СПРАВОЧНИК

мелиорация
и водное
хозяйство

# ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

# СПРАВОЧНИК

## мелиорация и водное хозяйство

5

# ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Под редакцией **И. И. Бородавченко**

Москва ВО «Агропромиздат» 1988

ББК 31.5
М47
УДК 628.1 : 556.18(031)

Авторский коллектив: *И. И. Бородавченко, Ю. А. Килинский, И. А. Шикломанов, А. Б. Авакян, А. Е. Асарин, Б. И. Бабич, Ю. П. Беличенко, А. С. Березнер, С. И. Ваничкина, И. И. Вартанов, Г. М. Веретенникова, В. Е. Водогрецкий, Е. Г. Войтухов, К. А. Гаринов, В. Ю. Георгиевский, Е. Г. Григорьев, И. В. Гуглий, Б. М. Доброумов, И. А. Долгушев, Т. П. Доценко, С. А. Дубняк, Е. В. Еременко, Н. Н. Жуков, А. Г. Захоржевская, А. С. Калинович, Г. И. Каплин, В. А. Леонидов, А. Г. Лобанова, В. Р. Лозанский, Ю. Т. Лошаков, В. Г. Магмедов, А. Н. Масюк, Д. Д. Мыкал, С. Л. Озиранский, Е. А. Панадиади, А. М. Пеньковская, В. Н. Плужников, Ю. Н. Подушко, А. В. Рождественский, А. И. Семьян, А. А. Соколов, А. М. Столяр, Ю. А. Толстунов, С. М. Тумановская, С. М. Успенский, Б. В. Фащевский, Н. П. Фрог, В. М. Хват, В. А. Шарапов, А. В. Штаковский, Ю. В. Юрков, Л. С. Язвин.*

Главная редакционная коллегия: *Н. Ф. Васильев* (главный редактор), *П. А. Полад-заде* (заместитель главного редактора), *И. И. Бородавченко* (заместитель главного редактора), *В. Ф. Моховиков, Л. С. Литвак, Б. С. Маслов, Л. Г. Балаев, Б. Б. Шумаков, В. П. Орлова* (ответственный секретарь)

Редакционная коллегия справочника «Мелиорация и водное хозяйство. 5. Водное хозяйство»: *И. И. Бородавченко* (главный редактор), *А. Д. Панадиади* (заместитель главного редактора), *И. А. Шикломанов, В. Р. Лозанский, В. И. Михура, Г. Г. Гангардт, В. Ф. Костин, А. С. Березнер, М. Г. Хубларян, В. К. Паписов*

Составитель *В. И. Михура*

**Мелиорация** и водное хозяйство. Т. 5. Водное хозяйст-
**М47** во: Справочник/И. И. Бородавченко, Ю. А. Килинский, И. А. Шикломанов и др.; Под ред. И. И. Бородавченко. — М.: Агропромиздат, 1988. — 399 с.: ил.
ISBN 5—10—000347—2

Изложены основные сведения о поверхностных и подземных водных ресурсах СССР, об изменении их под влиянием антропогенной деятельности. Уделено внимание управлению использованием водных ресурсов, эксплуатации водохозяйственных объектов комплексного назначения и охране вод от загрязнения.

**М** 3802030000—445 / 035(01)—88 24—88

**ББК 31.5**

ISBN 5—10—000347—2.

© ВО «Агропромиздат», 1988

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Планомерное развитие экономики СССР неразрывно связано с рациональным использованием природных богатств страны, среди которых одно из важнейших мест занимают водные ресурсы, необходимые для удовлетворения социальных и производственных нужд населения и народного хозяйства.

Сложность решения этой проблемы состоит в том, что источники водообеспечения — реки и другие водные объекты — в естественном состоянии не всегда могут удовлетворять требованиям к режиму, объему и качеству их вод.

Речной сток — основная составляющая используемых водных ресурсов — на территории нашей страны значителен (4740 км³/год), но распределен он между экономическими районами и внутри них неравномерно.

Бóльшая часть речных вод, около 84%, стекает в бассейны Северного Ледовитого (3030 км³/год) и Тихого (950 км³/год) океанов. На долю южного склона страны (бассейны Волги, Урала, Терека, Куры, Амударьи, Днестра, Днепра, Дона, Кубани и др.) приходится 750 км³/год, или 16% общего объема речного стока. Величина стока в естественном состоянии, которую можно использовать для нужд водообеспечения, меньше этой величины, поскольку его сезонное распределение, как правило, не совпадает с режимом водопотребления. Помимо этого, водность рек колеблется от года к году.

Так же неравномерно размещены и запасы подземных вод. Из суммарных эксплуатационных запасов подземных вод, равных 330 км³/год, около 53% приходится на РСФСР, 13% — на Казахскую ССР, 12% — на Узбекскую ССР. Южный склон страны обладает 155 км³/год воды, из которых не связано с поверхностным стоком 65 км³.

Забор свежей воды для водоснабжения населения, предприятий и объектов народного хозяйства, по данным Государственного водного кадастра, в 1986 г. составил 353 км³ (с учетом транзитного перераспределения стока). Наибольшая часть, около 280 км³, приходится на Среднюю Азию, Казахскую ССР, Закавказье, а также южные районы РСФСР и Украинской ССР. Помимо этого, значительные количества воды расходуются на специальные (рыбохозяйственные, санитарные, сельскохозяйственные и др.) попуски, а также на нужды гидроэнергетики, речного транспорта и лесосплава.

Следует отметить, что попуски в низовья рек в дальнейшем поступают в моря и имеют немалое значение для поддержания экологического равновесия в их акваториях.

Сопоставление водных ресурсов южного склона с потребностями в них объясняет, почему в настоящее время возможности их использования близки к исчерпанию. Не используемый в настоящее время резерв водных ресурсов на этой территории страны оценивается в 60 км³, из которых 55 км³ приходится на Дунай (советская часть).

Еще более напряженным ожидается положение с водообеспечением в обозримой перспективе.

Намеченный Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 гг. и на период до 2000 года рост промышленного и сельскохозяйственного производства, а также прирост населения потребуют дополнительных количеств воды. Удовлетворение перспективных

потребностей в воде, даже при осуществлении мер по рационализации водопользования, может вызвать рост общего водозабора.

Поэтому проблема увеличения водных ресурсов в этом регионе приобретает еще большую остроту, и решить ее можно несколькими методами.

Главный из них — **рационализация водопользования:** внедрение в промышленности и энергетике оборотных систем водоснабжения, безводных и безотходных технологий, сокращение непроизводительных потерь воды; строительство технически совершенных оросительных систем и реконструкция действующих, совершенствование техники полива и режима орошения, создание коллекторно-дренажной сети на всех подверженных засолению поливных землях, использование противофильтрационных покрытий, внедрение интенсивных агротехнических технологий и улучшение эксплуатации оросительных систем; внедрение эффективных методов искусственного рыборазведения.

Внедрение оборотных систем водоснабжения, бессточных и безотходных технологий в промышленности и энергетике будет способствовать **предотвращению загрязнения водных объектов.** Ведь зачастую вода в источнике бывает такого плохого качества, что ее хозяйственное использование возможно лишь при проведении дорогостоящих мероприятий по водоподготовке, а для создания в водном объекте необходимых санитарных условий нужны значительные объемы свежей воды для разбавления загрязненной.

Традиционный способ увеличения водных ресурсов состоит в **регулировании речного стока в водохранилищах.** Завершение строительства и ввод в эксплуатацию Рогунского, Тюямуюнского и Зеидского водохранилищ на р. Амударье, Терско-Малкинского на р. Терек и ряда других с общим полезным объемом 82 км$^3$, а также более глубокое регулирование стока Каховским, Кременчугским водохранилищами на Днестре и Краснодарским на Кубани позволит к 2000 г. повысить объем водных ресурсов в дефицитных по воде речных бассейнах.

**Территориальное перераспределение водных ресурсов** как внутризональное, так и межзональное — одна из форм увеличения местных запасов вод, — для чего необходимы предварительные фундаментальные научные исследования на основе всесторонних экономических и экологических исследований с применением современных экономико-математических методов и технических средств, а также глубокий анализ отечественного и зарубежного опыта.

Увеличение располагаемых водных ресурсов может быть достигнуто также за счет интенсивного **использования пресных подземных вод и опреснения минерализованных,** в том числе морских, а также за счет **совершенствования управления** использованием и охраной водных ресурсов. Причем совершенствоваться должны как организация, так и технология управления.

Материалы, характеризующие основные результаты, достигнутые в области водного хозяйства, а также касающиеся водного законодательства и сложившейся системы управления использованием и охраной вод и некоторые сведения о водных ресурсах, состоянии и параметрах водных объектов и гидротехнических сооружений нашли отражение в настоящем справочнике. Большое внимание уделено вопросам охраны вод от загрязнения и истощения.

# Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

## 1.1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

**Климатообразующие факторы.** Ландшафтные зоны, характеризующиеся суммой природных и антропогенных признаков, формируются под воздействием двух групп климатообразующих факторов. Влияние факторов первой группы меняется в пространстве, а второй — как в пространстве, так и во времени. Главнейшие из первой группы — географическая широта местности, высота над уровнем моря, удаленность от морей и океанов, рельеф местности различных порядков, характер подстилающей поверхности; второй — количество выпадающих атмосферных осадков, температурный режим воздуха и покровных слоев почвы, испарение, влагообеспеченность, вид и состояние подстилающей поверхности (тип и характер почвенного покрова и растительности, длительность снегового покрова и вечная мерзлота).

Среднегодовое количество *осадков,* выпадающих на территории Советского Союза, закономерно уменьшается (рис. 1.1) от 400 ... 700 мм на севере и в центральной части страны до 100 ... 150 мм на юге.

Азональное изменение количества выпадающих осадков наблюдается в горных и возвышенных районах страны. На юго-западных склонах Большого Кавказа выпадает до 4000 мм осадков, на Карпатах — более 1500, а на Урале — более 1000 мм.

*Годовое испарение* (рис. 1.2) на севере из-за низких температур колеблется от 50 до 100 мм. К югу по мере возрастания температур воздуха оно увеличивается и достигает в центральной части РСФСР, Прибалтийских республиках, Белоруссии и на Украине 350 ... 400—500 ... 550 мм. Далее к югу с уменьшением количества выпадающих осадков испарение снижается до 100 ...150 мм, то есть становится практически равным количеству выпадающих осадков, хотя по температурным условиям оно может быть значительно больше. Например, в районе Кушки, где испарение составляет 150 мм, испаряемость превышает 2000 мм.

*Влагообеспеченность* территории имеет большое значение для оценки погодных условий отдельных лет и при определении сроков проведения поливов и других агротехнических и эксплуатационных мероприятий.

Влагообеспеченность при оценке погодных условий может быть определена через коэффициент увлажнения *(К),* предложенный Н. Н. Ивановым. Величину коэффициента *К,* характеризующего степень возмещения выпадающими осадками испаряемости, Н. Н. Иванов рекомендует определять по формуле

$$K = \frac{H}{E} = \frac{H}{0{,}0018\,(25 + t)^2\,(100 - j)}, \qquad (1.1)$$

где $H$ — годовая сумма выпадающих осадков, мм; $E$ — испаряемость, мм; $t$ — средняя годовая температура; $j$ — средняя относительная влажность воздуха, %.

Для определения степени обеспеченности вегетационного периода теплом, и в первую очередь той его части, которая обеспечена также и влагой, Г. Т. Селянинов предложил пользоваться гидротермическим коэффициентом (ГТК), который вычисляют по формуле

$$\text{ГТК} = \Sigma H / 0{,}1\Sigma t, \qquad (1.2)$$

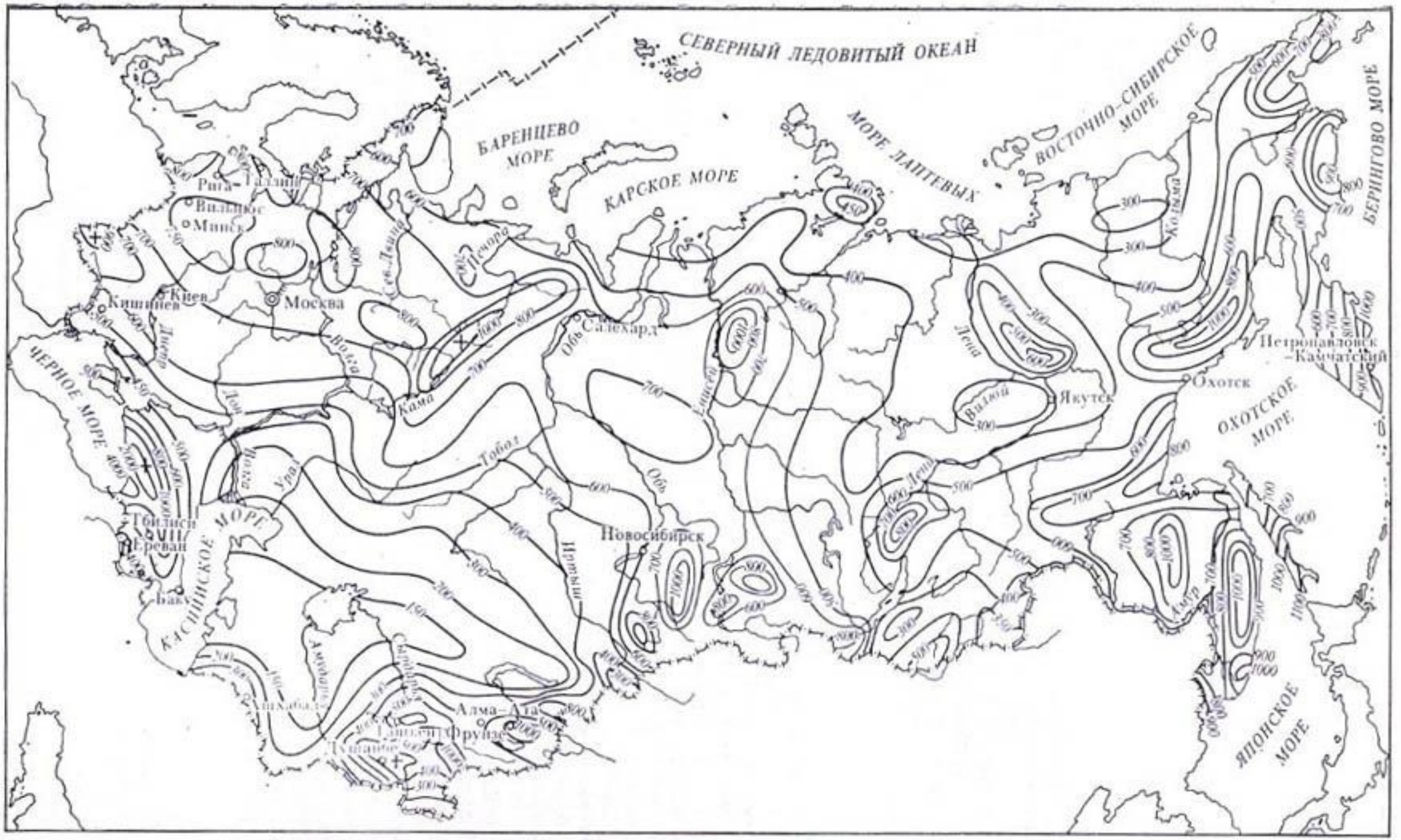



Рис. 1.1. Среднемноголетнее количество годовых осадков, мм

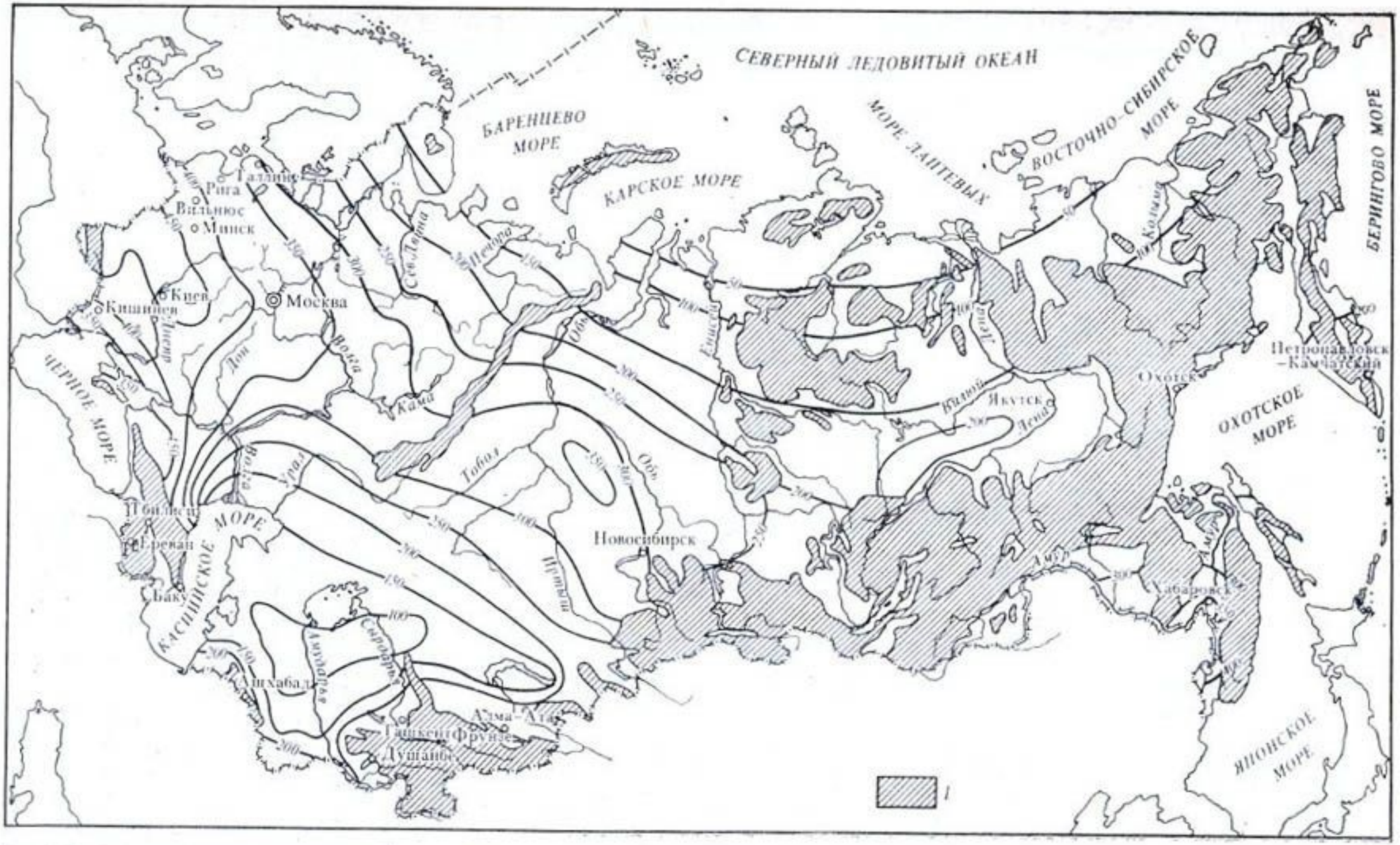



Рис. 1.2. Среднее суммарное испарение за год, мм:
*1* — горные районы

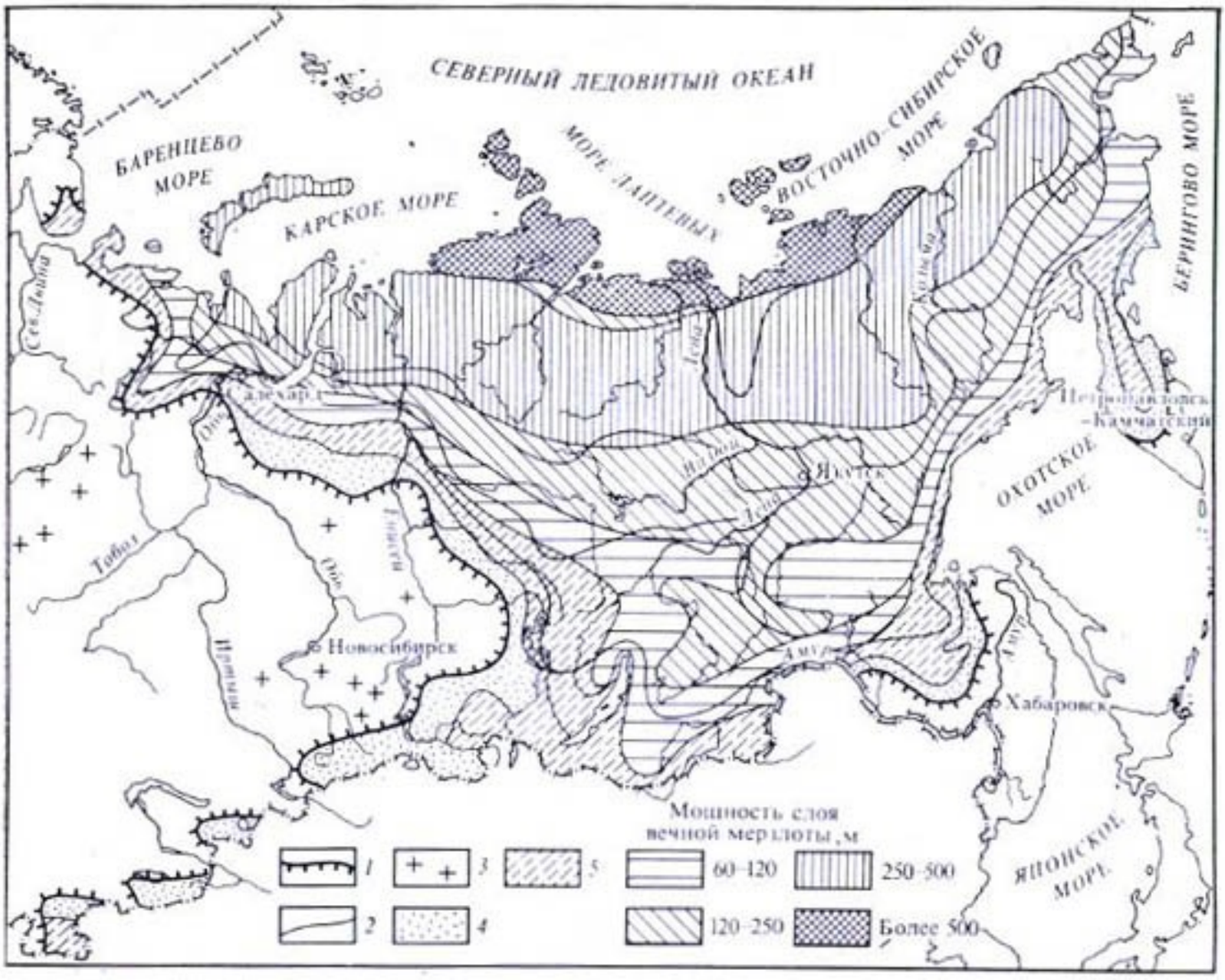



Рис. 1.3. Районы распространения вечной мерзлоты и ее параметры:

*1* — южная граница распространения вечной мерзлоты (изотерма 0° на глубине 10 м); *2* — изотермы на глубине 10 м; *3* — отдельные пункты вечномерзлых грунтов; *4* — зона отдельных островов вечной мерзлоты мощностью до 15 м; *5* — зона островного распространения вечномерзлых грунтов мощностью от 15 до 60 м

где $\Sigma H$ — сумма осадков, выпадающих в отдельные месяцы вегетационного периода с устойчивой температурой +10 °С и выше, мм; $\Sigma t$ — сумма температур за тот же период, °С.

*Вечная мерзлота* — это слой постоянно промерзшей земли, мощность которого в некоторых районах превышает 400 ... 500 мм. Вечная мерзлота занимает около половины территории СССР, оказывая существенное влияние на природные и производственные процессы. На протяжении короткого летнего периода мерзлый слой оттаивает с поверхности на глинистых грунтах до 1 ... 1,2 м, на песчаных — до 1,5 и на торфяных — на 0,3 ... 0,4 м. Границы распространения вечной мерзлоты и ее параметры показаны на рисунке 1.3.

*Почвенный покров* и *характер растительности* по территории СССР изменяются примерно в широтном направлении, следуя за изменением климатообразующих факторов.

**Ландшафтные зоны СССР (по Л. С. Бергу).** По характеру природных и экологических условий, а также учитывая антропогенные факторы, Л. С. Берг разделил территорию Советского Союза на 10 ландшафтных зон (рис. 1.4).

*Зона тундр* занимает крайний север советской части Европы и Азии. Это безлесная равнина, которая прерывается отдельными возвышенностями. Наиболее значительны из них — Урал и возвышенности северо-восточной Азии. Зима здесь продолжительная и суровая, лето короткое, холодное, но

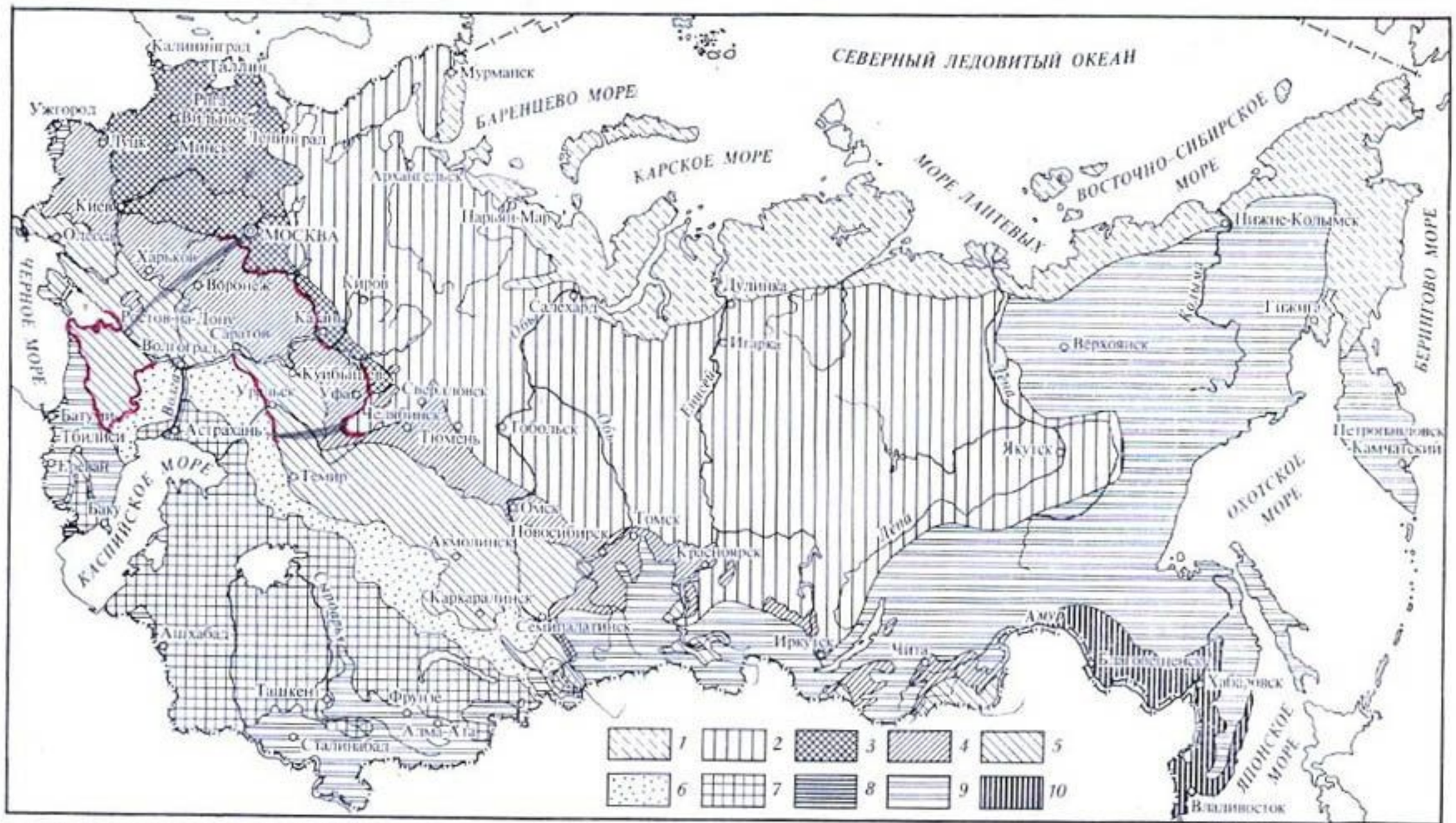



Рис. 1.4. Ландшафтные зоны СССР:

*1* — тундра; *2* — тайга; *3* — смешанный лес; *4* — лесостепь; *5* — степь; *6* — полупустыня; *7* — пустыня; *8* — субтропики; *9* — горные ландшафты; *10* — широколиственные и смешанные леса Дальнего Востока

с длительным освещением. Повсеместно развита вечная мерзлота, глубина которой, например в районе Амдермы достигает 600 м.

Тундровая растительность — заросли кустарниковой березы и ивы. Около половины площади занимают сфагновые болота.

*Зона тайги* охватывает почти половину площади Советского Союза. Климатические условия зоны более или менее однообразны и характеризуются достаточно теплым летом и не очень холодной зимой. Количество выпадающих годовых осадков: 600 ... 700 мм — в западной части и 300 ... 500 мм и менее — в восточной. Большая часть осадков выпадает летом и осенью. Вечная мерзлота распространена преимущественно в восточной части зоны. Глубина промерзания почвы в районах отсутствия вечной мерзлоты только в редкие годы превышает 1 м. Территория зоны неоднократно подвергалась оледенению, что определило изрезанность рельефа поверхности и сложность геологического строения.

