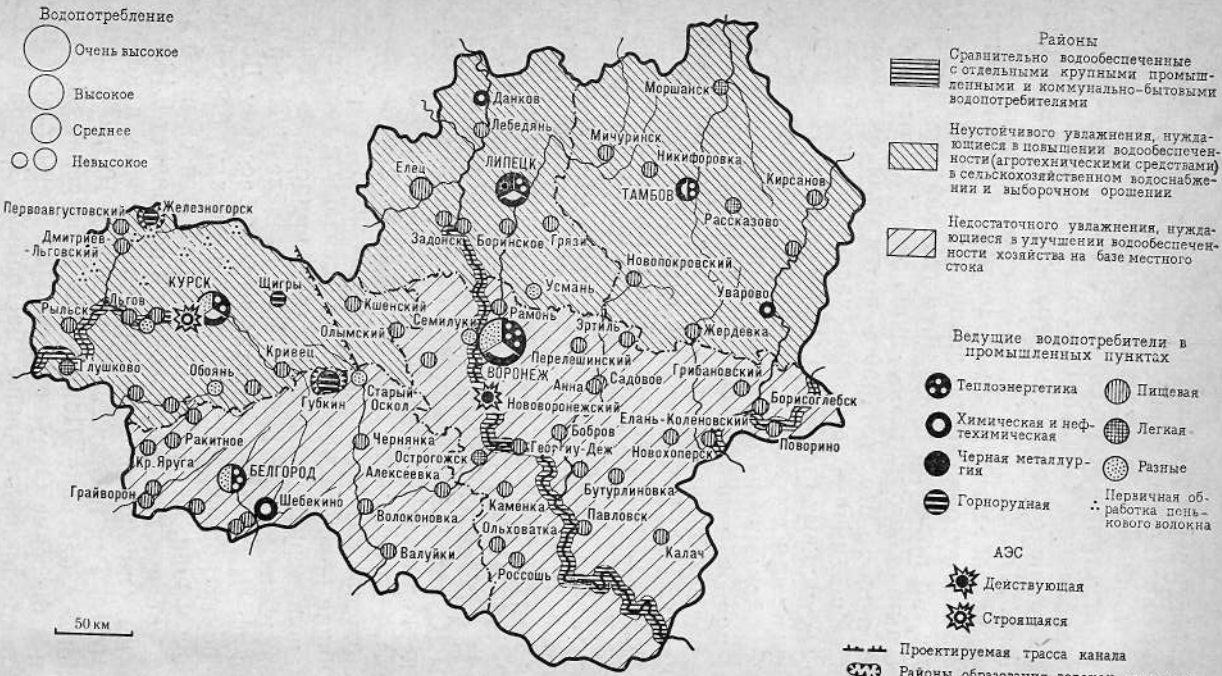


Рис. 24. Использование водных ресурсов Центрально-Черноземного района

рядка. Притоки же первого порядка имеются только в бассейне Дона, который, если не считать Хопра с Вороной, является единственной транзитной рекой района. Но за пределами последнего (в Тульской области) находится лишь исток этой реки. Следовательно, и Дон можно рассматривать как реку, формирующуюся на территории Черноземного Центра.

Средние показатели водообеспеченности отдельных частей территории района, зависящие от природных факторов, весьма различны. Они выражают зональные изменения стока, связанные с распределением осадков, количество которых уменьшается к югу и юго-востоку (с 550 до 450 *мм*). В соответствии с этим снижается и средний годовой сток с 1 *кв. км* — от 5 *л/сек* на севере до 2 *л/сек* на юге. Он несколько повышается (почти до 6 *л/сек*) на наветренных склонах Среднерусской возвышенности.

Основная часть стока приходится на весну, и величина его зависит от площади бассейна. Так, по подсчетам К. П. Воскресенского, на реках с площадью бассейна до 50 *кв. км* весенний (паводочный) сток достигает 90—100% от годового. При увеличении площади бассейна до 100 *кв. км* он составляет 80—85%, до 500 *кв. км* — 70—75% и свыше 500 *кв. км* — 55—65%. А так как для подавляющего большинства рек характерны малые площади бассейнов, то эти реки, если сток их не зарегулирован, фактически могут быть источниками водоснабжения только в короткий период весеннего половодья. Величина стока в это время достигает значительных размеров (80—90 *мм* на севере и 40—50 *мм* на юге района), которая, однако, для хозяйства в большой мере теряется.

Недостаточная обеспеченность водой этой территории смягчается лучшей, чем во многих районах и по стране в целом, структурой стока. Его подземная, устойчивая часть составляет 31% полного стока, повышаясь на Среднерусской возвышенности до 36 и снижаясь на Тамбовской равнине до 24%. По обеспеченности запасами подземных вод Черноземный Центр находится в лучшем положении, чем некоторые другие районы Европейской части СССР (например, Волго-Вятский и Северо-Кавказский). Оцененные по методике ВСЕГИНГЕО, эксплуатационные ресурсы их составляют 255 *куб. м/сек*, в том числе восполняемые — 104 *куб. м/сек*. Использова-

ние для водоснабжения подземных вод, не превышающее их восполняемых запасов, обеспечивает устойчивое во времени водоснабжение, менее зависимое от колебаний паводочного стока.

Бóльшая часть речного стока формируется на территории района. Распределение стока по областям показывает его небольшую величину и колебания в обеспеченности отдельных частей Черноземного Центра.

Из всех областей лучше других водными ресурсами обеспечена Липецкая область и хуже — Воронежская, хотя ее и пересекает Дон — самая многоводная река района. Фактически только прилегающая к нему полоса не испытывает недостатка в воде.

Характеристика водообеспеченности Черноземного Центра не может быть достаточно полной, если не учесть того объема водных ресурсов, который этот район должен отдавать соседним районам. Наиболее велик отток речных вод из Воронежской области в Ростовскую (по Дону) и Волгоградскую (по Хопру), достигающий в среднем соответственно 10 и 4 *куб. км/год,* а в маловодные годы — 5,7 и 1,4 *куб. км.* Меньший, но значительный по объему отток характерен и для Белгородской области, отдающей Украине (по Северскому Донцу, Осколу и др.) около 2,5 *куб. км* воды. Примерно такой же объем (2,6 *куб. км*) речного стока поступает в УССР из Курской области (по Сейму) и до 1,6 *куб. км* из Тамбовской (по Цне) в Рязанскую область («Водные ресурсы...», 1967). Сокращение этого оттока едва ли возможно, так как названные реки служат источниками водоснабжения сопредельных территорий Поволжья, Северного Кавказа, Украины и центральной нечерноземной полосы.

Рассматривая природную обеспеченность территории Черноземного Центра, следует учитывать также ресурсы почвенной влаги. Величина этих ресурсов зависит от метеорологических условий каждого отдельного года. По среднемноголетним данным, к началу мая в подзоне северной лесостепи запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы достигают 190—200 *мм*, в подзоне южной лесостепи — 170—180 *мм*, в подзоне умеренно засушливой степи эти запасы снижаются до 140 *мм.* Соответственно увеличиваются и средние дефициты влажности почвы, составляя 40—60 и 100 *мм* (Сухарев, 1967). Иными словами, в средние и сухие годы почвы центрально-черно-

земной полосы нуждаются в дополнительном увлажнении — от 1 тыс. до 1,5 тыс. *куб. м* воды в расчете на 1 *га* («Орошаемое земледелие...», 1965). Оно может быть получено в основном за счет сокращения поверхностного (паводочного) стока, осуществляемого агротехническими средствами. Экспериментальные исследования, проведенные на Курском стационаре Института географии АН СССР, показывают, что весенний сток не одинаков с различных угодий (*Львович, 1969*).

Сокращение стока, как это подтверждают многочисленные опыты, непосредственно зависит от агротехнических приемов, которые способствуют увеличению мощности снежного покрова и усилению инфильтрации. Применение кулис увеличивает запасы воды в снеге (перед снеготаянием) в 5 и даже в 6 раз, а обвалование, крестование, щелевание и другие приемы обработки зяби сокращают паводочный сток в 2—3 раза. В этом же направлении действует и полезащитное лесоразведение. Это неоднократно подтверждено опытами Института сельского хозяйства центрально-черноземной полосы имени В. В. Докучаева. По данным исследований этого института, при облесенности водосборов на 6% паводочный сток уменьшается на 50—60%. На его сокращение влияет также все возрастающее применение удобрений, во много раз улучшающее инфильтрационные свойства почв.

В итоге паводочный сток маловодных лет (исследования Института географии АН СССР) может быть полностью задержан на полях, в связи с чем резко уменьшится питание рек поверхностными водами в весенний период. По этим данным, ожидаемое сокращение местного поверхностного стока составит в среднем 42% с колебаниями от 40% в Курской области до 46% в Липецкой, а уменьшение речного стока — от 20 до 30%, в том числе Дона — на 8 *куб. км/год*. Общий же объем воды останется без изменений, так как возрастут подземный сток, запасы почвенной влаги и продуктивное испарение (Грин, 1965; Львович, 1969).

Таким образом, интенсификация земледелия, являющаяся генеральной линией дальнейшего развития сельского хозяйства, изменяет величину составляющих водного баланса Черноземного Центра. Доступный для использования объем водных ресурсов в одних отраслях

Таблица 37

Распределение прудов в ЦЧР *

Области	Количество прудов	Площадь водного зеркала, *га*	Полный объем, тыс. *куб. м*
Белгородская . . .	334	2 470	37 700
Воронежская . . .	2 447	6 374	160 439
Курская	410	3 400	65 500
Липецкая	1 680	2 980	58 074
Тамбовская	853	6 500	73 080
Всего . . .	5 724	21 724	394 793

* Сухарев, 1967.

(в сельском хозяйстве) увеличивается, в других — уменьшается. Все это при отсутствии перспектив повышения водообеспеченности за счет межбассейновых переброс стока выдвигает задачу рационального распределения имеющихся водных ресурсов между отраслями народного хозяйства и влияет на пути развития этих отраслей как в ближайшей, так и в более отдаленной перспективе.

В связи с ограниченностью водных ресурсов и необходимостью передачи части их другим районам здесь возникает проблема регулирования местного стока, повышающего водообеспеченность его территории. Такое регулирование до последнего времени имело одно направление — задержание стока талых вод в прудах. Строительство прудов и аналогичных им водоемов имеет давнюю историю, но в широком масштабе оно стало осуществляться только в процессе социалистической реконструкции народного хозяйства. В 1967 г. в районе насчитывалось свыше 5,7 тыс. прудов, в которых в среднем ежегодно накапливалось около 400 млн. *куб. м* воды.

В их составе различают пруды полного и неполного регулирования стока. Первые из них рассчитаны на задержание паводочного стока, который может повторяться 1 раз в 100 лет (1% обеспеченности). При более вероятном стоке многоводного года (15—25% обеспеченности) такие пруды практически задержат все талые воды,

поступающие в гидрографическую сеть. В прудах неполного регулирования (по многолетним наблюдениям, проводимым в Таловском районе Воронежской области) может быть задержано 30—60% стока 80% обеспеченности и до 30% среднемноголетнего стока (Сухарев, 1967). В маловодные годы водорегулирующая роль прудов соответственно возрастает.

О затратах на регулирование местного стока можно судить по данным того же Таловского района. В расчете на 1 *куб. м* зарегулированной воды такие затраты составляют до 5 коп. При среднем сроке службы пруда 70 лет затраты на 1 *куб. м* воды составят только 0,07 коп. Следовательно, зарегулирование в прудах весеннего стока экономически эффективно и обеспечивает сельскохозяйственное водоснабжение.

Несколько иные условия складываются в Черноземном Центре с регулированием речного стока. Необходимость его определяется задачами водоснабжения промышленности, которые не могут быть решены при бытовом стоке рек и использовании их водных ресурсов в соседних районах. Но регулирование речного стока и образование водохранилищ сопровождается, как известно, затоплением и подтоплением сельскохозяйственных угодий, размеры которых находятся в прямой связи с принятыми нормальными подпорными уровнями. Такое регулирование нельзя совместить с получением энергетического и транспортного эффекта, так как оно намного превысит ущерб от затопления. Например, на Дону, к которому приурочены почти все гидроэнергоресурсы района, повышение уровня на 10—15 *м* (в створах Коротояка, Семилук, Павловска или Богучара) приведет к потере всех заливных лугов, т. е. последних природных кормовых угодий в этом уже до предела распаханном районе. Энергетический же эффект от регулирования стока Дона невелик и составит лишь 90—150 млн. *квт-ч/год*. Незначителен эффект и для водного транспорта, почти не участвующего во внутрирайонных перевозках массовых грузов.

Следовательно, регулирование речного стока здесь приходится рассматривать как ограниченное мероприятие. Оно не обеспечит накопления нужного объема водных ресурсов без ущерба для сельского хозяйства и сельских населенных пунктов, обычно тяготеющих к долинам

рек. На реках района (по данным Воронежского научно-технического общества сельского хозяйства) без ущерба для хозяйственной деятельности может быть накоплен лишь такой объем водных ресурсов, какой необходим для орошения 45 тыс. *га* пойменных земель, в то время как сток, аккумулированный в прудах, позволит в перспективе оросить 500—600 тыс. *га*. Поэтому при регулировании речного стока должна ставиться главным образом задача обеспечения промышленного водоснабжения, для чего осуществлено строительство гидроузлов на реках Воронеж и Матыра (для Воронежа и Липецка). В дальнейшем оно возможно на Сейме и Тускори (для Курска и Льгова), на Свапе (для Железногорска), на Северском Донце (для Белгорода), на Осколе (для Губкина) и на Цне (для Тамбова).

В связи с быстрыми темпами индустриализации, более высокими, чем в некоторых других районах страны, объем водопотребления в Центрально-Черноземном районе все более возрастает, и в ближайшей перспективе намечается увеличение промышленного водопотребления в 5 раз. Наиболее крупные водопотребители — тепловые электростанции (около 35% общего промышленного водозабора), сахарные заводы (25%), черная металлургия (около 15%) и химические предприятия (свыше 10%). Особенно быстро растет водопотребление металлургической и химической промышленности, а также теплоэнергетики.

Во многих работах, посвященных перспективам развития производительных сил района, отмечаются серьезные затруднения, возникающие при решении вопросов водообеспечения расширяемых или вновь создаваемых производств, но не указываются пути устранения таких затруднений («Развитие и размещение...», 1967; «Пути совершенствования...», 1969, и др.). Исходя же из освоенных и намечаемых к освоению естественных ресурсов (железные и медно-никелевые руды, титано-циркониевые россыпи, бокситовые и мело-мергельные породы, фосфориты и др.), высокой обеспеченности района трудовыми ресурсами и относительной близости топливных баз (Донбасса и Поволжья) выдвигаются предложения о развитии многих водоемких производств, в том числе флотационного способа обогащения на предприятиях КМА и при разработке медно-никелевых руд, гравита-

ционного способа обогащения для извлечения титана и циркония, гидрофракционирования песков для получения формовочных материалов, значительного увеличения производства металла, кокса, азотных и фосфатных удобрений, синтетических материалов, строительства сверхмощных тепловых электростанций и т. п. Предлагается размещение новых предприятий в небольших городах, если они удобно расположены в транспортном отношении, тогда как вопросы водообеспеченности всех этих производств остаются открытыми.

Как нам представляется, в Черноземном Центре давно назрела необходимость несколько иного подхода к развитию производительных сил, считающегося с возможностями водообеспечения района.

Дальнейшее развитие производственных сил Центрально-Черноземного района состоит в формировании его территориально-производственного комплекса на базе КМА. Основные звенья этого комплекса (добыча и обогащение железных руд, выплавка чугуна и стали, производство проката, коксохимия, тяжелое машиностроение) уже имеются. Во всех проектах выдвигается задача их всемерного расширения, совершенствования производственных связей между ними, а также комплексного использования естественных ресурсов, например вскрышных пород на рудниках КМА и т. д.

Важнейшей проблемой становится вопрос о более рациональном использовании и охране водных ресурсов при разработке месторождений железных руд КМА и других полезных ископаемых. Крупные горнообогатительные комбинаты (мощностью 15—30 млн. *т* сырой руды) затрачивают на обогащение добытой руды (методами мокрой магнитной сепарации, флотации и т. д.) от 20 млн. до 50 млн. *куб. м/год* воды. Сточные воды обогатительных фабрик содержат различные вредные компоненты.

В добывающих отраслях промышленности вода, как правило, непосредственно не участвует в технологических процессах. Однако эти отрасли оказывают большое влияние на водные ресурсы районов, часто нарушая их естественный режим. Особенно это сказывается на подземных водах: происходит понижение их уровня, ухудшается качественный состав вод. Понижение уровня вод при эксплуатации рудников приводит к увеличению фильтрации воды из рек, к перетеканию подземных вод из верхних в

ниже расположенные горизонты. В результате понижается статический уровень вод и образуются воронки депрессий, нарушается водоснабжение населения и хозяйства. К этому же могут привести неправильные работы по осушению железорудных месторождений КМА. Так, при добыче руды на Лебединском руднике, где для предотвращения обводнения при проведении вскрышных работ велась откачка воды в объеме около 6000 *куб. м/час*, возникали затруднения в водообеспечении населения и хозяйства. Особого внимания требует действующая система водоснабжения в Белгородской и Курской областях, а также на соседних с ними территориях в связи с ростом открытой добычи (при вводе в действие Чернянского и Погромецкого рудников и т. д.).

Все большим водопотребителем в Черноземном районе становится энергетика. В силу специфических особенностей водных ресурсов в районе отсутствует гидроэнергетика. Развитие теплоэнергетики связано с большими водохозяйственными проблемами. При прямоточной системе затраты на водоснабжение на тепловых электростанциях составляют от 2,5 до 8,5% себестоимости электроэнергии («Экономические проблемы...», 1969). Но прямоточное водоснабжение сверхмощных электростанций в условиях района трудно осуществимо. Применение же оборотных систем повысит долю затрат на водоснабжение до 4,5—11,5%. Поэтому возникает вопрос о рациональности преимущественной ориентации энергоснабжения экономического района на мощные энергетические системы страны и строительство не конденсационных, а теплофикационных электростанций, могущих обеспечить главные центры района тепловой энергией. Кроме того, в районе все больше развивается атомная энергетика — водоемкий водопотребитель. С пуском четвертого энергоблока мощность Нововоронежской АЭС на Дону с реактором водо-водяного типа достигла 1,5 млн. *квт*. Начато строительство атомной электростанции на р. Сейм под Курском с мощностью одного реакторного блока 1 млн. *квт*.

В металлургической промышленности района одним из крупнейших водопотребителей является Новолипецкий металлургический завод, который в результате реконструкции увеличит объем водопотребления. В последние годы выдвигались предложения о размещении в районе

новых металлургических заводов полного цикла с группой связанных с ними химических производств. Если исходить из фактора обеспеченности сырьем и топливом (донецким углем и природным газом), а также непрерывного роста металлопотребления в районах Европейской части СССР, то строительство таких предприятий может дать большой народнохозяйственный эффект. Однако дефицит воды создает большие препятствия для размещения металлургических заводов. Так, например, для металлургического завода неполного цикла, который может быть построен в Старом Осколе, необходимо воды (с учетом всего комплекса) около 30 *куб. м/сек*, тогда как средний годовой сток р. Оскол в районе завода — 8 *куб. м/сек*. Это потребует проведения межбассейновой переброски стока из Оки в количестве около 2 *куб. км/год*.

В связи со сложностью решения вопроса о размещении новых металлургических предприятий в районе КМА имеются предложения (М. С. Буяновский, Н. Д. Лелюхина, Н. В. Овчининский и др.) об эффективности строительства крупного металлургического завода полного цикла на рудах КМА и печорских углях в районе г. Горького, где благодаря Волге нет затруднений для размещения такого высоководоемкого производства.

Черноземный Центр принадлежит к районам с высоким уровнем производства химической продукции, особенно минеральных удобрений, пластических масс, синтетических смол и волокон, но с дефицитом топливно-энергетического и сырьевого балансов. В еще большей степени ограничителем развития химических производств является недостаток водных ресурсов. Крупный водопотребитель в Черноземном Центре — пищевая промышленность: сахарная, мясная, спиртовая, мукомольно-крупяная и др. Подавляющая часть ее предприятий имеет крупные размеры и потребляет большое количество воды. В связи с дальнейшим ростом этой отрасли увеличится и общий объем ее водопотребления.

Полный учет водопотребления промышленности и городского населения в Черноземном Центре еще не осуществлен. Имеющиеся приближенные данные показывают, что из общего объема водопотребления 30% составляет промышленное и 10% коммунально-бытовое. По областям района этот объем распределяется очень неравномерно. Свыше 30% его приходится на долю Воронеж-

ской области, 25% — Курской, свыше 20% — Липецкой, 10% — Тамбовской и около 10% — Белгородской.

Такое распределение, отражающее степень водоемкости сложившегося промышленного производства, не совпадает с территориальным распределением водных ресурсов. Так, самый крупный индустриальный центр района — Воронеж, насчитывающий 676 тыс. жителей (1970 г.), вырабатывает около 75% всей промышленной продукции области. Производственный профиль города определяют крупные предприятия машиностроения, потребляющие в общей сложности большое количество воды, и водоемкой химической промышленности. В составе некоторых заводов тяжелого машиностроения имеются металлургические цехи, расходующие значительное количество воды. К числу водоемких производств города следует отнести и некоторые предприятия пищевой промышленности.

Следовательно, Воронеж можно рассматривать как пункт концентрированного водопотребления. Воду забирают в основном из р. Воронеж (75%) и частично (25%) из подземных источников (главным образом для населения и предприятий пищевой промышленности). Напряженность водоснабжения важнейшего промышленного и культурного центра района возникает не только в маловодные годы, но и в меженные периоды средних по водообеспеченности лет. Одной из попыток обеспечения бесперебойного водоснабжения города является создание водохранилища в устье р. Воронеж.

Поскольку в недалекой перспективе водопотребление Воронежа, как предполагают, удвоится, неизбежно встанет вопрос об использовании водных ресурсов Дона. Это потребует выяснения экономической эффективности этих мероприятий, а также изучения вопроса о том, в какой мере водоснабжение из Дона отразится на водном балансе реки, где расположен такой крупный водопотребитель, как Нововоронежская АЭС.

Липецк — один из ведущих центров черной металлургии страны. В состав его производственного комплекса входят также коксохимия, смежные отрасли химии и тяжелое машиностроение с литейными цехами. Все эти отрасли развивались быстрыми темпами в восьмой пятилетке. В девятой пятилетке и в дальнейшем предстоит еще больший рост промышленного производства Липецка

как одной из основных частей формирующейся Центральной металлургической базы страны, что вызовет и соответствующее увеличение водопотребления («Развитие и размещение...», 1967).

Однако и современное водопотребление Липецка нельзя считать обеспеченным. Около 90% его составляет промышленное водопотребление. Осуществляется оно из поверхностных водоисточников (рек Воронеж и Матыра). Водозабор из подземных источников составляет около 20% и обеспечивает преимущественно коммунально-бытовое и промышленное водопотребление. В маловодные годы, когда минимальный среднемесячный речной сток снижается, недостаток воды оказывает влияние на все отрасли хозяйства. Но и в средние годы также отмечается напряженность водохозяйственного баланса. Мощность липецких металлургических заводов предполагается увеличить, в связи с чем увеличится и водопотребление, что создаст еще большие трудности.

Не составляют исключения и вопросы водоснабжения Курска. Он играет важную роль в химической промышленности страны. Здесь созданы производства резинотехнических изделий и синтетического волокна. Степень водоемкости их очень высока, она возрастает по мере ввода новых мощностей (темпы индустриализации Курска опережают темпы индустриализации других городов Центрально-Черноземного района). Усиленный забор подземных вод промышленностью, удельный вес которых в общем водопотреблении составляет около 10%, создал серьезные затруднения в водоснабжении. Для обеспечения нормального водоснабжения предусматривается регулирование стока Тускори и Сейма.

В Белгороде (ведущие — пищевая промышленность и производство строительных материалов), лежащем у истоков Северского Донца, общий объем водопотребления пока невелик. Регулирование стока Северского Донца в дальнейшем рассматривается здесь как средство повышения водообеспеченности. В Тамбове (химическая и машиностроительная промышленность) водоснабжение опирается в большей мере на подземные воды, чем на сток р. Цны. Такая ориентация водоснабжения требует особого внимания при эксплуатации подземных источников, так как забор воды из них все время увеличивается.

Трудности водоснабжения типичны не только для областных городов, но и для некоторых относительно небольших промышленных пунктов. Так, в Шебекино с его комбинатом синтетических жирных кислот и спиртов сток р. Нежеголь в маловодный год составляет только 50 тыс. *куб. м/сут*. В местах открытых разработок железных руд КМА (Губкин, Железногорск), которым часто сопутствует откачка обильных подземных вод (приток в некоторых местах до 5 тыс. *куб. м/час*), может быть понижение уровня вод, что приведет к образованию воронок депрессий.

В других промышленных пунктах (Елец, Старый и Новый Оскол, Льгов и др.) пока не ощущается острого недостатка водных ресурсов, что связано в ряде случаев не столько с достаточной природной водообеспеченностью, сколько с тем, что здесь пока отсутствуют крупные водоемкие производства.

По условиям водообеспеченности для размещения металлургических заводов пригодны только придонские города, расположенные ниже главного водопользователя — Нововоронежской АЭС.

Водопотребление в сельском хозяйстве состоит из расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды сельского населения, для животноводства, на обслуживание техники и орошение. Все это учитывается очень приближенно. Совсем отсутствует учет продуктивного испарения, т. е. расхода почвенной влаги на производство биомассы. Ориентировочно в целом по району на все виды сельскохозяйственного водоснабжения расходуется свыше 200 млн. *куб. м/год* и на орошение — до 3 млн. *куб. м/год*. Эти данные почти совпадают с проектными нормами сельскохозяйственного водоснабжения, по которым расход воды должен составлять около 220 млн. *куб. м/год*. Следовательно, если исходить из близких к фактическому водопотреблению проектных норм, то общая картина сельскохозяйственного водоснабжения в экономическом районе может быть представлена в следующем виде (табл. 38).

Приведенные данные показывают, что уровень сельскохозяйственного потребления воды недостаточен по сравнению с другими отраслями. Ожидается, что в ближайшее время забор свежей воды для целей сельскохозяйственного водоснабжения возрастет в 2—3 раза. Од-

Таблица 38

Распределение сельскохозяйственного водопотребления (в процентах) *

Водопотребители	Области					Итого по экономическому району
	Курская	Белгородская	Воронежская	Липецкая	Тамбовская	
Сельское население . . .	46,0	38,0	36,0	40,0	45,0	40,0
Орошаемое земледелие . .	—	—	—	—	—	—
Животноводство	47,0	60,0	60,0	54,5	50,0	55,0
Сельхозтехника	7,0	2,0	4,0	0,5	5,0	5,0
Итого . . .	100	100	100	100	100	100

* По расчетам авторов.

новременно будет увеличиваться и расход воды на орошение (полностью безвозвратный).

Особенность района состоит в том, что он не нуждается в орошении больших земельных массивов, как, например, в Заволжье или на Северном Кавказе. В Черноземном Центре планируется осуществить рассредоточенное орошение небольших участков почти во всех хозяйствах для получения гарантированных урожаев овощных, плодовых и кормовых культур. По расчетам И. П. Сухарева (1967), в северо-западной части района до линии Льгов — Курск — Щигры — Липецк водами местного стока с 1 *кв. км* территории можно оросить до 47 *га* при оросительной норме 800—1000 *куб. м/га*. В полосе, ограниченной линией Белгород—Новый Оскол—Острогожск — Тамбов, сток с 1 *кв. км* водосбора позволяет оросить до 24 *га* при норме 1000—1200 *куб. м/га*. В юго-восточной части района площадь орошения с 1 *кв. км* водосбора снижается до 16 *га*, а оросительная норма увеличивается до 1200—1500 *куб. м/га*.

Хотя ирригация и не представляет собой главного средства повышения продуктивности растениеводства, но она будет внедряться в сельскохозяйственное производство наряду с другими мероприятиями по его интенсификации. Пригодная для орошения площадь в районе состав-

ляет до 700 тыс. *га*. Из них 500—600 тыс. *га* может быть орошено водами, аккумулированными в прудах, 40—45 тыс. *га* пойменных земель — из рек и 60—65 тыс. *га* — водами артезианских скважин. Общий расход воды на орошение такой площади достигает 800 млн. *куб. м/год*. Если учесть, что только в действующих прудах ежегодно аккумулируется до 400 млн. *куб. м* паводочного стока, то при правильном их содержании имеются все возможности для орошения этой площади.

Вместе же с водоснабжением общий объем сельскохозяйственного водопотребления вскоре превысит 2 *куб. км/год*. Фактически он будет значительно большим, так как при повышении агротехники не только увеличатся ресурсы почвенной влаги, но и возрастет ее продуктивный расход. Приведенные выше расчеты Б. Шумакова («Орошаемое земледелие...», 1965) показывают, что в среднесухие годы каждый гектар посевов зерновых недополучает 1000—1500 *куб. м* воды, необходимой для получения высокого урожая. Общий недостаток воды для зерновых в такие годы составляет 5,0—7,5 *куб. км*. Если же хотя бы половина весеннего стока будет задержана на полях агротехническими приемами (по подсчетам А. М. Грина, это может составить до 2,5 *куб. км/год*), то всего сельскому хозяйству потребуется ежегодно до 5 *куб. км* воды.

Возникает вопрос о целесообразности такого расхода воды сельским хозяйством. Источником экономии водных ресурсов в данном случае может быть всемерное сокращение площадей орошения свежей водой, переход на орошение сточными водами (в пригородных зонах промышленных центров).

При распределении водных ресурсов, на наш взгляд, размещение некоторых производств, потребляющих много энергии, сырья и воды, особенно химических, экономически более эффективно в водообеспеченных восточных районах, чем в Центрально-Черноземном, где очень высоки затраты на сырье и энергию и где все дополнительно обостряется дефицитом воды. Вопросы вовлечения в общественное производство свободных трудовых ресурсов района могут решаться другим путем — развитием трудоемких производств, не связанных с первичными видами сырья и источников энергии (предприятия приборостроения, сферы обслуживания и т. п.).

Черноземный Центр является одним из благоприятных районов для производства сахарной свеклы, озимой пшеницы, крупяных, масличных, лубяных, плодовых и многих кормовых культур. Нет основания отрывать от производства сельскохозяйственного сырья и его переработку. Следовательно, сельскому хозяйству и пищевой промышленности должны быть предоставлены преимущества в водопотреблении. К числу ведущих должны принадлежать и те отрасли тяжелой индустрии, которые связаны с разработкой местной сырьевой базы, имеющей огромное значение для народного хозяйства СССР (железные руды КМА).

Кроме количественной нехватки воды в районе возникает сложнейшая проблема качественного истощения водных ресурсов, охраны водных источников от загрязнения. К сточным водам таких отраслей промышленности, как химия и металлообработка, добавляются сточные воды размещенных во многих местах района пищевых предприятий, являющихся опасными органическими загрязнителями воды. Так, количество отходов в сахарном производстве в среднем составляет около 15 *куб. м* на тонну перерабатываемой свеклы (валовой сбор свеклы в 1967 г. — свыше 15 млн. *т*). Сточные воды спиртовых заводов характеризуются быстротой закисания и образованием различных органических веществ (в среднем на производство 1 *т* спирта приходится 100—150 *куб. м* сточных вод).

Радикальным средством повышения водообеспеченности района могло бы быть межбассейновое перераспределение водных ресурсов, которое вполне осуществимо при данном уровне развития техники. Наиболее близкая к району крупная река — Ока, но часть ее стока предназначается для водоснабжения Москвы. Проблема же переброски в район части стока северных рек и озер экономически еще не обоснована. Известно, например, что в Поволжье, главные водотоки которого своими верховьями почти смыкаются с верховьями крупных северных рек, все виды затрат по переброске каждого кубического километра воды составляют десятки миллионов рублей. Можно предполагать, что в этом районе в силу его географического положения и особенностей рельефа такие затраты будут значительно более высокими. Поэтому приходится констатировать, что по природным условиям

Черноземный Центр в отношении улучшения его водообеспеченности на основе межбассейнового перераспределения стока имеет наименее благоприятные предпосылки среди районов Европейской части СССР.