В пределах зоны развиты три типа естественной растительности — леса, болота и луга. Леса преимущественно хвойные (ель, сосна). Болота — верховые и низинные; особенно их много на севере европейской тайги и в Западной Сибири, где они занимают громадные пространства. Большие площади заняты высокопродуктивными пойменными и суходольными лугами. Значительная часть бывших ранее под лесом и суходольными лугами площадей превращена в сельскохозяйственные угодья.

*Зона смешанных лесов* расположена в европейской части Союза — Прибалтика, Центральный район РСФСР, Белоруссия и северная часть Украины.

Большая часть лесов, покрывавших ранее зону, превращена в сельскохозяйственные угодья. В зоне развиты преимущественно низинные болота, расположенные в поймах и на пониженных равнинах. Обширные пространства таких болот осушены и стали высокопродуктивными сельскохозяйственными угодьями. В зоне много крупных массивов верховых болот, используемых для добычи торфа.

*Зона широколиственных лесов Дальнего Востока,* для которой характерны: жаркое лето, холодная зима и муссонный климат. Основной тип растительности — широколиственные леса из маньчжурского дуба, белой и черной берез и других пород. Подлесок из характерного для Дальнего Востока бобового кустарника — леспедецы, который образует сплошные заросли, не уступающие по питательности люцерне.

*Зона лесостепи* простирается узкой полосой от западных границ Советского Союза на Украине до Енисея. В этом своеобразном ландшафте чередуются крупные массивы лесов и обширные степные участки или разбросанные пятнами по степному фону рощи.

Климатические условия и почвенный покров лесостепной зоны благоприятствуют сельскохозяйственному производству. Поэтому здесь, особенно в европейской части, выращивают все виды продовольственных и фуражных культур, а также многие технические культуры.

*Зона степи* — более или менее ровные, безлесные, незаболоченные пространства. В естественном состоянии степи на протяжении всего вегетационного периода покрыты густой травяной растительностью. Лето здесь теплое сухое. Часто повторяются годы, когда летом осадки не выпадают в течение месяца и более. Нередки суховеи, пагубно влияющие на урожайность выращиваемых сельскохозяйственных культур. Степная зона — один из главных регионов производства в стране зерновых и, в частности, наиболее ценных твердых сортов пшениц и масличных культур. Из-за часто повторяющихся засух и суховеев урожайность выращиваемых культур по годам сильно колеблется. В зоне сосредоточена значительная площадь орошаемых земель, строятся также новые оросительные системы, так как этот регион — один из основных районов гарантированного производства сельскохозяйственной продукции.

*Зона полупустынь* примыкает с юга к степной и расположена в основном в низовьях Волги. Лето здесь жаркое, зима суровая, случаются годы, когда средняя январская температура ниже —25 °С, то есть ниже, чем на берегах Финского залива. В целом климат жаркий и засушливый. Если в степной зоне естественная растительность, как правило, образует сплош-

1.1. Распределение сельскохозяйственных угодий по землепользователям и видам использования (на 1 января 1986 г.), млн. га (%)

| Землепользователи | Общая площадь | Площадь всех сельскохозяйственных угодий (без оленьих пастбищ) | Пашня | Сенокосы | Пастбища | Прочие |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Общая земельная площадь (территория) | 2227,5(100) | 607,8(27,3) | 227,8(10,2) | 40(1,8) | 334,6(15,1) | 5,4(0,2) |
| Земли в пользовании сельскохозяйственных предприятий и хозяйств: | 1047,2(47,01) | 558,4(53,3) | 227,1(21,7) | 34(3,2) | 292,1(27,9) | 5,2(0,5) |
| колхозов | 246,6(11,07) | 173,9(70,5) | 102,1(41,4) | 10,9(4,4) | 59,2(24) | 1,7(0,7) |
| совхозов и других производственных сельскохозяйственных предприятий | 792,6(35,58) | 378,7(47,8) | 121,6(15,4) | 22,6(2,8) | 231,9(29,3) | 2,6(0,3) |
| межхозяйственных сельскохозяйственных предприятий и организаций | 3,7(0,17) | 1,9(51,3) | 0,7(18,9) | 0,1(2,7) | 1(27) | 0,1(2,7) |
| в личном пользовании рабочих и служащих | 4,3(0,19) | 3,9(90,7) | 2,7(62,8) | 0,4(9,3) | — | 0,8(18,6) |
| Государственный земельный запас и лесные организации | 1110,8(49,87) | 30,4(2,7) | 0,3(0,03) | 5(0,4) | 25(2,3) | 0,1(0,01) |
| Прочие землепользователи | 69,5(3,12) | 19(27,3) | 0,4(0,6) | 1(1,4) | 17,5(25,2) | 0,1(0,01) |

Примечание. С учетом площади Азовского и Белого морей территория СССР составляет 2240,2 млн. га.

ной покров, то здесь между растениями нередки участки голой почвы, хотя площадь, занятая растительностью, больше площади голых пространств. Преобладает ковыльно-полынная растительность. Почвы и грунты засолены, много соленых озер, солонцов и солончаков. Поверхностные и грунтовые воды также засолены.

## 1.2. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ СССР

Распределение суммарных пресных водных ресурсов по видам приведено ниже.

*Поверхностные воды*

| | | |
|---|---|---|
| Речной сток в средний по водности год, км³/год | 4740 | (из них 327 км³ в год формируется на территории смежных государств) |
| Озера, км³ | 27 500 | |
| Водохранилища, км³ | 545 | |
| Горные ледники, км³ | 13 000 | |

*Подземные воды*

| | | |
|---|---|---|
| Потенциальные запасы подземных вод, км³/год | 330 | |
| в том числе утвержденные ГКЗ и ТКЗ | 58,5 | |

Подробно водные ресурсы СССР рассмотрены в гл. 3.

## 1.3. ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ СССР

Общая земельная площадь Советского Союза за вычетом площади Белого и Азовского морей составляет 2227,5 млн. га. За сельскохозяйственными предприятиями и хозяйствами закреплено 1048,5 млн. га (47,1%); земли государственного запаса и лесных организаций занимают 1108,5 млн. га (49,8%); за прочими землепользователями закреплено 70,6 млн. га (3,1%). Сельскохозяйственные угодья занимают 608 млн. га, или 27,3% земельной площади СССР. Распределение сельскохозяйственных угодий среди землепользователей и по видам использования приведено в таблице 1.1 (см. стр. 13).

Более чем на половине земельной площади (табл. 1.2) из-за климатических условий, характера рельефа и почвенного покрова, а также из-за

**1.2. Размещение сельскохозяйственных угодий СССР по зонам (на 1 ноября 1986 г.), млн. га (%)**

| Показатели | Всего по СССР | Земледельческая зона | | | Неземледельческая зона |
|---|---|---|---|---|---|
| | | всего | достаточного увлажнения | недостаточного увлажнения | |
| Общая земельная площадь | 2227,5(100) | 975,6(43,8) | 343(15,4) | 632,6(28,4) | 1251,9(56,2) |
| Общая площадь сельскохозяйственных угодий: | 607,8 | 585,3(96,3) | 134,3(22,1) | 451(74,2) | 22,5(3,7) |
| пашня | 227,8 | 218,9(96,1) | 80,2(35,2) | 138,7(60,9) | 8,9(3,9) |
| сенокосы | 40 | 39,7(99,2) | 20,9(52,2) | 18,9(47,2) | 0,3(0,8) |
| пастбища | 334,6 | 323,9(96,8) | 23,8(7,1) | 296,8(88,7) | 10,7(3,2) |
| прочие | 5,4 | 5,4(100) | 1(19,2) | 4,4(80,8) | — |

покрытия земель кустарниковой и древесной растительностью или из-за засоренности их камнями сельскохозяйственное производство либо невозможно, либо связано с большими трудовыми и материальными затратами. Более 96% сельскохозяйственных угодий сосредоточены в земледельческой части страны, однако три четверти этих земель размещены в зоне недостаточного увлажнения.

Себестоимость урожая, получаемого при одинаковом уровне применяемых агротехнических мероприятий, зависит от климата, погодных условий, рельефа, почвенного покрова и других факторов и может быть оценена и сопоставлена по биоклиматической продуктивности (Д. И. Шашко), которая показывает, какое количество сельскохозяйственной продукции получено на 100° суммы активных температур при применении определенного уровня агротехнических мероприятий. Иными словами, чем ниже биоклиматическая продуктивность в том или ином районе или хозяйстве, тем бо́льшая площадь в нем должна быть обработана для получения одинакового количества продукции. Биоклиматическая продуктивность для СССР приведена ниже.

| Для всей территории | Для земледельческой части | Производственная оценка биоклиматической продуктивности |
|---|---|---|
| $K$=1,03 (100%) | $K$=1,49 (100%) | Пониженная |

Биоклиматическая продуктивность СССР существенно ниже, чем в США и основных капиталистических странах Западной Европы.

Повышение биоклиматической продуктивности связано с необходимостью проведения широкого комплекса мероприятий, направленных на ликвидацию и снижение отрицательного влияния неблагоприятных для сельскохозяйственного производства условий.

В этом комплексе наряду с агротехническими мероприятиями предусматривается широкое развитие мелиорации земель. Площадь орошаемых и осушаемых земель в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях по союзным республикам приведена в таблице 1.3.

**1.3. Площадь орошаемых и осушаемых земель в колхозах, совхозах, межхозяйственных и других производственных сельскохозяйственных предприятиях по СССР и союзным республикам** (по состоянию на 1 ноября 1986 г.), **тыс. га**

| СССР, республики | Всего | Орошаемые | Осушаемые | |
|---|---|---|---|---|
| | | | всего | закрытым дренажем |
| СССР | 35947,7 | 20184 | 15763,7 | 11054,9 |
| РСФСР | 11282,4 | 6095 | 5187,4 | 2789 |
| Украинская ССР | 5201,3 | 2386 | 2815,3 | 1907,5 |
| Белорусская ССР | 2831,9 | 140 | 2691,9 | 1811,2 |
| Узбекская ССР | 4020 | 4020 | — | — |
| Казахская ССР | 2230 | 2230 | — | — |
| Грузинская ССР | 605,8 | 460 | 145,8 | — |
| Азербайджанская ССР | 1330 | 1330 | — | — |
| Литовская ССР | 2621,1 | 40 | 2581,1 | 2434,5 |
| Молдавская ССР | 332,9 | 284 | 48,9 | 18,1 |
| Латвийская ССР | 1608,3 | 15 | 1593,3 | 1490,3 |
| Киргизская ССР | 1020 | 1020 | — | — |
| Таджикская ССР | 662 | 662 | — | — |
| Армянская ССР | 311,6 | 305 | 6.6 | — |
| Туркменская ССР | 1185 | 1185 | — | — |
| Эстонская ССР | 704,4 | 11 | 693,4 | 604,3 |

# Глава 2. ВОДНОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО

## 2.1. ПОНЯТИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ВОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Советское водное законодательство — совокупность юридических норм, направленных на регулирование водных отношений.

В состав водных отношений входят отношения, возникшие по поводу использования и охраны природных запасов воды, а также по борьбе с вредными воздействиями вод, по изучению, учету и планированию использования и охраны водных ресурсов. Отношения, возникающие в процессе использования воды, в которых она выступает как товар, регулируются другими отраслями законодательства (гражданского, административного).

Водное законодательство регламентирует также вопросы государственного управления в области использования и охраны водных ресурсов, состоящих в исключительной собственности государства.

Юридические нормы, регулирующие водные отношения, — это законы СССР и союзных республик, указы Президиума Верховного Совета СССР и союзных республик, постановления Совета Министров СССР и союзных республик, а также правовые акты, принятые министерствами и ведомствами в целях регулирования вопросов использования и охраны вод.

«Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик» (в дальнейшем Основы) — основополагающий юридический документ в области водного законодательства. Этот закон направлен не только на решение возникших к настоящему времени водохозяйственных проблем и вопросов, но и создает правовую базу эффективной эксплуатации водных ресурсов и сохранения благоприятных природных условий жизни будущих поколений.

Задачи советского водного законодательства — регулирование водных отношений в целях (ст. 1 Основ):

обеспечения в интересах настоящего и будущих поколений обоснованного рационального использования вод для нужд населения и народного хозяйства;

охраны вод от загрязнения, засорения и истощения;

предупреждения и ликвидации вредного воздействия вод;

улучшения состояния водных объектов, а также охраны прав предприятий, организаций, учреждений и граждан и укрепления законности в области водных отношений (здесь и далее текст Основ приводится в редакции Указа Президиума Верховного Совета СССР от 7 января 1980 г. «О внесении изменений и дополнений в Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик»).

Основы четко определяют вопросы, относящиеся к исключительной компетенции Союза ССР. Основные из них — установление: основных положений в области использования вод, их охраны от загрязнения, засорения и истощения; общесоюзных нормативов водопользования, качества вод и методов его оценки; единых систем государственного учета вод и государственного водного кадастра, а также утверждение схем комплексного использования и охраны вод и водохозяйственных балансов, имеющих общесоюзное значение (ст. 5 Основ).

В развитие Основ в союзных республиках приняты водные кодексы, отражающие особенности водопользования республик и более детально регулирующие основные требования к использованию и охране вод.

Взаимоотношения с соседними странами по вопросам использования и охраны пограничных вод Советский Союз основывает на соблюдении норм международного водного права и договоров (соглашений), заключенных с этими странами, в которых определяются условия и требования совместного использования и охраны этих вод. Если водопользование в советской части пограничных вод не урегулировано международными договорами с участием СССР, оно осуществляется в соответствии с законодательством Союза ССР и союзных республик.

## 2.2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Важнейший принцип водного законодательства — право исключительной государственной собственности на воды, который закреплен в Конституции СССР и обеспечивает наиболее благоприятные условия для эффективного использования водных ресурсов и сохранения (улучшения) их качества.

Объектом права исключительной государственной собственности на воды является *единый государственный фонд страны* (см. гл. 3).

Правовой режим вод в СССР характерен тем, что воды изъяты из гражданского оборота. Никто, кроме государства, в лице его специально уполномоченных органов, не может распоряжаться использованием водных ресурсов, самовольно изменять их предназначение или переступать право водопользования. Государство предоставляет водные объекты только в пользование.

Право государственной собственности на воды означает также, что *невозможность полного водообеспечения какой-либо отрасли народного хозяйства или отдельных водопользователей не требует материальной компенсации этим отраслям и водопользователям.*

Комплексное использование вод — обеспечение разносторонних потребностей в воде различных водопользователей или отраслей народного хозяйства. Но это не означает равного удовлетворения всех потребностей в воде. В большинстве случаев это невозможно. Некоторым видам водопользования отдают предпочтение, учитывая местные хозяйственные и природные условия и оптимальный социальный и экономический эффект, а также охрану окружающей природной среды.

*Законодательством закреплен приоритет водоснабжения населения,* то есть при любом использовании водных ресурсов право бытового и хозяйственного водопользования населения не может быть ограничено или принудительно прекращено ни в каких случаях, наоборот, при определенных условиях в интересах водоснабжения населения право водопользования различных предприятий и организаций может быть ограничено.

*Принцип рациональности* — соблюдение научно обоснованных норм водопотребления и водоотведения, сведение к минимуму различных непроизводительных потерь воды. Допускается только такое использование вод, которое не вызывает их истощения или ухудшения качественного состояния.

*Охрана и использование водных ресурсов осуществляются на основе государственных планов,* призванных обеспечить научно обоснованное распределение вод между водопользователями и улучшить их качество. Использование водных ресурсов предполагает обязательное взаимодействие намечаемых мероприятий с окружающей средой. Так, при проектировании, строительстве и эксплуатации водохранилищ, мелиоративных систем и других предприятий и объектов предусматривают мероприятия по ограничению затопления земель до минимального, по предупреждению вредного воздействия вод, а также охране рыбных запасов, полезной фауны и флоры.

Принципиальным положением является понятие о неразрывном единстве использования и охраны вод при регулировании водных отношений. Поэтому допускается такое использование, которое не приведет к ухудшению состояния водных объектов.

Законодательные нормы, обеспечивая охрану вод, ориентируют на широкое использование их в системах повторного и оборотного водоснабжения, а также применение безводных технологических процессов, при которых сброс сточных вод в водоемы минимален.

## 2.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

**Водопользование и его виды.** Водопользование (принятый в водохозяйственной практике термин «водопотребление», под которым понимают изъятие воды из водоисточника, в законодательстве не применяют. Юридическое понятие «водопользование» охватывает случаи использования водного объекта, как связанного с потреблением воды, так и без ее потребления) по советскому законодательству — пользование во́дами (водными объектами). При этом понятие «во́ды» рассматривается как совокупность природных запасов воды, выступающих в виде водных объектов. Использование воды, забранной из водного источника и превращенной в товарный объект, водопользованием не считается. Не относится к водопользованию добыча полезных ископаемых, дноуглубительные, буровые, взрывные, строительные и другие работы на водных объектах и в прибрежных полосах водоемов. Поскольку эти работы оказывают влияние на состояние водоемов, их производство возможно только по согласованию с органами по регулированию использования и охране вод и другими органами в соответствии с законодательством Союза ССР и союзных республик (ст. 11 Основ).

В зависимости от целевого назначения использования водных ресурсов различают *хозяйственно-питьевое, промышленное, транспортное, сельскохозяйственное, гидроэнергетическое* и другое водопользование.

Основы (ст. 14) различают: общее водопользование без применения сооружений или технических устройств и специальное водопользование с их применением.

*Право общего водопользования* возникает без какого-либо разрешения, но осуществляется на условиях и в порядке, устанавливаемых законодательством. В определенных случаях оно может быть ограничено законом или специальными решениями Советов Министров союзных республик или исполкомами краевых (областных) Советов народных депутатов.

*Специальное водопользование* осуществляется на основании разрешений органов по регулированию использования и охране вод, а в отдельных случаях — исполкомов местных Советов народных депутатов.

Совместное и обособленное водопользование различают по условиям предоставления водных объектов в пользование.

При *совместном водопользовании* водный объект используется одновременно двумя и более водопользователями, каждый из которых вправе пользоваться водным объектом в целом, не спрашивая разрешений других водопользователей, но и не нарушая их прав и интересов.

*Обособленное водопользование* возникает тогда, когда конкретный водный объект (или его часть) закреплен за одним водопользователем и предназначен в основном для удовлетворения его потребностей.

Порядок предоставления водных объектов в обособленное пользование установлен постановлениями Советов Министров союзных республик. Водные объекты (или их части) передаются в пользование предприятиям и организациям на основании решений Советов Министров союзных республик или исполкомов местных Советов народных депутатов после согласования водопользователем этого вопроса с органами по регулированию использования и охране вод и некоторыми другими заинтересованными органами. Право обособленного водопользования удостоверяется государственным актом, выдаваемым исполкомом районного или городского Совета народных депутатов трудящихся. Нахождение водного объекта в обособленном пользовании может сочетаться как с общим, так и специальным водопользованием. В последнем случае необходимо разрешение на специальное водопользование.

Предприятия и организации, которым водные объекты предоставлены в обособленное пользование, имеют право разрешать пользоваться водным объектом другим предприятиям, организациям и гражданам по согласованию с органами по регулированию использования и охране вод (ст. 14 Основ). В этом случае обособленный водопользователь становится первичным, а те, кто получил от него разрешение на водопользование, — вторичными водопользователями.

Прекращение права водопользования предприятий и организаций наступает (ст. 18 Основ), когда вода не нужна или водопользователь отказывается от ее использования, истекает срок водопользования, ликвидируют предприятия или организации, передают водохозяйственные сооружения другим водопользователям, изымают водные объекты из обособленного пользования. Право на водопользование (кроме права пользования водами для питьевых и бытовых нужд) может быть прекращено также в случае нарушения правил пользования водами и их охраны.

Частично или полностью может быть запрещено использование водных объектов, имеющих особое государственное значение либо особую научную или культурную ценность. Такое запрещение дает Совет Министров СССР, если регулирование водопользования отнесено к союзной компетенции, в остальных случаях — Советы Министров союзных республик.

Поскольку в СССР водопользователями являются государственные, кооперативные и общественные предприятия, организации и граждане СССР (ст. 12 Основ), то к их числу не может относиться отрасль народного хозяйства, правовая защита интересов которой осуществляется путем регламентации обязанностей конкретных водопользователей, входящих в эту отрасль.

**Обязанности и права водопользователей.** Они составляют ядро водного законодательства. *Водопользователи обязаны:* рационально использовать водные объекты; заботиться об экономном расходовании воды, восстановлении и улучшении ее качества; добиваться прекращения сброса неочищенных сточных вод; содержать в исправном состоянии очистные и другие водохозяйственные сооружения; вести в установленном порядке учет использования вод; не допускать нарушения прав, предоставленных другим водопользователям; не наносить ущерба хозяйственным и природным объектам.

*Водопользователи имеют право* использовать водные объекты только в тех целях, для которых они им предоставлены (ст. 17 Основ).

Ущерб, вызванный проведением водохозяйственных мероприятий или изменением режима эксплуатации водохозяйственных сооружений, должен быть возмещен (ст. 20 Основ) согласно инструкции Минфина СССР и Минюста СССР (1978 г.).

*Дополнительные обязанности и права водопользователей* заключаются в следующем. Водопользователи, использующие водные ресурсы для промышленных целей, обязаны соблюдать планы, технологические нормы и правила водопользования, а также стремиться к сокращению расхода воды и к прекращению сброса сточных вод, совершенствуя технологии производства и схемы водоснабжения (применение безводных технологических процессов, воздушного охлаждения, оборотного водоснабжения и других технических приемов).

Исполнительные комитеты местных Советов народных депутатов в аварийных случаях и при других исключительных обстоятельствах, а также перерасходе предприятиями лимита потребления воды из водопровода вправе сокращать или запрещать потребление питьевой воды для промышленных целей в интересах первоочередного удовлетворения питьевых и бытовых нужд населения.

Постановление Совета Министров СССР «О мерах по экономному расходованию материальных ресурсов в жилищно-коммунальном хозяйстве» (1983 г.) обязывает владельцев коммунальных водопроводов строго лимитировать использование питьевой воды на промышленные нужды.

Водные объекты, отнесенные к категории лечебных, прежде всего должны использоваться для лечебных и курортных целей. Использование этих

объектов для иных целей допускается в исключительных случаях органами водного надзора по согласованию с органами здравоохранения и управлениями курортов.

Гидроэнергетические предприятия, как правило, обязаны использовать водные ресурсы с учетом интересов других отраслей народного хозяйства, а также требований комплексного использования вод (ст. 25 Основ).

Водные ресурсы для нужд сельского хозяйства используют с соблюдением установленных планов, правил, норм и режимов водопользования (ст. 23 Основ). При этом необходимо принимать меры по сокращению потерь воды на фильтрацию и испарение в мелиоративных системах, по предупреждению нерациональных сбросов воды из них и попадания рыбы в указанные системы, по созданию наиболее благоприятного режима почвенной влаги. Организация водопользования на мелиоративных системах определена Уставом эксплуатационной службы органов мелиорации и водного хозяйства СССР (см. 8.5).

Условия предоставления воды хозяйствам для орошения земель установлены Правилами технической эксплуатации оросительных систем. К их числу относится наличие планировки орошаемых площадей, а также надлежащее техническое состояние внутрихозяйственной и дренажно-коллекторной сетей. Правила устанавливают, что управления оросительных систем (УОСы) должны регулировать водный поток в пунктах выдела хозяйствам воды, вести учет ее забора и подачи; контролировать использование воды в хозяйствах, включая качество отводимых вод, техническое состояние внутрихозяйственной сети, содержать в исправном состоянии межхозяйственную сеть, а также оказывать помощь по договорам с хозяйствами в проведении ремонтных работ на внутрихозяйственной сети. Хозяйства, не получившие воду по вине эксплуатационной службы, имеют право требовать ее подачи в последующие десять суток. Хозяйства могут отказаться от получения воды только по производственным причинам, предупредив УОС за 2...3 дня до начала подачи воды.

Ответственность за вредные последствия, причиненные УОС находившейся в его распоряжении водой, заключается в проведении за свой счет работ, связанных с восстановлением мелиоративного состояния земель.

Все водные объекты являются водными путями (ст. 26 Основ) общего пользования, за исключением случаев, когда их использование в этих целях полностью или частично запрещено либо они предоставлены в обособленное пользование.

Запрещается молевой сплав леса, а также сплав древесины в пучках и кошелях без судовой тяги на судоходных реках, а также на водных объектах, перечень которых утвержден Советом Министров СССР или Советами Министров союзных республик с учетом особого значения их для рыбного хозяйства, водоснабжения или других целей. На остальных водных объектах указанные виды лесосплава допускаются с разрешения органов по регулированию использования и охране вод после согласования с органами рыбоохраны. Лесосплавляющие организации обязаны регулярно очищать сплавные пути от затонувшей древесины.

На рыбохозяйственных водоемах или их отдельных участках, имеющих важное значение для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб и других объектов водного промысла, права водопользователей могут быть ограничены в интересах рыбного хозяйства. Перечень таких водоемов (или их участков) и виды ограничений водопользования определяют органы по регулированию использования и охране вод по представлению органов рыбоохраны.

**Правовое регулирование создания и эксплуатации водохранилищ.** Вопросы создания и эксплуатации водохранилищ регулируются юридическими нормами.

Состав и порядок проведения работ по подготовке водохранилищ определены «Положением о порядке проведения мероприятий по подготовке зон затопления водохранилищ в связи со строительством гидроэлектростанций и водохранилищ» (1976 г.). Положение наряду с хозяйственными вопросами, связанными с выполнением работ и определением затрат на под-

готовку этих водных объектов, устанавливает требования к подготовке зоны затопления, исходя из действующих санитарных норм и правил. В соответствии с Санитарными правилами подготовка территории, подлежащей затоплению, должна обеспечить формирование надлежащего качества воды будущих водохранилищ в целях их использования для хозяйственных и рекреационных нужд. В состав мероприятий по подготовке зон водохранилищ входят: очистка сносимых населенных пунктов, промышленных предприятий, мест захоронений, животноводческих помещений, а также лесоочистка. Эксплуатация водохранилищ рассмотрена в 8.6.

Основами (ст. 33) предусмотрены мероприятия, обеспечивающие надлежащее техническое состояние и благоустройство водохранилищ, а также контроль за соблюдением правил их эксплуатации.

В постановлении Совета Министров СССР «О порядке организации и координации мероприятий, обеспечивающих надлежащее техническое состояние и благоустройство водохранилищ, и о выполнении этих мероприятий» (1978 г.) определено, что органы системы Минводхоза СССР осуществляют техническую паспортизацию водохранилищ, разрабатывают схемы улучшения их технического состояния и благоустройства, составляют проекты планов берегоукрепительных, мелиоративных, водоохранных и других эксплуатационных работ по улучшению технического состояния и благоустройства водохранилищ совместного пользования, подготавливают предложения об установлении прибрежных полос (зон), в пределах которых ограничивается хозяйственная деятельность и выполняются соответствующие водоохранные мероприятия. На органы мелиорации и водного хозяйства возложены также функции заказчика по выполнению берегоукрепительных, мелиоративных и других работ, осуществляемых в пределах акватории водохранилищ совместного пользования. Функции заказчика указанных работ на водохранилищах, предоставленных в обособленное пользование, должны выполнять предприятия и организации, в пользовании которых находятся эти водные объекты.

Постановлением также установлено, что Советы Министров союзных республик, министерства и ведомства осуществляют в пределах прибрежных полос (зон) водохранилищ противоэрозионные, мелиоративные, лесохозяйственные и другие мероприятия, обеспечивающие предупреждение водной эрозии и заиление водохранилищ, поддержание благоприятного водного режима, улучшение условий обитания водных животных и сохранение природных ландшафтов. Научные и проектные работы, связанные с улучшением технического состояния водохранилищ, выполняют по программам и планам, согласованным с органами по регулированию использования и охране вод.

**Регулирование вододеления между союзными республиками.** Регулирование пользования водными объектами, расположенными на территории двух или нескольких союзных республик в части, затрагивающей интересы этих республик, осуществляется по согласованию между органами заинтересованных республик (ст. 34 Основ). Межреспубликанское распределение стока рек решает Минводхоз СССР, если соглашение между указанными органами не достигнуто.

Правовые формы, в рамках которых достигаются согласованные решения о вододелении между союзными республиками, различны. К этим формам в первую очередь относят утвержденные схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейнов межреспубликанских рек, межреспубликанские соглашения, на основании которых устанавливают водораспределение, а также соответствующие решения по указанному вопросу министра мелиорации и водного хозяйства СССР.

На основании установленных режимов вододеления принимают согласованные между республиками меры по предотвращению или сокращению ущерба вследствие маловодья.

**Использование подземных вод.** Правовая охрана подземных вод от истощения и загрязнения направлена на их рациональное использование преимущественно для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. Основы (ст. 21) устанавливают, что использование подземных вод питьевого качества для нужд, не связанных с питьевым и бытовым водо-

снабжением населения, как правило, не допускается. Такое использование разрешают органы по регулированию использования и охране вод в районах, где отсутствуют необходимые поверхностные водные источники и имеются достаточные запасы подземных вод.

Во всех случаях использование подземных вод, а также сброс сточных вод в подземные водоносные горизонты разрешают лишь при наличии официального документа — разрешения на специальное водопользование, которое должно быть получено от органа по регулированию использования и охране вод до начала проведения буровых работ.

Порядок бурения скважин и переоборудования разведочных скважин в эксплуатационные установлен постановлением Совета Министров СССР «Об усилении государственного контроля за использованием подземных вод и о мероприятиях по их охране» (1959 г.) с учетом изменений и дополнений (1982 г.).

Бурение скважин, строительство и переоборудование разведочных скважин в эксплуатационные, строительство и переоборудование каптажных сооружений для использования подземных вод осуществляют только с разрешения министерств (управлений) геологии союзных республик или производственных геологических объединений. В таком же порядке проводят бурение поглощающих скважин и устройств поглощающих колодцев для закачки сточных вод в подземные водоносные горизонты, которое допускается только в иключительных случаях и при условии, если эти скважины и колодцы не будут загрязнять водоносный горизонт, используемый или пригодный для питьевого и бытового водоснабжения населения.

В целях упорядочения выполнения мероприятий по охране подземных вод Мингео СССР разработало рекомендации по проведению мероприятий по охране подземных вод, согласно которым министерства и ведомства, Советы Министров союзных республик должны обеспечить на подведомственных предприятиях оборудование самоизливающихся скважин кранорегулирующими и измерительными устройствами, ликвидировать непригодные скважины, а также разработать комплекс мероприятий по предотвращению неблагоприятного влияния фильтрующих накопителей на подземные воды.

Порядок приемки выполненных работ по дооборудованию и ликвидации самоизливающихся артезианских скважин установлен Мингео СССР, Минздравом СССР и Минводхозом СССР.

Общее методическое руководство всеми работами по изучению подземных вод и их охране от истощения и загрязнения, а также координация этих работ возложены на Мингео СССР и Минздрав СССР. Должностные лица этих министерств, а также органов горного надзора (при осуществлении контроля за охраной гидроминеральных ресурсов) имеют право назначать контрольные опытные откачки воды, стационарные наблюдения, анализы воды и другие исследования, связанные с охраной подземных вод, проверять соблюдение водоохранного режима на водосборах, нарушение которого вызывает загрязнение подземных вод, давать обязательные предписания о проведении мероприятий по охране подземных вод и приостанавливать их эксплуатацию в случае невыполнения этих мероприятий.

## 2.4. ОХРАНА ВОД

**Основные требования.** Водное законодательство регулирует охрану водных ресурсов как от загрязнения и засорения, так и от истощения. Понятие «загрязнение вод» применимо как к процессу, так и к состоянию вод. В первом случае под загрязнением понимают насыщение водных объектов такими веществами и в таких количествах или сочетаниях, которые ухудшают качество воды в них и вызывают неблагоприятные последствия, а во втором — это достижение водным объектом такого состояния, при котором объект не отвечает нормативным качественным показателям (ст. 31 и ст. 37 Основ).

Под засорением понимают поступление в водоем посторонних нерастворимых предметов (древесины, шлака, металлолома, строительного мусора и т. п.). Юридических критериев для определения засорения водное законодательство не устанавливает. В каждом конкретном случае этот вопрос решает орган по регулированию использования и охране вод.

Под истощением вод понимают сокращение количества воды в водном объекте, происходящее под влиянием антропогенной деятельности и носящее устойчивый характер. Оно не относится к сезонным колебаниям стока воды в реках или естественным изменениям запаса воды в морях и озерах, подземных бассейнах и ледниках.

Правовая охрана вод достигается установлением соответствующих обязанностей водопользователей и прибрежных землепользователей. В соответствии со ст. 37 и ст. 38 Основ предприятия и организации, деятельность которых влияет на состояние вод, обязаны проводить согласованные с органами по регулированию использования и охране вод технологические, лесомелиоративные, агротехнические, гидротехнические и другие мероприятия по охране вод. Владельцы средств водного транспорта, трубопроводов и других сооружений на водных объектах, лесосплавляющие и иные организации не должны загрязнять и засорять воды в результате потерь масел, древесины, нефтяных и прочих продуктов. Не допускается загрязнять и засорять поверхности водосборов и ледников, ледяной покров водоемов отходами, отбросами и выбросами, смыв которых повлечет ухудшение качества воды. Сброс в водные объекты производственных, бытовых и других отходов и отбросов запрещается.

Водопользователи, сбрасывающие сточные воды в водный объект или сети водоотведения, должны постоянно наблюдать за эксплуатацией сооружений по очистке и обеззараживанию сточных вод. Порядок такого контроля согласно «Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» согласовывают с органами по регулированию использования и охране вод.

Различные строительные и другие работы на водных объектах и в прибрежных полосах должны вести с соблюдением условий, исключающих их загрязнение и засорение. Указанные работы должны быть согласованы с органами по регулированию использования и охране вод, другими заинтересованными органами, а также с исполкомами местных Советов народных депутатов (ст. 11 Основ).

Охрану вод обеспечивают также путем запрета ввода в эксплуатацию объектов, не обеспеченных устройствами, предотвращающими загрязнение и засорение вод, а также регламентируя условия отведения сточных вод в водные объекты.

Один из видов правовой охраны вод — установление прибрежных водоохранных и санитарных полос (зон) водных объектов и режима хозяйственной деятельности в пределах этих полос (зон).

Для решения основных задач охраны вод — исключения появления новых источников загрязнения и ограничения, а в дальнейшем постепенной ликвидации существующих — в последние годы был принят ряд постановлений партии и правительства по охране бассейнов Волги и Урала (1972 г.), Балтийского, Черного и Азовского морей (1976 г.), оз. Байкал (1987 г.), Каспийского моря (1977 г.), оз. Севан (1978 г.) и др. В этих постановлениях министерствам и ведомствам СССР, Советам Министров союзных республик поручено осуществить комплекс мероприятий по полному прекращению сброса в водные объекты неочищенных сточных вод.

Улучшение охраны водных ресурсов страны предусмотрено Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 гг. и на период до 2000 г.

**Правовое регулирование сброса сточных вод.** Сброс сточных вод — один из видов специального водопользования, поэтому водным законодательством предусмотрено, что пользование водными объектами для сброса промышленных, коммунально-бытовых, дренажных и других сточных вод возможно только с разрешения органов по регулированию использования и охране вод и с соблюдением определенных требований и условий.

При этом сброс сточных вод допускают только в тех случаях, если он не приведет к увеличению содержания в водном объекте загрязняющих веществ свыше установленных норм и при условии очистки водопользователем сточных вод до пределов, определенных органами по регулированию использования и охране вод. Если указанные требования нарушаются, сброс сточных вод должен быть ограничен, приостановлен или запрещен органами по регулированию использования и охране вод вплоть до прекращения деятельности отдельных промышленных установок, цехов, предприятий. В случаях, угрожающих здоровью населения, органы санитарного надзора вправе приостановить сброс сточных вод вплоть до прекращения эксплуатации производственных и других объектов с уведомлением об этом органов по регулированию использования и охране вод (ст. 31 Основ).

Конкретно, кому, в какой водоем, в каком месте и в каком количестве разрешено сбрасывать сточные воды, вид сточных вод, их состав, степень очистки и другие условия указывают в разрешениях на специальное водопользование.

Запрещается сброс сточных вод в водные объекты, отнесенные к категории лечебных (ст. 22 Основ), а также имеющие особое государственное значение либо особую научную или культурную ценность (ст. 13 Основ).

Не допускается сброс сточных вод в первом поясе зоны санитарной охраны, в пределах первой и второй зон округов санитарной охраны курортов (Положение о курортах, утвержденное постановлением Совета Министров СССР), в местах, отведенных для купания (Санитарные правила по устройству и содержанию пляжей и мест купания).

Не разрешается сбрасывать сточные воды на участках массового нереста, нагула рыб и расположения зимовальных ям. Запрещается спуск сточных вод, содержащих радиоактивные вещества, в пруды и озера, предназначенные для разведения рыб и водоплавающей птицы, а также в ручьи и другие водные объекты, вода из которых может поступать в эти пруды. Условия отведения сточных вод в водные объекты определены «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», утвержденными Минводхозом СССР, Минздравом СССР и Минрыбхозом СССР.

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» (1978 г.) разработаны нормы предельных выбросов загрязняющих веществ в первую очередь для предприятий, расположенных в зонах повышенного загрязнения природной среды. Указанные нормы утверждаются с учетом соблюдения установленных предельно допускаемых концентраций загрязняющих веществ (ПДК) в природной среде. ПДК установлены «Правилами охраны» для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и для водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей.

В 1982 г. Минводхозом СССР утверждены Методические указания по установлению предельно допускаемых сбросов (ПДС) веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами.

**Охрана малых рек.** Советом Министров СССР в 1980 г. принято постановление «Об усилении охраны малых рек от загрязнения, засорения и истощения и о рациональном использовании их водных ресурсов». Этим постановлением на Советы Министров союзных республик, Минводхоз СССР и другие министерства и ведомства, предприятия которых оказывают влияние на режим и состояние малых рек, возложены разработка и осуществление мероприятий по восстановлению водности малых рек и чистоты их вод в первую очередь в районах крупных городов и промышленных центров, мест массового отдыха населения, уникальных природных ландшафтов и заповедных территорий. Советам Министров союзных республик также поручено разработать положения о водоохранных зонах малых рек и обеспечить разработку схем их охраны (совместно с Минводхозом СССР). Постановления аналогичного содержания приняты в союзных республиках.

В 1986 г. постановлением Совета Министров СССР было разрешено Советам Министров союзных республик устанавливать лимиты проектных работ и объемы работ по малым рекам за счет выделенных им операцион-

ных расходов, а также привлекать к выполнению работ наряду с подрядными строительными организациями объединения, предприятия, учреждения и организации, хозяйственная деятельность которых влияет на состояние малых рек.

**Охрана морских вод.** Проблема защиты морских вод занимает значительное место в системе водного законодательства. В соответствии с постановлениями об охране бассейнов Черного и Азовского морей, а также Каспийского моря буровые, взрывные, геологоразведочные и другие работы проводят в пределах береговых, охранных полос (зон) (береговой охранной полосой считают 50-километровую прибрежную полосу суши, отсчитываемую от исходной линии ширины территориальных вод СССР) морей, во внутренних и территориальных водах СССР (внутренние морские воды — это все морские пространства, расположенные между берегом и исходной линией территориальных вод. Территориальные воды — это примыкающий к сухопутной территории или к внутренним морским водам государства морской пояс, входящий в состав территории государства и находящийся под его суверенитетом, который осуществляется с соблюдением норм международного права. Ширина территориальных вод СССР — 12 морских миль) и на континентальном шельфе (континентальный шельф — это поверхность и недра морского дна подводных районов, примыкающих к берегу, в том числе к островам, но находящихся вне зоны территориальных вод, до глубины 200 м или за этим пределом до места, глубина покрывающих вод которого позволяет разработку естественных богатств этих районов. Разведка и разработка естественных богатств континентального шельфа прибрежного государства является объектом суверенного права этого государства) с разрешения органов Минводхоза и Минрыбхоза СССР, а на акватории Каспийского моря — также и Минздрава СССР.

В СССР действуют «Правила охраны прибрежных вод морей». Цель их — предупреждение и устранение загрязнений прибрежных районов морей и создание благоприятных условий пользования ими для оздоровительных и культурно-бытовых нужд населения. Правила распространяются на прибрежные морские районы, отведенные для купания, водного спорта и культурного отдыха, и на прибрежные районы моря в границах населенных мест, пригородов, курортов, санаториев, домов отдыха, туристских и других баз.

Указанные правила содержат общие требования к составу и свойствам морской воды в районах водопользования населения и список ПДК вредных веществ в воде прибрежных районов.

Действующими Санитарными правилами для морских судов регламентирован порядок удаления загрязненных вод, отбросов и мусора с морских судов.

К числу дополнительных мер, принятых в целях усиления охраны морских вод от загрязнения, относятся постановление Совета Министров СССР «Об усилении борьбы с загрязнением моря веществами, вредными для здоровья людей или для живых ресурсов моря» (1974 г.), Указы Президиума Верховного Совета СССР «Об усилении ответственности за загрязнение моря веществами, вредными для здоровья людей и живых ресурсов моря вследствие сброса или потерь судами и другими плавучими средствами» (1974 г.) и «Об экономической зоне СССР» (1984 г.).

Экономическая зона СССР устанавливается в морских районах, находящихся за пределами территориальных вод (территориального моря) СССР и прилегающих к ним, включая районы вокруг принадлежащих СССР островов. Ее внешняя граница находится на расстоянии 200 морских миль, отсчитываемых от тех же исходных линий, что и территориальные воды СССР.

Предотвращение загрязнения морской среды, вызываемого или связанного с деятельностью в экономической зоне СССР, и контроль за охраной вод в ее пределах осуществляют в соответствии с законодательством СССР, а также международными договорами СССР.

В отношении определенных, четко обозначенных районов экономической зоны СССР Советом Министров СССР могут быть установлены специальные

меры, обеспечивающие предотвращение загрязнения с судов. Границы таких особых районов публикуются в «Извещениях мореплавателям».

Если имеются основания считать, что судно, совершающее плавание в территориальных водах или экономической зоне СССР, нарушило законодательство или международные правила по предотвращению, сокращению и сохранению под контролем загрязнения морской среды с судов, компетентные советские органы могут: потребовать у данного судна информацию, необходимую для того, чтобы установить, было ли совершено нарушение; осмотреть судно в связи с данным нарушением, если оно привело к большому сбросу загрязняющих веществ, вызвавшему значительное загрязнение морской среды или угрозу такого загрязнения, и при этом судно отказалось представить необходимую информацию либо она противоречит очевидным фактам.

При наличии явных и объективных доказательств того, что судно, совершающее плавание в территориальных водах или экономической зоне СССР, допустило в этой зоне сброс загрязняющих веществ, который привел к тяжелому ущербу или угрозе ущерба побережью СССР или ресурсам территориальных вод, или экономической зоне СССР, может быть возбуждено разбирательство, включая задержание судна в соответствии с законодательством СССР.

Отходы или другие материалы и предметы захороняют в пределах экономической зоны СССР только с разрешения и под контролем советских компетентных органов.

Если столкновение судов, посадка судна на мель или иная морская авария, происшедшая в экономической зоне СССР или за ее пределами, либо связанные с такой аварией действия могут привести к серьезным вредным последствиям для побережья СССР и связанных с ним интересов, включая рыболовство, советские компетентные органы вправе принять в соответствии с международным правом необходимые меры, соразмерные фактическому или грозящему ущербу.

**Прибрежные водоохранные и санитарные зоны.** Водоохранные зоны водных объектов устанавливают в целях охраны вод от загрязнения, засорения и истощения, предотвращения ухудшения качества вод, уменьшения рыбных запасов, ухудшения условий водоснабжения и других неблагоприятных явлений (ст. 37 Основ). Для охраны вод, используемых для питьевого и бытового водоснабжения населения, лечебных, курортных и оздоровительных нужд, устанавливают округа и зоны санитарной охраны (ст. 38 Основ), а в целях охраны вод от истощения — водоохранные зоны лесов (ст. 39 Основ).

В Положении о водоохранных зонах малых рек РСФСР (аналогичные положения имеются и в других союзных республиках) записано, что в водоохранной зоне запрещается опыление ядохимикатами для борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, размещение складов для хранения ядохимикатов и минеральных удобрений, животноводческих комплексов, ферм, мест захоронений, строительство новых и расширение действующих промышленных предприятий и некоторые другие работы. Ширина водоохранных зон зависит от длины рек и составляет 100 ... 300 м.

В пределах водоохранной зоны выделяют *прибрежную полосу* — территорию строгого ограничения хозяйственной деятельности. Прибрежные полосы, как правило, должны быть заняты древесно-кустарниковой растительностью. В пределах этих полос запрещают распашку земель, выпас и организацию летних лагерей скота, строительство баз отдыха, палаточных городков, производственных объектов. Размеры прибрежных полос зависят от характеристики прилегающих к водоисточникам угодий, крутизны склонов и ширина их колеблется от 15 до 100 м.

*Прибрежная зона* — территория, прилегающая к акватории водных объектов, на которой устанавливают специальный режим для предотвращения загрязнения, засорения и истощения (ГОСТ 17.1.1—77).

Водоохранные зоны прибрежных полос, а также их размеры определяют Советы Министров автономных республик, край- и облисполкомы. Поддержание в надлежащем состоянии водоохранных зон и прибрежных полос

возложено на предприятия и организации, а также граждан, в пользовании которых находятся земельные угодья, расположенные в пределах водоохранных зон и прибрежных полос.

Задача санитарной зоны — предотвращение ухудшения качества воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и охрана водопроводных сооружений. Состоит она из трех поясов, в каждом из которых установлен особый режим.

Первый пояс — это территория, где находится водозабор и водопроводные сооружения. Здесь запрещено проживание и временное нахождение лиц, не работающих на водопроводных сооружениях, а также какое-либо строительство, не связанное с техническими нуждами водопровода. Границы первого пояса зоны санитарной охраны реки или водоподводящего канала зависят от местных санитарно-топографических и гидрологических условий, но во всех случаях они должны быть: вверх по течению — не менее 200 м, вниз по течению — не менее 100 м от водозабора.

Второй пояс — территория, непосредственно окружающая источник водоснабжения, где не разрешено использование территории, ухудшающее водный источник. Границы второго пояса зоны санитарной охраны реки или канала устанавливают с учетом источников загрязнения водоема стойкими химическими веществами: вверх по течению, исходя из пробега воды, от границ пояса до водозабора при расходе воды 95%-ной обеспеченности за 3...5 сут (в зависимости от местных условий), а вниз по течению — не менее 250 м.

Боковые границы определяются шириной полосы, исчисляемой от уреза воды при летне-осенней межени: при равнинном рельефе местности — 500 м; при гористом — до вершины первого склона, обращенного в сторону источника водоснабжения, но не более 750 м при пологом склоне и 1000 м — при крутом.

Третий пояс охватывает смежную со вторым поясом территорию, неблагополучное состояние которой может вызвать распространение инфекционных заболеваний через водопровод. Границы третьего пояса реки или канала должны быть вверх и вниз по течению такими же, как для второго пояса, а боковые границы — по водоразделу.

Округа санитарной охраны курорта устраивают для сохранения *природных лечебных свойств курортов,* а также предохранения их от порчи, загрязнения и истощения. Их подразделяют также на три зоны. Каждая зона имеет особый хозяйственный режим. На территории первой зоны (места выхода на поверхность минеральных вод, лечебные грязи, минеральные озера и лиманы) запрещено постоянное или временное проживание граждан и проведение работ, которые могут оказывать вредное влияние на природные лечебные средства и санитарное состояние курорта.

В водоохранных зонах лесов запрещена рубка главного пользования, допускаются рубки в целях ухода за лесом и санитарные (см. 23 Основ лесного законодательства Союза ССР и союзных республик). Инструкцией Гослесхоза (1978 г.) предусмотрено, что отнесение лесов к категории защитности проводится Советами Министров союзных республик.

**Правовые формы борьбы с вредным воздействием вод.** Все предприятия и организации обязаны проводить мероприятия по предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод (ст. 40 Основ). Под вредным воздействием вод подразумевают: наводнения, затопления и подтопления; разрушения берегов, защитных дамб и других сооружений; заболачивание и засоление земель; эрозию почв, образование оврагов, оползней, селевых потоков и другие вредные процессы.

В целях предупреждения наводнений, охраны безопасности населения и материальных ценностей водным законодательством предусмотрены обязанности владельцев плотин и гидротехнических сооружений, лесосплавных и транспортных организаций, а также прибрежных землепользователей. Владельцы водоподпорных сооружений обязаны соблюдать нормативные уровни заполнения и сработки водохранилищ, заблаговременно оповещать местные органы о порядке пропусков паводка и т. д. Предприятиям водного транспорта и лесосплава запрещено возводить на реках сооружения,

которые могут помешать прохождению паводка, вызвать ледовые заторы и т. п. Это относится и к прибрежным землепользователям.

Широкий круг обязанностей, связанных с предупреждением и ликвидацией заболачивания земель, эрозии почв, разрушения берегов и засоления земель, возложен на сельскохозяйственных водопользователей, которые обязаны соблюдать научно обоснованные нормы полива земель, следить за тем, чтобы избыточная часть воды удалялась с полей через коллекторную и дренажную сети. В целях борьбы с водной эрозией почв землепользователям необходимо соблюдать агротехнические приемы обработки почв, почвозащитные севообороты, возводить простейшие гидротехнические сооружения, сохранять лесные массивы, проводить лесопосадки и т. п.

Мероприятия по предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод предусматривают в государственных планах экономического и социального развития (ст. 40 Основ).

Эрозия почв для сельскохозяйственного производства — наиболее опасное последствие вредного воздействия вод. В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии» (1967 г.) указано на необходимость планомерного осуществления комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических противоэрозионных мероприятий. Ответственность за их проведение возложена на Госагропром СССР и его местные органы. Выполнение работ по террасированию склонов, строительству противоэрозионных гидротехнических и противоселевых сооружений, а также прудов, водоемов и лиманов возложено на организации Минводхоза СССР.

Постановлением Совета Министров СССР «О мерах по улучшению организации работ по защите почв от ветровой и водной эрозии» (1975 г.) определено, что законченные строительством противоэрозионные гидротехнические сооружения и террасы безвозмездно передают колхозам, совхозам и другим заинтересованным организациям, а противоэрозионные гидротехнические сооружения межхозяйственного значения и противоселевые сооружения — водохозяйственным организациям Минводхоза СССР.

В целях улучшения защиты населенных пунктов, предприятий, других объектов и земель от *селевых потоков, снежных лавин, оползней* и *обвалов* Советом Министров СССР принято специальное постановление. В нем возлагается на Советы Министров союзных республик, территория которых подвергается указанным явлениям, с участием Мингео СССР, Госкомгидромета, Госагропрома СССР, Минводхоза СССР, Гослесхоза СССР и других заинтересованных министерств и ведомств обязанность провести необходимое обследование, разработать неотложные защитные мероприятия, а также комплексные схемы защиты населенных пунктов, предприятий и земель от селевых потоков, снежных лавин, оползней и обвалов. Проектирование поручено Минводхозу СССР и Мингео СССР, а по защите железных дорог и автомобильных дорог — Минтрансстрою. Министерствам и ведомствам при необходимости предложено создать в составе подведомственных организаций защитную службу для проведения профилактических мероприятий и работ по ликвидации вредных последствий этих стихийных бедствий. Постановление предписывает принять меры к укреплению службы наблюдения за формированием селей и снежных лавин (Госкомгидромет), развитию работ по изучению оползневых и обвальных процессов, прогнозированию их проявлений (Мингео СССР), а также обеспечению своевременного представления необходимой информации заинтересованным министерствам, ведомствам и организациям.

Возникновение стихийных бедствий, вызванных вредным воздействием вод, нередко требует принятия неотложных мер. В этих случаях законодательство обязывает Советы Министров союзных и автономных республик, исполкомы Советов народных депутатов образовывать чрезвычайные комиссии с широкими правами в части мобилизации населения, транспортных средств, материалов и т. д. для борьбы со стихией. В особо установленном порядке к работам по борьбе со стихийными бедствиями можно привлекать воинские части и военно-транспортные средства.

## 2.5. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ВОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

**Виды нарушений водного законодательства.** В соответствии со ст. 46 Основ к нарушениям водного законодательства относятся:

переуступка права водопользования и другие сделки, в прямой или скрытой форме нарушающие право государственной собственности на воды;

самовольные захват водных объектов или водопользование;

забор воды с нарушением планов водопользования;

загрязнение и засорение вод;

ввод в эксплуатацию предприятий, коммунальных и других объектов без сооружений и устройств, предотвращающих загрязнение и засорение вод или их вредное воздействие;

нарушение водоохранного режима на водосборах вызывающее их загрязнение, водную эрозию почв и другие вредные воздействия;

самовольное проведение гидротехнических работ;

повреждение водохозяйственных сооружений и устройств;

нарушение правил эксплуатации водохозяйственных сооружений и устройств;

бесхозяйственное использование воды, то есть перерасход воды сверх установленных лимитов, а также использование воды питьевого качества для технического водоснабжения без особого разрешения;

нарушение правил ведения учета забираемых из водных объектов и сбрасываемых в них вод.

Также может быть установлена ответственность и за другие виды нарушений водного законодательства.

За любое из перечисленных выше видов нарушений водного законодательства должностные лица и граждане могут быть привлечены к административной ответственности. За особо опасные нарушения, признанные уголовными кодексами союзных республик или иными законодательными актами преступными, виновных лиц привлекают к уголовной ответственности.

В определенных случаях право водопользования может быть принудительно прекращено. Самовольно захваченные водные объекты возвращают по их принадлежности без возмещения затрат, произведенных за время незаконного пользования.

Предприятия и организации обязаны возместить убытки, причиненные нарушением водного законодательства, вне зависимости от привлечения к ответственности должностных лиц.

**Административная ответственность.** К мерам административной ответственности за нарушение водного законодательства, применяемым органами по регулированию использования и охране вод, относят: письменное предупреждение, выдачу обязательного предписания об устранении правонарушения и постановление о наложении денежного штрафа. Порядок наложения штрафов установлен Указом Президиума Верховного Совета СССР «Об административной ответственности за нарушение водного законодательства» (1980 г.).

Штрафы налагают на должностных лиц и граждан, если правонарушения не влекут за собой уголовной ответственности. Размер штрафа, налагаемого на должностных лиц, — до 100 р. и граждан — до 50 р. Штрафы налагают соответствующие государственные инспектора по регулированию использования и охране вод системы Минводхоза СССР (главным государственным инспектором по регулированию использования и охране вод СССР по должности является заместитель министра мелиорации и водного хозяйства СССР), а за загрязнение и засорение вод на трассах Северного морского пути и смежных с ним районов — также должностные лица администрации Северного морского пути при Минморфлоте СССР. Штрафы за загрязнение и засорение подземных вод, а также за нарушение водоохранного режима на водосборах, вызывающие загрязнение этих вод, налагают должностные лица органов геологии, а за нарушение правил по охране и

использованию гидроминеральных ресурсов — должностные лица Госгортехнадзора.

Постановление о наложении штрафа выносят не позднее двух месяцев со дня совершения нарушения. Штраф может быть взыскан в течение трех месяцев со дня вынесения постановления. Граждане и должностные лица, подвергнутые штрафу, вправе обжаловать постановление в вышестоящий орган (вышестоящему должностному лицу) или в народный суд. Жалоба может быть подана в течение 10 дней со дня вынесения постановления. Подача жалобы приостанавливает взыскание штрафа. Штраф должен быть уплачен нарушителем не позднее 15 дней со дня вручения ему постановления о его наложении.

Дополнительные меры административной ответственности предусмотрены Указом Президиума Верховного Совета «Об экономической зоне СССР» (1984 г.), согласно которому лиц, виновных в перечисленных ниже нарушениях, подвергают мерам административного взыскания в виде штрафа размером до 10 тыс. р., налагаемого на месте нарушения. Эти нарушения следующие:

незаконная разведка или разработка природных ресурсов экономической зоны СССР;

незаконное удаление в целях захоронения в пределах экономической зоны СССР с судов и иных плавучих средств, с воздушных судов или с возведенных в море искусственных островов, установок и сооружений веществ, вредных для здоровья людей или для живых ресурсов моря, либо других отходов, материалов и предметов, которые могут нанести ущерб или создать помехи законным видам использования моря;

загрязнение морской среды вследствие незаконного сброса в экономической зоне СССР с судов и иных плавучих средств, с воздушных судов или с возведенных в море искусственных островов, установок и сооружений веществ, вредных для здоровья людей или для живых ресурсов моря, или смесей, содержащих такие вещества свыше установленных норм, или других отходов, материалов и предметов, которые могут нанести ущерб зонам отдыха или препятствовать иным законным видам пользования моря;

загрязнение морской среды непосредственно в результате буровых или иных работ по разведке или разработке в экономической зоне СССР минеральных ресурсов морского дна;

другие нарушения правил по предотвращению, сокращению и сохранению под контролем загрязнения морской среды в экономической зоне СССР.

**Уголовная ответственность.** В соответствии с уголовными кодексами (УК) союзных республик к преступным правонарушениям относят:

загрязнение водных объектов, которое может причинить серьезный вред здоровью людей и привести к уменьшению рыбных запасов (ст. 223 УК РСФСР, ст. 228 УК Украинской ССР и соответствующие статьи УК других союзных республик);

грубое нарушение правил водопользования, ответственность за которое установлена в ряде союзных республик (ст. 163 УК Азербайджанской ССР, ст. 170 УК Грузинской ССР, ст. 156 УК Казахской ССР, ст. 174 УК Киргизской ССР, ст. 182 УК Таджикской ССР, ст. 189 УК Туркменской ССР и ст. 186 УК Узбекской ССР);

несоблюдение правил обращения с водой, отпущенной для полива, если это повлекло крупный ущерб или повреждение ирригационных сооружений и устройств; бесхозяйственное использование воды, предназначенной для полива сельскохозяйственных культур (ст. 176 УК Киргизской ССР);

умышленное повреждение водохозяйственных объектов, оросительных и осушительных сооружений (УК Таджикской, Азербайджанской, Латвийской, Молдавской и Узбекской союзных республик).