Поволжский экономический район, который включает два крупных водохозяйственных района (см. табл. 36, районы 8 и 9) — Волго-Камский и Нижне-Волжский, отличается наиболее разветвленной структурой водохозяйственных комплексов, имеющих общесоюзное значение. Эффективное решение хозяйственно-территориальных проблем и пути дальнейшего экономического развития Поволжья во многом зависят от рационального использования водных ресурсов, так как именно они становятся фактором, лимитирующим развитие всех ведущих отраслей народного хозяйства.

В силу высокой обеспеченности топливно-энергетическими, минерально-сырьевыми и трудовыми ресурсами, а также выгодного транспортно-географического положения сложившийся здесь территориально-производственный комплекс имеет важнейшее общесоюзное значение. Отрасли хозяйства, формирующие этот комплекс, занимают ведущее место в стране. Это нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность, образующие главную нефтяную базу страны; нефтехимия, занимающая первое место в общесоюзном производстве; развитое разнообразное машиностроение; гидроэнергетика — важное связующее звено Единой энергетической системы Европейской части СССР; водный транспорт — основа Единой водно-транспортной системы страны; многоотраслевое сельское хозяйство — одна из главных продовольственных баз Советского Союза; рыбное хозяйство, дающее наиболее ценную в мире продукцию этой отрасли. Все эти отрасли народного хозяйства — крупнейшие водопотребители.

По суммарной обеспеченности водными ресурсами Поволжье более чем в 12 раз превосходит Черноземный Центр. В Европейской части СССР оно уступает лишь Северо-Западному району. Однако почти 80% речного стока, который приурочен целиком к трем транзитным рекам — Волге, Каме и Дону, формируется за пределами Поволжья — в центральной части Русской равнины и в Приуралье. Прилегающая к этим рекам полоса не испытывает недостатка в воде. Но на самой территории рай-

она формируется только $^1/_5$ суммарного объема поверхностного стока. Этот местный сток распределяется очень неравномерно, что приводит к большому различию в водообеспеченности отдельных частей Поволжья.

Такое различие является результатом неравномерной увлажненности, уменьшающейся с севера на юг и с запада на восток. В лесостепи годовое количество осадков колеблется в пределах 630—500 *мм*. Здесь типична относительно густая речная сеть, местами достигающая 0,30 *км/кв. км* (в бассейнах Суры и Свияги). В степной полосе, где среднегодовое количество осадков уменьшается до 450—470 *мм*, соответственно снижается и густота речной сети — от 0,15 до 0,06 *км/кв. км*. В полупустыне за год выпадает только 280—375 *мм* осадков, а речная сеть, за исключением редких временных водотоков, вообще отсутствует. Этим различиям соответствует и водность рек. При среднем по району коэффициенте стока 0,17 в лесостепи он повышается до 0,16 (Ульяновская область) — 0,28 (Башкирская АССР), в степи снижается до 0,12 (Саратовская область) — 0,08 (Волгоградская область), а в полупустыне — до 0,02 (Астраханская область и Калмыцкая АССР).

Транзитные реки Поволжья многоводны; кроме того, относительно большой водностью выделяются Вятка, Белая и Уфа (в нижнем течении) с расходом свыше 50 *л/сек*. Меньшим, но значительным расходом (более 15 *л/сек*) характеризуются Сура и Хопер (также в нижнем течении). Водность большинства рек меньше 15 *л/сек*. В этой группе преобладают реки с расходом менее 3 *л/сек*, которые даже в средние по водности годы не имеют постоянного стока — пересыхают летом или промерзают зимой. Такие реки типичны не только для степной полосы. В маловодные годы (95% обеспеченности) подобный характер приобретают многие реки лесостепи, в том числе и имеющие большое значение для водоснабжения промышленности, например р. Степной Зай.

Широко распространено представление о том, что речной сток в Поволжье полностью преобразован из-за создания Волжско-Камского каскада, Цимлянского гидроузла и Волго-Донского канала имени В. И. Ленина. Масштабы этих преобразований, безусловно, велики, но они затронули только крупные транзитные реки и устья их некоторых притоков, превратившиеся в заливы

Куйбышевского, Волгоградского, Саратовского и Цимлянского водохранилищ. Водные ресурсы малых рек используются еще слабо. Сток большей части рек, формирующихся в пределах района, по-прежнему остается незарегулированным (кроме Уфы, Кутулука, отчасти Большого Иргиза и некоторых других). Так как подавляющая часть речного стока приходится на период весеннего половодья (в лесостепи объем весеннего стока составляет до 60% годового и более, в степи он повышается до 90%, а в полупустыне — до 100%), то это отрицательно сказывается на водоснабжении населения и хозяйства.

Оптимальные условия водообеспеченности в Поволжье имеются в полосе, прилегающей к транзитным рекам. Подсчитано, что 97% водопотребителей приходится на бассейн Волги, 2% — Дона и 1% — на бассейн Урала и Узеней. Бытовой сток этих рек характеризовался большими сезонными и годовыми колебаниями. На Волге, например, $^1/_3$ годового стока приходилась на май и $^1/_5$ — на июнь. В июле сток снижался до 7% от годового и продолжал сокращаться в последующие месяцы (до 2% в феврале и марте). Если в средние по водности годы расходы Волги в створе Куйбышева и Волгограда составляли соответственно 7680 и 8130 *куб. м/сек*, то в маловодные годы они снижались до 4680 и 5090 *куб. м/сек*. Зарегулирование стока транзитных рек позволило аккумулировать в водохранилищах огромные запасы воды и обеспечить режим расхода, дающий экономически эффективную выработку гидроэлектроэнергии. В результате этого в створе Куйбышевского гидроузла расход Волги повысился до 13,5 тыс. *куб. м/сек*, а в створе Волгоградского — до 14,8 тыс. *куб. м/сек*. После заполнения до проектной отметки Нижнекамского водохранилища расход Камы в створе плотины возрастет с 2,8 тыс. *куб. м/сек* до 12,5 тыс. *куб. м/сек*.

За вычетом потерь на испарение с поверхности водохранилищ весь преобразованный сток больших рек проходит через сооружения гидроузлов. Так, по данным Комсомольской гидрометеорологической обсерватории, через створ Куйбышевского гидроузла проходит около 97% всего волжско-камского годового стока, из которых до 85% идет на выработку электроэнергии и 0,5% — на питание шлюзов. Холостые сбросы приурочены в основном

к периоду весенних паводков. Объем их не превышает 12—15% годового расхода водохранилища. Аналогичное положение характерно и для других водохранилищ Волго-Камского каскада. Все они, за исключением Саратовского, относятся к водохранилищам сезонного регулирования и обеспечивают относительно равномерный режим стока. Саратовское водохранилище обеспечивает суточное регулирование, чему способствует промежуточное положение между двумя крупнейшими водохранилищами сезонного регулирования.

Неравномерна обеспеченность Поволжья подземными водами. Запасы и уровень их использования для хозяйственных нужд уменьшаются с севера на юг. В этом же направлении возрастает и их минерализация, достигающая своего максимума в полупустыне.

Таким образом, географической особенностью размещения водных ресурсов Поволжья является неравномерность распределения их по территории района. Высокой водообеспеченностью характеризуются только зоны, непосредственно прилегающие к крупным рекам. Правобережье в целом бедно поверхностными водами, большинство же районов левобережья испытывает дефицит водных ресурсов. Ограниченные эксплуатационные запасы подземных вод и высокая степень их минерализации усиливают трудности водообеспечения.

Из общего объема водопотребления Поволжского экономического района свыше половины приходится на испарение с поверхности водохранилищ, на производственные нужды промышленности идет более 30%, на хозяйственно-бытовые нужды городского населения — 6, сельскохозяйственное водоснабжение — около 2,5 и на орошение — около 10%. Доля отдельных областей Поволжья в потреблении воды весьма различна (табл. 39).

Ведущее место в общем водопотреблении Поволжья занимают Куйбышевская и Волгоградская области и Башкирская АССР, являющиеся наиболее насыщенными водоемкими отраслями производства. Наименьшее водопотребление в Калмыцкой АССР, Ульяновской и Пензенской областях, не имеющих таких отраслей производства.

Водохозяйственные проблемы Поволжья — важнейшее звено общегосударственной проблемы Волго-Каспийского бассейна, с которой тесно связано решение такой задачи, как создание единых энергетической и водно-

Таблица 39

Водопотребление областей Поволжья *

Административные единицы	Водопотребление (в %)		
	общее	в том числе	
		промышленное	городского населения
Астраханская область	8	8	6
Волгоградская область	17	15	24
Куйбышевская область	21	21	23
Пензенская область . .	9	10	3
Саратовская область .	11	12	13
Ульяновская область .	1,9	1	4
Башкирская АССР . .	20	20	14
Калмыцкая АССР . .	0,07	0,06	0,0
Татарская АССР . . .	11	10	12
Поволжье в целом . .	100	100	100

* По расчетам авторов.

транспортной систем Европейской части СССР. Проблема Волго-Каспийского бассейна перерастает в проблему водообеспеченности Европейской территории Советского Союза, включающую сложные вопросы, в том числе межбассейновые переброски стока и межрайонное маневрирование им.

В водохозяйственном комплексе района сочетаются многие виды водопотребителей и водопользователей. Каждый из этих компонентов предъявляет свои требования к режиму водоисточников, к величине объема используемых водных ресурсов, в первую очередь к главным рекам, играющим решающую роль в водообеспеченности хозяйства Поволжья. Отсюда возникает и необходимость именно комплексного использования водных ресурсов, т. е. рационального распределения их между основными водопотребителями и водопользователями с учетом их значения для страны (современным и перспективным), увязанного с решением общих задач водообеспеченности Европейской территории СССР.

Проблема комплексного использования водных ресурсов Поволжья возникла уже в первые годы Советской власти, как составная часть единого плана развития про-

изводительных сил страны — плана ГОЭЛРО. В нем впервые была сформулирована задача использования для электрификации гидравлической силы равнинных рек, прежде всего Волги, создания судоходных каналов, связывающих северные и южные моря, и организации в широких масштабах орошения засушливых земель на юго-востоке. Позднее эти идеи получили дальнейшее развитие в плане «Большой Волги»[1], включавшем гидроэнергетическое, ирригационное, водно-транспортное звенья. Первые шаги в реализации этого плана локализовались в бассейне Онежского озера и Верхней Волги (постройка Беломорско-Балтийского судоходного канала, канала для водообеспечения Москвы путем переброски в р. Москву волжского стока, строительство Угличского и Рыбинского гидроузлов). В послевоенный период проблема комплексного использования водных ресурсов стала решаться в Среднем и Нижнем Поволжье, где началось создание гидроэнергетических узлов и судоходных каналов (ГЭС имени В. И. Ленина и имени XXII съезда КПСС, Волго-Донской канал и др.), а также за пределами Поволжья (Волго-Балтийский путь).

Потенциальные гидроэнергетические ресурсы района составляют 71 млрд. *квт-ч*, из них технически возможные к использованию — 47 млрд., а экономически эффективные — 41 млрд. *квт-ч*. До $^3/_4$ ресурсов последней группы приурочено к Волге и Каме, причем они в основном уже освоены. После введения в строй Нижнекамской ГЭС общая выработка этой группы станций каскада (ГЭС имени В. И. Ленина, Саратовской и ГЭС имени XXII съезда КПСС) составит более 30 млрд. *квт-ч*, а гидроэнергетический экономически эффективный потенциал будет исчерпан. Выработка электроэнергии на действующих гидроэлектростанциях повысится при переброске стока северных рек.

Гидроэлектростанции Волжско-Камского каскада играют большую роль в покрытии пиковых нагрузок в энергетических системах Поволжья, Центра, Урала и Юга. Они вырабатывают дешевую электроэнергию, себестоимость которой на Волжской ГЭС имени В. И. Ленина

---

[1] См. «XVII съезд Всесоюзной Коммунистической партии (б), 26 января — 10 февраля 1934 г.». Стенографический отчет.

в среднем равна 0,12 *коп/квт-ч*, а на ГЭС имени XXII съезда КПСС — даже 0,07 *коп/квт-ч*. Однако различия между установленной и обеспеченной мощностями этих станций довольно велики. Если на первой из них установленная мощность составляет 2 300 тыс. *квт*, то обеспеченная — только 807 тыс. *квт*, а на второй — соответственно 2 563 тыс. и 820 тыс. *квт*. Аналогичное положение характерно для Саратовской ГЭС (1 290 тыс. и 416 тыс. *квт*) и еще больше (1 080 тыс. и 177 тыс. *квт*) для Нижнекамской. Это объясняется резкими колебаниями водоносности рек по годам и частой повторяемостью маловодных лет («Гидроэнергетические ресурсы. . .», 1967).

Гидроэнергетические узлы Поволжского экономического района наряду с выработкой электроэнергии играют роль связующих звеньев Центральной, Уральской и Южной энергосистем. Их соединение через волжские ГЭС создало основу Единой энергетической системы Европейской части СССР.

Рассматривая вопрос об использовании водных ресурсов для гидроэнергетики, необходимо учесть, что наряду с положительными (снабжение потребителей дешевой электроэнергией, создание запасов воды) имеются и отрицательные стороны ее влияния на другие отрасли народного хозяйства, и в первую очередь на сельское и рыбное хозяйство. Созданные в равнинных условиях водохранилища на Волге, Каме и Дону затопили большие площади сельскохозяйственных земель. Из общей площади затопления, достигающей в Поволжье почти 1,5 млн. *га*, около 15% приходится на пахотные, сады и приусадебные земли, свыше 30% — на сенокосы, около 10% — на выгоны и пастбища, свыше 30% — на леса и кустарники и около 15% — на прочие.

В целом по Поволжью в расчете на 1 *куб. км* полезной емкости водохранилищ затоплено свыше 10 тыс. *га* плодородных пойменных земель, что в 2 раза больше, чем в среднем по РСФСР. Неблагоприятная черта — большие площади мелководий. Ущерб для сельского хозяйства, вызванный затоплением, сопровождается и потерями сельскохозяйственных угодий в результате подтопления, которое достигает больших размеров.

Иногда подтопление рассматривается как положительное явление, частично компенсирующее утрату затопленных земель, так как на подтопляемых территориях

увеличиваются ресурсы почвенной влаги, что позволяет создавать на них культурные сенокосы и пастбища, получать более высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Но подтопление в Поволжье способствует усилению оползневых явлений и в степной зоне вызывает местами вторичное засоление, а в лесостепной — заболачивание земель, т. е. ухудшение угодий. Все эти процессы должны учитываться и экономически оцениваться. К потерям сельского хозяйства следует отнести и разрушение берегов водохранилищ. На Цимлянском водохранилище, например, уже разрушено до 5 тыс. *га*, а на Куйбышевском — до 3,5 тыс. *га*. Поскольку переработка берегов представляет собой длительный процесс, этот вид ущерба сохраняется надолго (Авакян, Шарапов, 1968).

Объем воды на мелководных участках волжских водохранилищ составляет меньше 2% их полезного объема. Практически он не оказывает никакого влияния на выработку электроэнергии и работу водного транспорта. Кроме того, в мелководных зонах водохранилищ увеличиваются потери воды на испарение. Следует также учесть, что в нижних бьефах гидроузлов аккумулирование паводковых вод в водохранилищах, уменьшая затопление пойменных земель, может привести к постепенному остепнению, а местами и засолению таких земель. В пойме Нижнего Дона, например, ежегодно затопляется менее половины прежде заливаемой площади. Незатопляемая на протяжении ряда лет часть поймы фактически превратилась в степь, а на 120 тыс. *га* ее уже произошло засоление. Вероятность затопления Волго-Ахтубинской поймы составляет теперь 1 раз в 3 года, и его может не быть в течение 5—7 лет подряд. Это приводит, по подсчетам Б. А. Шумакова, к недобору до 3 млн. *ц* сена в год, которым можно прокормить до 500 тыс. голов овец.