В соответствии с Указом Президиума Верховного Совета СССР «Об усилении ответственности за загрязнение моря веществами, вредными для здоровья людей или для живых ресурсов моря» (с учетом изменений) к преступным действиям относят:

незаконный сброс в целях захоронения в пределах внутренних морских и территориальных вод СССР с судов и иных плавучих средств, воздушных

судов, платформ и других сооружений веществ, вредных для здоровья людей или живых ресурсов моря, либо других отходов и материалов, которые могут нанести ущерб зонам отдыха или препятствовать другим законным видам использования моря, а также незаконный сброс в целях захоронения в открытом море с советских судов и иных плавсредств, воздушных судов, платформ и других сооружений веществ, отходов и материалов (наказывают лишением свободы на срок до одного года или исправительным работам, или штрафом размером до 10 тыс. р.);

загрязнение внутренних морских и территориальных вод СССР вследствие незаконного сброса либо непринятия мер к предотвращению потерь вредных веществ свыше установленных норм или других отходов и материалов, которые могут нанести ущерб зонам отдыха или препятствовать другим видам использования моря, а также эти же действия в открытом море с советских судов и других сооружений в нарушение международных договоров СССР (наказывают лишением свободы до одного года или штрафом размером до 15 тыс. р., а при крупном ущербе соответственно до пяти лет и 25 тыс. р.);

несообщение ответственным должностным лицом судов и иных плавучих средств, воздушных судов, платформ и других возведенных на море сооружений, администрации ближайшего советского порта, а в случаях сброса в целях захоронения — и организации, выдающей разрешение на сброс, сведений о готовящемся или произведенном вследствие крайней необходимости сбросе либо непредотвратимых потерях ими в пределах внутренних морских и территориальных вод СССР веществ, вредных для здоровья людей или живых ресурсов моря, или смесей, содержащих такие вещества свыше установленных норм, или других отходов и материалов, которые могут нанести ущерб зонам отдыха или препятствовать другим видам использования моря, а также несообщение сведений о готовящемся или проведенном сбросе вследствие крайней необходимости указанных веществ, смесей, отходов и материалов в открытом море (наказывают исправительными работами на срок до одного года или штрафом размером до 500 р.).

**Прекращение права водопользования и приостановление производственной деятельности.** В соответствии со ст. 18 Основ право водопользования может быть прекращено при нарушении правил пользования водами и их охраны либо пользования водного объекта не в соответствии с той целью, для которой он предоставлен.

Право водопользования при специальном и обособленном водопользовании прекращают аннулированием соответствующих разрешений на водопользование. Осуществление водопользования после аннулирования разрешений на него влечет административную ответственность. Право водопользования не может быть прекращено при использовании водного источника для питьевых и бытовых нужд населения. Постановления о приостановке производственной деятельности отдельных промышленных установок, цехов, предприятий в случаях грубого нарушения условий сброса сточных вод принимают после соответствующих предупреждений органов водного или санитарного надзора в соответствии со ст. 31 Основ. Производственную деятельность останавливают путем опломбирования водозаборных и других водохозяйственных сооружений или основных узлов, агрегатов и участков, влияющих на производственный процесс объекта, о чем составляют акт. Объект вводят в действие после выполнения водопользователем необходимых водоохранных мероприятий по решению органов водного и санитарного надзора, вынесших постановления о приостановлении деятельности объекта.

**Лишение премий должностных лиц.** Должностные лица предприятий и организаций, отвечающие за рациональное использование и охрану вод на предприятии, могут быть подвергнуты различным мерам дисциплинарного воздействия. К таким мерам относится лишение премий.

Постановлением Госкомтруда и Президиума ВЦСПС «О порядке лишения премий за невыполнение планов и мероприятий по охране природы и несоблюдение норм и правил использования природных ресурсов» (1979 г.)

установлено, что руководители предприятий и должностные лица, ответственные за строительство и эксплуатацию очистных сооружений, лишаются премий (полностью или частично) за производственную деятельность, если не выполнены планы и мероприятия по охране водных ресурсов, не введены в срок очистные сооружения, не соблюдены нормы и правила использования водных ресурсов.

По представлению органов, занимающихся регулированием использования и охраной вод, решение о лишении премий руководящих работников принимают руководители вышестоящей организации, а других работников — руководители этого предприятия.

Средства на премирование руководителей предприятий и организаций выдают финансирующие организации после получения ими от органов по регулированию использования и охране вод справки, подтверждающей выполнение водоохранных мероприятий.

**Возмещение убытков, причиненных нарушением водного законодательства.** В соответствии со ст. 46 Основ предприятия, организации и граждане обязаны возместить убытки, причиненные нарушением водного законодательства. Должностные лица и другие работники, по вине которых предприятия и организации понесли расходы, связанные с возмещением убытков, несут материальную ответственность в установленном порядке.

Различают две категории убытков, возникающих в случаях нарушений водного законодательства:

убытки предприятий, организаций и граждан — первая категория;

убытки государства — вторая категория.

Первая категория убытков определяется на основе общей нормы ст. 36 Основ гражданского законодательства Союза ССР и союзных республик. В состав убытков включают расходы по восстановлению нарушенных условий водопользования отдельных предприятий и граждан, стоимость поврежденного имущества (зданий, сооружений, посевов и т. д.), а также потери, которые понесли соответствующие предприятия, организации и граждане в результате причиненного вреда.

Вторую категорию убытков определяют исходя из расходов государства на восстановление прежнего благоприятного состояния водного объекта. Возмещение одной категории убытков не исключает возмещения другой. Убытки, причиненные организациям и гражданам, возмещаются в порядке судебно-арбитражного производства по искам потерпевших.

Постановление Совета Министров СССР «О возмещении убытков, причиненных государству нарушением водного законодательства» (1980 г.) предоставило право органам по регулированию использования и охране вод предъявлять иски к советским и иностранным физическим и юридическим лицам о взыскании в доход государства средств в возмещение убытков, причиненных государству нарушением водного законодательства, с использованием их на проведение водоохранных мероприятий. Подсчет указанных убытков определяют исходя из народнохозяйственных затрат на восстановление водности и качественных характеристик водного объекта и восполнение запасов водных ресурсов.

Методика подсчета утверждена Минводхозом СССР, Госпланом СССР и Минфином СССР.

Одновременно принято решение о создании специального фонда для премирования работников органов по регулированию использования и охране вод и общественных инспекторов, отличившихся в борьбе с нарушением водного законодательства. Этот фонд образуется за счет отчисления 30% средств, взысканных с граждан СССР в возмещение убытков государству, и 1% указанных средств, взысканных с государственных и кооперативных организаций, иностранных физических и юридических лиц, а также 30% средств, получаемых от взыскания штрафов с должностных лиц и граждан СССР.

## 2.6. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Порядок оплаты специального водопользования согласно ст. 15 Основ устанавливает Совет Министров СССР. В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы» (1979 г.) предусмотрено введение платы за воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем. Такая плата для поверхностных водных источников была введена с 1 января 1982 г., а для подземных вод — с 1 января 1984 г. Плату вносят в доход государственного бюджета. На органы по регулированию использования и охране вод системы Минводхоза СССР возложен контроль за правильностью определения предприятиями объемов забранной воды и соответствующую за нее плату. Затраты предприятий на оплату забираемой воды в пределах норм (лимитов), устанавливаемых органами по регулированию использования и охране вод в разрешениях на специальное водопользование и в других документах, относят на себестоимость продукции. Сверхнормативный забор воды оплачивают в пятикратном размере и относят к непроизводительным затратам предприятия. Для предприятий теплоэнергетики, использующих воду для охлаждения агрегатов, установлен льготный тариф. В основу определения тарифов на воду, забираемую из поверхностных источников, положены совокупные народнохозяйственные затраты на изучение, оценку и охрану водных ресурсов, регулирование и территориальное перераспределение стока, эксплуатацию водохозяйственной системы, поддержание водного объекта в надлежащем состоянии и др. Тарифы на подземные воды определены исходя из затрат на геологоразведочные работы и пополнение запасов подземных вод за счет поверхностных.

Тарифы на поверхностные воды установлены дифференцированно по водохозяйственным системам в зависимости от величины и структуры затрат, необходимых для вовлечения водных ресурсов в хозяйственное использование.

Тарифы на подземные воды утверждены по административным единицам.

За просрочку платежей взимают пени в размере 0,05% с суммы за каждый день просрочки. Плательщики имеют право обжаловать неправильные действия должностных лиц, допущенные при взыскании платы за воду. Жалобы рассматривают вышестоящие организации в пятидневный срок со дня их поступления. Подача жалобы не приостанавливает взимание платы.

# Глава 3. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ

## 3.1. ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВОДНЫЙ ФОНД

Вода находится в постоянном движении и является неотъемлемым элементом окружающей среды.

При количественной оценке водных ресурсов используют два понятия: статические (вековые) запасы и возобновляемые водные ресурсы.

Статические запасы при современных климатических условиях считаются практически постоянными.

Возобновляемые водные ресурсы переменны во времени. Они ежегодно восстанавливаются в процессе круговорота воды на Земле и водообмена между сушей и океаном. Количественно их оценивают годовым стоком рек.

Все поверхностные и подземные воды (водные объекты) входят в состав единого государственного фонда, который включает:

**поверхностные воды** — реки, озера, водохранилища, воды каналов, а также другие поверхностные водоемы и водные источники; ледники; внутренние моря и другие морские воды СССР; территориальные воды (территориальное море СССР);

**подземные воды** — все виды гравитационных вод, содержащиеся в порах и трещинах водовмещающих пород, независимо от зон, характеризующих интенсивность водообмена.

При изучении и использовании водных ресурсов современная наука исходит из представления о единстве и взаимосвязи всех видов природных вод, которые в процессе круговорота переходят один в другой.

Исходное звено кругооборота — испарение воды с поверхности океана и суши, которая затем выпадает в виде осадков, питающих реки и озера, подземные воды и ледники. Реки, в свою очередь, питают озера и подземные воды, а ледники — реки и озера. Каждый вид природных вод непрерывно расходуется и возобновляется. Речные воды наиболее динамичны и возобновляются в течение года более 20 раз. Морские, подземные и ледниковые воды возобновляются медленно — один раз в сотни, тысячи лет.

Суммарные статические запасы пресных вод на территории СССР немногим превышают 1 млн. км$^3$, или 3% мировых статических запасов пресных вод. Из этого общего объема статических запасов пресных вод около 96% приходится на воды, содержащиеся в грунтах толщи земной коры.

Ежегодно возобновляемые водные ресурсы являются динамической частью статических запасов.

Потребность в воде народного хозяйства в основном удовлетворяется за счет ежегодно возобновляемых ресурсов поверхностных и подземных вод. Безвозвратное использование статических запасов вод может привести к нарушению установившегося равновесия в природе.

## 3.2. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ

**Реки.** Они являются основой водного фонда страны. По данным детальной инвентаризации ГГИ, насчитывается около 3 млн. рек общей протяженностью более 9,5 млн. км (табл. 3.1).

**3.1. Число и протяженность рек в СССР**

| Градация рек, водотоков | Длина рек, км | Число единиц | % | Суммарная длина, км | % |
|---|---|---|---|---|---|
| Мельчайшие | Менее 10 | 2 812 587 | 94,9 | 5 624 881 | 58,3 |
| Самые малые | 10...25 | 113 974 | 3,9 | 1 697 939 | 7,6 |
| Малые | 26...100 | 32 733 | 1,2 | 1 426 288 | 4,8 |
| Средние | 101...500 | 3844 | 0,0 | 669 861 | 6,9 |
| Большие | Более 500 | 280 | 0,0 | 228 845 | 2,4 |
| Всего | | 2 963 418 | 100 | 9 647 814 | 100 |

Основные сведения по большим рекам Советского Союза приведены в таблице 3.2. Для южных рек, берущих начало в горах, которые при выходе на равнину теряют сток на испарение, фильтрацию и водопотребление (орошение и другие нужды народного хозяйства), в таблице приведены данные, относящиеся к зоне формирования стока.

В таблице 3.3 приведены сведения, характеризующие крупные реки мира.

Речная сеть по территории СССР распределена неравномерно. В северной части страны и в горах она гуще, к югу — реже.

Водораздельными возвышенностями речная сеть делится на три океанических бассейна — Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического океанов и внутренний бессточный Арало-Каспийский бассейн (рис. 3.1).

Более половины (54%) территории охватывается бассейнами рек, текущих в окраинные моря Северного Ледовитого океана: Баренцево, Белое, Карское, Восточно-Сибирское и Чукотское. К ним принадлежат крупнейшие реки севера европейской части СССР — Онега, Северная Двина, Мезень, Печора и азиатской — Обь, Енисей, Лена, Яна, Индигирка, Колыма. Протекающие в пределах избыточно увлажненной зоны, они отличаются высокой водоносностью и несут в окраинные моря этого океана около 63% суммарного стока всех рек СССР.

Значительная часть рек принадлежит к Тихоокеанскому бассейну, занимающему около 15% территории СССР. Среди них крупнейшая — Амур. Суммарный сток рек этого бассейна — 21%.

Наименьшая часть территории СССР дренируется реками, принадлежащими к бассейну Атлантического океана, впадающими в Черное, Азовское и Балтийское моря. Главнейшие из них: Нева, Западная Двина, Неман, Днепр, Днестр, Дунай, Дон, Кубань. На долю рек этого бассейна приходится 8% площади СССР и около 7% суммарного стока рек.

Обширная территория южной части страны (23%) принадлежит к внутреннему бессточному Арало-Каспийскому бассейну. Сюда относятся бассейны рек Волги, Урала, Сулака, Самура, Куры, Амударьи, Сырдарьи, Или и других, суммарный сток которых не превышает 9%.

Речной сток формируется под влиянием всего комплекса природных условий — климата, рельефа, почвенного и растительного покрова и др. Основным же фактором, от которого зависит величина стока, являются атмосферные осадки. Поэтому распределение годового слоя стока на территории СССР (рис. 3.2) как бы повторяет распределение слоя годовых осадков за вычетом потерь их на испарение.

По преобладающему источнику питания и основной, наиболее характерной фазе водного режима реки СССР делят на три группы: с весенним половодьем, обусловленным таянием снегов на равнинах и невысоких горах; с весенне-летним половодьем, формирующимся в основном за счет таяния сезонных и весенних снегов и ледников в горах; с паводочным режимом, обусловленным дождевыми осадками.

Гидрохимический режим речных вод тесно связан со стоком, определяющим интенсивность вымывания солей из горных пород и почв. Это находит свое отражение в закономерном увеличении минерализации речных

### 3.2. Основные реки СССР с годовым стоком более 10 км³

| Река | Площадь водосбора, тыс. км² | Длина, км | Средний годовой | | Водные ресурсы, км³/год | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | расход воды, тыс. м³/с | модуль стока, л/(с·км²) | средние | наибольшие | наименьшие |
| Обь | 2990 | 5570[1] | 12,8 | 4,3 | 404 | 530 | 284 |
| Енисей | 2580 | 5940[2] | 19,9 | 7,7 | 630 | 777 | 528 |
| Лена | 2490 | 4270 | 16,8 | 7,0 | 532 | 642 | 424 |
| Амур | 1855 | 4060[3] | 10,9 | 5,9 | 344 | 554 | 209 |
| Волга | 1380 | 3090 | 8,04 | 5,8 | 254 | 391 | 161 |
| Дунай | 817 | 2850[4] | 6,43 | 7,8 | 132 | 181 | 79 |
| Колыма | 647 | 2600 | 4,03 | 6,2 | 123 | 193 | 83 |
| Днепр | 504 | 2285 | 1,71 | 3,4 | 54 | 78 | 20,5 |
| Хатанга | 422 | 1510[5] | 2,79 | 6,6 | 100 | 157 | 55 |
| Дон | 422 | 1970 | 0,89 | 2,1 | 28,1 | 52 | 11,7 |
| Индигирка | 360 | 1790 | 1,70 | 4,7 | 53 | 84 | 35,2 |
| Северная Двина | 357 | 1310[6] | 3,46 | 9,7 | 109 | 171 | 58 |
| Печора | 322 | 1790 | 4,12 | 12,8 | 130 | 162 | 99 |
| Нева | 281 | 74 | 2,48 | 8,8 | 78,5 | 116 | 36,3 |
| Яна | 238 | 1170 | 0,97 | 4,1 | 30,7 | 42,7 | 181 |
| Урал | 236 | 2530 | 0,32 | 1,4 | 10,1 | 26 | 2,9 |
| Амударья | 227 | 2620[7] | 2,20 | 9,7 | 69,5 | — | — |
| Оленёк | 219 | 2415 | 1,09 | 5,0 | 34,3 | 60,3 | 16,3 |
| Анадырь | 191 | 1170 | 2,03 | 10,6 | 64,1 | 76,3 | 41,4 |
| Кура | 188 | 1515 | 0,85 | 4,5 | 26,8 | 37,9 | 16,6 |
| Пясина | 178 | 680 | 2,58 | 14,5 | 81,5 | — | — |
| Таз | 142 | 780 | 1,54 | 10,8 | 48,6 | 56,2 | 35,3 |
| Сырдарья | 136 | 2860[8] | 1,17 | 8,8 | 37,0 | — | — |
| Или | 129 | 1380 | 0,57 | 4,4 | 18,1 | 24,4 | 12,5 |
| Пур | 120 | 500 | 1,05 | 8,7 | 35,1 | 39,4 | 25,8 |
| Таймура | 102 | 636 | 0,92 | 9,0 | 35,7 | — | — |
| Неман | 98,2 | 640 | 0,72 | 9,8 | 19,7 | 29,2 | 12,8 |
| Западная Двина | 87,9 | 1020 | 0,64 | 7,3 | 20,3 | 31,7 | 11,6 |
| Анабар | 82,0 | 924 | 0,37 | 4,5 | 16,1 | 25,3 | 8,9 |
| Мезень | 78,6 | 610 | 0,88 | 11,3 | 28,5 | 39,5 | 15,3 |
| Пенжина | 73,5 | 640 | 0,72 | 9,8 | 22,5 | — | — |
| Днестр | 72,0 | 1410 | 0,34 | 4,7 | 10,7 | 16,9 | 4,5 |
| Алазея | 64,4 | 1400 | 0,32 | 5,0 | 10,1 | — | — |
| Уда | 64,1 | — | 0,74 | 11,6 | 23,4 | — | — |
| Кубань | 57,9 | 970 | 0,43 | 7,4 | 13,5 | 17,6 | 8,6 |
| Онега | 56,9 | 416 | 0,50 | 8,8 | 15,7 | 22,9 | 9,5 |
| Нарва | 56,2 | 77 | 0,39 | 6,9 | 12,3 | — | — |
| Камчатка | 55,9 | 700 | 1,03 | 18,8 | 33,1 | 43,5 | 26,9 |

[1] От истока Иртыша (длина собственно Оби 3680 км). [2] От истоков р. Селенги (длина собственно Енисея 3350 км). [3] От истока р. Шилки (длина собственно Амура 2850 км). [4] В пределах СССР устьевой участок протяженностью 40 км. [5] Считая за исток р. Котуй (длина собственно Хатанги 180 км). [6] От истока р. Сухоны (длина собственно Северной Двины 730 км). [7] Считая за исток р. Вахджир (длина собственно Амударьи 1460 км). [8] Считая за исток р. Нарын (длина собственно Сырдарьи 2140 км).

### 3.3. Крупные реки мира

| Реки | Средний годовой расход воды, тыс. м³/с | Площадь водосбора, тыс. км² | Длина, км |
|---|---|---|---|
| Амазонка | 120 | 7 000 | 5500 |
| Конго | 40 | 3 690 | 4320 |
| Ганг и Брахмапутра | 39 | 2 000 | 2900 |
| Янцыцзян | 31 | 1 808 | 5800 |
| Енисей | 19,9 | 2 580 | 5950[1] |
| Миссисипи | 19 | 3 220 | 3220 |
| Лена | 16,8 | 2 490 | 4270 |
| Замбези | 16 | 1 330 | 2660 |
| Паран | 14,8 | 4 250 | 4380 |
| Ориноко | 14 | 1 085 | 2400 |
| Мекензи | 14 | 1 760 | 1700 |
| Иравади | 13 | 430 | 2150 |
| Обь | 12,8 | 2 990 | 5570[2] |
| Меконг | 12 | 810 | 4500 |
| Нигер | 12 | 2 090 | 4160 |
| Волга | 8,04 | 1 380 | 3090 |
| Дунай | 6,43 | 817 | 2850[3] |

[1] От истока р. Селенги (длина собственно Енисея 3350 км). [2] От истока Иртыша (длина собственно Оби 3680 км). [3] В пределах СССР находится устьевой участок протяженностью 40 км.

и озерных вод в направлении с севера на юг; в этом же направлении речные воды меняют свой гидрохимический класс от гидрокарбонатного к сульфатному и хлоридному (рис. 3.3).

Водная эрозия в речных бассейнах проявляется с различной интенсивностью в разных гидрологических зонах (рис. 4.4). Во влажной и избыточно влажной (тундровой и лесной) зонах водная эрозия выражена сравнительно слабо. К югу — в переменно-влажной (лесостепной) и особенно полусухой (полупустынной) и сухой (пустынной) зонах — эрозионные процессы резко усиливаются. Наиболее интенсивны они в горах Кавказа и в Средней Азии.

Одним из показателей интенсивности водной эрозии является среднегодовая мутность речных вод, которая изменяется от 10 ... 25 мг/м³ на севере до 5 ... 10 тыс. г/см³ в южных районах (рис. 3.5).

В водах северных рек преобладает вынос растворенных веществ, южных (Кура, Амударья, Сырдарья и др.) — взвешенных наносов.

В северной части реки покрыты льдом 7 ... 8 мес, в средней полосе — 4 ... 5 мес. Толщина льда достигает 50 ... 100 см и более. На северо-западе европейской части и юге Приморья, на Дальнем Востоке ледостав продолжается 1 ... 2 мес.

На реках Закавказья, Крыма, в горных районах Средней Азии ледостава, как правило, не бывает.

**Озера.** По числу и разнообразию озер СССР занимает первое место в мире, число их превышает 2,8 млн. (табл. 3.4).

В СССР насчитывается 18 наиболее крупных озер с площадью водного зеркала свыше 1000 км² (табл. 3.5). Распределение озер по территории и озерность отдельных регионов дана в таблице 3.6.

Озера по характеру взаимодействия с реками делят на проточные и бессточные. Первые расположены преимущественно в гумидной и субгумидной зонах, вторые — в аридной, где испарение с водной поверхности превышает количество выпадающих атмосферных осадков.

Воды озер относят к статическим запасам ввиду замедленного водообмена, хотя незначительная часть их ежегодно возобновляется.

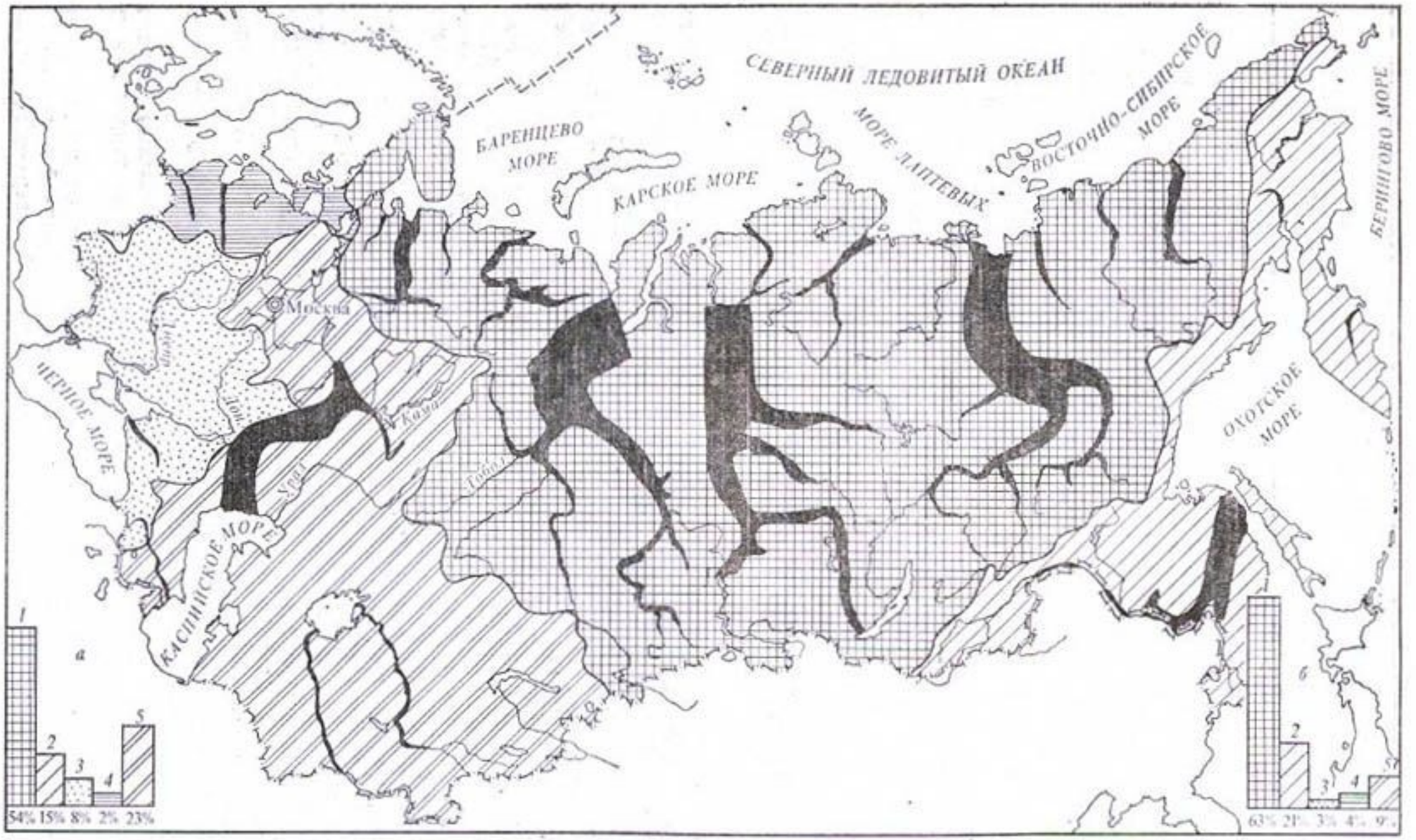



Рис. 3.1. Картограмма водоносности главнейших рек и распределение водных ресурсов СССР по бассейнам морей:

*а* — распределение речной сети СССР по морским бассейнам, %; *б* — распределение годового стока рек СССР по морским бассейнам, %; *1* — бассейн Северного Ледовитого океана; *2* — бассейн Тихого океана; *3* — бассейн Черного и Азовского морей; *4* — бассейн Балтийского моря; *5* — бессточный Арало-Каспийский бассейн