Для предотвращения остепнения поймы и получения высоких урожаев трав необходимо затопление ее в течение 30—35 дней, для чего потребуется направить весенние двухнедельные попуски воды через плотину Волгоградского гидроузла, равные 25 тыс. *куб. м/сек*, из которых до 40% объема приходится на холостые сбросы. Но такие сбросы противоречат интересам энергетики, так как снижают выработку электроэнергии примерно на 0,8—0,9 млрд. *квт-ч* в средние по водности годы. В мало-

водные годы, когда расход воды, необходимой для проектной выработки электроэнергии, должен поддерживаться на уровне не ниже 12 тыс. *куб. м/сек*, а возможности холостых попусков с точки зрения задач энергетики вообще отпадают, процессы остепнения и засоления поймы развиваются еще более усиленно. Сопоставление ущерба, получаемого сельским хозяйством в нижних бьефах гидроузлов, и энергетического эффекта от работы гидроэлектростанций экономически еще не оценивается.

Как положительное, так и отрицательное влияние оказывают волжские и донские гидроузлы на рыбное хозяйство. С одной стороны, водохранилища создают для него благоприятные условия: повышается кормность водоемов за счет задержки в них биогенных элементов, расширяются площади нерестилищ на мелководьях и возможности рыборазведения — путем организации рыбозаводов и нерестово-выростных хозяйств. С другой стороны, все эти в принципе благоприятные условия далеко не в полной мере реализуются. Такое положение объясняется главным образом несоответствием водного режима водохранилищ с требованиями рыбного хозяйства. В целях большей выработки электроэнергии в водохранилищах поддерживается возможно более высокий уровень, что противоречит интересам рыбного хозяйства. Слабо используются пока также возможности мелководий для рыборазведения, имеющие благоприятные проектные технико-экономические показатели. Так, на Куйбышевском водохранилище выход товарной рыбы может составить до 65 тыс. *ц/год* при себестоимости 1 *ц* 25 руб.; ежегодные накопления при этом превысят 2 млн. руб., а окупаемость всех затрат произойдет за 5 лет (Румянцев, 1966). Только в Цимлянском водохранилище вылов рыбы почти достиг проектного.

Большой ущерб рыбному хозяйству наносит в нижних бьефах гидроузлов сокращение половодий и обсыхание нерестилищ. На Нижнем Дону до постройки Цимлянского гидроузла нерестилища заливались на площади 200 тыс. *га* на протяжении 90 суток и более. В настоящее время они заливаются приблизительно 1 раз в 3—4 года на значительно меньшей площади и в менее благоприятные для нереста сроки. В Азовском море вследствие потери нерестилищ и повышения солености из-за сокращения стока Дона и Кубани общий улов сократился в 3 ра-

за, а улов полупроходных рыб — в 7 раз. Аналогичное положение сложилось и в дельте Волги, где часть площади нерестилищ теперь остается без воды. Сильно снизилась кормность Каспийского моря из-за отхода воды от берегов почти на 30 *км*. Благоприятный для нереста рыбы и выроста молоди режим затопления нерестилищ состоит, как известно, в плавном и постепенном повышении и снижении уровня паводковых вод. Расход воды при этом на протяжении 20 суток и более должен составить не менее 25—27 тыс. *куб м/сек*, а всего за апрель — июнь — до 110 *куб. км*. Но такой попуск ведет к снижению выработки электроэнергии каскадом Волжских ГЭС на 0,5—4,0 млрд. *квт-ч*, особенно в маловодные годы (Румянцев, 1966).

Как уже говорилось, для сохранения среднего уровня выработки электроэнергии каскадом гидроэлектростанций необходим расход воды 12—14 *куб. м/сек*, который не обеспечивает заполнения дельтовых нерестилищ. Их обводнение пытаются решить при помощи Астраханского вододелителя, задача которого — обеспечить гарантированное обводнение в годы низкого паводка более 300 тыс. *га* естественных нерестилищ Нижней Волги путем направления в начале весны основной части речного стока для увлажнения западной части дельты, а в апреле и мае, когда начинается нерест полупроходных рыб, — восточной. Такое распределение стока отвечает в большей мере интересам энергетики, так как позволяет гидроузлам отказаться от рыбохозяйственных попусков в маловодные годы. Однако оно вызывает потерю нерестилищ для большей части стада осетровых рыб, мигрирующих на нерест через западные протоки дельты. Предположение, что пути миграций осетровых переместятся в восточную часть дельты, как доказывают данные КАСПНИРО и Института осетрового хозяйства, оказались необоснованными. Большую роль в поднятии продуктивности рыбного хозяйства должно играть, как уже было показано, широкое проведение рыбоводно-мелиоративных мероприятий.

В многостороннем использовании водных ресурсов Поволжья видное место принадлежит водному транспорту, развитие которого во многом связано с новой судоходной обстановкой, возникшей после зарегулирования стока Волги, Камы и Дона. В условиях бытового стока

гарантированные судоходные глубины на Волге выше устья Камы ранее составляли около 200 *см*, а от устья Камы до Каспия — около 250 *см*. Подъем уровней воды в водохранилищах после зарегулирования стока и специальные попуски ее в нижние бьефы гидроузлов в летне-осеннюю межень увеличили гарантированные глубины и позволили применять суда с осадкой уже до 3,5 *м* грузоподъемностью 2—5 тыс. *т*. Это снижает на $^1/_3$ затраты на перевозку грузов по сравнению с ранее применявшимися судами («Проблемы использования водных ресурсов...», 1969). После завершения строительства Чебоксарского гидроузла гарантированные глубины на Волге дадут возможность применять суда с осадкой 4,0—4,5 *м* и еще в большем размере снизить затраты на перевозку грузов. Аналогичные условия для судоходства созданы и на Волго-Донском водном пути. Доступными для водно-транспортного обслуживания стали пункты, ранее расположенные вдали от рек (Димитровград и др.). Появилась возможность резкого увеличения грузооборота. Так, грузонапряженность в створе Цимлянского гидроузла составляет теперь свыше 6 млн. *т/год*, Куйбышевского и Волгоградского — по 25 млн. *т/год* каждого. В районах, которые тяготеют к водным путям Волжского бассейна, до 30% всей годовой перевозочной работы выполняет водный транспорт. В навигационный период его доля в перевозках леса и минерально-строительных материалов превышает 40%, а нефтяных грузов — 50% (Ковалев, 1968).

Огромным преимуществом водного транспорта после зарегулирования стока Волги, Камы и Дона, а также строительства судоходных каналов стала возможность организации прямых перевозок грузов река — море, что составляет сущность Единой водотранспортной системы Европейской части СССР.

Наряду с благоприятными условиями, созданными для водного транспорта регулированием речного стока, имеются и неблагоприятные, возникающие обычно в нижних бьефах гидроузлов. Выражаются они в уменьшении судоходных глубин и в необходимости ведения землечерпательных работ, если навигационные попуски в осенне-летнюю межень уменьшаются по сравнению с проектными. Так, для поддержания гарантированных судоходных глубин в нижнем течении Дона проектные навигационные

попуски из Цимлянского водохранилища должны составлять не менее 580 *куб. м/сек*. Обеспеченность же ими за весь период существования Цимлянского водохранилища не превышает 50%. При сокращении попусков ниже минимального гарантируемого объема (400 *куб. м/сек*) и связанном с этим снижении судоходных глубин возникает необходимость уменьшения осадки судов, т. е. их недогруза. Это наносит большие убытки водному транспорту, которые в маловодные годы достигают за навигацию 17 млн. руб. по капиталовложениям и до 1 млн. руб. по эксплуатационным затратам («Проблемы использования...», 1969). При сокращении попусков в нижний бьеф Цимлянского гидроузла в отдельные годы сроки навигации сокращались более чем на месяц.

Возможность сохранения навигационных попусков из Цимлянского водохранилища в проектном объеме уменьшается в связи с ростом водозабора из него на производственные нужды, главным образом на орошение. Это может быть предотвращено строительством пяти низконапорных гидроузлов на Нижнем Дону, что будет связано с потерей рыбным хозяйством нерестилищ в дельте Дона и дальнейшим сокращением притока речных вод в Азовское море.

Противоречия между водопотребителями и водопользователями на Волге пока еще не достигли такой остроты, как на Дону. Судоходная обстановка здесь временами ухудшается только в верхнем подпоре Куйбышевского и нижнем бьефе Волгоградского гидроузлов. Минимальный среднесуточный навигационный попуск из этих водохранилищ установлен в 4 тыс. *куб. м/сек*. За весь период их существования он нарушался сравнительно редко, и тогда это вызвало необходимость проводить землечерпательные работы в нижних бьефах, объем которых в среднем составлял 2—3 млн. *куб. м*, повышаясь в отдельные годы почти до 5 млн. *куб. м*, в то время как в нижнем бьефе Цимлянского гидроузла он возрастал до 7 млн. *куб. м* и более. При осуществлении в широких масштабах забора воды из волжских водохранилищ возможно увеличение объема землечерпательных работ и создание серьезных затруднений для прямых перевозок грузов река — море.

Годовая потребность района в электрической энергии уже в ближайшем будущем, в связи с развитием нефте-

химических производств и предстоящим большим расходом электроэнергии на орошение, может составить до 90 млрд. *квт-ч*, а в более отдаленной перспективе возрастет еще в 2 раза. Кроме того, пока сохраняется необходимость передачи электроэнергии из Поволжья в центральные районы и на Урал. В настоящее время повышение энерговооруженности района достигается расширением установленных мощностей действующих и строительством новых тепловых электростанций, с этим связано и увеличение водопотребления. В районе сооружены и будут сооружаться сверхмощные конденсационные электростанции (Заинская, Кармановская и Приволжская ГРЭС), теплофикационные станции, создана атомная энергетика (Димитровград).

Производство электроэнергии составило в 1970 г. более 80 млрд. *квт-ч/год* («Народное хозяйство РСФСР в 1970 г.». М., 1971), в том числе гидроэлектростанциями — свыше 20 млрд. *квт-ч*. Принимая средний расход воды на выработку 1 тыс. *квт-ч* на тепловых электростанциях равным 220 *куб. м* (по действующим нормам), можно считать, что потребление воды в теплоэнергетике района достигает примерно 12—13 *куб. км/год*. Поскольку при оборотном водоснабжении потери на испарение обычно составляют до 3%, то общий объем безвозвратных потерь воды можно определить примерно в 0,4 *куб. км/год*. Он ежегодно должен пополняться за счет забора свежей воды в равном объеме. При доведении выработки электроэнергии на ГРЭС и ТЭЦ до 80 млрд. *квт-ч* в оборотном цикле будет находиться 18—20 *куб. км* воды, а ежегодные потери на испарение составят до 0,6 *куб. км*. При доведении общей выработки электроэнергии до 180 млрд. *квт-ч* и относительно скромной роли в ней ГЭС (немногим более 40 млрд. *квт-ч*) для теплоэнергетики потребуется около 40 *куб. км* воды, в том числе для восполнения ежегодных потерь на испарение — 1,2—1,5 *куб. км*.

Технико-экономические показатели новых тепловых электростанций Поволжья оцениваются как благоприятные. Удельные капиталовложения на 1 *квт* составляют 60—70 руб., а себестоимость 1 *квт-ч* — 0,16—0,18 коп. (Шелест, 1965). С позиций топлива (мазут, природный газ, экибастузский и донецкий уголь) и водоснабжения, прежде всего в районах, тяготеющих к волго-камским водохранилищам, строительство таких станций не встречает

препятствий. Затруднения с водоснабжением возможны только в нефтепромышленных районах Татарии и Башкирии, а также на западном склоне Приволжской возвышенности, где ресурсы речного стока малы, например в закамской части Татарской АССР, где при доведении мощности Заинской ГРЭС до 2,4 млн. *квт* единовременное изъятие воды из источников для оборотного цикла составит около 2 *куб. км* с последующим ежегодным забором ее для восполнения потерь свыше 120 млн. *куб. м*. Таким объемом свободных водных ресурсов нефтепромышленные районы Татарии, как известно, не располагают. Передача воды по водоводу из Камы увеличивает стоимость каждого кубометра воды. В связи с этим возникает вопрос о более рациональном размещении тепловых электростанций и о сдерживании их развития путем получения достаточно дешевой электрической энергии из восточных районов страны. Это позволит в перспективе сократить потребление воды теплоэнергетикой.

Нефтедобывающая промышленность, используя воду непосредственно для добычи сырья, оказывает большое влияние на качественное состояние водных ресурсов районов добычи. В 1971 г. в нашей стране было добыто около 370 млн. *т* нефти. Интенсификация разработки нефтяных пластов, предпринимаемая для повышения коэффициента нефтеотдачи, намного увеличивает эффективность использования месторождений. Она осуществляется различными способами, из которых в настоящее время наиболее эффективным и широко применяемым является воздействие на нефтяные пласты при помощи законтурного и внутриконтурного заводнения. Экономический эффект от применения методов искусственного поддержания пластового давления составил за восьмую пятилетку более 1 млрд. руб. Однако применение методов, обеспечивающих добычу нефти фонтанным способом, требует значительных капиталовложений и эксплуатационных затрат. В некоторых районах страны затраты на воду в себестоимости добычи нефти составляют от 35 до 50%.

В перспективе в результате роста темпов добычи нефти в стране увеличивается и водопотребление этой отрасли. Пока, по мнению специалистов, нет оснований ожидать, что методы заводнения будут заменены какими-либо другими, более эффективными методами добычи, исключающими и использование воды. Темпы роста до-

бычи нефти будут более высокими, чем в настоящее время. Поэтому и в дальнейшем расход воды в нефтеперерабатывающей промышленности останется очень большим.

В составе потребителей водных ресурсов Поволжья нефтедобывающая промышленность занимает относительно скромное место. Но почти все эксплуатируемые месторождения нефти расположены в недостаточно обеспеченных водой районах. Поэтому безвозвратное изъятие воды, характерное для нефтедобывающей промышленности, ухудшает водообеспечение других потребителей.

Расход воды при заводнении на 1 *т* добываемой нефти изменяется в зависимости от удельного веса нефти, ее вязкости и пористости пласта. Для Поволжья, как известно, типичны нефти со средним и отчасти тяжелым удельным весом. Добыча 1 *т* средней по удельному весу нефти требует закачки в нефтесодержащие пласты 1,5—2 *куб. м* воды, а тяжелой (как например на Арланском месторождении) — до 4 *куб. м*.

Данные об уровне добычи нефти в Поволжье позволяют приближенно определить необходимый для этого расход воды. В среднем по району на каждую тонну добываемой нефти он составляет почти 4 *куб. м*, из которых до 40% идет на заводнение продуктивных пластов, до 35% — на промысловую подготовку нефти и до 25% — на прочие нужды. Современная добыча нефти здесь составляет $^2/_3$ общесоюзной («Пути совершенствования. . .», 1969). Следовательно, при уровне нефтедобычи порядка 200 млн. *т* в год общий расход воды нефтедобывающей промышленностью достигнет приблизительно 800 млн. *куб. м*. Весь он относится к безвозвратным, так как вода, используемая для повышения пластового давления и подготовки нефти, уже не может быть израсходована на другие цели. Существенное сокращение расхода воды может произойти лишь в том случае, если метод заводнения продуктивных пластов уступит место другим приемам добычи нефти, не требующим применения воды. Благодаря наиболее технически эффективным способам добычи себестоимость поволжской нефти значительно ниже, чем в среднем по стране.

Снабжение водой нефтедобывающей промышленности уже сейчас является сложной проблемой. Условия ее водообеспеченности схожи во всех нефтяных районах Поволжья. Общими для них являются ограниченность вод-

ных ресурсов, необходимость строительства различных гидротехнических сооружений и задачи получения наиболее дешевой воды. В Татарии, например, средняя водность рек в межень оценивается модулем стока в 1,5 *л/сек* с 1 *кв. км*, в Башкирии — до 5 *л/сек* и в Куйбышевской области — 0,5 *л/сек* («Проблемы размещения...», 1965). Водообеспеченность этих районов имеет решающее значение, так как на их долю приходится почти вся добыча нефти в Поволжье. Местный поверхностный сток в них практически не зарегулирован. Так, в юго-восточной части Татарской АССР паводочный сток в средний по водности год приближается к 3 *куб. км*. Так как он недостаточно аккумулирован в водохранилищах, то для обеспечения промысловых и других нужд подается вода из Камы на расстояние в 120 *км* по трубопроводам производительностью до 200 тыс. *куб. м/сут*, причем себестоимость камской воды у потребителей достигает 20 *коп/куб. м* При зарегулировании стока и децентрализованном размещении водохранилищ (вблизи промыслов) себестоимость воды может быть снижена до 0,5—3,0 *коп/куб. м*, в чем кроется источник значительного снижения и себестоимости добываемой нефти.

В Нижнем Поволжье, где размеры нефтедобычи невелики и не будут, по-видимому, возрастать в ближайей перспективе, связанный с ними расход воды пока не оказывает существенного влияния на общее водопотребление. Значительную остроту задача водоснабжения может приобрести в более отдаленной перспективе при положительном решении проблемы нефтегазоносности Прикаспийской впадины, где в междуречье Волги и Урала уже найдена первая нефть. Выполнение такой задачи, вероятно, будет увязано с намечаемым строительством ирригационной сети на волжской воде. В настоящее время вопрос о водоснабжении нефтяных промыслов Прикаспия является особо острым на территории Калмыцкой АССР. Таким образом, перспективный рост водопотребления промышленности района требует создания значительного по объему резерва водных ресурсов.

До последнего времени для заводнения использовалась вода определенных физико-химических свойств. Считалось, что закачиваемая вода, чтобы не произошло закупорки пор нефтесодержащих пластов, не должна содержать даже минимального количества нефти, быть

чистой по механическому составу (не свыше 5 *мг/л* взвешенных механических примесей). Поэтому на нефтепромыслах наилучшими для использования считаются подрусловые воды рек с наименьшим содержанием взвешенных частиц, а при недостатке их — поверхностные воды, которые перед подачей их в производство осветляются в отстойниках и очищаются на специальных фильтрах.

Большое экономическое, а также водоохранное значение может иметь для интенсификации использование пластовых вод нефтепромыслов. Опыт уже показал, что степень их очистки может быть обеспечена чисто механическим путем, без обработки химическими реагентами, содержание же в воде растворенной нефти также в ряде случаев не является препятствием для ее использования. Затраты при использовании этих вод в 4—5 раз ниже, чем при нагнетании чистой воды.

Однако наряду с положительными моментами в результате естественных процессов и под влиянием интенсификации происходит прогрессирующая, а иногда и преждевременная обводненность скважин, нарушающая режим эксплуатируемого месторождения, что наносит большой ущерб нефтедобыче. Так, например, обводненность нефтяных пластов по промыслам Среднего Поволжья колеблется в пределах от 8 до 30%, а на некоторых месторождениях Самарской Луки возрастает местами до 90%. Стоимость нефти при этом сильно повышается из-за больших затрат на обезвоживание.

Важной проблемой является проблема сточных вод, т. е. пластовых вод, извлекаемых вместе с нефтью, и вод, получаемых в процессе промысловой подготовки нефти — ее обезвоживания, обессоливания и стабилизации. Эти воды частично сбрасываются в водоемы, а в основном через специально пробуренные скважины закачиваются в глубинные непродуктивные пласты. Это может вызвать загрязнение как поверхностных, так и грунтовых вод.

К числу крупных потребителей водных ресурсов Поволжья относится и нефтеперерабатывающая промышленность. По общему объему производства район занимает первое место по этой отрасли в стране. Предприятия ее сосредоточены в Башкирской АССР, Куйбышевской, Саратовской и Волгоградской областях. На объем производства отрасли скажется и переброска нефти с полуострова Мангышлак.

Отличительная черта нефтеперерабатывающих предприятий района — высокий уровень водопотребления в технологических процессах. В переводе на свежую воду он еще недавно достигал 1,0 *куб. м* и более на 1 *т* перерабатываемого сырья. В настоящее время эта цифра все время уменьшается.

Поволжье занимает сейчас ведущее место в Российской Федерации по сокращению забора свежей воды в результате применения оборотного водоснабжения. За последние годы он сократился здесь более чем в 3 раза, что создало значительную экономию расхода воды и уменьшило сброс в водоемы загрязненных стоков. Известную роль сыграло применение оборотного водоснабжения и на нефтеперерабатывающих заводах. Однако сбрасываемые ими сточные воды, переводимые после очистки в группу условно чистых, по-прежнему могут являться источником загрязнения водоемов, так как содержание в них нефти (в эмульгированном и растворенном состоянии) еще иногда превышает допустимые концентрации (0,1 *мг/л* для сернистых и 0,3 *мг/л* для прочих нефтей), установленные Госсанинспекцией СССР.

Развитие нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности Поволжья обусловило бурный рост в этом районе нефтехимии. Этому благоприятствовали высокая обеспеченность исходным сырьем — природным и попутным газами, газами нефтепереработки и содержащимися в нефти различными компонентами (водород, сера и др.). Несмотря на ожидаемую в перспективе стабилизацию объема добычи нефти и нефтяных газов, сырьевые ресурсы нефтехимии будут пополняться в результате сокращения вывоза нефтепродуктов из Поволжья в связи с изменением схемы нефтеснабжения страны. Поэтому, учитывая лучшую топливообеспеченность и энерговооруженность Поволжья по сравнению с другими районами Европейской части СССР, нефтехимия будет здесь развиваться не только в ближайшей, но и в более отдаленной перспективе.

Современная доля Поволжья в нефтехимической промышленности страны достигает примерно 30—35%. Через некоторое время она будет снижаться в связи с ростом нефтехимии в других районах, абсолютный же объем производства синтетических материалов здесь будет возрастать, поскольку увеличению их выпуска в Поволжье

по-прежнему будут благоприятствовать экономико-географическое положение и сырьевой баланс этого района. Особенность нефтехимической промышленности состоит в комплексном использовании сырья и сочетании различных производств в пределах одного нефтехимического комбината. Это приводит к характерному для нефтехимии концентрированному водопотреблению, объем которого в пунктах размещения этих комбинатов весьма велик.

Основные узлы нефтехимической промышленности Поволжья сложились в Башкирской и Татарской АССР, Куйбышевской, Саратовской и Волгоградской областях. Новый мощный нефтехимический узел создается в Татарской АССР. Поскольку все узлы, кроме башкирских, лежат на берегах водохранилищ Волги и Камы, водоснабжение их как в настоящее время, так и в перспективе не вызывает трудностей. Оно не ограничивает и других водопотребителей. Трудности с водоснабжением нефтехимии возникают только в Башкирской АССР, вся водоемкая промышленность которой использует сток р. Белой. В связи с этим уже проведено зарегулирование стока некоторых ее притоков (Нугуша и др.).

Следовательно, размещение нефтехимических предприятий в Поволжье локализовано на территориях, прилегающих к Волге и Каме, в уже существующих промышленных узлах, где также сосредоточена энергетическая и сырьевая база этой отрасли — тепловые электростанции и нефтеперерабатывающие заводы. Создание новых химических предприятий в этих промышленных узлах, если иметь в виду ресурсы воды, едва ли целесообразно. Все предприятия нефтехимической промышленности способствуют качественному истощению водных ресурсов. Современные способы очистки сточных вод не обеспечивают пока полного устранения примесей, сбрасываемых в водоемы, поэтому возникает проблема изъятия этих стоков из общего водооборота. Кроме того, загрязненные воды Волги ухудшают состояние Каспия, нанося ущерб отраслям хозяйства, связанным с этим водоемом.

Не решает проблему использования промышленных стоков этой отрасли и применение их на земледельческих полях орошения. Попытки орошения земель даже прошедшими очистку стоками оказываются пока не всегда удачными. Разрабатываются различные методы борьбы

с ними, в частности уничтожение стоков путем их испарения. Это потребует еще большего увеличения капитальных вложений на водоотведение, которые, включая затраты на очистные сооружения, уже и сейчас составляют 15—20% капиталовложений на строительство нефтехимических комбинатов. Другая сторона этого процесса — рост безвозвратных расходов воды, влияющих на водность даже такого мощного водотока, как Волга.

Сложившийся в Поволжье нефтегазохимический комплекс является определяющим в структуре промышленного водопотребления района. Но здесь имеются и другие крупные водопотребители, как, например, черная и цветная металлургия, представленные, однако, единичными предприятиями, сказывающимися на водоснабжении отдельных промышленных центров (Волгограда, Куйбышева и др.). Большим потребителем воды является машиностроение, занимающее здесь ведущее место в промышленности. Характеристика водопотребления основных отраслей промышленности Поволжья позволяет сделать выводы о водном хозяйстве его важнейших территориально-производственных комплексов (рис. 25).

Как видно из картосхемы, наиболее насыщенным водоемкими предприятиями является Среднее Поволжье. Крупные промышленные узлы тяготеют к берегам Волги, исключение составляет лишь Уфа.

К промышленным узлам, где требуется ограничение их дальнейшего развития, следует прежде всего отнести Казанско-Зеленодольский узел, Куйбышевский, Саратово-Энгельсский и Волгоградский. Хотя они и не испытывают в настоящее время недостатка в водных ресурсах, но суммарное водопотребление их будет расти. Население каждого из этих узлов составляет около или более 1 млн. человек, в связи с чем дальнейший рост промышленного производства здесь создает много сложностей. С позиций водообеспеченности и наличия пригодных для строительства площадок на берегах Волги и Камы благоприятными для дальнейшего промышленного развития являются Тольятти-Жигулевский и Нижнекамский узлы. В первом из них перспективен Тольятти. Водопотребление здесь растет исключительно быстро.

Нижнекамский узел только формируется. Создаваемая в нем энергетическая база (ТЭЦ и ГЭС), водные ресурсы водохранилища и обеспеченность местным угле-

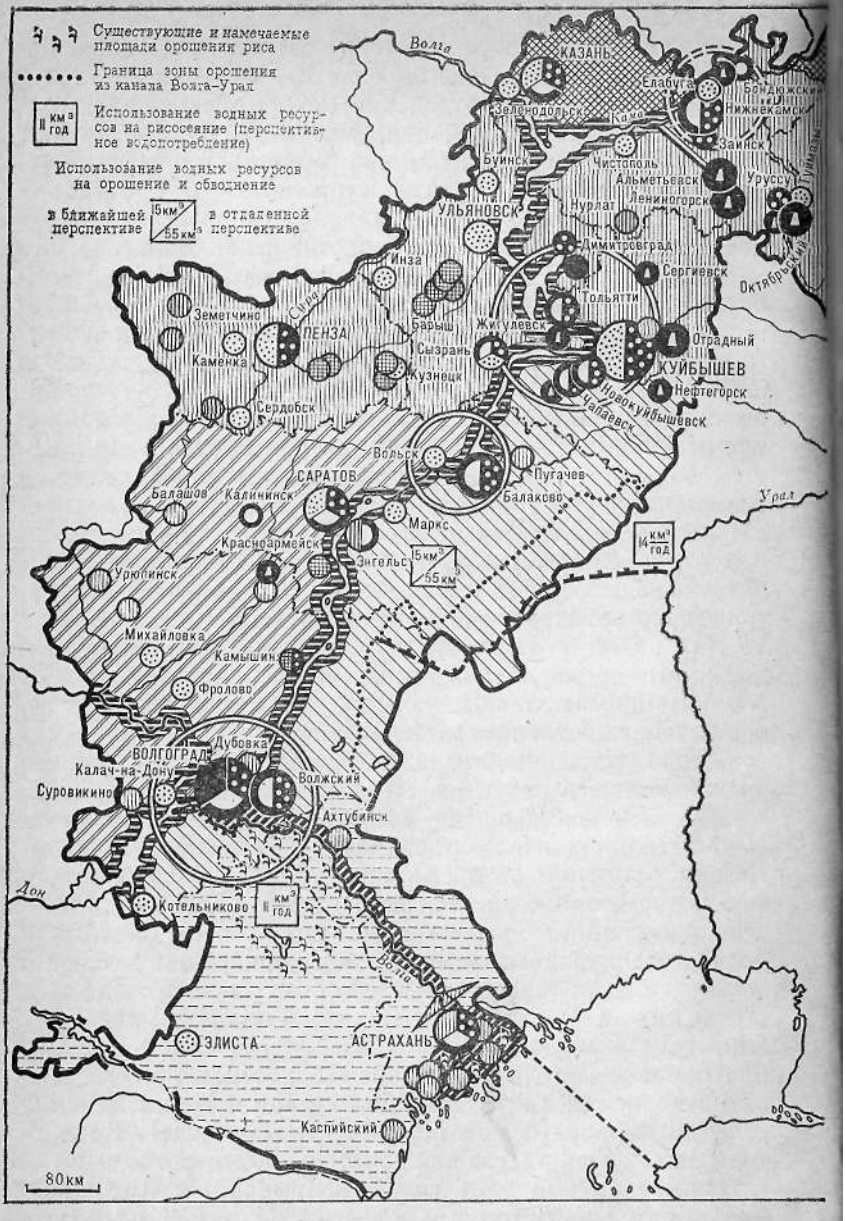
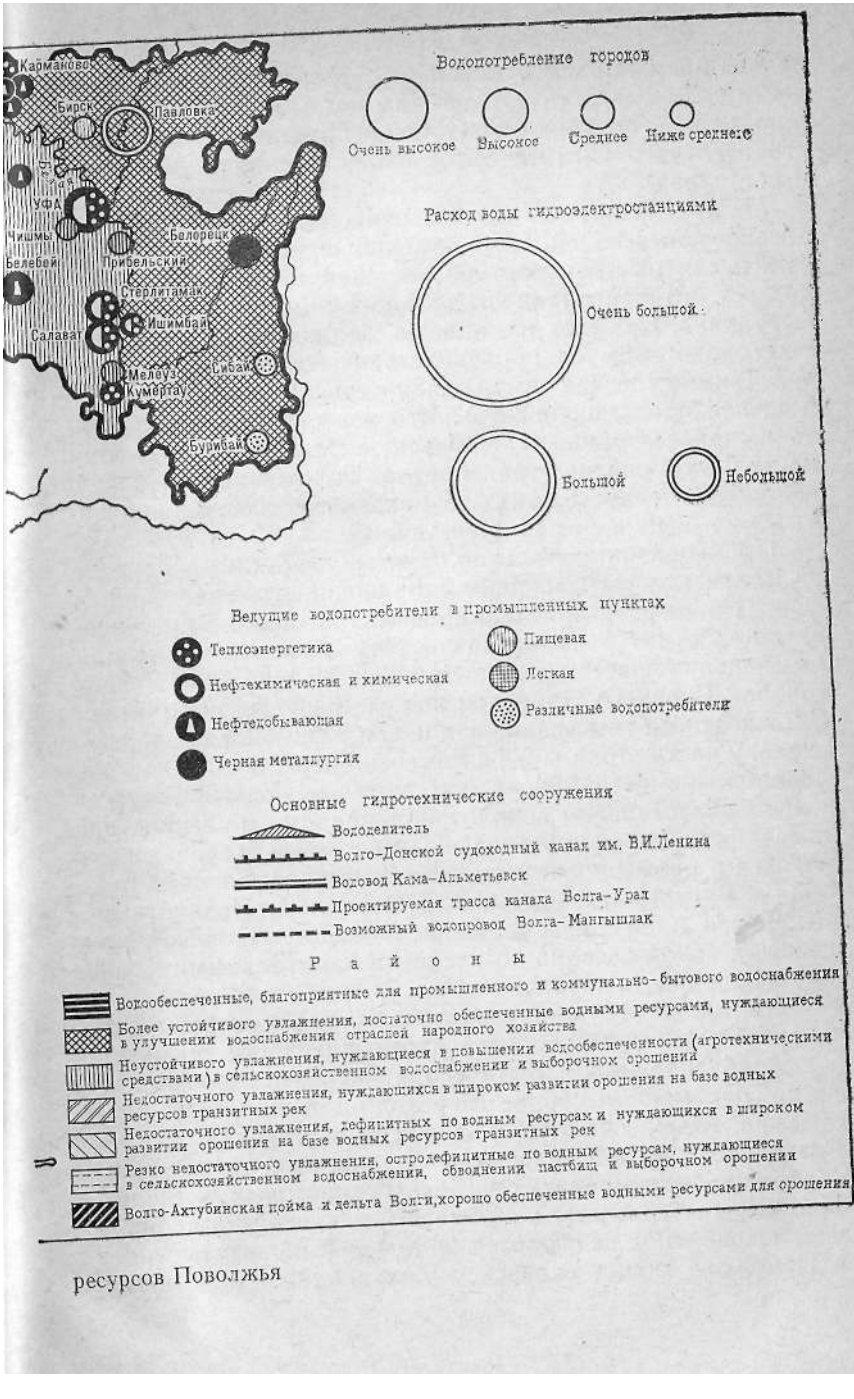


Рис. 25. Использование водных



ресурсов Поволжья

водородным сырьем открывают самые широкие возможности развития в этом узле сложных энерго-, материало- и водоемких производств. С ним непосредственно связано строительство гиганта автомобилестроения в Набережных Челнах.