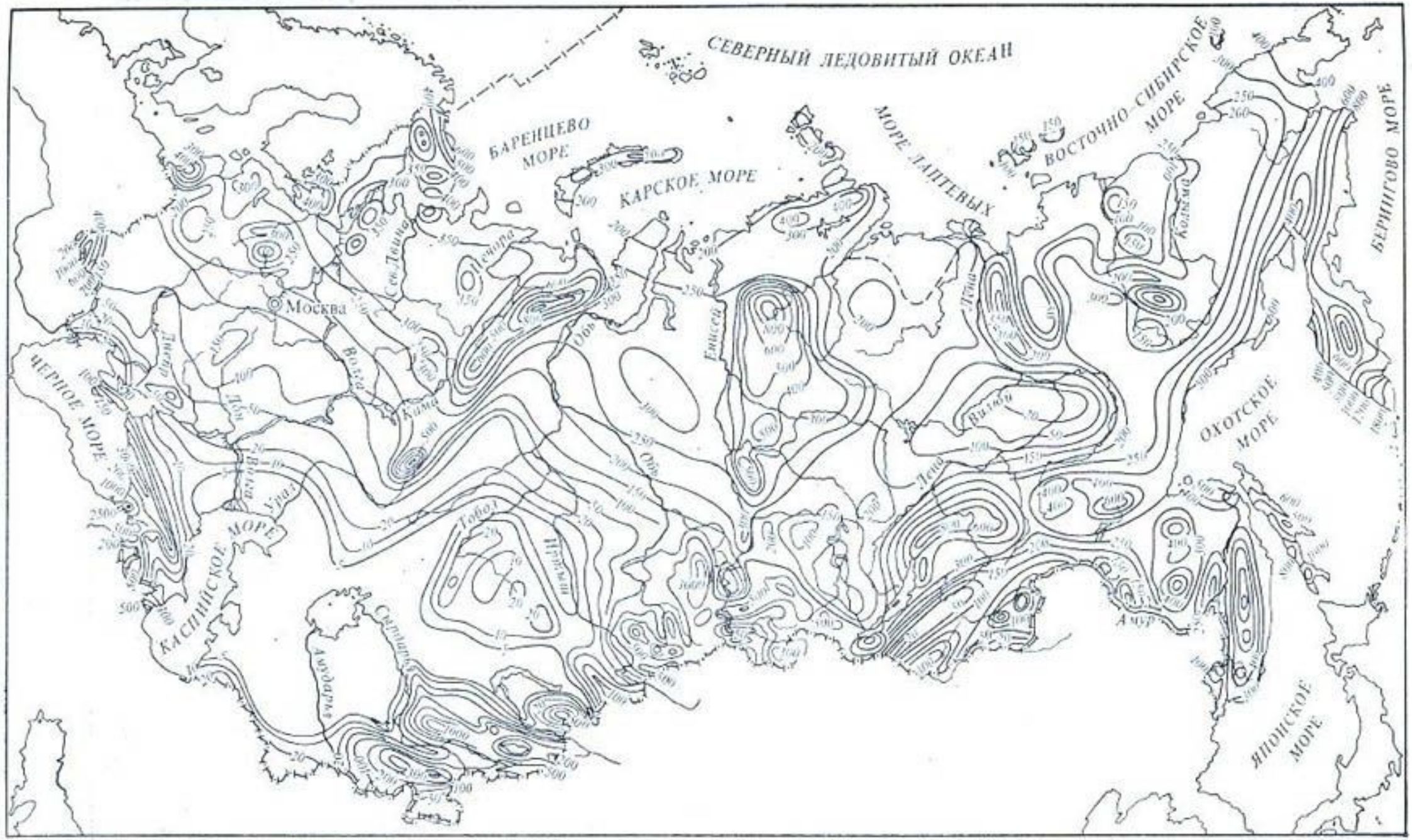



Рис. 3.2. Норма годового стока по территории СССР, мм

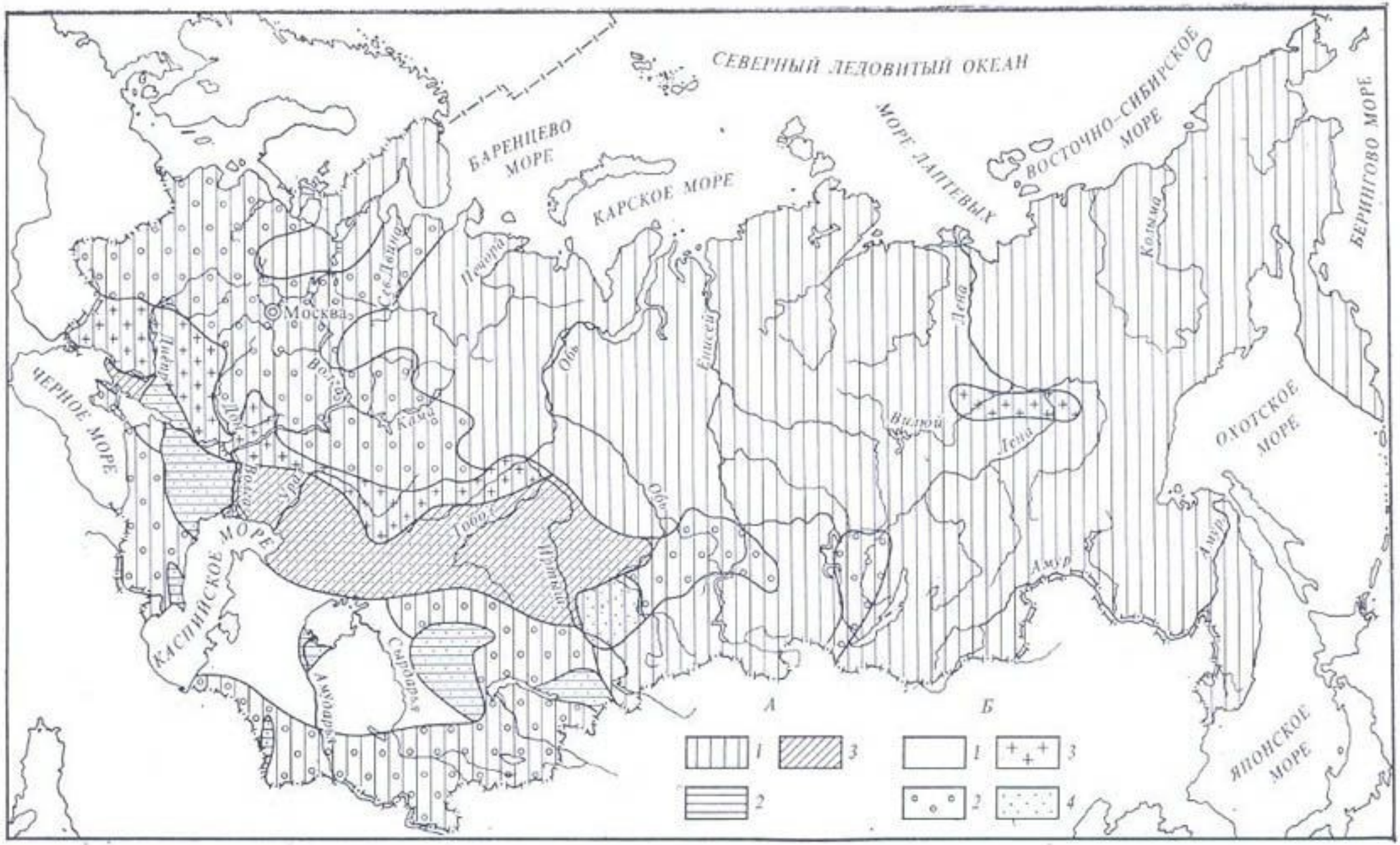



Рис. 3.3. Схематическая гидрохимическая карта рек СССР (по О. А. Алекину):

*А* — гидрохимические классы: *1* — воды гидрокарбонатного класса; *2* — воды сульфатного класса; *3* — воды хлоридного класса; *Б* — степень минерализации: *1* — до 200 мг/л; *2* — 200...500 мг/л; *3* — 500...1000 мг/л; *4* — свыше 1000 мг/л

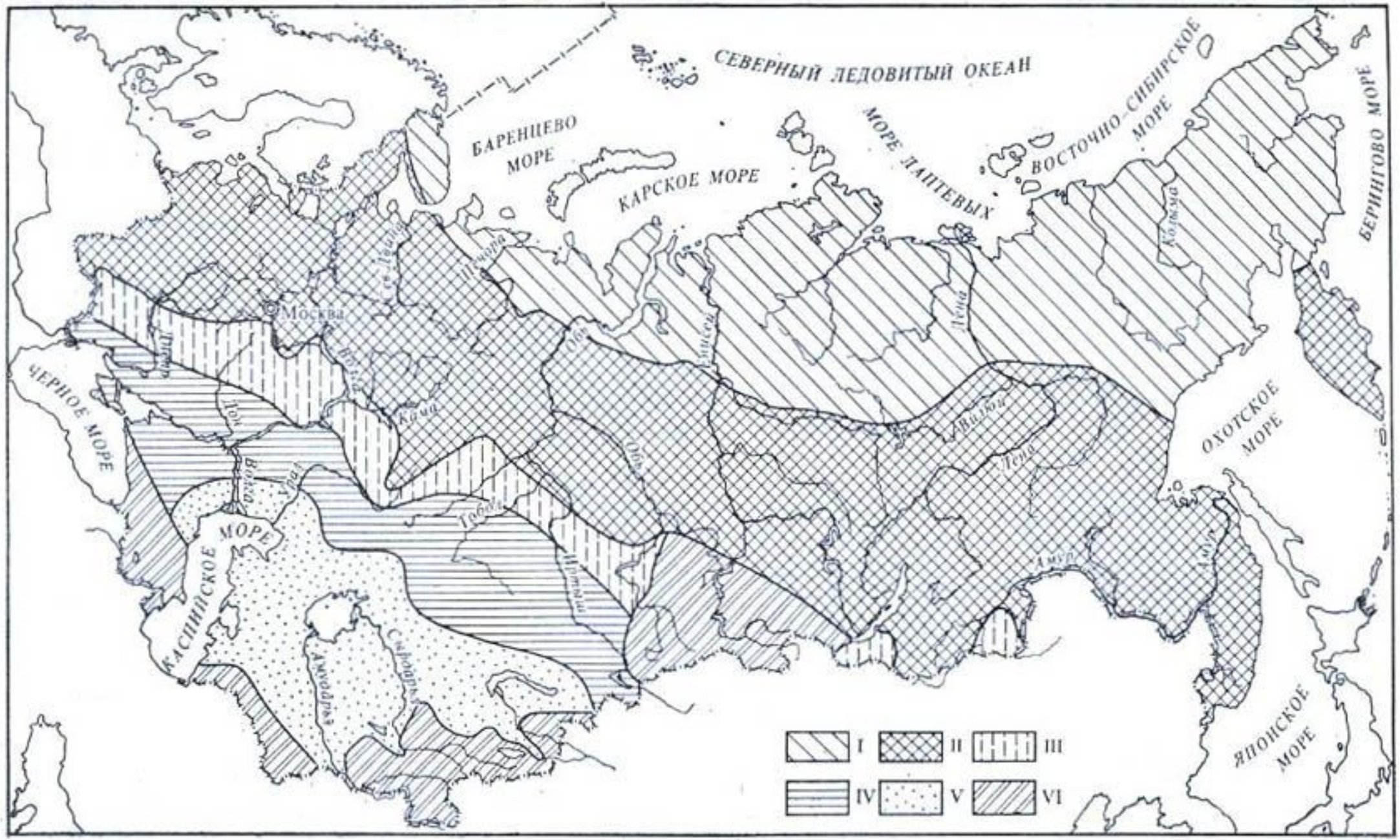



Рис. 3.4. **Гидрологические зоны** (по В. А. Троицкому):

*I* — очень влажная; *II* — избыточно влажная; *III* — переменно-влажная; *IV* — полусухая; *V* — сухая; *VI* — горные районы

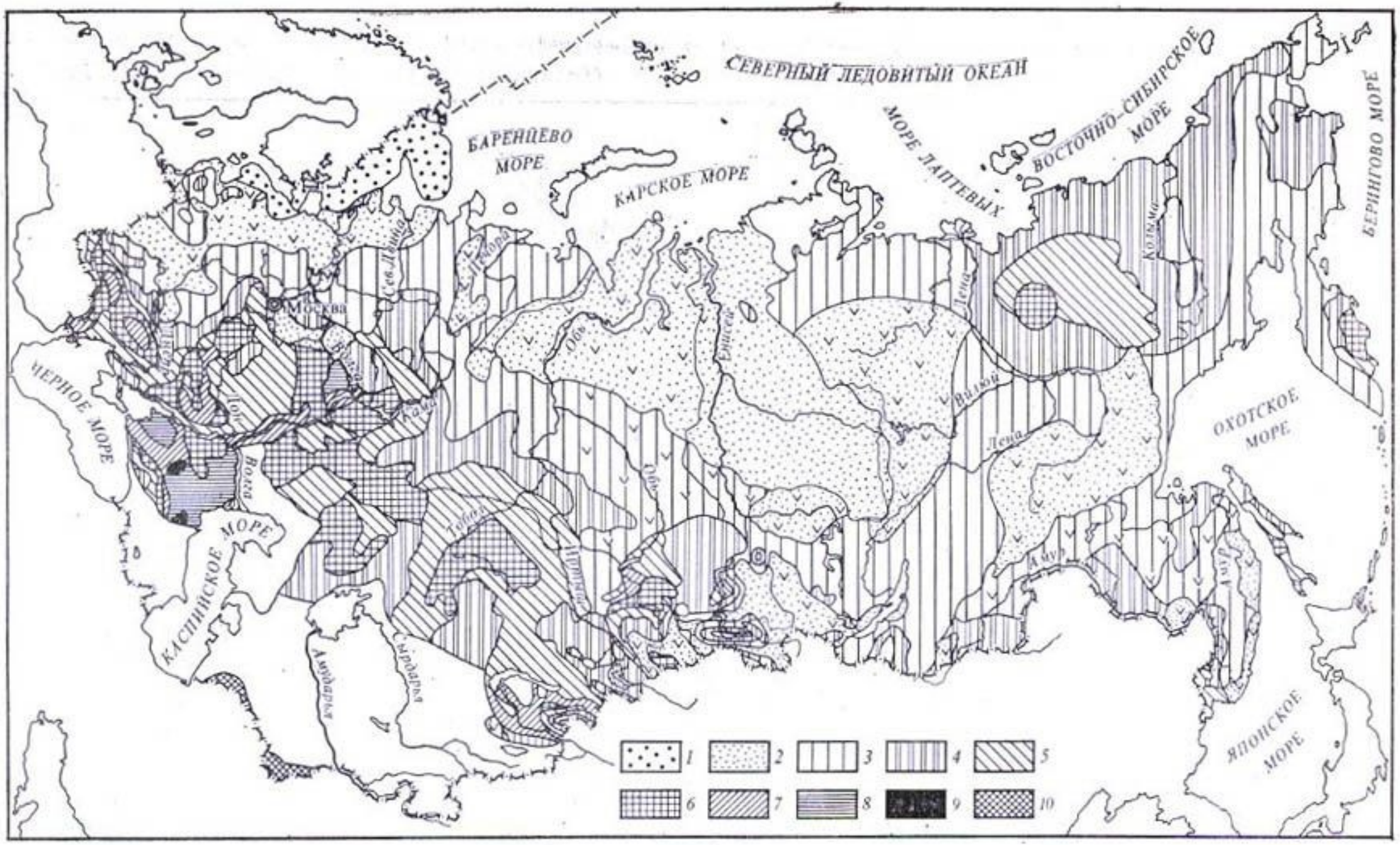



Рис. 3.5. Карта средней мутности рек СССР:

*1* — менее 10 г/м³; *2* — 10...25; *3* — 25...50; *4* — 50...100; *5* — 100...250; *6* — 250...500; *7* — 500...1000; *8* — 1000..2500; *9* — 2500...5000; *10* — более 5000 г/м³

### 3.4. Озера и площадь их водного зеркала[1] (по данным ГГИ)

| Площадь зеркала, км² | Число озер | | | | Суммарная площадь зеркала, км² | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Европейская часть СССР | Сибирь, Дальний Восток | Средняя Азия | Всего по СССР | Европейская часть СССР | Сибирь, Дальний Восток | Средняя Азия | Всего по СССР |
| Менее 1 | 535 411 | 2 247 165 | 32 151 | 2 814 727 | 21 466 | 136 546 | 1520 | 159 532 |
| 1... 10 | 5852 | 30 534 | 510 | 36 896 | 15 504 | 70 123 | 1448 | 87 075 |
| 10... 50 | 581 | 1480 | 63 | 2124 | 10 153 | 28 436 | 1385 | 39 974 |
| 50... 100 | 74 | 150 | 10 | 234 | 5125 | 10 067 | 747 | 15 939 |
| Более 100 | 75 | 96 | 14 | 185 | 78 285 | 77 409 | 30 266 | 185 960 |
| Всего | 541 993 | 2 279 425 | 32 748 | 2 854 166 | 130 533 | 322 581 | 35 366 | 488 480 |

[1] Без Каспийского и Аральского морей.

### 3.5. Озера СССР площадью более 1000 км²

| Название | Площадь зеркала, км² | Глубина, м | | Объем воды, км³ |
|---|---|---|---|---|
| | | средняя | наибольшая | |
| Каспийское море[1] | 395 000 | 190 | 980 | 76 040 |
| Аральское море[1] | 63 400 | 16 | 68 | 1023 |
| Байкал | 31 500 | 730 | 1741 | 23 000 |
| Балхаш[2] | 18 300 | 6,1 | 26 | 112 |
| Ладожское | 17 700 | 5,1 | 230 | 908 |
| Онежское | 9720 | 29 | 127 | 285 |
| Иссык-Куль[1] | 6280 | 279 | 702 | 1730 |
| Зайсан | 5510 | 9,6 | — | 53 |
| Таймыр | 4560 | 2,8 | 26 | 13 |
| Ханка | 4150 | 4 | 10,6 | 16,5 |
| Чудско-Псковское | 3550 | 7,1 | 15 | 25,2 |
| Алаколь | 2650 | 22,1 | 54 | 58,6 |
| Чаны | 1990 | 2,2 | 9 | 4,3 |
| Тенгиз | 1590 | 7 | 8 | 11 |
| Севан | 1360 | 43,2 | 86 | 58,5 |
| Белое | 1290 | 4,5 | 20 | 5,2 |
| Выгозеро | 1140 | 6,2 | 18 | 7,2 |
| Топозеро | 1049 | 14,8 | 56 | 15,7 |
| Всего | — | — | — | 103 366,2 |
| В том числе пресных вод | — | — | — | 24 461 |

[1] До снижения их уровня. [2] Озеро Балхаш имеет двойственную природу — западная часть его пресная, восточная — солоноватая; Каспийское и Аральское моря и озера Иссык-Куль и Алаколь — соленые.

Статические запасы воды в 18 крупных озерах составляют (см. табл. 3.5) 103 330 км³, из которых пресных — 24 479 км³, в том числе в Байкале — 23 000 км³ (94%). Ориентировочный запас этой воды в остальных озерах не превышает 3000 км³. Таким образом, суммарные статические запасы пресной воды в озерах составляют 27,5 тыс. км³.

Сведения о водохранилищах, прудах, мелиоративных и судоходных каналах и других водохозяйственных сооружениях, пополняющих естественный водный фонд, приведены в гл. 4.

### 3.6. Распределение озер по территории СССР

| Район | Площадь района, км² | Число озер | Общая площадь озер, км² | Озерность, % |
|---|---|---|---|---|
| Кольский полуостров | 62 000 | 107 146 | 8195 | 13,2 |
| Карелия и северо-запад ЕТС | 396 200 | 82 480 | 49 772 | 12,6 |
| Север ЕТС | 975 000 | 232 419 | 13 756 | 1,4 |
| Западные районы ЕТС | 636 720 | 31 802 | 8261 | 1,3 |
| Центральный район ЕТС | 868 000 | 35 663 | 3865 | 0,4 |
| Среднее и Южное Приуралье | 502 300 | 6560 | 656 | 0,1 |
| Южные районы ЕТС | 1 262 830 | 26 199 | 7555 | 0,6 |
| Прикаспийская низменность (с дельтой Волги) | 424 000 | 11 302 | 3864 | 0,9 |
| Кавказ и Закавказье | 223 600 | 2126 | 1844 | 0,8 |
| Западно-Сибирская низменность | 2 048 000 | 788 013 | 70 776 | 3,5 |
| Южные районы Западной Сибири, Северный и Центральный Казахстан | 1 415 000 | 38 693 | 33 027 | 2,3 |
| Равнинные районы Средней Азии | 1 742 200 | 29 579 | 26 325 | 1,5 |
| Горные районы Средней Азии | 831 830 | 3065 | 7732 | 0,9 |
| Алтай и Кузнецкий бассейн | 523 200 | 17 143 | 2019 | 0,4 |
| Западные и Восточные Саяны | 519 250 | 14 289 | 1538 | 0,3 |
| Забайкалье | 904 000 | 47 134 | 35 636 | 3,9 |
| Средняя Сибирь | 3 117 000 | 319 852 | 28 090 | 0,9 |
| Северо-Сибирская низменность | 861 000 | 318 849 | 38 487 | 4,4 |
| Северо-Восточная Сибирь | 3 300 000 | 595 116 | 67 861 | 2,1 |
| Дальний Восток | 974 900 | 63 085 | 8595 | 0,9 |
| Камчатка | 250 000 | 40 857 | 2772 | 1,1 |
| Острова Северного Ледовитого и Тихого океанов | 285 740 | 28 132 | 1529 | 0,5 |

**Ледники.** Это продукт климата; они чутко реагируют на все его колебания, представляя собой индикатор климатических изменений. Вода в ледниках находится в твердом состоянии.

В современном оледенении существуют две различные по своей природе и водохозяйственному значению группы ледников: материковые покровы (ледниковые щиты) и горные.

Основные области материкового оледенения — это острова арктической зоны: Новая Земля, Северная Земля, Земля Франца Иосифа и другие с общей площадью ледников 56 тыс. км², или 80% всей площади оледенения СССР. В ледниках Арктики, крупнейшим из которых является Новоземельский, законсервировано большое количество статических запасов пресной воды — примерно 35 тыс. км³.

Горные ледники занимают площадь около 20 тыс. км². Основные области их распространения — Средняя Азия и Кавказ.

В Средней Азии общая площадь оледенения достигает почти 18 тыс. км². В наибольшем леднике Федченко сосредоточено более 130 км³ воды.

| Район | Площадь ледников, км² |
|---|---|
| Арктика: | |
| Новая Земля | 24 300 |
| Северная Земля | 17 470 |
| Земля Франца Иосифа | 13 700 |
| Остров Виктория | 11 |
| Горные районы: | |
| Памир | 8041 |
| Тяньшань | 10 175 |
| Большой Кавказ | 1780 |
| Джунгарский Алатау[1] | 1120 |
| Камчатка | 870 |
| Алтай[1] | 900 |
| северо-восток Сибири | 480 |
| Корякское нагорье | 180 |
| Саяны | 40 |
| Урал | 25 |
| Саур | 17 |
| Становый хребет | 15 |

[1] С зарубежной частью.

Общий объем статических запасов воды, аккумулированный в горных ледниках, составляет около 13 тыс. км³. Ежегодно возобновляется лишь небольшая часть этого объема. Количественно она оценивается ледниковым стоком, доля которого в общем объеме стока рек с ледниковым питанием не превышает 5 ... 6%.

**Внутренние моря и территориальные морские воды.** Они омывают границы СССР на севере, востоке и западе и являются неотъемлемым звеном единого государственного водного фонда страны.

Территориальные морские воды принадлежат к бассейнам окраинных морей Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического океанов.

К бассейну Северного Ледовитого океана относят: Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря. Они расположены на материковой отмели и отличаются сравнительно небольшими глубинами, редко превышающими 200 м. На водный, термический, ледовый и гидрохимический режимы этих морей воздействует материковый сток крупных рек северной части европейской территории СССР и особенно рек Сибири. По морям Северного Ледовитого океана проходит трасса Северного морского пути, имеющая для СССР все возрастающее экономическое значение.

Берингово, Охотское и Японское моря принадлежат к бассейну Тихого океана. Ограниченные грядами Алеутских, Командорских, Курильских островов, Сахалином и Японскими островами, эти моря имеют относительно свободный водообмен с Тихим океаном.

К бассейну Атлантического океана относятся три глубоко вдающихся в материк моря: Балтийское, Черное и Азовское, связывающие западные и южные берега СССР с Мировым океаном.

## 3.3. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Возобновляемые водные ресурсы формируются в процессе круговорота воды в природе, изменяясь в каждом конкретном году в зависимости от ежегодных годовых осадков ($x$), испарения с земной поверхности ($z$) и изменения статических запасов ($u$) в поверхностных водоемах и водотоках, а также почвогрунтах рассматриваемой территории.

Соотношение между этими величинами определяется уравнением водного баланса, выражаемого обычно в мм слоя:

$$\bar{y} = \bar{x} - \bar{z} \pm u, \qquad (3.1)$$

**3.7. Сток по годам, % нормы**

| Районы | Многоводные годы | Маловодные годы |
|---|---|---|
| Равнинные, избыточно и достаточно увлажненные | 130...150 | 60...70 |
| Сухие и засушливые | 300...400 | 3...4 |

**3.8. Колебания среднего стока по периодам, % нормы**

| Зоны | Многоводные годы | Маловодные годы |
|---|---|---|
| Гумидная и субгумидная | 110...115 | 80...85 |
| Аридная | 130 и более | 70 |

где $\bar{y}$, $\bar{x}$, $\bar{z}$ — среднегодовые сток, количество выпадающих осадков и испарение, мм; $u$ — изменение статических запасов, мм.

Возобновляемые водные ресурсы за многолетний период и для каждого конкретного года из-за сложности и недостаточной точности расчета определяют по данным сети гидрологических станций и постов. Среднемноголетний водный баланс приведен в таблице 3.7, а колебания стока — в таблицах 3.7 и 3.8.

Водоразделы речных бассейнов редко совпадают с государственными и административными границами. Поэтому при оценке водных ресурсов и водообеспеченности различают воды местного стока, формирующегося в пределах рассматриваемой территории, и воды, поступающие на нее из сопредельных стран или смежных территорий. Выделяют также в особую категорию пересекающие их транзитные реки.

Ежегодно возобновляемые ресурсы (речной сток) обычно называют ресурсами поверхностного стока. В то же время русла рек представляют собой дрены, по которым стекает избыток поверхностных и подземных вод зоны активного их взаимодействия. Таким образом, возобновляемые ресурсы, оцениваемые по данным о речном стоке, одновременно характеризуют возобновляемые ресурсы не только поверхностных, но и подземных вод. Доля подземной составляющей речного стока определяется расчленением годового стока на его генетические составляющие — поверхностную и подземную[1].

Сток главнейших рек и его многолетние колебания приведены в таблице 3.2. Общий сток рек, указанных в таблице, составляет 3700 км³, или 78% общего стока рек СССР.

Сток рек в отдельные периоды колеблется в значительных пределах, что зависит от природных условий бассейна.

Колебания стока в горных районах уменьшаются с высотой местности. Многолетние колебания стока рек СССР так же, как и многих других районов мира, имеют циклический характер, выражающийся в чередовании групп многоводных и маловодных лет. Продолжительность циклов и водность изменяются в широких пределах.

Периоды многоводных лет обычно составляют 2...3, реже 4 года, а маловодных — 2...3 года, реже до 4...8 лет.

В целом на реках страны преобладают сравнительно синхронные колебания годового стока. В отдельные годы они охватывают большие территории, однако в некоторых случаях слабовыражены. Имеют место также

[1] Сказанное справедливо лишь в отношении подземных вод зоны, расположенной выше эрозионного вреза речных долин. Более подробно этот вопрос рассмотрен в разделе 3.6.

### 3.9. Среднемноголетний водный баланс СССР и союзных республик

| СССР, республика | Площадь, тыс. км² | Осадки, км³ | Местный сток, км³ | Испарение, км³ | Осадки, мм | Местный сток, мм | Испарение, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| СССР | 21 674,9[1] | 11 300,9 | 4397,56 | 6901,8 | 507 | 197 | 310 |
| РСФСР | 17 075,4 | 9348,7 | 4027 | 5320,3 | 548 | 236 | 312 |
| Украинская ССР | 603,7 | 377 | 52,4 | 325 | 625 | 86,8 | 538 |
| Белорусская ССР | 207,6 | 154 | 34,1 | 120 | 743 | 16,4 | 579 |
| Узбекская ССР | 447,4 | 74,1 | 9,5 | 64,6 | 166 | 21,3 | 144 |
| Казахская ССР | 2117,3 | 836 | 69,5 | 766 | 308 | 25,6 | 282 |
| Грузинская ССР | 69,7 | 93,3 | 53,7 | 39,6 | 1138 | 770 | 568 |
| Азербайджанская ССР | 86,6 | 35,1 | 7,78 | 27,3 | 405 | 90 | 315 |
| Литовская ССР | 65,2 | 47,9 | 12,77 | 35,1 | 735 | 195,6 | 539 |
| Молдавская ССР | 33,7 | 18,0 | 1,31 | 16,7 | 534 | 38,9 | 485 |
| Латвийская ССР | 63,7 | 47,3 | 15,2 | 32,1 | 743 | 238,4 | 504 |
| Киргизская ССР | 198,5 | 76,1 | 48,7 | 27,4 | 383 | 245 | 138 |
| Таджикская ССР | 143,1 | 65,1 | 47,4 | 17,7 | 455 | 331 | 124 |
| Армянская ССР | 29,8 | 17,4 | 6,19 | 11,2 | 583 | 207 | 376 |
| Туркменская ССР | 488,1 | 78,3 | 1,13 | 77,1 | 160 | 2,32 | 158 |
| Эстонская ССР | 45,1 | 32,6 | 10,88 | 21,7 | 722 | 241 | 480 |

[1] Не включая площади Белого моря — 90 тыс. км² и Азовского моря — 37,3 тыс. м², не вошедшие в территорию отдельных республик.

синхронные периоды повышенной или пониженной водности рек, которые распространяются на значительные территории. Особенно большие районы охватываются маловодными периодами. Маловодье 1939 г. охватило практически всю (99%) территорию СССР. Повышенная водность рек в этом году была отмечена лишь в Закавказье. В 1920 г. также почти вся территория СССР (98%) была маловодной. Повышенная влажность была отмечена только на реках Северного Кавказа. В 1911 г. 91% территории СССР (за исключением европейского Севера) охватывался маловодьем.

Маловодными были также 1921 и 1975 гг. Однако в отличие от ранее рассмотренных трех маловодных лет в 1921 г. многоводными были реки Поволжья, Казахстана и Средней Азии, а в 1975 г. — Белоруссии, Западной и Восточной Сибири.

В течение ряда лет (1900, 1906, 1946, 1949, 1970 гг.) примерно половина территории СССР была охвачена маловодьем, а другая — многоводьем.

Многоводная фаза также никогда не распространялась на всю территорию СССР. Наиболее многоводными были 1908, 1932, 1958 гг. Площадь распространения многоводья составляла 82 ... 96% территории страны.

**Потенциальные и эксплуатационные водные ресурсы.** В силу неравномерного распределения стока внутри года и от года к году практически может быть использована только часть среднего годового стока. Поэтому данные о среднегодовом стоке характеризуют лишь потенциальные водные ресурсы и водообеспеченность. Реальные или эксплуатационные (располагаемые) водные ресурсы в разных природных условиях составляют различную долю среднегодового стока.

**Распределение стока по территории СССР.** Основной объем возобновляемых водных ресурсов (82%) сосредоточен в северной части территории, реки которой принадлежат к области внешнего стока. Водные ресурсы южной части составляют лишь 12% суммарных.

Водохозяйственное значение стока рек, связанных с Мировым океаном, и внутреннего (а также полузамкнутого бассейна Азовского моря) различно. Использование стока рек, связанных с Мировым океаном, может отразиться на режиме окраинных морей лишь при больших изъятиях стока.

Водопотребление в бассейнах рек внутреннего стока влечет за собой большие безвозвратные потери и уже сказывается на режиме и экологии внутренних водоемов (Каспия, Арала, Азовского моря и др.).

Распределение водных ресурсов по территории СССР не только неравномерно, но и не отвечает интересам народного хозяйства, особенно орошаемого земледелия; основной объем (около 80%) суммарных водных ресурсов падает на зоны тундры и лесную, неблагоприятные для сельскохозяйственного производства по ресурсам тепла, что определяет пониженный биоклиматический потенциал, наблюдаемый в СССР.