Из других промышленных центров на берегах Волги, обеспеченных водой, для размещения новых производств (учитывая их транспортное положение, наличие площадок и т. п.) благоприятны только Балаково, Камышин и Астрахань. Профиль их, видимо, должен соответствовать уже сложившемуся производственному типу этих городов (химия, легкая промышленность, машиностроение и пищевая промышленность). Что же касается таких центров, как Сызрань — Октябрьск и Вольск, то, несмотря на их благоприятное транспортное положение и хорошую водообеспеченность, у них возникают трудности с пригодными промышленными площадками.

Промышленные узлы и пункты, лежащие в стороне от Волги и испытывающие напряженность водохозяйственных балансов, при планировании их дальнейшего развития не могут рассматриваться как благоприятные для размещения водоемких предприятий. По существу во всех городах Среднего Прибелья водные ресурсы дефицитны. Сложности с этим возникают и для Уфимского узла, поскольку часть стока р. Уфа намечено перебросить для водоснабжения Челябинска, где местные водные ресурсы уже не обеспечивают водопотребления промышленности и населения. К плохо обеспеченным водными ресурсами относятся и промышленные пункты нефтедобывающих районов — Бугульма, Альметьевск, Отрадный, Похвистнево, Жирновск и другие, снабжение которых волжской или камской водой связано с большими капитальными и эксплуатационными затратами.

Что касается уже размещенных в Поволжье предприятий водоемких отраслей промышленности, то их водопотребление может быть упорядочено, стабилизировано на современном уровне (переход на повторное использование воды, очистка и доочистка стоков и т. п.). Размещение новых водоемких предприятий более целесообразно планировать в водообеспеченных районах. Проведенные расчеты показывают, что если темп роста водопотребления не снизится, то дефицит водных ресурсов в Поволжье может сказаться уже в ближайшее время.

Даже безотносительно к задаче стабилизации уровня Каспийского моря возникает необходимость решения проблемы улучшения водообеспеченности, возможного, вероятнее всего, на основе межбассейновых переброс сюда стока северных рек.

Выше говорилось, что сельское хозяйство Поволжья пока не выступает как крупный потребитель воды. Не велика в настоящее время и площадь орошаемых земель (в 1970 г. около 300 тыс. *га*). Однако уже в ближайшее время здесь намечается орошаемое земледелие на больших площадях, что вызывается особенностями его природных условий.

Климат Поволжья не обеспечивает нормального увлажнения почвы, необходимого для развития сельскохозяйственных растений. По подсчетам Б. А. Шумакова («Орошаемое земледелие...», 1965), в среднесухие годы зерновые культуры Среднего Поволжья нуждаются в дополнительном увлажнении в размере 1500—2000 *куб. м/га*, а в Нижнем Поволжье — 2500—3000 *куб. м/га*. Общий же недостаток влаги в расчете на всю посевную площадь зерновых составит при этом соответственно 15—20 и 21—26 *куб. км/год*. Поскольку зерновые в Поволжье — профилирующие культуры, то недостаток влаги для них в целом характеризует водообеспеченность земледелия.

В Среднем Поволжье (т. е. в лесостепи) запасы почвенной влаги могут быть увеличены при помощи агротехнических приемов, сокращающих паводочный сток. В Нижнем Поволжье (в степи и полупустыне) эти приемы не обеспечивают накопления почвенной влаги из-за небольшого объема паводочного стока и более частой повторяемости засушливых лет. Поэтому важнейшим мероприятием, обеспечивающим в степной зоне гарантированное получение высоких и устойчивых урожаев, является орошение. Практика ведения поливного земледелия подтвердила его экономическую эффективность, которая в 2—3 раза и более эффективнее неполивного. Урожайность главной зерновой культуры этого района — пшеницы достигает при орошении 30—40 *ц/га* и может быть повышена при условии внедрения рациональных севооборотов и применения удобрений. По проектным данным, общий ирригационный фонд Поволжья определен почти в 14 млн. *га*. Из них хозяйственно эффективный фонд зе-

мель для регулярного орошения превышает 8 млн. *га*, а для лиманного — 0,6 млн. *га*. В него включены и земли Уральской области Казахской ССР, орошение которых также намечается волжской водой.

Освоение всего ирригационного фонда Поволжья намечено осуществить за сравнительно длительный срок. На первом этапе широкого развития орошения должны быть полностью выявлены и учтены все особенности ведения поливного земледелия, прежде всего способы полива и связанные с ними затраты воды, электроэнергии и т. п.

Вопрос о затратах водных ресурсов остается дискуссионным. Он возник при первых ирригационных проектировках (в 30-х годах), когда по расчетам «Нижневолгопроекта» для орошения поверхностными способами 4 млн. *га* сухих земель необходимо было изъять из Волги до 27 *куб. км* воды в год, расходуя при этом свыше 7 млрд. *квт-ч* электроэнергии. Выдвинутые в то время другие расчеты (проф. Г. К. Ризенкампфа) доказали, что при поливе той же площади дождеванием расход волжской воды сокращается до 10—11 *куб. км/год*, а электроэнергии — до 3 млрд. *квт-ч*.

В настоящее время на проектируемых площадях поливного земледелия свыше половины (до 4,7 млн. *га*) будет занято зерновыми культурами (из них около 0,4 млн. *га* рисом). Эти расчеты исходят из задачи получения с орошаемых земель более половины общего валового сбора зерновых культур Поволжья. Кроме зерновых намечается также орошение овоще-бахчевых (около 0,25 млн. *га*), технических (около 0,1 млн. *га*), кормовых (до 3,3 млн. *га*) и плодово-ягодных (до 0,1 млн. *га*) культур, требующих неодинаковых оросительных норм и применения различных способов полива.

Поэтому вопрос о величине объема забираемых из Волги на орошение водных ресурсов не может быть решен просто на основе выбора какого-либо одного способа полива. Должны учитываться природные условия конкретных намечаемых для орошения массивов. Учет этих условий определяет выбор способов полива, а следовательно, и величину расхода воды на орошение. На территории сыртового Заволжья применение поверхностных способов полива возможно лишь после проведения большего объема планировочных работ; на Прикаспийской

низменности такие поливы выгодны по топографическим условиям, но они могут вызвать вторичное засоление в связи с неглубоким залеганием сильноминерализованных грунтовых вод.

Опыт научных учреждений (Волжского НИИГиМ, Института сельского хозяйства Юго-Востока и др.), колхозов и совхозов показывает, что наилучший производственный эффект от орошения достигается при условии совместного применения различных способов полива на одних и тех же земельных массивах.

Особое значение имеет определение экономического эффекта от орошения. По имеющимся данным, за последние 35 лет в Поволжье засухи наблюдались на протяжении 15 вегетационных периодов. Валовые сборы зерна снижались при этом в 3—4 раза. В среднезасушливые годы ущерб, наносимый ими сельскому хозяйству, составлял до 1 млрд. руб., а в острозасушливые — до 1,5 млрд. руб. По отдельным частям района размеры ущерба сильно колеблются, что определяет объем необходимых для его устранения мелиоративных мероприятий (табл. 40).

Капиталовложения на 1 *га* при регулярном орошении в Поволжье составят до 3,5 тыс. руб., а эксплуатационные затраты — до 100 руб. Себестоимость 1 *куб. м* воды не превысит при этом 1 коп., в результате чего при 95% расчетной обеспеченности за период для орошения намеченных проектами площадей потребуется изъятие из Волги до 15,5 *куб. км* воды. После осуществления переброски волжской воды в Урал и Дон будет полностью освоен весь ирригационный фонд земель, водозабор из Волги возрастет до 55 *куб. км/год*. Сопоставление этих данных с показателями стоимости сельскохозяйственной продукции, дополнительно получаемой в результате орошения, показывает целесообразность затрат на ирригацию.

Таким образом, в ближайшей перспективе каждый рубль затрат на орошение позволит получить сельскохозяйственную продукцию стоимостью до 9 руб.

Расход воды орошаемым земледелием в Поволжье учитывается только в объеме забора государственными оросительными системами из Волги. Учет расхода вод местного стока системами отдельных хозяйств ведется или весьма приблизительно или же совсем не ведется. Поскольку местный сток из-за неустойчивости климата рез-

Таблица 40

Размеры ущерба от засух в областях Поволжья *

Административные единицы	Стоимость продукции сельского хозяйства *в средний* год, млн. руб.	Размер ущерба от засух в среднем	
		в млн. руб.	в % от *стоимости* продукции среднего года
Ульяновская область	343	81	18
Куйбышевская область	515	121	24
Саратовская область	690	208	30
Волгоградская область	676	435	64
Астраханская область	140	27	19
Калмыцкая АССР	88	53	61
Уральская область (Казахская ССР)	99	47	48
Всего . . .	2551	972	37

* По данным «Ленгипроводхоза».

ко колеблется по годам, создаваемое на этом стоке орошаемое земледелие не обеспечено постоянно необходимым для него объемом воды. Поэтому практически все оросительные системы, в том числе и лиманного орошения, проектируются на волжской воде, а доля земель с лиманным орошением в общем ирригационном фонде невелика.

Однако затраты на лиманное орошение в 5—6 раз меньше, чем на регулярное, и сроки окупаемости этих затрат не превышают двух лет. По существу этот тип орошения аналогичен влагозарядковым поливам с расходом воды 1200—2000 *куб. м/га*. Всего в Поволжье (по различным данным) насчитывается от 350 тыс. до 700 тыс. *га*, которые могут быть орошены водами местного стока. Не установлен и необходимый для орошения объем регулирования стока. В годы 50%-ной обеспеченности для лиманного орошения может быть использовано около 2 *куб. км* воды местного стока, которого хватит на

полив примерно 600 тыс. *га*. Хотя эта площадь и не стабильна, но расходуемый на ее орошение объем воды должен быть учтен при определении ирригационного водопотребления сельского хозяйства.

Выше указывалось, что в Поволжье в среднесухие годы только для одних зерновых на дополнительное увлажнение необходимо от 36 до 46 *куб. км* воды. Так как орошаемое земледелие почти целиком приурочено (и будет приурочено) к степному левобережью и полупустыне, то оно в основном и определяет прогрессирующее сокращение стока волжских вод в Каспийское море. Общеизвестно, что начиная с 30-х годов уровень Каспия понизился на 2,3 *м*. Это может продолжаться и теперь под влиянием уменьшения стока Волги, вызванного аккумуляцией воды в водохранилищах, повышенным испарением с их поверхности, ростом забора воды на промышленные и коммунально-бытовые нужды.

Некоторого уменьшения расхода свежей воды на ирригацию, преимущественно в зонах пригородного сельского хозяйства, можно ожидать при условии использования коммунально-бытовых стоков на земледельческих полях орошения. Такие поля орошения пока имеются лишь около г. Тольятти. Ежегодная экономия свежей воды может быть ориентировочно определена в размере, близком к величине коммунально-бытового водопотребления.

Весьма значительны резервы экономии водных ресурсов в орошаемом земледелии. Объем возвратных вод в нем обычно принимается в 20% от общего ирригационного расхода, что при заборе для полива 15 *куб. км/год* воды в ближайшей перспективе составит до 3 *куб. км/год* и при изъятии на все оросительно-обводнительные мероприятия 55 *куб. км/год* — 11 *куб. км/год*. Но в Поволжье еще низок коэффициент полезного действия оросительных систем. Повышение его до 0,8 — величины, обычно принятой в проектах, — даст существенную экономию водных ресурсов. Однако и при этой экономии изъятие волжских вод на орошение будет нарастать весьма быстрыми темпами и будет достигать в ближайшей перспективе 10 тыс. *куб. м* в год.

Использование каждого кубического метра воды в промышленном производстве обеспечивает получение народным хозяйством продукции гораздо более высокой стоимости, чем в сельскохозяйственном производстве,

т. е. экономически более эффективной. Универсальное применение указанного принципа распределения водных ресурсов в отношении основных продовольственных баз страны, к числу которых принадлежит и Поволжье, было бы серьезной ошибкой. Другие районы в силу своих природных условий не могут заменить эти области по производству наиболее ценных продуктов питания. Например, осушительные мелиорации в зоне избыточного увлажнения Европейской части СССР в сочетании с применением удобрений при соответствующей высокой агротехнике позволяют довести производство зерна до 20 млн. *т*. Но в этой зоне, как показывает практика, нельзя рассчитывать на получение высоких урожаев таких ценных продовольственных культур, как твердые и сильные пшеницы, которые в силу природных условий теряют здесь свои свойства (высокое содержание белка). Значительно более эффективны в избыточно увлажненной зоне зернофуражные культуры, что вместе с благоприятными условиями для выращивания многолетних кормовых трав в большой мере предопределяет развитие сельского хозяйства в преимущественно животноводческом направлении.

В производстве озимых зерновых культур, прежде всего пшеницы, восточные районы (Казахстана и Сибири) также не могут заменить южные, в том числе и Поволжье. Следовательно, в целях дальнейшего улучшения продовольственного баланса страны необходимо развивать поливное земледелие в степных районах, включая Поволжье, а их водопотребление должно быть обеспечено в соответствии с государственными планами производства сельскохозяйственных продуктов. Как уже было сказано, этим вопросам было посвящено постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем усилении работ по мелиорации земель и улучшении использования орошаемых и осушенных земель» (октябрь 1972 г.).

В связи с осуществлением планов развития орошаемого земледелия самым крупным водопотребителем района станет сельское хозяйство. По данным «Схемы развития орошения в районах Нижнего и Среднего Поволжья и междуречья Волга — Урал», ирригационный водозабор только из одной Волги составит в ближайшей перспективе около 12,4 *куб. км* в годы 50%-ной обеспеченности и более 15,5 *куб. км* в годы 95%-ной обеспеченности.

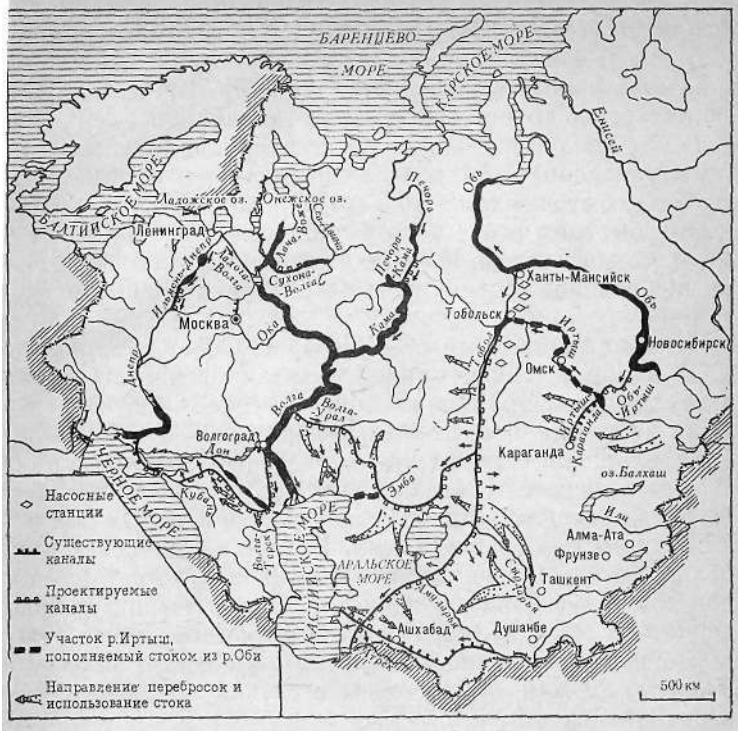


Рис. 26. Схема переброски стока северных и сибирских рек

В дальней перспективе он соответственно возрастет до 42,9 и 55,5 *куб. км*. Следовательно, в перспективе общее водопотребление может составить в Поволжье 25—30% среднегодового стока Волги. При абсолютном доминировании в составе водохозяйственного комплекса орошаемого земледелия такое водопотребление будет в основном безвозвратным. Намечающийся рост водопотребления требует тщательного расхода водных ресурсов во всем Волго-Каспийском бассейне. При отмеченном выше объеме изъятия волжских вод в перспективе необходимы дальнейшие проработки вопроса о переброске стока северных рек (рис. 26).

Из сказанного видно, что в ближайшей перспективе

Поволжье может ориентироваться преимущественно на собственные водные ресурсы и распределение их между отраслями народного хозяйства должно осуществляться в соответствии со значением этих отраслей для всей страны. Более реален на данном этапе вопрос о качественном состоянии водных ресурсов, если учесть, что объем загрязненных сточных вод возрастает.

При быстром росте водопотребления увеличивается и объем водоотведения. Именно с увеличением сброса сточных вод связана возможность загрязнения водных ресурсов района.

Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР в марте 1972 г. приняли постановление «О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов рек Волги и Урала неочищенными сточными водами» [1].

За прошедшее пятилетие в бассейне Волги и Урала было построено 670 комплексов очистных сооружений и обезвреживающих устройств по очистке сточных вод общей мощностью свыше 3 млн. *куб. м* в сутки. На ряде предприятий были внедрены безводные технологические процессы и построены установки по извлечению ценных веществ из сточных вод и т. д. В результате всего этого произошел рост мощностей систем оборотного водоснабжения до 70 млн. *куб. м* воды в сутки, уменьшен сброс загрязняющих веществ.

Однако, учитывая, что еще до сих пор происходит сброс сточных вод, что медленно проводится ряд важнейших мероприятий по предотвращению их, постановление устанавливает конкретные задания министерствам и ведомствам на текущую пятилетку по строительству очистных сооружений на 421 предприятии (700 млн. руб.). В 15 городах, расположенных на Волге и Каме, намечается построить городские очистные сооружения стоимостью свыше 300 млн. руб.; предусматривается также разработать и осуществить мероприятия по полному прекращению к 1980 г. сброса неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод во всех городах бассейнов этих рек. Большое внимание уделяется работе по сбору загрязненных стоков водного транспорта.

---

[1] См. «О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов рек Волги и Урала неочищенными сточными водами». — «Правда», 17 марта 1972 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предшествующих главах было показано, что на современном этапе развития производительных сил Советского Союза масштабы и формы использования водных ресурсов страны, организация водного хозяйства как особой отрасли выдвинули ряд проблем первостепенной важности. Их актуальность и значение в полной мере отразились в решениях партии и правительства.

Есть все основания считать, что практика использования водных ресурсов в СССР вступает в новый ответственный период. Сейчас имеются неизмеримо большие, чем когда-либо ранее, возможности для реализации самых смелых (опирающихся на научно-технические достижения современности) замыслов.

Это тем более необходимо, что бурно растущие потребности в воде ведут к росту напряженности водохозяйственного баланса, а масштабы сбросов использованных в хозяйстве вод требуют дальнейших серьезных мероприятий по защите рек, озер и морей от загрязнения.

Взаимосвязанность различных сторон водопользования требует комплексного, системного решения возникающих проблем, особенно в региональных рамках. В свете затронутых выше вопросов в качестве наиболее важных направлений развития водного хозяйства СССР можно считать следующие:

1. *Разработка и осуществление научно обоснованных схем комплексного эффективного использования водных ресурсов* диктуется всем ходом развития обще-

ственной жизни в Советском Союзе, вытекает из планомерного характера управления народным хозяйством страны. По имеющимся прогнозам, к началу следующего столетия население СССР увеличится примерно в полтора раза, а суммарное потребление воды достигнет огромной величины — около 600 *куб. км* в год. С другой стороны, по расчетам гидрологов, в результате перераспределения водных ресурсов под влиянием антропогенных воздействий (рост валового увлажнения почвы) поверхностный сток сократится примерно на 150 *куб. км* в год.

Уже эти данные говорят о нарастающем дефиците водохозяйственного баланса, особенно сильно сказывающемся в густонаселенных промышленных районах с ограниченными местными водными ресурсами, а также в острозасушливых зонах. Следовательно, определение уровней и структуры водопотребления по каждому району с учетом его народнохозяйственных функций и условий водоснабжения становится одной из актуальнейших задач перспективного экономического планирования. Уже сейчас в ряде районов, а в перспективе их число возрастет, состояние водных ресурсов становится одним из важнейших факторов развития производительных сил, требующих тщательного анализа и учета.

Несмотря на огромный размах проведенных исследований и разработок, «Генеральная схема комплексного использования водных ресурсов» и развития водного хозяйства страны еще не утверждена. Между тем эта схема совершенно необходима для организации рационального водопользования, установления пропорций между отраслями-водопользователями, планомерного формирования и развития региональных водохозяйственных комплексов.

Остается актуальным и создание специальной общегосударственной системы управления водными ресурсами, регулирования их использования, планирования водохозяйственных мероприятий.

2. *Изыскание и мобилизация в интересах народного хозяйства новых источников водоснабжения* в условиях быстро растущей потребности в воде приобретают особую актуальность. Современный научно-технический прогресс открывает новые перспективы в этом отношении, позволяет поставить на службу обществу ранее недоступные для использования резервы.

Если говорить об обозримой перспективе, т. е. не касаться проектов, пока неосуществимых по техническим или экономическим причинам, то вырисовывается несколько путей вовлечения в оборот резервных водных ресурсов.

Использование глубинных подземных вод в настоящее время технически может быть осуществлено. В СССР уже выявлены крупные запасы таких вод, причем, что особенно важно, часть из них залегает в районах, испытывающих острый недостаток в поверхностных водах (Казахстан, Средняя Азия и др.).

Другой путь — перераспределение стока рек между бассейнами. Его актуальность особенно велика в СССР, где распределение водных ресурсов резко не совпадает с размещением важнейших водопотребителей, что в свою очередь ведет к острому дефициту воды в одних районах и слабому ее использованию — в других. Особенно большие неосвоенные водные ресурсы характерны для Европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока, на долю которых приходится основная часть речного стока нашей страны.

Проведение технически осуществимых, хотя и сопряженных с крупными затратами мер по переброске стока из одних бассейнов в другие в перспективе позволит радикально изменить состояние водообеспеченности в ряде экономически развитых, но испытывающих нарастающую нехватку воды районов нашей страны. Важен и тот факт, что в Советском Союзе уже имеется немалый опыт создания межбассейновых соединений и дальней переброски вод из одних районов в другие (в Донбассе, Казахстане, Средней Азии). Еще более крупные проекты могут быть реализованы в перспективе.

Так, постановлением партии и правительства уже предусмотрена организация научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ, касающихся переброски части стока северных рек в бассейн Волги, а сибирских рек — в бассейны Сырдарьи и Амударьи.

В настоящее время уже имеются наметки конкретных путей, предполагаемых грандиозных переброс̀ок части стока многоводных северных и сибирских рек в вододефицитные районы юга Европейской части, Казахстана, Средней Азии. Однако как технические средства осуществления этих проектов, так и их хозяйственные послед-

ствия, а также возможные изменения в природной среде требуют углубленных исследований. Так, имеются предложения о замене варианта создания крупных водохранилищ и открытых каналов прокладкой трубопроводов, исключающих большие потери воды и земли.

В повестку дня встало и опреснение морской воды. Технической базой проведения этой меры в крупных масштабах, видимо, явится атомная энергетика, позволяющая достаточно экономично получать пресную воду. Решение этой задачи целесообразно рассматривать в комплексе с освоением богатых и разнообразных минеральных и биологических ресурсов Мирового океана. В СССР уже сделаны крупные практические шаги в этом направлении. В перспективе в этой жизненно важной для всего человечества сфере большое значение имеет в международном сотрудничестве участие Советского Союза.

3. *Актуальность направления разработки и проведения мер по сохранению высокого качества воды* определяется тем, что качественное истощение водных ресурсов, связанное с их загрязнением отходами, может отрицательно сказаться задолго до количественного дефицита. Активная борьба с загрязнением вод не только имеет огромное социальное значение, составляя важное условие нормальной жизни населения, но и смягчает напряженность водохозяйственного баланса, способствует сокращению его расходной части.

Наряду с совершенствованием технических средств очистки бытовых и хозяйственных сточных вод решающее значение приобретает внедрение повторного и многократного использования воды в промышленности, а также поиск принципиально новых, безотходных технологических схем, включая и сухие, т. е. не требующие воды, способы переработки материалов. Решение этих вопросов особенно необходимо в отраслях, отличающихся повышенной водоемкостью и загрязненностью стоков, — в металлургии, химии, деревообработке и т. д.

Кроме мер по сохранению качества воды рек и озер большое внимание стало уделяться защите от загрязнений морей и всего Мирового океана. В этом отношении особенно важно налаживание международного сотрудничества. Как известно, Советский Союз уже проявил готовность активно участвовать в осуществлении практических мер по охране и улучшению окружающей среды,

включая пресные и морские воды, в международном масштабе.

Все вышесказанное говорит не только о громадной актуальности, но и о сложности поднятых вопросов. Очевидно, что многие из них требуют углубленных исследований с участием представителей различных наук. Проведение таких комплексных исследований совершенно необходимо для того, чтобы вода — бесценный дар природы, принадлежащий как неотъемлемое достояние всему народу нашей страны, — и впредь разумно использовалась для достижения высоких целей, стоящих перед Советским Союзом, — строительства коммунистического общества.

Авторы могут считать свою задачу выполненной, если эта книга помогла получить представление о водных ресурсах и водном хозяйстве СССР, их особенностях и стоящих в этой области проблемах.

ЛИТЕРАТУРА

Авакян А. В., Шарапов В. А. Водохранилища гидроэлектростанций СССР. М., 1968.

Авакян А. В., Шарапов В. А. Основные направления научных исследований в области создания и комплексного использования водохранилищ. — В сб.: «Проблемы изучения и использования водных ресурсов». М., 1972.

Алаев Э. Б. Эффективность комплексного развития экономического района. М., 1965.

Алампиев П. М. Взаимоотношения между общим экономическим районированием и сельскохозяйственным районированием в СССР. — В кн.: «Вопросы размещения и специализации сельского хозяйства СССР». М., 1962.

Алампиев П. М. Экономическое районирование СССР, кн. 1. М., 1959; кн. 2. М., 1963.

Алексеевский Е. Е. Водное хозяйство СССР за 50 лет и международное сотрудничество. — «Бюллетень по водному хозяйству». Совет Экономической Взаимопомощи, 1967, № 1.

Алисов Н., Вохмянин Е. Вода как фактор размещения химической промышленности. — «Плановое хозяйство», 1966, № 5.

Арманд Д. Л. и *Герасимов И. П.* Экономическое значение и основные принципы использования природных богатств. — В кн.: «Природные ресурсы Советского Союза: их использование и воспроизводство». М., 1963.

Аскоченский А. Н. Орошение и обводнение в СССР. М., 1967.

Бахтиаров В. А. Водное хозяйство и водохозяйственные расчеты. Л., 1961.

Бахтиаров В. А. Эксплуатационные параметры водохранилищ СССР. — В сб.: «Проектирование, строительство и эксплуатация водохранилищ СССР». Труды координационных совещаний по гидротехнике, вып. 53. Л., 1969.

Беличенко Ю. П. Некоторые вопросы водообеспечения и охраны водных источников. — В сб.: «Использование и охрана водных ресурсов Белоруссии». Минск, 1967.

Белоусов И. И. Экономическое районирование как метод перспективного планирования производства и транспорта. — «Вопросы географии», сб. 65. М., 1964.

Бердичевский Л. С., Никольский Г. В. Современные задачи гидробиологических и ихтио-

логических исследований. — В кн.: «Биологическая продуктивность водоемов Сибири». М., 1969.

Билик О. А., Валентини Л. А. Хозрасчет на оросительных системах. — «Гидротехника и мелиорация», 1967, № 10.

Биндеман Н. Н. Оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод СССР. — «Сборник по гидрологии и инженерной геологии» (к 25-летию ВСЕГИНГЕО) № 22. М., 1969.

Близняк Е. В. Водохозяйственный кадастр СССР. — «Труды III Всесоюзного гидролог. съезда», т. 6, 1959.

Богомолов Г. В. Гидрогеология с основами инженерной геологии. М., 1966.

Бохин Ф. И., Радченко К. К. О внедрении хозрасчета на оросительных системах. — «Гидротехника и мелиорация», 1968, № 5.

Брук-Левинсон Т. Л., Старинский В. П. Основные положения системы единого государственного учета водопотребления и водоотведения в СССР. — В сб.: «Водные ресурсы и их использование». Минск, 1967.

«Бюллетень по водному хозяйству». Совет Экономической Взаимопомощи. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран — членов СЭВ, № 1/2, 1968; № 4/4, 1969; № 5, 1970.

Вархотов Т. Л., Игнатюк Г. Л. Развитие мелиорации в СССР и задачи советской гидрологии. — «Труды ГГИ», вып. 171. Л., 1971.

Ведищев А., Бахрах М. Методологические проблемы разработки генеральных схем размещения производительных сил СССР. — «Плановое хозяйство», 1969, № 11.

Вендров С. Л. Комплексное использование и охрана водных ресурсов и некоторые вопросы гидрометеорологического обслуживания. — «Метеорология и гидрология», 1962, № 4.

Вендров С. Л. Проблемы преобразования речных систем. Л., 1970.

Вендров С. Л. Роль водохранилищ в преобразовании природы. — «Изв. АН СССР», серия геогр., 1961, № 4.

Виленский М. А. Влияние электрификации на размещение производительных сил. — В сб.: «Проблемы размещения производительных сил в период развернутого строительства коммунизма». М., 1960.

Витга О. Экономические вопросы водного хозяйства. — «Бюллетень по водному хозяйству». М., 1968, № 3.

«Водный баланс СССР и его преобразование». М., 1969.

«Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза». Л., 1967.

Водохозяйственный словарь. Совет Экономической Взаимопомощи. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран — членов СЭВ. М., 1970.

«Вопросы экономического районирования СССР». Сб. материалов и статей (1917—1929 гг.). М., 1957.

Воскресенский К. П. Водные ресурсы и баланс вод СССР. — В сб.: «Метеорология и гидрология за 50 лет Советской власти». Л., 1967.

Воскресенский К. П. Водные ресурсы и водный баланс СССР. — «Труды ГГИ», вып. 171. Л., 1971.

Гарнгардт Г. Г. Водные ресурсы СССР. М., 1968.

Гатилло П. Д. О кадастре фактического комплексного использования и охраны водных ресурсов. — В сб.: «Водные ресурсы и их использование». Минск, 1970.

Геллер С. Ю. К вопросу о регулировании уровня Каспийского моря. — «Изв. АН СССР», серия геогр., 1961, № 5.

Герасимов И. П., Минц А. А. и *др.* Современные географические проблемы в организации отдыха. — «Изв. АН СССР», серия геогр., 1969, № 4.

Гербов В. Л. Вопросы методики отраслевого экономического районирования. — В кн.: «Экономические проблемы размещения производительных сил СССР». М., 1969.

«Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов СССР». М., 1970.

«Гидроэнергетические ресурсы СССР». М., 1967.

Грамотеева Л. И. Зональные принципы территориальной организации химической промышленности на перспективу. — В сб.: «Экономические проблемы размещения производительных сил СССР». М., 1969.

Грин А. М. Динамика водного баланса Центрально-Черноземного района. М., 1965.

Гриневич Л. А., Лукошко Р. Ф. К оценке экономических последствий наводнений. — В сб.: «Использование водных ресурсов». Минск, 1969.

Губин Ф. Ф., Куперман В. Л. Экономика водного хозяйства и гидротехнического строительства. М., 1966.

Дмитриев В. С. Развитие водных мелиораций и повышение экономического плодородия почвы. — «Труды Всесоюзного НИИ гидротехники и мелиорации», т. 46. М., 1968.

Добудогло Г. Г., Хашимджанов М. Экономическая оценка орошаемых земель. Ташкент, 1966.

Долгополов К. В. О географических особенностях использования водных ресурсов в народном хозяйстве. — «Изв. АН СССР», серия геогр., 1969, № 6.

Должных В. Н., Куликов А. И. Комплексная технико-экономическая оценка природных ресурсов формирующихся промышленных районов или промышленных узлов. — В кн.: «Природные ресурсы и эффективность их использования». М., 1966.

Дрейер Н. Н. Водные ресурсы крупных экономических районов РСФСР и союзных республик. — «Вопросы географии», сб. 73. М., 1968.