## 3.4. ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ СССР

Суммарный среднегодовой сток всех рек составляет 4740 км$^3$, его и принимают в качестве показателя возобновляемых водных ресурсов. В него входит также сток (327 км$^3$/год), формирующийся на территории смежных государств и поступающий на территорию СССР (Дунай, Вуокса и др.).

Суммарные водные ресурсы рек в среднем за многолетний период сравнительно мало колеблются от года к году и практически неизменны. Объясняется это взаимной компенсацией отклонений стока рек различных зон от нормы.

По водообеспеченности на 1 км$^2$ площади в СССР приходится 213 тыс. м$^3$ в год.

Среди союзных республик наиболее водообеспеченная Российская Федерация. Абсолютные ее водные ресурсы превышают 4 тыс. км$^3$ в год и составляют 91% суммарных водных ресурсов СССР.

Высока водообеспеченность водами местного стока в Киргизской, Таджикской, Грузинской и Эстонской союзных республиках. Относительно слабо обеспечены водой Украинская, Узбекская и Казахская союзные республики. Особенно бедны ресурсы местного стока Туркменской и Молдавской союзных республик. Однако с учетом стока, поступающего из смежных республик, уровень их водообеспеченности резко возрастает (табл. 3.10) (см. стр. 49).

Распределение водных ресурсов в пределах союзных республик по экономическим районам, автономным республикам, краям и областям показано в таблице 3.11 (см. стр. 50).

## 3.5. АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Влияние на речной сток хозяйственной деятельности определяется множеством факторов. По характеру воздействия на количественные параметры режима и качество природных вод факторы, связанные с хозяйственной деятельностью, могут быть объединены в четыре группы:

оказывающие главное влияние за счет непосредственных изъятий воды из водоисточников или сбросов в них после использования сточных вод;

оказывающие влияние на водный режим за счет преобразований русловой сети — создание водохранилищ, обвалование, регулировочно-выправительные мероприятия, добыча грунта из русл и пр.;

изменяющие условия формирования стока и другие элементы водного баланса путем воздействия на поверхность водосборов — агротехнические мероприятия, мелиорация земель вырубка и посадка леса, урбанизация и др.;

воздействующие на сток, водный баланс и гидрологический режим посредством изменения климатических условий в глобальном и региональном масштабах в результате преобразований газового состава и загрязнения атмосферы, а также изменения характеристик влагооборота за счет дополнительного испарения, обусловленного проведением крупномасштабных водохозяйственных мероприятий.

На каждом крупном речном водосборе, как правило, одновременно действуют несколько факторов, находящихся в сложном взаимодействии друг с другом. Однако в каждом бассейне в зависимости от физико-географических

### 3.10. Водные ресурсы и водообеспеченность союзных республик

| Республика | Площадь, тыс. км² | Население, млн. чел. | Местные | | | Поступающие из сопредельных территорий, км³/год | Суммарные, км³/год | На одного человека, тыс. м³/год | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | км³/год | тыс. м³/год на 1 км² | % от ресурсов СССР | | | местные | суммарные |
| РСФСР | 17 075,4 | 145,311 | 4043 | 237 | 91,6 | 227 | 4270 | 27,82 | 29,38 |
| Украинская ССР | 603,7 | 51,201 | 52,4 | 86,8 | 1,19 | 157,4 | 209,8 | 1,02 | 4,10 |
| Белорусская ССР | 207,6 | 10,078 | 34,1 | 164 | 0,77 | 21,7 | 55,8 | 3,38 | 5,54 |
| Узбекская ССР | 447,4 | 19,026 | 9,5 | 21,2 | 0,22 | 98,1 | 107,6 | 0,50 | 5,66 |
| Казахская ССР | 2717,3 | 16,244 | 69,4 | 25,5 | 1,57 | 56 | 125,4 | 4,27 | 7,72 |
| Грузинская ССР | 69,7 | 5,266 | 53,3 | 765 | 1,21 | 7,87 | 61,2 | 10,12 | 11,62 |
| Азербайджанская ССР | 86,6 | 6,811 | 7,78 | 89,8 | 0,19 | 20,2 | 28 | 1,14 | 4,11 |
| Литовская ССР | 65,2 | 3,641 | 12,8 | 196 | 0,29 | 10,4 | 23,2 | 3,52 | 6,37 |
| Молдавская ССР | 33,7 | 4,185 | 1,31 | 38,9 | 0,03 | 11,4 | 12,7 | 0,31 | 3,03 |
| Латвийская ССР | 63,7 | 2,647 | 15,2 | 239 | 0,34 | 16,8 | 31,9 | 5,74 | 12,05 |
| Киргизская ССР | 198,5 | 4,143 | 48,7 | 245 | 1,1 | 0 | 48,7 | 11,75 | 11,75 |
| Таджикская ССР | 143,1 | 4,807 | 47,4 | 331 | 1,07 | 47,9 | 95,3 | 9,86 | 10,82 |
| Армянская ССР | 29,8 | 3,412 | 6,19 | 208 | 0,14 | 2,08 | 8,26 | 1,81 | 2,42 |
| Туркменская ССР | 488,1 | 3,361 | 1,13 | 2,32 | 0,03 | 68,9 | 70,9 | 0,33 | 21,09 |
| Эстонская ССР | 45,1 | 1,556 | 10,9 | 242 | 0,25 | 4,68 | 15,6 | 7,00 | 10,02 |

условий и особенностей хозяйственного освоения регионов обычно можно выделить главные факторы, оказывающие основное влияние на водные ресурсы и гидрологический режим, и второстепенные, влияние которых имеет подчиненное значение.

Основные факторы хозяйственной деятельности, оказывающие в нашей стране наибольшее влияние на количественные параметры речного стока: коммунальное и промышленное водопотребление, орошение и обводнение земель, особенно в засушливых районах, сезонное и многолетнее регулирование стока водохранилищами, а также агротехнические мероприятия.

Влияние орошения на речной сток различно для малых рек, питающихся в основном поверхностным стоком, и крупных речных систем, дренирующих подземные воды.

Изменение стока крупных рек после орошения определяется изменением суммарного испарения в бассейне, которое состоит из испарения на орошаемых землях и непродуктивного испарения на прилегающих территориях. В зависимости от соотношений указанных значений испарения сток реки после орошения может уменьшиться, продолжительное время оставаться неизменным, а в отдельные периоды даже несколько увеличиваться.

*Водохранилища* — наиболее распространенный и эффективный способ устранения дефицита водных ресурсов в маловодные годы и лимитирующие периоды. Регулирование стока водохранилищами получило большое развитие в речных бассейнах, имеющих в среднем вполне достаточные водные ресурсы, изменяющиеся во времени.

## 3.11. Распределение водных ресурсов по республикам, экономическим районам, автономным республикам, краям и областям

| Союзная республика, экономический район, АССР, край, область | Площадь, тыс. км² | Население, млн. чел. | Местные | | Поступающие из сопредельных территорий, км³/год | Суммарные, км³/год | На одного человека, тыс. м³/год | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | км³/год | тыс. м³/год на 1 км² | | | местные | суммарные |
| **РСФСР** | 17075,4 | 145,311 | 40,43 | 237 | 227 | 42,7 | 27,82 | 29,38 |
| *Северный район* | 1466,3 | 6,066 | 494 | 337 | 17,6 | 512 | 81,44 | 84,40 |
| Карельская АССР | 172,4 | 0,795 | 63,3 | 309 | 2,55 | 55,9 | 79,62 | 70,31 |
| Коми АССР | 415,9 | 1,247 | 150 | 360 | 15,1 | 165 | 120,29 | 132,32 |
| Архангельская область | 587,4 | 1,554 | 200 | 340 | 187,3 | 387 | 128,70 | 249,03 |
| Вологодская область | 145,7 | 1,355 | 38,3 | 263 | 9,33 | 47,6 | 28,26 | 35,13 |
| Мурманская область | 144,9 | 1,118 | 53,3 | 368 | 12,4 | 65,7 | 47,67 | 58,76 |
| *Северо-Западный район* | 196,5 | 8,200 | 47,7 | 242,5 | 41,7 | 89,4 | 5,82 | 10,90 |
| Ленинградская область | 85,9 | 6,603 | 23,2 | 270,5 | 58,3 | 81,5 | 3,51 | 12,34 |
| Новгородская область | 55,3 | 0,752 | 13,4 | 242,3 | 8,26 | 21,7 | 17,82 | 28,86 |
| Псковская область | 55,3 | 0,845 | 11 | 199 | 0,96 | 12 | 13,02 | 14,20 |
| *Центральный район* | 485,1 | 29,964 | 88,6 | 183 | 24 | 112,6 | 2,96 | 3,76 |
| Московская область | 47 | 15,396 | 7,31 | 156 | 10,7 | 18 | 0,47 | 1,17 |
| Брянская область | 34,9 | 1,473 | 5,07 | 145 | 2,17 | 7,24 | 3,44 | 4,92 |
| Владимирская область | 29 | 1,638 | 4,50 | 155 | 30,7 | 35,2 | 2,75 | 21,5 |
| Ивановская область | 23,9 | 1,321 | 4,33 | 181 | 52,6 | 56,9 | 3,28 | 43,07 |
| Калининская область | 84,1 | 1,651 | 16,8 | 200 | 7,96 | 24,8 | 10,18 | 15,02 |
| Калужская область | 29,9 | 1,041 | 5,19 | 174 | 6,11 | 11,3 | 4,98 | 10,8 |
| Костромская область | 60,1 | 0,799 | 15,1 | 251 | 38,2 | 53,3 | 18,90 | 66,71 |
| Орловская область | 24,7 | 0,863 | 3,45 | 140 | 0,69 | 4,14 | 4,00 | 4,80 |
| Рязанская область | 39,6 | 1,312 | 5,6 | 141 | 20,1 | 25,7 | 4,27 | 19,59 |
| Смоленская область | 49,8 | 1,149 | 9,91 | 199 | 3,99 | 13,9 | 8,62 | 12,10 |
| Тульская область | 25,7 | 1,863 | 3,72 | 145 | 6,78 | 10,5 | 2,00 | 5,64 |
| Ярославская область | 36,4 | 1,458 | 7,64 | 210 | 28,1 | 35,7 | 5,24 | 24,48 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Волго-Вятский район* | 263,2 | 8,396 | 47,8 | 181,5 | 104 | 151,8 | 5,20 | 18,08 |
| Марийская АССР | 23,2 | 0,739 | 3,84 | 165,5 | 105,5 | 109,4 | 5,20 | 148,04 |
| Мордовская АССР | 26,2 | 0,964 | 3,13 | 119,5 | 1,78 | 4,91 | 3,25 | 5,09 |
| Чувашская АССР | 18,3 | 1,330 | 2,3 | 125,7 | 115,1 | 117,4 | 1,73 | 88,27 |
| Горьковская область | 74,8 | 3,688 | 11,7 | 156,4 | 93,1 | 104,8 | 3,17 | 28,42 |
| Кировская область | 120,8 | 1,675 | 26,8 | 221,5 | 13,1 | 38,9 | 16,00 | 23,22 |
| *Центрально-Черноземный район* | 167,7 | 7,661 | 16,1 | 96 | 4,93 | 21 | 2,10 | 2,74 |
| Белгородская область | 27,1 | 1,346 | 2,54 | 93,7 | 0,21 | 2,75 | 1,89 | 2,04 |
| Воронежская область | 52,4 | 2,459 | 3,57 | 68,1 | 10,1 | 13,7 | 1,45 | 5,57 |
| Курская область | 29,8 | 1,329 | 3,53 | 118 | 0,38 | 3,91 | 2,66 | 2,94 |
| Липецкая область | 24,1 | 1,218 | 2,81 | 117 | 3,54 | 6,35 | 2,31 | 5,21 |
| Тамбовская область | 34,3 | 1,309 | 3,64 | 106 | 0,51 | 4,15 | 2,78 | 3,17 |
| *Поволжский район* | 536,4 | 16,212 | 31,5 | 58,7 | 239 | 270 | 1,94 | 16,65 |
| Калмыцкая АССР | 75,9 | 0,329 | 0,85 | 11,2 | 0,21 | 1,06 | 2,58 | 3,22 |
| Татарская АССР | 68 | 3,568 | 8,03 | 118 | 222 | 230 | 2,25 | 64,46 |
| Астраханская область | 44,1 | 0,992 | 0 | 0 | 236 | 236 | 0 | 237,90 |
| Волгоградская область | 114,1 | 2,564 | 4,9 | 42,9 | 252 | 257 | 1,91 | 100,23 |
| Куйбышевская область | 53,6 | 3,264 | 4,2 | 78,4 | 230 | 234 | 1,29 | 71,69 |
| Пензенская область | 43,2 | 1,495 | 4,99 | 115 | 0,66 | 5,65 | 3,34 | 3,78 |
| Саратовская область | 100,2 | 2,646 | 5,3 | 52,9 | 234 | 239,1 | 2,00 | 90,36 |
| Ульяновская область | 37,3 | 1,354 | 3,2 | 85,8 | 225 | 229 | 2,36 | 169,12 |
| *Северо-Кавказский район* | 355,1 | 16,473 | 44 | 124 | 25,3 | 69,3 | 2,67 | 4,21 |
| Дагестанская АССР | 50,3 | 1,768 | 7,34 | 146 | 12,2 | 19,5 | 4,15 | 11,03 |
| Кабардино-Балкарская АССР | 12,5 | 0,732 | 3,63 | 290 | 4,30 | 7,93 | 4,96 | 10,83 |
| Северо-Осетинская АССР | 8 | 0,619 | 3,63 | 454 | 4,36 | 7,99 | 5,86 | 12,91 |
| Чечено-Ингушская АССР | 19,3 | 1,235 | 2,87 | 149 | 8,37 | 11,2 | 2,32 | 9,07 |
| Краснодарский край | 83,6 | 5,051 | 17 | 203 | 5,98 | 23 | 3,36 | 4,55 |
| в том числе Адыгейская автономная область | 7,6 | 0,426 | 2,22 | 292 | 11,7 | 13,9 | 5,21 | 32,63 |
| Ставропольский край | 80,6 | 2,778 | 6,89 | 85,4 | 0 | 6,89 | 2,48 | 2,48 |
| в том числе Карачаево-Черкесская автономная область | 14,1 | 0,402 | 6,09 | 432 | 0 | 6,09 | 15,15 | 15,15 |
| Ростовская область | 100,8 | 4,290 | 2,68 | 26,5 | 23,5 | 26,2 | 0,62 | 6,11 |

*Продолжение*

| Союзная республика, экономический район, АССР, край, область | Площадь, тыс. км² | Население, млн. чел. | Местные | | Поступающие из сопредельных территорий, км³/год | Суммарные, км³/год | На одного человека, тыс. м³/год | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | км³/год | тыс. м³/год на 1 км² | | | местные | суммарные |
| *Уральский район* | 824 или 680,4 | 20,116 | 122,7 | 148,9 | 6,21 | 129 | 6,10 | 6,41 |
| Башкирская АССР | 143,6 | 3,895 | 24,2 | 168,5 | 9,64 | 33,9 | 6,21 | 8,70 |
| Курганская область | 71 | 1,112 | 0,97 | 13,66 | 2,45 | 3,42 | 0,87 | 3,08 |
| Оренбургская область | 124 | 2,165 | 7,3 | 58,87 | 5,16 | 12,5 | 3,37 | 5,77 |
| Пермская область | 160,6 | 3,071 | 47,6 | 296,4 | 8,4 | 56 | 15,50 | 18,24 |
| в том числе Коми-Пермяцкий автономный округ | 32,9 | 0,161 | 8,11 | 246,5 | 3,56 | 11,7 | 50,37 | 72,67 |
| Свердловская область | 194,8 | 4,703 | 28,2 | 144,8 | 1,10 | 29,3 | 6,00 | 6,23 |
| Челябинская область | 87,9 | 3,583 | 6,39 | 72,7 | 0,83 | 7,22 | 1,78 | 2,02 |
| Удмуртская АССР | 42,1 | 1,587 | 8,03 | 190,7 | 55,3 | 63,4 | 5,06 | 39,95 |
| *Западно-Сибирский район* | 2427,2 | 15,037 | 513 | 211 | 72,3 | 585 | 34,11 | 38,90 |
| Алтайский край | 261,7 | 2,777 | 53,3 | 204 | 1,74 | 55 | 19,19 | 19,80 |
| в том числе Горно-Алтайская автономная область | 92,6 | 0,180 | 34,3 | 369 | 0 | 34,2 | 190,55 | 190,00 |
| Кемеровская область | 95,5 | 3,152 | 40,6 | 429 | 2,13 | 42,7 | 12,88 | 13,55 |
| Новосибирская область | 178,2 | 2,770 | 9,47 | 51,5 | 55,2 | 64,7 | 3,42 | 23,36 |
| Омская область | 138,5 | 2,088 | 5,51 | 39,4 | 36 | 41,5 | 2,64 | 19,88 |
| Томская область | 316,9 | 0,983 | 61,4 | 194 | 131,9 | 183,3 | 62,46 | 186,47 |
| Тюменская область | 1435,2 | 2,837 | 343 | 239 | 245 | 588 | 120,90 | 207,26 |
| в том числе Ханты-Мансийский автономный округ | 523,1 | 1,125 | 120 | 229 | 263 | 383 или 283 | 106,66 | 251,55 |
| Ямало-Ненецкий автономный округ | 750,3 | 0,430 | 198 | 264 | 383 | 581 | 460,46 | 1351,16 |
| *Восточно-Сибирский район* | 4122,8 | 9,190 | 10,97 | 265 | 34,8 | 11,32 | 119,37 | 123,17 |
| Красноярский край | 2401,6 | 3,520 | 738 | 307 | 194 | 932 | 209,65 | 264,77 |
| в том числе Хакасская автономная область | 61,9 | 0,555 | 19,1 | 308 | 78 | 97,1 | 34,41 | 174,95 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Таймырский автономный округ | 862,1 | 0,055 | 291 | 337 или 237 | 610 | 901 | 5290,91 | 16381,82 |
| Эвенкийский автономный округ | 767,6 | 0,022 | 217 | 282 | 25,3 | 242 | 9863,63 | 11000,0 |
| Иркутская область | 767,9 | 2,784 | 174 | 226 | 136 | 310 | 62,50 | 111,35 |
| в том числе Усть-Ордынский Бурятский автономный округ | 22,4 | 0,129 | 1,12 | 50 | 75,7 | 76,8 | 8,68 | 595,3 |
| Читинская область | 431,5 | 1,361 | 67,8 | 157 | 9,56 | 77,4 | 49,82 | 56,87 |
| в том числе Агинский Бурятский автономный округ | 19 | 0,078 | 0,79 | 41,6 | 4,25 | 5,04 | 10,13 | 64,62 |
| Бурятская АССР | 351,3 | 1,030 | 75,4 | 215 | 22,9 | 98,3 | 73,20 | 95,44 |
| Тувинская АССР | 170,5 | 0,289 | 37,8 | 222 | 8,93 | 46,7 | 130,80 | 161,59 |
| *Дальневосточный район* | 6215,9 | 7,772 | 1538,5 | 247,5 | 273 | 1811,5 | 197,95 | 233,08 |
| Приморский край | 165 | 2,189 | 37 | 223 | 9,2 | 46,2 | 16,90 | 21,10 |
| Хабаровский край | 824,6 | 1,794 | 257 | 312 | 247 | 505 | 143,25 | 281,49 |
| в том числе Еврейская автономная область | 36 | 0,216 | 7 | 194 | 211 | 218 | 32,41 | 1009,26 |
| Амурская область | 363,7 | 1,053 | 88,6 | 244 | 82,4 | 171 | 84,14 | 162,39 |
| Камчатская область | 472,3 | 0,443 | 233 | 494 | 2,6 | 236 | 52,95 | 532,73 |
| в том числе Корякский автономный округ | 301,5 | 0,040 | 114 | 377 | 15,5 | 129 | 2850,00 | 3225,0 |
| Магаданская область | 1199,1 | 0,550 | 314,5 | 252 | 3,38 | 318 | 571,82 | 578,18 |
| в том числе Чукотский автономный округ | 737,7 | 0,157 | 181 | 245 | 13,6 | 195 | 1152,87 | 1242,04 |
| Сахалинская область | 87,1 | 0,709 | 57,1 | 701 | 0 | 57,1 | 80,54 | 80,54 |
| Якутская АССР | 3103,2 | 1,034 | 551 | 178 | 329 | 880 | 532,88 | 851,06 |
| **Украинская ССР** | 603,7 | 51,201 | 52,4 | 86,8 | 157,4 | 209,8 | 1,02 | 4,10 |
| *Донецко-Приднепровский район* | 220,9 | 21,679 | 11,2 | 50,7 | 54,7 | 65,9 | 0,517 | 3,04 |
| Ворошиловградская область | 26,7 | 2,849 | 1,46 | 54,7 | 3,61 | 5,07 | 0,512 | 1,78 |
| Днепропетровская область | 31,9 | 3,857 | 0,87 | 27,2 | 52,1 | 53 | 0,256 | 13,74 |
| Донецкая область | 26,5 | 5,368 | 1,25 | 47,1 | 3,15 | 4,4 | 0,233 | 0,820 |
| Запорожская область | 27,2 | 2,064 | 0,62 | 22,8 | 52,3 | 52,9 | 0,300 | 25,63 |
| Кировоградская область | 24,6 | 1,229 | 0,95 | 38,6 | 49,13 | 50,1 | 0,773 | 40,76 |
| Полтавская область | 28,8 | 1,722 | 1,94 | 67,7 | 49,5 | 51,4 | 1,126 | 29,85 |
| Сумская область | 23,8 | 1,427 | 2,45 | 102,9 | 3,34 | 5,79 | 1,72 | 4,06 |
| Харьковская область | 31,4 | 3,163 | 1,66 | 52,9 | 1,75 | 3,41 | 0,525 | 1,08 |
| *Юго-Западный район* | 269,4 | 21,962 | 39,2 | 145,5 | 37,8 | 77 | 1,78 | 3,51 |
| Винницкая область | 26,5 | 1,947 | 2,47 | 93,2 | 8,48 | 11 | 1,27 | 5,65 |
| Волынская область | 20,2 | 1,035 | 2,18 | 107,9 | 1,87 | 4,05 | 2,11 | 3,91 |

*Продолжение*

| Союзная республика, экономический район, АССР, край, область | Площадь, тыс. км² | Население, млн. чел. | Местные | | Поступающие из сопредельных территорий, км³/год | Суммарные, км³/год | На одного человека, тыс. м³/год | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | км³/год | тыс. м³/год на 1 км² | | | местные | суммарные |
| Житомирская область | 29,9 | 1,543 | 3,15 | 105,4 | 0,56 | 3,71 | 2,04 | 2,40 |
| Закарпатская область | 12,8 | 1,206 | 7,92 | 618,8 | 5,37 | 13,3 | 6,57 | 11,03 |
| Ивано-Франковская область | 13,9 | 1,382 | 4,59 | 330,2 | 4,81 | 9,4 | 3,32 | 6,80 |
| Киевская область | 23,9 | 4,446 | 2,04 | 70,5 | 44,4 | 46,4 | 0,46 | 10,44 |
| Львовская область | 21,8 | 2,686 | 4,92 | 225,6 | 0,63 | 5,55 | 1,83 | 2,07 |
| Ровенская область | 20,1 | 1,171 | 2,33 | 115,9 | 4,66 | 6,99 | 1,99 | 5,97 |
| Тернопольская область | 13,8 | 1,152 | 1,81 | 131,2 | 5,45 | 7,26 | 1,57 | 6,30 |
| Хмельницкая область | 20,6 | 1,525 | 2,14 | 103,9 | 7,68 | 9,82 | 1,40 | 6,44 |
| Черкасская область | 20,9 | 1,529 | 1,01 | 48,3 | 46,4 | 47,4 | 0,66 | 31,00 |
| Черновицкая область | 8,1 | 0,918 | 1,23 | 151,8 | 8,88 | 10,1 | 1,34 | 11,00 |
| Черниговская область | 31,9 | 1,422 | 3,45 | 108,2 | 26,1 | 29,6 | 2,43 | 20,82 |
| *Южный район* | 113,4 | 7,560 | 1,97 | 17,3 | 191,8 | 193,8 | 0,261 | 25,63 |
| Крымская область | 27 | 2,397 | 0,91 | 33,7 | 0 | 0,91 | 0,380 | 0,380 |
| Николаевская область | 24,6 | 1,309 | 0,57 | 23,2 | 3,43 | 4 | 0,435 | 3,06 |
| Одесская область | 33,3 | 2,623 | 0,35 | 10,5 | 135,5 | 135,8 | 0,133 | 51,77 |
| Херсонская область | 28,5 | 1,231 | 0,14 | 35,8 | 54,3 | 54,4 | 0,114 | 44,20 |
| *Прибалтийский район* | 189,1 | 8,701 | 41,6 | 220 | 29,3 | 70,9 | 4,78 | 8,15 |
| Латвийская ССР | 63,7 | 2,647 | 15,2 | 239 | 16,8 | 31,9 | 5,74 | 12,05 |
| Эстонская ССР | 45,1 | 1,556 | 10,9 | 242 | 4,68 | 15,6 | 7,00 | 10,02 |
| Литовская ССР | 65,2 | 3,641 | 12,8 | 196 | 10,4 | 23,2 | 3,52 | 6,37 |
| Калининградская область | 15,1 | 0,857 | 2,71 | 179 | 20,3 | 22,1 | 3,16 | 25,79 |
| *Закавказский район* | 186,1 | 15,489 | 67,3 | 362 | 10,4 | 77,7 | 4,34 | 5,02 |
| Азербайджанская ССР | 86,6 | 6,811 | 7,78 | 89,8 | 20,2 | 28 | 1,14 | 4,11 |
| в том числе Нахичеванская АССР | 5,5 | 0,278 | 0,47 | 85,4 | 5,61 | 7,08 | 1,69 | 25,47 |
| Нагорно-Карабахская автономная область | 4,4 | 0,180 | 0,56 | 127 | 0,57 | 1,07 | 3,11 | 5,94 |
| Грузинская ССР | 69,7 | 5,266 | 53,3 | 765 | 7,87 | 61,2 | 10,12 | 11,62 |
| в том числе Абхазская АССР | 8,6 | 0,535 | 15,4 | 17,9 | 0 | 15,4 | 28,78 | 28,78 |
| Аджарская АССР | 3 | 0,385 | 4,4 | 14,67 | 5,67 | 10,1 | 11,43 | 26,23 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Юго-Осетинская автономная область | 3,9 | 0,099 | 2,93 | 751 | 0 | 2,93 | 29,59 | 29,59 |
| Армянская ССР | 29,8 | 3,412 | 6,19 | 208 | 2,08 | 8,26 | 1,81 | 2,42 |
| *Белорусская ССР* | 207,6 | 10,078 | 34,1 | 164 | 21,7 | 55,8 | 3,38 | 5,54 |
| Брестская область | 32,3 | 1,423 | 4,3 | 133 | 8,41 | 12,7 | 3,02 | 8,92 |
| Витебская область | 40,1 | 1,404 | 7,4 | 185 | 10,8 | 18,2 | 5,27 | 12,96 |
| Гомельская область | 40,4 | 1,667 | 6 | 149 | 25,4 | 31,4 | 3,60 | 18,84 |
| Гродненская область | 25 | 1,157 | 4,83 | 193 | 4,73 | 9,56 | 4,17 | 8,26 |
| Минская область | 40,8 | 3,137 | 7 | 171 | 0,7 | 7,7 | 2,23 | 2,45 |
| Могилевская область | 29,0 | 1,290 | 4,51 | 155 | 10 | 14,5 | 3,50 | 11,24 |
| *Молдавская ССР* | 33,7 | 4,185 | 1,31 | 38,9 | 11,4 | 12,7 | 0,31 | 3,03 |
| *Среднеазиатский район* | 1277,1 | 27,609 | 106,7 | 83,5 | 24,3 | 131 | 3,88 | 4,76 |
| *Киргизская ССР* | 198,5 | 4,143 | 48,7 | 245 | 0 | 48,7 | 11,75 | 11,75 |
| Иссык-Кульская область | 43,5 | 0,393 | 10,6 | 244 | 1,06 | 11,7 | 26,97 | 29,77 |
| Нарынская область | 50,2 | 0,263 | 9,65 | 192 | 4,20 | 13,9 | 36,69 | 52,85 |
| Ошская область | 65,6 | 1,804 | 16 | 270 | 12,5 | 28,5 | 8,87 | 15,80 |
| Таласская область | 19,6 | 0,278 | 7,88 | 303 | 9,65 | 17,5 | 28,34 | 62,95 |
| Районы республиканского подчинения | 19,6 | 1,381 | 4,56 | 233 | 1,05 | 4,61 | 3,30 | 4,06 |
| **Таджикская ССР** | 143,1 | 4,807 | 47,4 | 331 | 47,9 | 95,3 | 9,86 | 19,82 |
| Горно-Бадахшанская автономная область | 63,7 | 0,151 | 16 | 251 | 10,3 | 26,3 | 105,96 | 174,17 |
| Кулябская область | 12 | 0,570 | 2,74 | 228 | 24,5 | 27,2 | 4,81 | 47,72 |
| Курган-Тюбинская область | 12,6 | 0,982 | 0,13 | 10,3 | 62,5 | 62,7 | 0,13 | 63,85 |
| Ленинабадская область | 26,1 | 1,488 | 5,9 | 226 | 25,1 | 31 | 3,96 | 20,83 |
| Районы республиканского подчинения | 28,7 | 1,561 | 22,6 | 787 | 4,8 | 27,4 | 14,48 | 17,55 |
| **Туркменская ССР** | 488,1 | 3,361 | 1,13 | 2,32 | 68,9 | 70,9 | 0,33 | 21,09 |
| Ашхабадская область | 95,4 | 0,875 | 0,22 | 2,31 | 4,38 | 4,6 | 0,25 | 5,26 |
| Красноводская область | 138,5 | 0,352 | 0,21 | 1,52 | 0,23 | 0,44 | 0,60 | 1,25 |
| Марыйская область | 86,8 | 0,771 | 0,32 | 3,69 | 7,59 | 7,9 | 0,42 | 10,25 |
| Ташаузская область | 73,6 | 0,665 | 0 | 0 | 31,4 | 31,4 | 0 | 47,22 |
| Чарджоуская область | 93,8 | 0,698 | 0,38 | 4,05 | 66,8 | 67,2 | 0,54 | 96,28 |
| **Узбекская ССР** | 447,4 | 19,026 | 9,5 | 21,2 | 98,1 | 107,6 | 0,50 | 5,66 |
| Каракалпакская АССР | 165,6 | 1,139 | 0 | 0 | 62,3 | 62,3 | 0 | 54,70 |
| Андижанская область | 4,2 | 1,632 | 0 | 0 | 7,31 | 7,31 | 0 | 4,48 |
| Бухарская область | 143,2 | 1,074 | 0,09 | 0,62 | 7,26 | 7,35 | 0,07 | 6,84 |
| Джизакская область | 20,5 | 0,677 | 0,29 | 14,1 | 0 | 0,29 | 0,43 | 0,43 |