Жерновников Г. А. Загрязнение рыбохозяйственных водоемов Обь-Иртышского бассейна и меры борьбы с ним. — В кн.: «Биологическая продуктивность водоемов Сибири». М., 1969.

Жирмунский М. М. О формировании и сущности отраслевых районов. — В сб.: «Теоретические вопросы экономического районирования». М., 1962.

Зайков Б. Д. Средний сток и его распределение в году на территории СССР. — «Труды научно-исследовательских учреждений ГУГМС», серия IV, вып. 24. М., 1946.

Захаров В. П., Чокин Ш. Ч. Основы методики составления водохозяйственных балансов. — «Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства», вып. 2. Алма-Ата, 1964.

Захаров В. П., Чокин Ш. Ч. и *др.* Перспективный водохозяйственный баланс Казахстана и пути его увязки. — «Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства», вып. 5. Алма-Ата, 1967.

Звонков В. В. О комплексном использовании и охране водных ресурсов. — В сб.: «Исследование и комплексное использование водных ресурсов». М., 1960.

Зузик Д. Т. Распределение затрат по комплексным гидроузлам между отраслями водного хозяйства. «Науч. зап. Московского гидромелиоративного института», т. XXIV. М., 1965.

Зузик Д., Бышовец А. Экономика водного хозяйства. М., 1970.

«Использование водных ресурсов в народном хозяйстве». М., 1970.

«Использование и охрана водных ресурсов Белоруссии». Минск, 1965.

«Использование подземных вод для орошения СССР (состояние и перспективы)». М., 1968.

Ишков А. А. Рыбное хозяйство СССР за 50 лет Советской власти. — «Рыбное хозяйство», 1967, № 10.

Калинин Г. П. Проблемы глобальной гидрологии. Л., 1968.

Ковалев А. И. Прямые водные река-море перевозки грузов. М., 1968.

Козлов Б. И. За воду платить дифференцированно. — «Гидротехника и мелиорация», 1968, № 2.

Колдомасов Ю. И. Экономические связи в народном хозяйстве СССР. М., 1963.

Колбасов О. С. Законодательство о водопользовании в СССР. М., 1965.

Колосовский Н. Н. Основы экономического районирования. М., 1958.

Колосовский Н. Н. Теория экономического районирования. М., 1969.

Колотиевский А. М. Вопросы теории и методики экономического районирования. Рига, 1967.

Комар И. В. Превращение природных ресурсов в производительные силы общества и географические науки. — В кн.: «Природа и общество». М., 1968.

Копп Э. И. Мелиорация засоленных земель на орошаемой территории с затрудненным оттоком грунтовых вод. — Международный семинар «Гидрологические исследования для орошаемого земледелия», т. II. Ташкент, 1968.

Корнев Н. Водные богатства России. — «Экономика сельского хозяйства», 1970, № 9.

Костяков А. Н. Основы мелиорации. М., 1960.

Котлов Ф. В. Роль человека в преобразовании природы. — В сб.: «Труды II Узбекистанского гидрологического совещания. Ташкент, 2—9 апреля 1958 г.». Ташкент, 1959.

Кремер Е. С. Хозрасчет на оросительных системах и плата за воду. — «Гидротехника и мелиорация», 1968, № 5.

Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. Методические основы построения водохозяйственных балансов. — «Труды Гидропроекта», сб. 12. М.—Л., 1964.

«Круговорот воды». М., 1966.

Куделин Б. И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. М., 1960.

Кузин П. С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР. Л., 1960.

Кузин П. С. О методике и практических приемах гидрологического районирования. — «Труды ГГИ», вып. 126. Л., 1965.

Кузнецов И. А. О значении водохозяйственного баланса для ра-

ционального использования водных ресурсов. — В сб.: «Исследование поверхностного и подземного стока». М., 1967.

Кузнецов Н. Т. и *Львович М. И.* Проблемы комплексного использования и охраны водных ресурсов. — В сб.: «Природные ресурсы Советского Союза, их использование и воспроизводство». М., 1963.

Курдюмов Л. Д. Водное хозяйство тепловых электростанций и его проблематика. — В сб.: «Использование водных ресурсов в народном хозяйстве». М., 1970.

Ландсберг Г. Г., Фишман Л. Л. и *др.* Ресурсы США в будущем, т. I, II. М., 1965.

Ли Ч. Хозяйственный расчет и ценообразование в водном хозяйстве. — «Гидротехника и мелиорация», 1968, № 2.

Лойтер М. И. Резервы повышения эффективности использования водных ресурсов. — В сб.: «Интенсификация и резервы экономики». М., 1970.

Лойтер М. Экономические меры по рациональному использованию водных ресурсов. — «Вопросы экономики», 1967, № 12.

Львович М. И. Водные ресурсы будущего. Новое в науке. М., 1969.

Львович М. И. О научных основах комплексного использования и охраны водных ресурсов. — «Вопросы географии», сб. 73. М., 1968.

Львович М. И. Реки СССР. М., 1971.

Львович М. И. Человек и воды. Преобразование водного баланса и речного стока. М., 1963.

Лыч Г. М. Экономическая эффективность осушительных мелиораций. М., 1968.

Максимовский Н. С. Очистка сточных вод. М., 1961.

Мамедов А. М. Ирригация Средней Азии. Экономический очерк. М., 1969.

Маркосов И. М. Состояние и перспективы использования местного стока в Российской Федерации. — В сб.: «Использование местного стока для орошения». М., 1968.

Мельников Н. База будущей теплоэнергетики и индустрии. — «Вопросы экономики», 1966, № 5.

«Методика определения экономической эффективности размещения промышленности при планировании и проектировании нового строительства». М., 1966.

Мечитов И. И., Герцкович М. И. Водохозяйственные балансы. Учет и распределение водных ресурсов. Тбилиси, 1970.

Мечитов И. И., Плужников В. Н. и *др.* Водохозяйственный баланс — метод оптимального планирования использования водных ресурсов. — В сб.: «Комплексное использование и охрана водных ресурсов». Минск, 1968.

Минц А. А. Экономическая оценка естественных ресурсов. М., 1972.

Минц А. А. Естественные ресурсы — содержание понятия и некоторые вопросы классификации. — В кн.: «Природа и общество». М., 1968.

Минц А. А. Содержание и методы экономической оценки естественных ресурсов. — «Вопросы географии», сб. 78. М., 1968.

Миркин С. Л. Водные мелиорации в СССР и пути их развития. М., 1960.

Миташвили А. А. Проблемы развития внутреннего водного транспорта СССР. М., 1963.

Михайлов С. В. Мировой океан и человечество. М., 1969.

Москвин В. Ф. Энергохимические предпосылки географического размещения химической промышленности СССР. — «Вопросы географии», сб. 72. М., 1966.

Мурашко М. Г. Основные научно-технические проблемы в области использования и охраны водных ресурсов Белорусской ССР. — В сб.: «Комплексное использование и охрана водных ресурсов». Минск, 1968.

Мурашко М. Г., Тюльпанов А. И. Развитие водного хозяйства Белоруссии за годы Советской власти. — В сб.: «Использование и охрана водных ресурсов Белоруссии». Минск, 1967.

Новиков В. М., Канардов И. П. Использование сточных вод для орошения в СССР. — «Труды Всесоюзного научно-исслед. ин-та гидротехники и мелиорации», т. 46. М., 1968.

«Общая методика разработки генеральной схемы размещения производительных сил СССР на 1971—1980 гг.». М., 1966.

«О влиянии переброски стока северных рек в бассейн Каспия на народное хозяйство Коми АССР». Л., 1967.

Овсянников Н. Г. Генеральная перспективная схема комплексного использования водных ресурсов и водохозяйственного строительства. — «Изв. АН СССР», серия геогр., 1961, № 5.

Озиранский С. Л. Плата за водные ресурсы. — «Плановое хозяйство», № 9, 1968.

Озиранский С. Л., Черкасская А. И. Цена воды и возможные пути ее определения. — «Вопросы географии», сб. 78. М., 1968.

Омаровский А. Вопросы районирования и размещения машиностроения в СССР. — В сб.: «Вопросы планирования и размещения промышленности». М., 1959.

Опацкий Л. В. Размещение пищевой промышленности СССР. М., 1968.

«Орошаемое земледелие». М., 1965.

«Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик». — «Правда», 10 декабря 1970 г.

Парсон Р. Природа предъявляет счет (Охрана природных ресурсов в США). Пер. с англ. М., 1969.

Пирожников П. Л. Рыбохозяйственное использование водохранилищ комплексного назначения. — «Труды координационного совещания по гидротехнике», вып. 53. М., 1969.

Пирожников П. Л. Состояние и перспективы развития рыбного хозяйства на озерах, реках и водохранилищах СССР. — В кн.: «Рыбное хозяйство внутренних водоемов СССР». М., 1963.

«План электрификации РСФСР». Доклад VIII съезду Советов Государственной комиссии по электрификации России. М., 1955.

Плотников Н. И. Поиски и разведка пресных подземных вод для целей крупного водоснабжения, ч. I. М., 1965.

Плужников В. Н. Основные положения методики составления водохозяйственных балансов в условиях БССР. — В сб.: «Методы изучения и использования водных ресурсов». М., 1964.

«Подземный сток на территории СССР». М., 1969.

«Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения». М., 1969.

Покшишевский В. В. Принципы методики оценки условий обитания населения в разной географической обстановке. — «Изв. АН СССР», серия геогр., 1964, № 3.

Покшишевский В. В. Экономическое районирование СССР (Обзор советских исследований проблем экономического районирования за 1962—1964 гг.). — В сб.: «Экономическое районирование СССР». Итоги науки, вып. 2. ВИНИТИ. М., 1965.

Помус М. И. Опыт комплексного промышленного районирования крупного экономико-географического района. — «Изв. АН СССР», серия геогр., 1960, № 3.

Попов В. И., Самойлов Я. М. Основные задачи водообеспечения промышленности и населенных мест и охраны водных ресурсов от загрязнения. — В сб.: «Экономические проблемы размещения производительных сил СССР». М., 1969.

Преображенский В. С., Шелемов Н. П. Проблема использования природных ресурсов для отдыха и туризма. — «Изв. АН СССР», серия геогр., 1967, № 5.

«Природные ресурсы Советского Союза, их использование и воспроизводство». М., 1963.

«Проблема использования водных ресурсов в народном хозяйстве и водный транспорт». — «Труды НИИ экономики и эксплуатации водного транспорта», вып. 68. М., 1969.

«Проблемы размещения производительных сил Поволжья». Куйбышев, 1965.

Пробст А. Е. Вопросы размещения социалистической промышленности. М., 1971.

Пробст А. Е. Эффективность территориальной организации производства. М., 1965.

Пробст А. Е. Размещение социалистической промышленности. М., 1962.

«Пути совершенствования планирования и размещения производительных сил». Научные труды ЦЭНИИ, вып. I. М., 1969.

Пятигорский А. Проектирование мелиоративных мероприятий в малоизученных районах. Ташкент, 1968.

«Развитие и размещение производительных сил экономических районов СССР». М., 1967.

Разин Н. В., Гарнгардт Г. Г. Использование и охрана водных ресурсов СССР. — «Гидротехническое строительство», 1967, № 6.

Ракитников А. Н. География сельского хозяйства (проблемы и методы исследования). М., 1970.

Раскин Г. Ф. Экономика орошаемого земледелия. М., 1967.

Россолимо Л. Л. Теоретические основы освоения озерных ресурсов. — В сб.: «Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах». М., 1967.

Румянцев А. М. Регулирование использования водных ресурсов водохранилищ. М.—Л., 1966.

Рутковский В. И. Изучение эффективности комплексного освоения водных ресурсов. — В сб.: «Использование водных ресурсов в народном хозяйстве». М., 1970.

Саваренский А. Д. Расчетная обеспеченность и метод системы водохозяйственных вариантов. — В сб.: «Использование водных ресурсов в народном хозяйстве». М., 1970.

Саушкин Ю. Г. Лекции по экономическому районированию СССР. М., 1960.

Сванидзе Г. Г., Мечитов И. И. Опыт составления водохозяйственного баланса на примере Грузинской ССР. — В сб.: «Методы изучения и использования водных ресурсов». М., 1964.

Смирнов Н. И. Проблемы осушительных мелиораций. — «Вестник сельскохозяйственной науки», 1966, № 9.

Спиваков К. М. Новые приемы очистки и сельскохозяйственного использования хозяйственно-бытовых вод для орошения. — В кн.: «Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование». М., 1966.

Срибный М. Ф. Физико-технические проблемы овладения водными ресурсами. — В кн.: «Исследование поверхностного и подземного стока». М., 1967.

Струмилин С. О цене «даровых благ» природы. — «Вопросы экономики», 1967, № 8.

Сухарев И. П. Регулирование и использование местного стока. М., 1967.

Сухотин Ю. Об оценках природных ресурсов. — «Вопросы экономики», 1967, № 12.

Турчинович В. Т. Методика составления водохозяйственного баланса. — В сб.: «Исследование поверхностного и подземного стока». М., 1967.

Турчинович В. Т. Основы водохозяйственного баланса. — В сб.: «Управление поверхностными и подземными водными ресурсами и их использование». М., 1961.

«Укрупненные нормы расхода воды и количество сточных вод на единицу продукции для различных отраслей промышленности». Совещание руководителей водохозяйственных органов стран — членов СЭВ, кн. I—IV. М., 1968—1970.

Феденко П. Экономика водного хозяйства и цена на воду. — «Вопросы экономики», 1966, № 2.

Федоренко Н. Об экономической оценке природных ресурсов. — «Вопросы экономики», 1968, № 3.

Федорова Е. Ф. О водохозяйственном районировании СССР. — «Изв. АН СССР», серия геогр., 1969, № 6.

Фюрон Р. Проблема воды на земном шаре. Л., 1966.

Хачатуров Т. Об экономической оценке природных ресурсов. — «Вопросы экономики», 1969, № 1.

Хрущев А. Т. География промышленности СССР. М., 1969.

Цеев Я. Я., Приймаченко А. Д. «Цветение» воды в водохранилищах (Анализ цветения воды в Киевском водохранилище).

«Труды координационного совещания по гидротехнике», вып. 53. Л., 1969.

Черкинский С. Н. Вопросы гидрологии в гигиене воды и в санитарной охране водоемов. — «Труды III Всесоюзного гидрологического съезда», т. VI. Л., 1959.

Шелест В. А. Экономика размещения электроэнергетики СССР М., 1965.

Шнитников А. В. Вероятные тенденции предстоящего природного развития водных ресурсов и задачи перспективного планирования. — «Вопросы географии», сб. 73. М., 1968.

Шумаков Б. А. Орошение в засушливой зоне Европейской части СССР. М., 1969.

«Экономика мелиорации земель». М., 1968.

«Экономическая оценка природных ресурсов (обзор статей, поступивших в редакцию)». — «Вопросы экономики», 1969, № 1.

«Экономические проблемы размещения производительных сил СССР». Сборник статей. М., 1969.

Оглавление

Введение 3
Глава I. Водные ресурсы СССР 12
Глава II. Водное хозяйство СССР 48
Глава III. Коммунально-бытовое и сельскохозяйственное водопотребление 94
Глава IV. Промышленное водопотребление . . 129
Глава V. Водохозяйственное районирование СССР 170
Глава VI. Региональные проблемы водного хозяйства 193
Заключение 243
Литература 248

Долгополов, Константин Васильевич
и Федорова, Евгения Федоровна

ВОДА —
НАЦИОНАЛЬНОЕ
ДОСТОЯНИЕ

Редактор В. В. Леонова
Младший редактор Т. С. Положенцева
Редактор карт В. В. Рязанова
Оформление художника С. С. Верховского
Художественный редактор С. М. Полесицкая
Технический редактор Т. Г. Усачёва
Корректор Ч. А. Скруль

Сдано в набор 26 января 1973 г. Подписано в печать 16 августа 1973 г. Формат бумаги 84×108¹/₃₂. № 2. Условных печатных листов 14,28 с вкл. Учетно-издательских листов 14,39 с вкл. Тираж 6000 экз. А 03348. Цена 1 р. 10 к.
Зак. № 343
Издательство «Мысль». 117071. Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградская типография № 5 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Ленинград, Центр, Красная ул., 1/3.