*Продолжение*

| Союзная республика, экономический район, АССР, край, область | Площадь, тыс. км² | Население, млн. чел. | Местные | | Поступающие из сопредельных территорий, км³/год | Суммарные, км³/год | На одного человека, тыс. м³/год | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | км³/год | тыс. м³/год на 1 км² | | | местные | суммарные |
| Кашкадарьинская область | 28,4 | 1,506 | 1,28 | 45,1 | 3,07 | 4,35 | 0,85 | 2,89 |
| Наманганская область | 7,9 | 1,379 | 0,51 | 64,6 | 23,2 | 23,7 | 0,37 | 17,19 |
| Самаркандская область | 24,5 | 2,050 | 0,46 | 18,8 | 5,4 | 5,86 | 0,22 | 2,86 |
| Сурхандарьинская область | 20,8 | 1,176 | 2,96 | 142 | 63,9 | 66,8 | 2,52 | 56,80 |
| Сырдарьинская область | 5,1 | 0,550 | 0,01 | 1,96 | 12,6 | 12,6 | 0,018 | 22,91 |
| Ташкентская область | 15,6 | 4,226 | 3,9 | 250 | 17,4 | 21,3 | 0,92 | 5,04 |
| Ферганская область | 7,1 | 2,042 | 0 | 0 | 12,8 | 12,8 | 0 | 6,27 |
| Хорезмская область | 4,5 | 0,946 | 0 | 0 | 32,2 | 32,2 | 0 | 34,04 |
| **Казахская ССР** | 2717,3 | 16,244 | 69,4 | 25,5 | 56 | 125,4 | 4,27 | 7,72 |
| Актюбинская область | 298,7 | 0,720 | 3,38 | 11,3 | 0,42 | 3,79 | 4,69 | 5,26 |
| Алма-Атинская область | 104,7 | 2,032 | 2,7 | 25,8 | 7,13 | 9,82 | 1,33 | 4,83 |
| Восточно-Казахстанская область | 97,3 | 0,935 | 30,4 | 313 | 9,21 | 39,7 | 32,51 | 42,46 |
| Гурьевская область | 112 | 0,403 | 0 | 0 | 9,37 | 9,37 | 0 | 23,25 |
| Джамбулская область | 114,6 | 1,016 | 4,8 | 33,2 | 4,86 | 9,66 | 4,72 | 9,51 |
| Джезказганская область | 313,4 | 0,477 | 1,64 | 5,23 | 0,05 | 1,68 | 3,44 | 3,52 |
| Карагандинская область | 85,4 | 1,368 | 1,1 | 12,9 | 0,17 | 1,28 | 0,80 | 0,94 |
| Кзыл-Ординская область | 228,1 | 0,625 | 0,1 | 0,44 | 19,4 | 19,5 | 0,16 | 31,20 |
| Кокчетавская область | 78,1 | 0,652 | 1,24 | 15,9 | 1,5 | 2,74 | 1,90 | 4,20 |
| Кустанайская область | 114,5 | 1,043 | 1,09 | 9,52 | 0,8 | 1,89 | 1,04 | 1,81 |
| Мангышлакская область | 166,6 | 0,327 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Павлодарская область | 127,5 | 0,934 | 0,97 | 7,61 | 30,7 | 31,6 | 1,04 | 33,83 |
| Северо-Казахстанская область | 44,3 | 0,606 | 0,59 | 13,3 | 1,54 | 2,13 | 0,97 | 3,51 |
| Семипалатинская область | 179,6 | 0,816 | 5,62 | 31,3 | 30,7 | 36,3 | 6,89 | 44,48 |
| Талды-Курганская область | 118,5 | 0,709 | 8,46 | 71,4 | 7,48 | 15,9 | 11,93 | 22,42 |
| Тургайская область | 111,9 | 0,322 | 1,09 | 9,74 | 1,25 | 2,33 | 3,38 | 7,24 |
| Уральская область | 151,2 | 0,620 | 1,12 | 7,41 | 9,44 | 10,6 | 1,81 | 17,10 |
| Целиноградская область | 124,6 | 1,859 | 1,79 | 14,4 | 0,84 | 2,62 | 2,08 | 3,05 |
| Чимкентская область | 116,3 | 1,780 | 3,35 | 28,8 | 18,6 | 22,9 | 1,88 | 12,86 |

Выравнивание колебаний речного стока водохранилищами и преобразование водного баланса существенно изменяют бытовые природные условия не только речных русл и пойм в верхнем и нижнем бьефах, но и в устье, дельтах и даже режим внутренних морей, куда эти реки впадают.

Современные масштабы регулирования речного стока приводят также к резким изменениям скорости обмена речных вод в русловой сети, состояния водных объектов и качества воды. За счет регулирования водохранилищами скорость водообмена в бассейне Москвы уменьшилась примерно в 16 раз, а после создания Волжско-Камского каскада — в 12 раз. Скорость обмена речных вод в целом для земного шара уменьшилась примерно в 3...4 раза. Это обстоятельство имеет негативное значение, ухудшается качество воды. В южных районах в водохранилищах обостряется борьба с сине-зелеными водорослями.

Сооружение водохранилищ влечет за собой некоторое уменьшение общих ресурсов пресных вод за счет дополнительного испарения с водной поверхности, которое в отдельных районах составляет довольно большую долю в общем безвозвратном водопотреблении воды.

Влияние осушения на водный баланс проявляется как непосредственно на осушаемой территории и на прилегающих землях, так и в целом на речном водосборе. Создание осушительных систем приводит к снижению уровня грунтовых вод и увлажненности зоны аэрации, что связано с изменением растительного покрова и оказывает прежде всего влияние на испарение и транспирацию. В Белоруссии, например, сразу после осушения увлажненность территории снижается и при наличии естественного болотного травостоя суммарное испарение уменьшается в среднем на 10...15%, а за отдельные месяцы — до 40%. По мере освоения осушенного болота под сельскохозяйственные культуры суммарное испарение снова увеличивается и может стать значительно больше, чем до осушения. Эти выводы подтверждаются и для других регионов.

Водный баланс территории после осушения обусловливает изменение нормы стока, максимального и минимального расходов, внутригодового распределения их.

Влияние осушения на режим малых и крупных рек из-за различий в их дренирующей способности не одинаково.

В целом о влиянии осушения на сток могут быть сделаны следующие обобщающие выводы:

в первые годы после осушения годовой и сезонный сток увеличивается в связи с уменьшением суммарного испарения и сработкой запасов подземных вод;

в дальнейшем при сельскохозяйственном использовании осушаемых земель режим стока становится более выровненным, испарение увеличивается, годовой сток приближается к своему первоначальному значению и может даже несколько снизиться;

осушение способствует выразниванию внутригодового распределения стока, а минимальные расходы и меженный сток, как правило, увеличиваются за счет более интенсивного дренирования грунтовых вод;

максимальные модули стока рек под влиянием осушения в зависимости от физико-географических условий водосбора, метеорологических факторов формирований половодий и паводков, а также от вида хозяйственного использования осушаемой территории могут как увеличиваться, так и уменьшаться;

влияние осушения по-разному сказывается на сток в зависимости от водности года и обеспеченности максимальных расходов.

Существенные изменения после проведения осушительной мелиорации рядовых максимумов не означают, что также будут изменяться максимальные расходы редкой повторяемости, формирующиеся при исключительно благоприятных условиях стока.

В общем мелиорация болот и заболоченных земель, выполненная на научной основе и с соблюдением технических условий, в большинстве случаев благоприятно сказывается на режимах речного стока, особенно на таких важ-

ных для использования воды, как минимальный и меженный, которые, как правило, после осушения увеличиваются.

В комплекс технических мероприятий, направляемых на сохранение и повышение плодородия почвы, а также на улучшение условий выращивания сельскохозяйственных культур и повышение их урожайности, входят: защита полей от водной и ветровой эрозии (противоэрозионная и мелиоративная обработка почвы, глубокое бороздование, создание защитных лесных насаждений и др.), снегозадержание, внедрение севооборотов, планировка и выравнивание поверхности полей, уничтожение препятствий для производительной работы сельскохозяйственной техники (уборка камней и древесно-кустарниковой растительности), ликвидация мелкоконтурности сельскохозяйственных угодий и др.

Влияние технических мероприятий на гидрологический цикл многостороне, сложно и особенно велико на склоновый сток.

Комплексы агротехнических мероприятий способствуют увеличению пористости и проницаемости почв, усиливают инфильтрацию талых и дождевых вод, в результате чего существенно снижается поверхностный сток вообще и особенно со склонов. С распаханных склонов, не защищенных травянистым покровом и кулисами, увеличивается снос снега в овраги, балки и другие понижения, что также снижает склоновый сток талых вод.

Снижение интенсивности склонового стока обусловливает и изменения максимальных расходов весеннего половодья и дождевых паводков на речных водосборах. Для средних и низких максимумов весеннего половодья под влиянием агротехнических мероприятий снижение может достигать 10...20% и более. Сток дождевых паводков с распаханных водосборов в значительной степени зависит от интенсивности ливневых осадков, местных условий и характера агротехнических мероприятий. Он может как снижаться, так и увеличиваться по сравнению со стоком с нераспаханных водосборов.

Максимальные расходы весеннего половодья и дождевых паводков редкой повторяемости формируются при исключительно благоприятных условиях стока (предельная интенсивность водоотдачи, высокая увлажненность почвогрунтов и т. п.). Их изменение под влиянием агротехнических мероприятий находится в пределах точности расчетов и при определении расчетных максимумов не учитывается.

Развитие агротехнических мероприятий и повышение культуры сельскохозяйственного производства незначительно сказываются на речном стоке средних и больших рек и никак не могут привести к заметному истощению водных ресурсов на больших территориях.

Например, согласно расчетам, выполненным в последние годы ГГИ и ИГ АН СССР, современное снижение годового стока Волги за счет комплекса агротехнических мероприятий составляет 1...2%, Днепра — 2...3, для малых рек степной зоны — 10...15%.

Темпы роста коммунально-промышленного водопотребления довольно велики. Однако поскольку безвозвратное водопотребление в коммунальном хозяйстве и в промышленности составляет незначительную долю от водозабора (5...30%), а в теплоэнергетике всего — 0,5...3%, то влияние указанных водопотребителей на годовой, сезонный и максимальный сток больших и средних рек невелико и, как правило, находится в пределах точности определения гидрологических характеристик на гидрометрических створах. Например, расчеты показали, что современное уменьшение годового стока Волги за счет промышленного водопотребления (включая теплоэнергетику) составляет 0,9%, а за счет коммунального — всего 0,3%.

В то же время развитие коммунального и промышленного водопотребления — одна из главных причин загрязнения природных вод.

**Динамика изменения годового стока рек и притоков во внутренние моря.** Антропогенные изменения годового стока основных рек приведены и на рисинке 3.6.

Наиболее быстро сток под влиянием хозяйственной деятельности уменьшается на реках южных районов СССР.

Антропогенные изменения стока, приведенные на рисунке 3.6, относятся к средним климатическим условиям каждого рассматриваемого многолетнего

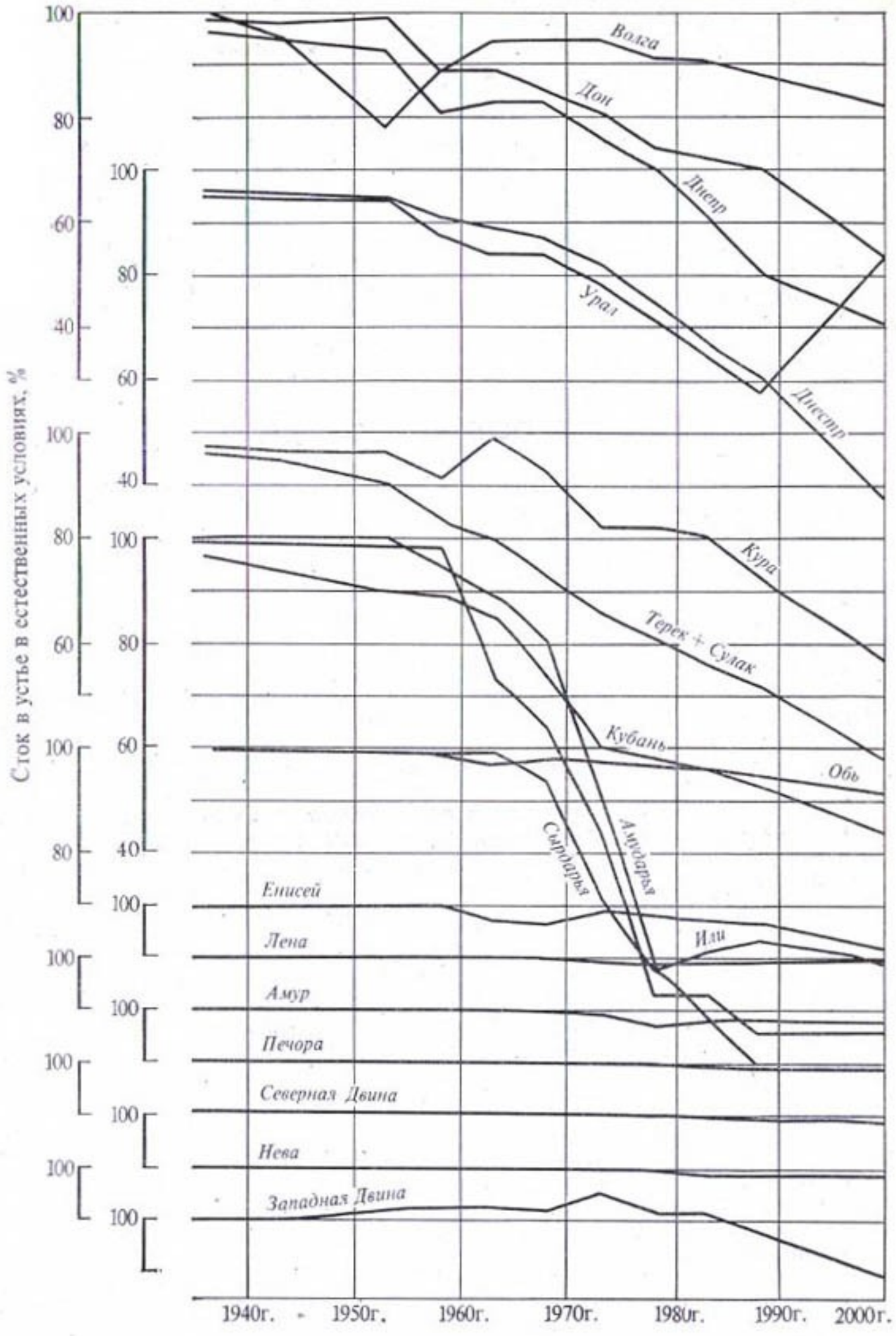



Рис. 3.6. Изменение годового стока рек СССР под влиянием хозяйственной деятельности человека

периода. В отдельные маловодные годы указанных периодов, характеризующиеся исключительно сухим и жарким летом, уменьшение стока за счет хозяйственной деятельности может быть еще значительнее (по абсолютной величине и тем более в процентах от естественного стока 95%-ной обеспеченности): для ряда южных рек — на 30...70%, а для Сырдарьи и Амударьи — практически на 100%, то есть уже в современных условиях в очень маловодные годы сток в устьях этих рек полностью прекращается.

Особенно значительно хозяйственное воздействие на гидрологический режим в сухие маловодные годы (1970—1980), что объясняется малым стоком в замыкающих створах многих рек, протекающих в экономически развитых районах (Дон, Урал, Сырдарья, Амударья и др.), а в годы с влажным и холодным летне-осенним периодом безвозвратные потери воды на дополнительное испарение в бассейнах, обусловленные влиянием антропогенных факторов, резко уменьшаются.

Изменение среднего годового стока рек СССР за 1936—2000 гг. под влиянием хозяйственной деятельности человека показано на рисунке 3.6.

## 3.6. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

**Виды и классификация запасов и ресурсов подземных вод.** Подземные воды в Советском Союзе рассматриваются как полезное ископаемое. В справочнике приводятся сведения только о подземных водах, используемых для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, орошения земель и обводнения пастбищ, именуемых в дальнейшем «питьевые» и «технические» воды.

Подземные воды в процессе водооборота и эксплуатации не только расходуются, но и вновь формируются под действием естественных и искусственно создаваемых факторов. Возможность рационального отбора подземных вод зависит не только от количества воды, находящейся в недрах и поступающей в водоносные горизонты, но и от фильтрационных свойств водовмещающих пород, определяющих дебиты водозаборных сооружений. Количественные категории подземных вод определяются следующими понятиями (по Н. Н. Биндеману):

*естественные запасы подземных вод*[1] — объем гравитационной воды заключенной в порах и трещинах водовмещающих пород. В напорных пластах к ним относятся также упругие запасы, характеризующие объем воды, который может быть извлечен из водоносных пластов за счет упругих свойств воды и горных пород при снижении уровня подземных вод;

*естественные ресурсы подземных вод*[1] — величина питания водоносного горизонта в гидрогеологических условиях, не нарушенных эксплуатацией подземных вод. Естественные ресурсы подземных вод — сумма всех приходных элементов водного баланса водоносного горизонта (инфильтрация атмосферных осадков, привлечение вод поверхностных водотоков и водоемов, перетекание вод из смежных водоносных горизонтов, приток из соседних гидрогеологических структур);

*искусственные запасы подземных вод*[1] — объем подземных вод в пласте, сформировавшийся в результате просачивания оросительных вод, фильтрации из каналов и водохранилищ и искусственного пополнения подземных вод (за счет других источников);

*искусственные ресурсы подземных вод*[1] — расход воды, поступающей в водоносный горизонт за счет фильтрации из каналов и водохранилищ, при просачивании оросительных вод, а также при проведении мероприятий по усилению питания подземных вод;

*привлекаемые ресурсы подземных вод* — расход воды, поступающей в водоносный пласт при усилении питания подземных вод, вызванного эксплуа-

---

[1] В литературе встречаются другие термины, определяющие различные количественные категории подземных вод. Так, термину «естественные запасы» соответствует термин «статические запасы», «вековые запасы», «геологические запасы»; термину «естественные ресурсы» — термин «динамические запасы».

тацией водозаборных сооружений (возникновение или усиление фильтрации из рек и озер, перетекания из смежных водоносных горизонтов, уменьшение испарения с уровня грунтовых вод вследствие увеличения глубины их залегания от поверхности земли в тех случаях, когда площади питания и разгрузки подземных вод совпадают);

*эксплуатационные запасы или эксплуатационные ресурсы* — количество подземных вод, которое может быть получено рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями при заданном режиме эксплуатации и при качестве воды, удовлетворяющем требованиям целевого использования их в народном хозяйстве в течение всего расчетного срока водопотребления. Это производительность водозаборного сооружения, выражаемая обычно в тыс. м³/сут.

Эксплуатационные запасы (ресурсы) подземных вод связаны с другими видами запасов и ресурсов следующим соотношением:

$$Q_э = \alpha_1 Q_е + \alpha_2 V_е/T + \alpha_3 Q_и + \alpha_4 V_и/T + Q_{пр}, \qquad (3.2)$$

где $Q_э$ — эксплуатационные запасы (ресурсы), м³/сут; $Q_е$ и $Q_и$ — естественные и искусственные ресурсы, м³/сут; $Q_{пр}$ — привлекаемые ресурсы, м³/сут; $V_е$ и $V_и$ — естественные и искусственные запасы, м³; $T$ — время, на которое рассчитывают эксплуатационные запасы подземных вод; $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$, $\alpha_4$ — коэффициенты использования отдельных видов естественных и искусственных запасов и ресурсов подземных вод.

Приведенное выражение характеризует только принципиальную схему формирования эксплуатационных запасов подземных вод за весь период эксплуатации $T$. В зависимости от гидрогеологических условий в формировании эксплуатационных запасов подземных вод могут превалировать различные виды запасов и ресурсов, причем роль отдельных источников во времени будет изменяться.

**Месторождение подземных вод**. Это часть водоносной системы, в пределах которой под влиянием естественных или искусственных факторов создаются благоприятные по сравнению с окружающими площадями условия для отбора подземных вод в количестве, достаточном для целевого использования их в народном хозяйстве.

Месторождения подземных вод в зависимости от геолого-гидрогеологических условий, определяющих закономерности формирования эксплуатационных запасов вод, а также методику проведения поисково-разведочных работ и оценки этих запасов, могут быть подразделены на следующие основные типы, приуроченные к речным долинам, артезианским бассейнам платформенных и горно-складчатых областей, конусам выноса предгорных шлейфов и межгорных впадин, ограниченным по площади структурам или массивам трещинных и трещинно-карстовых пород и зонам тектонических нарушений, песчаным массивам пустынь и полупустынь, надмороженным и межмороженным водноледниковым отложениям, областям развития вечной мерзлоты.

Наибольшее количество разведанных и эксплуатируемых месторождений относится к первым четырем типам.

Использование подземных вод в СССР регламентируется «Классификацией эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод» (в дальнейшем «Классификация подземных вод»). Эта классификация устанавливает единые принципы подсчета и государственного учета эксплуатационных запасов подземных вод, а также принципы подготовленности запасов для использования в народном хозяйстве в зависимости от степени их изученности. В зависимости от степени изученности подземных вод по количественным и качественным показателям и условиям эксплуатации «Классификация подземных вод» подразделяет все эксплуатационные запасы на разведанные — категории А, В и $C_1$ и предварительно оцененные — категория $C_2$. Кроме того, выделяются прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод категории Р, которые оцениваются в границах гидрогеологических районов, артезианских бассейнов и т. д.

Порядок пользования «Классификацией подземных вод» определен специальной инструкцией, обязательной для всех организаций, выполняющих разведку подземных вод с целью их использования.

В практике гидрогеологических исследований при оценке прогнозных ресурсов выделяют:

*потенциальные эксплуатационные ресурсы,* характеризующие максимальное количество воды, которое может быть отобрано из водоносных горизонтов при заданном понижении уровня и принятом расчетном сроке эксплуатации водозаборными сооружениями, расположенными на всей площади распространения горизонтов;

*перспективные эксплуатационные ресурсы,* соответствующие определенной схеме размещения водозаборных сооружений с учетом их дебитов. В зависимости от схемы размещения водозаборов и гидрогеологических условий перспективные эксплуатационные ресурсы могут составлять от 10 до 100% потенциальных.

«Классификацией подземных вод» установлено, что составление проектов и выделение капитальных вложений на строительство новых и реконструкцию существующих водозаборных сооружений, а также предприятий, использующих подземные воды, проводят при наличии на участке намечаемого водозабора эксплуатационных запасов подземных вод в количестве, обеспечивающем его проектную производительность. Эти запасы согласно постановлению Совета Министров СССР при объеме капитальных вложений, превышающих 500 тыс. р., а для объектов железнодорожного транспорта 1 млн. р., подлежат утверждению Государственной комиссией по запасам ископаемых при Совете Министров СССР (ГКЗ) или в соответствующих случаях — территориальными комиссиями по запасам (ТКЗ). Запасы эти должны быть утверждены по категориям А, В, $C_1$. Необходимое соотношение запасов различных категорий приведено в таблице 3.12.

Для объектов стоимостью менее 500 тыс. р. достаточно заключения организаций, проводивших разведочные работы, о величине эксплуатационных запасов.

Разведанные в пределах месторождения запасы категории $C_1$ сверх соотношения, указанного в таблице 3.12, должны учитываться при проектировании для определения возможных перспектив расширения водозаборного сооружения. Запасы категории $C_2$ и прогнозные ресурсы учитывают при составлении схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, водохозяйственных балансов и при планировании дальнейших разведочных работ.

**Принципы оценки эксплуатационных запасов подземных вод.** При оценке эксплуатационных запасов подземных вод:

определяют возможную производительность водозабора при заданных понижении уровня и режиме эксплуатации;

выбирают на основании технико-экономического сопоставления вариантов наиболее рациональную схему водозаборного сооружения — тип водозабора; число и систему размещения водозаборных сооружений и расстояния между ними; дебиты отдельных сооружений;

доказывают, что в процессе эксплуатации качество вод будет отвечать установленным требованиям;

устанавливают понижение уровня на площади развития депрессионной воронки;

оценивают возможные изменения поверхностного стока, деформацию поверхности земли и другие последствия отбора подземных вод.

Оценку эксплуатационных запасов подземных вод проводят:

по отдельным месторождениям в целях выяснения возможности и целесообразности использования подземных вод для водоснабжения (сельскохозяйственных объектов, промышленных предприятий, населения и др.) или обводнения отдельных конкретных объектов;

по крупным гидрогеологическим регионам (региональная оценка) для планирования поисково-разведочных работ, а также для использования в схемах комплексного использования и охраны водных ресурсов. По результатам региональной оценки определяют прогнозные ресурсы подземных вод.

При подсчете эксплуатационных запасов подземных вод во всех случаях необходимо оценивать влияние проектируемого водозабора на изменение поверхностного, дренажного и родникового стока, а также на режим работы

**3.12. Соотношение запасов различных категорий подземных вод**

| Характеристика сложности гидрогеологических условий месторождений | Категория запасов, % | |
|---|---|---|
| | А+В | $C_1$ |
| *Простые гидрогеологические условия* (I группа) | | |
| Спокойное залегание водоносных горизонтов — выдержанные по мощности и строению однородные по фильтрационным свойствам водовмещающие породы; основные источники формирования эксплуатационных запасов могут быть надежно изучены в процессе разведочных работ; может быть дан надежный прогноз изменения качества воды в процессе эксплуатации | 80 (в том числе А не менее 40) | 20 |
| *Сложные гидрогеологические условия* (II группа) | | |
| Мощность и строение водоносных горизонтов не выдержаны; фильтрационные свойства неоднородны либо сложная гидрохимическая обстановка; часть источников формирования эксплуатационных ресурсов может быть изучена при разведочных работах надежно, а часть — приближенно; прогноз изменения качества воды в процессе эксплуатации может быть установлен приближенно расчетным путем | 80 (в том числе А не менее 20) | 20 |
| *Очень сложные гидрогеологические условия* (III группа) | | |
| Высокая изменчивость мощности, строения и фильтрационных свойств водовмещающих пород или ограниченное (очаговое) распространение водоносных горизонтов, или сложная гидрохимическая обстановка; источники формирования эксплуатационных запасов в процессе разведочных работ могут быть изучены приближенно, а возможные изменения качества воды установлены ориентировочно | 70 | 30 |
| Месторождения, эффективное использование которых возможно при искусственном пополнении подземных вод или при применении сложных систем водозаборов (например, лучевых), что требует проведения при разведке строительства экспериментальных водозаборов | 70 | 30 |

существующих водозаборов. В последнем случае при необходимости разрабатывают рекомендации по организации водоснабжения потребителей из существующих водозаборных сооружений.

Эксплуатационные запасы подземных вод для конкретных объектов оценивают применительно к наиболее рациональной схеме водозаборного сооружения, исходя из существующей природной и водохозяйственной обстановки. Если эксплуатацию подземных вод проектируют с проведением мероприятий по искусственному пополнению запасов, то оценку выполняют с учетом этих мероприятий. В случаях, когда имеются разработанные проектные решения по изменению природной обстановки (строительство каналов, создание водохранилищ и т. п.), оценивают возможное влияние намечаемых мероприятий на работу водозабора и определяют целесообразность переоценки в последующем запасов подземных вод.

В случаях, когда основным источником формирования эксплуатационных запасов являются естественные запасы водоносных горизонтов, в том числе и упругие, и эксплуатация водозаборов происходит при неустановившемся режиме, определяют расчетный срок эксплуатации. Последний обычно устанавливает эксплуатирующая (проектирующая) организация. Если эти орга-

низации расчетный срок не оговаривают, а работа водозабора предполагается неопределенно длительное время, то срок действия водозабора при подсчете запасов условно принимают 25 лет. Этот срок превышает срок амортизации всех водозаборных сооружений и достаточен для того, чтобы до его истечения по данным многолетней эксплуатации могла быть проведена переоценка запасов либо изысканы другие дополнительные источники для водоснабжения рассматриваемого объекта.

Допустимое понижение уровня подземных вод при работе водозаборных сооружений определяется гидрогеологическими, технико-экономическими и экологическими факторами. Допускаемое понижение уровня воды в водозаборных скважинах устанавливают таким, чтобы остаточный столб воды в скважине обеспечивал получение проектируемого расхода и нормальную работу насосного оборудования. Для глубокозалегающих водоносных горизонтов также учитывают максимально возможный подъем воды, выпускаемой насосным оборудованием.

Во всех случаях допускаемое понижение уровня выбирают исходя из необходимости охраны окружающей среды.

Эксплуатационные запасы подземных вод оценивают главным образом гидродинамическим методом на основе использования физико-математических моделей, описывающих закономерности движения подземных вод к водозаборным сооружениям в различных природных условиях. Для оценки эксплуатационных запасов широко используют методы математического моделирования на аналоговых, цифровых и гибридных машинах. В сложных гидрогеологических условиях применяют гидравлические и балансовые методы, а также методы гидрогеологической аналогии. Выбор метода (методов) зависит от изученности, гидрогеологических условий и стадии исследований.

Оценку изменения поверхностного стока под влиянием отбора подземных вод выполняют либо по соответствующим аналитическим решениям, либо, в сложных гидрогеологических условиях, методами математического моделирования.

**Эксплуатационные ресурсы подземных вод и их использование.** Суммарные естественные ресурсы подземных вод, по определению Института водных проблем АН СССР, МГУ и ВСЕГИНГЕО, превышают 100 км³/год. Из них на территории европейской части СССР формируется около 28% и на азиатской — около 72%.

Региональная оценка потенциальных эксплуатационных ресурсов подземных, пресных и слабосолоноватых (с минерализацией 1...3 г/л в районах с дефицитом ресурсов пресных) вод проведена только для хорошо изученной части территории СССР, составляющей около 54% общей площади страны. В результате их величина была определена примерно в 330 км³/год. Из них около 50% составляют восполняемые, формирующиеся за счет естественных ресурсов и привлечения поверхностных вод. Остальные эксплуатационные ресурсы определяют исходя из возможностей сработки естественных запасов подземных вод в течение 50-летнего периода эксплуатации при равномерном размещении водозаборов на всей площади распространения водоносных горизонтов.

Потенциальные эксплуатационные ресурсы подземных вод распределены на территории СССР неравномерно. Наибольшими ресурсами характеризуются межгорные впадины и предгорные прогибы Закавказья, Средней Азии и Южного Казахстана, где сосредоточены крупные месторождения подземных вод. Модуль эксплуатационных ресурсов (количество воды, которое можно отобрать с 1 км² площади распространения водоносного горизонта) в этих районах достигает 10 л/(с·км²). Благоприятные условия формирования эксплуатационных запасов подземных вод отмечаются и для крупных артезианских бассейнов платформенного типа в европейской части страны (центральные районы РСФСР, северные районы Украины, территория Белоруссии и Прибалтики), где модули эксплуатационных ресурсов составляют 1...2, а в отдельных районах повышаются до 3...5 л/(с·км²). Такими же модулями характеризуется южная часть крупнейшего в СССР Западно-Сибирского артезианского бассейна.

Менее благоприятные условия отмечаются в северных и восточных районах европейской части РСФСР и в южных районах Украинской ССР, где также развиты артезианские бассейны платформенного типа, но в связи с небольшой мощностью зоны пресных вод и слабыми фильтрационными свойствами водовмещающих пород модули эксплуатационных запасов на преобладающей части территории составляют 0,1...0,5 л/(с·км²), увеличиваясь в ряде районов до 1...2 л/(с·км²). В наиболее тяжелых условиях обеспеченности подземными водами находятся территории Балтийского, Украинского и Донецкого бассейнов трещинных вод, а также некоторые районы Урала, Сибири, Дальнего Востока, Северного и Центрального Казахстана. Модули эксплуатационных ресурсов на большей части площади этих регионов не превышают 0,1 л/(с·км²). На отдельных участках, связанных с зонами повышенной трещиноватости, локальными структурами, сложенными известняками, и аллювиальными отложениями долин рек, модули эксплуатационных ресурсов возрастают до 1...2 л/(с·км²).

Возможность практического использования подземных вод определяется степенью их разведанности. Утвержденные в ГКЗ и ТКЗ эксплуатационные запасы подземных вод на 01.01.87 г. составили около 65,5 км³/год, то есть примерно 17% потенциальных эксплуатационных ресурсов.

Наибольшими утвержденными эксплуатационными запасами характеризуются РСФСР (20,7 км³/год), Казахская ССР (14,7 км³/год), Украинская ССР (5,6 км³/год) и Узбекская ССР (5,5 км³/год).

Подземные воды широко используются в народном хозяйстве страны для хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения, орошения земель и обводнения пастбищ. На 01.01.87 г. общий отбор подземных вод составил около 45,8 км³/год, из которых 7,8 км³/год приходится на шахтный и карьерный водоотливы и вертикальный дренаж. Непосредственно используется в народном хозяйстве 38,5 км³/год, остальные 7,3 км³/год, отбираемые главным образом при водоотливе и дренаже, сбрасываются без использования. Бóльшая часть отобранных подземных вод используется для водоснабжения (28,8 км³/год). На подземных водах основано хозяйственно-питьевое водоснабжение большинства городского населения в центральных районах европейской территории РСФСР, на Украине, в Белоруссии, республиках Советской Прибалтики, Армении, Грузии, Таджикистане, Узбекистане, южном Казахстане. Более 9 км³/год используется для орошения земель (Узбекистан, Азербайджан, Армения, Таджикистан, Киргизия).

**Искусственное пополнение запасов подземных вод.** Под искусственным пополнением запасов подземных вод понимают комплекс инженерных мероприятий, направленных на увеличение питания подземных вод, увеличение или сохранение их эксплуатационных ресурсов, а также улучшение качества воды. Искусственное пополнение запасов подземных вод осуществляют подачей в водоносные горизонты поверхностных вод (из рек, озер, водохранилищ, каналов), а в отдельных случаях — шахтных, дренажных и очищенных сточных вод.

Искусственное пополнение запасов — один из наиболее эффективных методов защиты подземных вод от истощения, а в отдельных случаях — и от загрязнения. Оно позволяет существенно увеличивать производительность водозаборных сооружений, обеспечивая при этом возможность их бесперебойной и длительной эксплуатации; создавать более компактные системы водозаборов; предотвращать интенсивное снижение уровней подземных вод. В процессе фильтрации поверхностных вод происходит их освобождение от взвешенных, а также некоторых растворенных веществ и бактерий, понижается температура. Таким образом достигается улучшение качества воды без обычно применяемой дорогостоящей очистки воды, забираемой из поверхностных водоисточников.

Целесообразность искусственного пополнения запасов подземных вод определяется технико-экономическим расчетом, при котором следует учитывать наличие подземной емкости, пригодной для накопления просачивающейся воды, или пласта, характеризуемого высокой водопроницаемостью, что позволяет улучшить питание подземных вод при создании дополнительных контуров

и площадей питания, а также наличии свободной воды, которую можно использовать для обогащения водоносных горизонтов.

Искусственное пополнение подземных вод осуществляют двумя методами — распределением и нагнетанием. *Метод распределения* используют для пополнения запасов подземных вод безнапорных водоносных горизонтов, представленных хорошо проницаемыми отложениями при неглубоком залегании уровня подземных вод, когда зона аэрации также сложена хорошо проницаемыми отложениями или же залегающие с поверхности слабопроницаемые отложения имеют небольшую (несколько метров) мощность. В этих условиях метод распределения осуществляется различными способами — устройством инфильтрационных сооружений открытого типа (бассейнов, каналов, траншей, котлованов); затоплением различных естественных и специально подготовленных площадок, расчисткой русл водотоков (русловой метод) и др.

*Метод нагнетания* применяют для закачки воды через поглощающие скважины в напорные водоносные горизонты или когда над водоносным горизонтом залегают мощные слои слабопроницаемых пород.

К воде, подаваемой для искусственного пополнения, предъявляют специальные требования, которые, как правило, соответствуют требованиям ГОСТа на питьевую воду, но учитывают возможность улучшения качества подаваемой воды в процессе ее фильтрации к водозаборам и специфику работы инфильтрационных сооружений. Искусственное пополнение запасов подземных вод наиболее эффективно при наличии действующих водозаборов подземных вод, при эксплуатации которых создаются искусственные емкости либо возможность перехвата водозабором поступающей в пласт воды. Менее перспективно создание искусственных запасов подземных вод без их одновременного или предварительного отбора. Такие мероприятия могут быть целесообразны только в отдельных пустынных районах при формировании искусственных линз пресных вод.

**Влияние на подземные воды антропогенной деятельности.** Изменения в гидрогеологических условиях, происходящие под влиянием антропогенной деятельности, влияют как на запасы и ресурсы подземных вод, так и на их качество. Наиболее интенсивно эти изменения происходят в районах крупного отбора подземных вод водозаборными и водопонизительными сооружениями, при строительстве водохранилищ, крупных каналов и при орошении и осушении земель.

В главе рассмотрено изменение, связанное с отбором подземных вод. Влияние прочих причин рассматривается в справочниках по орошению, осушению и сооружениям.

Интенсивная эксплуатация подземных вод, а также их отбор при разработке месторождений полезных ископаемых приводят к формированию депрессионных воронок в эксплуатируемых и смежных с ними водоносных горизонтах, изменению направления движения потоков подземных вод, превращению областей разгрузки в области питания. Отбор подземных вод вызывает также изменение и других элементов природной среды (изменения поверхностного стока, осушение озер и болот, исчезновение родников, оседание земной поверхности, гибель растительности), что нужно учитывать при планировании рационального использования подземных вод.

Характер и интенсивность влияния отбора подземных вод определяются гидрогеологическими условиями и производительностью водозаборных сооружений.

Истощение водоносного горизонта происходит, когда естественная и искусственная разгрузки подземных вод превышают величину их питания. Показатель истощения — непрерывное снижение уровня подземных вод, которое приводит к уменьшению естественных запасов (гравитационных — в безнапорных горизонтах и упругих — в напорных). В безнапорных водоносных горизонтах при истощении подземных вод уменьшается мощность водоносной толщи, в напорных — снижаются напоры.

В тех же случаях, когда естественная и искусственная разгрузки подземных вод не превышают величины питания водоносного горизонта в начальные периоды эксплуатации (пока не сформируется депрессионная воронка),

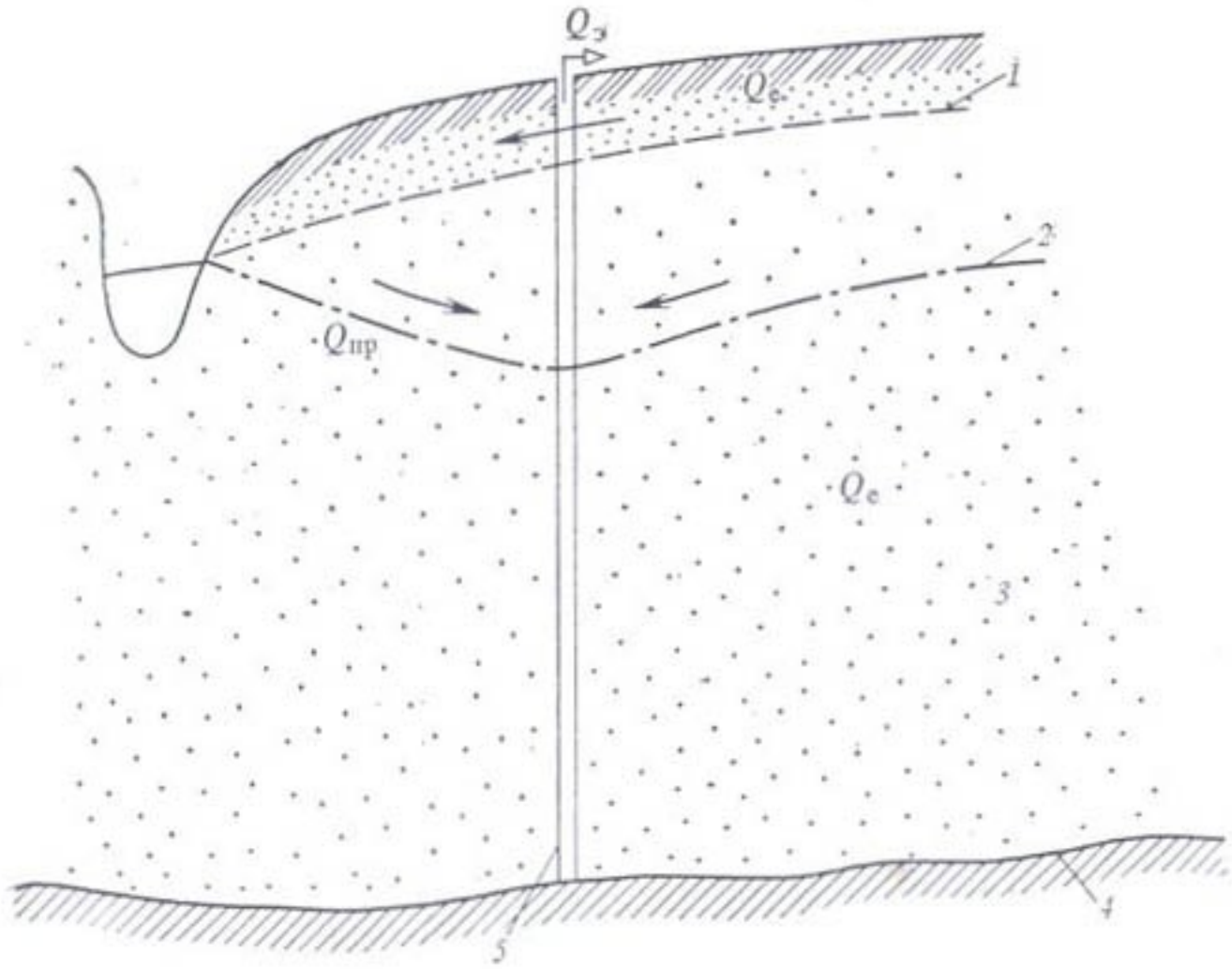



Рис. 3.7. Формирование эксплуатационных запасов подземных вод в долине реки:

*1* — кривая депрессии до эксплуатации (естественный поток направлен к реке); *2* — кривая депрессии в процессе эксплуатации (поток вод направлен к скважине); *3* — водовмещающие породы; *4* — водоупорные породы; *5* — водозаборная скважина; $Q_е$ — естественные ресурсы; $Q_{пр}$ — привлекаемые ресурсы; $Q_э$ — эксплуатационные запасы (расход скважин)

также происходит истощение, которое со временем прекращается, и движение потока становится установившимся. В этих условиях эксплуатационные запасы формируются главным образом за счет привлекаемых ресурсов. Сами ресурсы в процессе эксплуатации обычно не изменяются. Однако изменяются условия разгрузки вод, поступающих в водоносный горизонт, — уменьшаются или прекращаются родниковый сток, разгрузка подземных вод на испарение, питание рек и т. п. (рис. 3.7).

В этих случаях гидрогеологические условия меняются на ограниченной площади (радиусы депрессионных воронок не превышают нескольких километров).

Наиболее существенно гидрогеологические условия в результате отбора подземных вод изменяются при эксплуатации глубокозалегающих водоносных горизонтов в артезианских бассейнах платформенного типа. В этих условиях формируются депрессионные воронки на площадях, превышающих 20... 30 тыс. км², а уровни снижаются до 90...100 м и более, при этом скорость падения их составляет несколько метров в год. Это характерно для отдельных районов Московского, Днепрово-Донецкого, Азово-Кубанского, Прибалтийского, Причерноморского и Иртышского артезианских бассейнов.

Хотя отбор подземных вод для целей водоснабжения и вызывает в определенных случаях истощение подземных вод, но его нельзя рассматривать как негативный процесс, так как он связан с непосредственным использованием этого полезного ископаемого. Поэтому следует различать истощение подземных вод и истощение эксплуатационных запасов подземных вод. Эксплуатационные запасы подземных вод на водозаборных участках истощаются, если отбор превышает их, или уменьшаются с изменением условий формирования (например, при проведении всдохозяйственных мероприятий).

Истощение подземных вод и истощение эксплуатационных запасов подземных вод различаются в следующем: при истощении эксплуатационных запасов обязательно проведение мероприятий по их охране, а при истощении подземных вод такие мероприятия необходимы только лишь в отдельных случаях.

Для защиты от истощения эксплуатационных запасов подземных вод необходимо ограничение их отбора до величины, не превышающей эксплуатационные запасы. Другое эффективное мероприятие, позволяющее при необходимости увеличить эксплуатационные запасы, — искусственное пополнение подземных вод.

Необходимо отметить, что, несмотря на существенный отбор подземных вод для водоснабжения в целом по стране, природные условия, связанные с этим процессом, существенно не изменяются.

Значительное истощение подземных вод происходит при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. В этих случаях из земных недр отбирают огромное количество воды, которую без использования сбрасывают поверхностным стоком, часто предварительно загрязняя ее. В результате шахтного и (или) карьерного водоотлива снижаются уровни грунтовых вод на 100 м и более с радиусом формирующихся воронок депрессии 50...70 км.

Основное мероприятие для защиты подземных вод от истощения в районах разработки месторождений полезных ископаемых — их комплексное использование для различных нужд народного хозяйства. При этом наиболее целесообразна такая организация водозаборных сооружений, при которой обеспечивается необходимый дренажный эффект. Для защиты подземных вод в таких условиях могут проводиться при экономической целесообразности различные противофильтрационные мероприятия (например, противофильтрационные завесы).

Кроме отбора подземных вод, на изменение их ресурсов существенно влияют водохозяйственные и мелиоративные мероприятия, приводящие к формированию искусственных запасов и ресурсов подземных вод и изменению условий формирования их эксплуатационных запасов.

Искусственные ресурсы подземных вод создаются при подпоре, вызванном строительством водохранилищ, то есть в период неустановившегося движения подземных вод, а в период установившегося движения искусственные ресурсы сохраняются только в зоне обходной фильтрации, где они достигают максимальной величины.

Указанные ресурсы формируются также на орошаемых территориях в результате инфильтрации поливных вод с орошаемых земель и потерь из оросительной сети. При этом в ряде районов они имеют существенную долю в общем балансе подземных вод. В Ферганском гидрогеологическом районе, например, искусственные ресурсы подземных вод составляют около 70% приходной части общего баланса подземных вод.

Искусственные ресурсы подземных вод формируются также в процессе целенаправленного пополнения их запасов, а также при обводнении ранее сухих пород зоны аэрации, главным образом при подпоре в районах гидротехнического строительства. Эти запасы достигают наибольшей величины в прибрежной зоне водохранилищ.

Наиболее существенно влияние водохозяйственных и мелиоративных мероприятий на эксплуатационные запасы подземных вод при изменении условий их формирования и эксплуатации. В большинстве случаев водохозяйственное строительство вызывает благоприятные изменения условий эксплуатации подземных вод. Так, если в естественных условиях на прибрежных участках подземные воды были приурочены к пойменным отложениям, представленным тонкозернистыми песками с небольшой мощностью и малым коэффициентом фильтрации, то при создании водохранилищ и затоплении пойменных участков в прибрежной зоне водонасыщенными становятся отложения террас, характеризующиеся большой мощностью и более высокими фильтрационными свойствами. Это позволяет создавать инфильтрационные водозаборы на участках, где до создания водохранилищ условия для строительства таких водозаборов были неблагоприятны.

Водохозяйственное строительство в ряде случаев может вызвать истоще-

ние эксплуатационных запасов вследствие изменений условий их формирования.

Так, во многих районах СССР для водоснабжения широко используют месторождения подземных вод речных долин, в которых эксплуатируемый водоносный горизонт в коренных породах отделен от реки другим водоносным горизонтом, приуроченным к аллювиальным отложениям. При этом если русловые отложения закольматированы, то при эксплуатации в меженный период в перекрывающем водоносном горизонте естественные запасы подземных вод срабатываются с последующим их восстановлением в периоды половодий и паводков. Величина восполнения зависит от длительности и интенсивности последних. Наиболее полносработанные запасы восполняются при затоплении пойменных территорий. Строительство водохранилищ выше района водозабора может существенно изменить условия формирования эксплуатационных запасов подземных вод в связи с сокращением времени прохождения, числа и интенсивности половодий. Так, на ряде водозаборов в долине Северского Донца после строительства водохранилища, расположенного выше этих водозаборов, из-за отсутствия половодий постоянно снижался уровень при неизменном водоотборе. Это снизило производительность водозабора и ухудшило качество подземных вод в связи с подтягиванием со склонов долины минерализованных вод.

Истощение эксплуатационных запасов подземных вод возможно и на орошаемых территориях, где оно может быть связано с уменьшением питания их при реконструкции оросительной сети. Например, увеличение КПД оросительной сети с 0,52 до 0,69 снижает почти на 30% искусственные ресурсы, формирующиеся за счет фильтрационных потерь из оросительных систем.

При оценке перспектив использования подземных вод обязательно следует учитывать возможные изменения их эксплуатационных запасов, происходящие в результате водохозяйственных и мелиоративных мероприятий, и проводить в необходимых случаях переоценку запасов подземных вод.

# Глава 4. ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО СССР

## 4.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Водное хозяйство на современном этапе может быть охарактеризовано как крупная производственная и природоохранная система, задачей которой является обеспечение народного хозяйства водой в нужном объеме, режиме, качестве и месте, осуществляющая воспроизводство водных ресурсов, их охрану от истощения и загрязнения, защиту окружающей среды от вредного воздействия вод.

Агрегированно водохозяйственная система может быть изображена в виде «дерева», состоящего из четырех основных элементов: водного фонда, объединяющего все водные объекты; водохозяйственного производства, состоящего из русловых сооружений, обеспечивающих регулирование и территориальное перераспределение стока, воспроизводство водных ресурсов, а также водозаборы и сооружения по защите от вредного действия вод; группы сооружений технолого-биологического и социально-гигиенического водопользования, а также по очистке и отводу сточных вод. Функционально элементы системы могут быть разделены на две подсистемы: водообеспечивающую и водопотребляющую (рис. 4.1).

**Современный уровень развития водного хозяйства.** В настоящее время в СССР существует (с учетом строящихся) 3919 водохранилищ, они имеют суммарный полный объем — 1012 км³, полезный объем — 444 км³, площадь водного зеркала — 146 тыс. км², а без учета площади подпертых озер — 89 тыс. км².

Наряду с регулированием речного стока во времени ведется его территориальное перераспределение. Сток перебрасывают из обильных водой регионов в дефицитные. Всего в стране по каналам перераспределено свыше 130 км³/год. Общая протяженность магистральных каналов, участвующих в перераспределении водных ресурсов, превышает 5000 км.

В коммунально-бытовой сфере водохозяйственные сооружения — это прежде всего водопроводно-канализационные системы городов и поселков.

Централизованным водоснабжением охвачено 90% обобществленного жилищного фонда городов и поселков городского типа. Централизованное водоотведение осуществляется в 80% городов и 50% поселков городского типа. Для водоснабжения крупных городов, промышленных районов созданы специальные водохозяйственные системы (канал им. Москвы, Вазузская, Вилейско-Минская и др.).

Крупными водохозяйственными сооружениями располагает промышленность. Помимо водопроводно-канализационных систем производств, имеются сооружения и установки, обеспечивающие специальные технологические нужды предприятий (станции водоподготовки природных вод, емкости для промывки, гальваники и т. д.).

В настоящее время потребности в воде промышленных предприятий обеспечиваются водосберегающими сооружениями (системы оборотного и повторного водоснабжения), что позволило отказаться от забора из природных источников 251 км³ воды в год. Перспективным направлением является использование в промышленности и теплоэнергетике соленых подземных вод, высокоминерализованных вод, откачиваемых из шахт (в Ворошиловградской области — 19 млн. м³/год, в Донецкой — 850 млн. м³/год), морской воды (в Одесской — 190 млн. м³/год, Крымской — 320 млн. м³/год).




Рис. 4.1. Функциональные элементы водохозяйственной системы страны

Гидроэлектростанции, как правило, решают комплекс водохозяйственных проблем. В настоящее время в стране действует более 200 гидроэлектростанций, общая мощность которых составляет свыше 62 млн. кВт. Через турбины гидроэлектростанций пропускается до 30% поверхностного стока страны (1700...1800 км³) и вырабатывается 216 млрд. кВт·ч электроэнергии.

Значительное место в водном хозяйстве занимают сооружения очистки коммунально-бытовых и промышленных сточных вод.

В сельском хозяйстве наиболее значительные водохозяйственные сооружения создаются для водных мелиораций, обводнения пастбищ и водоснабжения отдаленных безводных районов.

Для транспортных целей построено свыше 21 тыс. км искусственных водных путей. Во многих районах, особенно отдаленных и малообжитых, реки используют для лесосплава.

В последние десятилетия большое внимание уделяют проведению специальных рыбоводно-мелиоративных мероприятий, созданию искусственных нерестилищ и прудов. Общая площадь рыбохозяйственных прудов составляет около 200 тыс. га.

Для защиты территорий от наводнений и берегов от разрушений построены крупные гидротехнические сооружения, противоселевые заграждения и другие объекты. Общая протяженность дамб, которые защищают сельскохозяйственные угодья, города, побережья морей и водохранилищ, составляет более 10 тыс. км. Рекреационное значение водных объектов также требует их специального обустройства.

**Капитальные вложения и основные фонды водного хозяйства.** Сооружения водного хозяйства, как правило, отличаются высокой капиталоемкостью, так как они требуют повышенной надежности.

Крупные капиталовложения привели к созданию значительных по размерам основных фондов водного хозяйства. Динамика роста и отраслевая структура основных производственных фондов приведены в таблице 4.1.

Основные фонды водного хозяйства (табл. 4.2) состоят главным образом из сооружений, осуществляющих подготовку и подачу воды для социально-бытовых нужд общества и потребностей народного хозяйства (водопроводы, каналы, водохранилища). На долю этих сооружений приходится около 65% основных фондов.

Осредненные удельные экономические показатели, характеризующие затраты на получение дополнительного объема водных ресурсов приведены в таблице 4.3.

Потребление воды постоянно растет. Так, водозабор свежей воды увеличивается каждые десять лет в 1,5 раза, что требует значительного роста капиталовложений, материальных и трудовых ресурсов.

4.1. Основные производственные фонды водного хозяйства страны, млрд. р.

| Водопользователи | 1970 г. | 1975 г. | 1980 г. | 1985 г. |
|---|---|---|---|---|
| Жилищно-коммунальное хозяйство | 7 | 11 | 16,3 | 24,1 |
| Промышленность (без гидроэнергетики) | 13,8 | 22,7 | 39,0 | 52,9 |
| Сельское хозяйство | 11,2 | 28,8 | 42,8 | 61,3 |
| Гидроэнергетика | 7,3 | 10,4 | 13,3 | 15 |
| Речной транспорт | 1,7 | 1,8 | 2,5 | 3 |
| Рыбное хозяйство | 0,34 | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| Межотраслевые и прочие мероприятия | 1,3 | 1,6 | 2,8 | 4,2 |
| Всего (округленно) | 43 | 77 | 118 | 162 |
| Темпы роста основных фондов, % | 100 | 179 | 274 | 377 |

4.2. Распределение основных фондов водохозяйственного назначения

| Вид сооружений и мероприятий | Основные фонды | |
|---|---|---|
| | млн. р | % |
| Водопроводы различного назначения (включая городские) | 43,7 | 27,0 |
| Канализационные сети и очистные сооружения | 36,3 | 22,4 |
| в том числе очистные сооружения | 19,1 | 11,8 |
| Водоводы (каналы, трубопроводы и др.), включая оросительную сеть с сооружениями на них | 36,3 | 22,4 |
| Водохранилища для различных нужд, в том числе для гидроэнергетики | 24,4 | 15,1 |
| Оборотные системы водоснабжения в промышленности | 7,5 | 4,6 |
| Мероприятия по защите от вредного действия вод | 4,2 | 2,6 |
| Прочие | 9,5 | 5,9 |
| Всего | 162 | 100 |

Рациональное потребление воды — путь к повышению эффективности водного хозяйства.

**Водопроводно-канализационные системы и сооружения.** Это наиболее массовые и распространенные сооружения водного хозяйства, обеспечивающие доставку водных ресурсов потребителю и отводящие использованные стоки. В общей стоимости основных фондов на их долю приходится около 50%.

Основные показатели систем водоснабжения и канализации приведены в таблице 4.4.

Основная часть водопроводов обслуживает промышленность. На долю коммунальных водопроводов ориентировочно приходится 23...25% мощности. Около 30% питьевой воды из коммунальных водопроводов расходуется на нужды промышленности. Основные показатели систем водоснабжения и канализации жилищно-коммунального хозяйства приведены в таблице 4.5.

Водопроводно-канализационное хозяйство развивается значительными темпами.

Для сокращения потребления питьевой воды в промышленности создают технические водопроводы. Мощности водозаборов технической воды ($км^3$/год) по отдельным отраслям промышленности приведены ниже.

| | |
|---|---|
| Топливная | 6,4 |
| Черная металлургия | 5,9 |
| Цветная металлургия | 2,5 |
| Химическая и нефтехимическая | 6,3 |
| Машиностроение | 3,0 |
| Лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная | 3,7 |
| Легкая | 0,9 |
| Пищевая | 2,1 |
| Всего | 30,8 |

**4.3. Экономические показатели** (млн. р.), **характеризующие получение 1 км³ водных ресурсов в СССР** (М. В. Колодин)

| Способ получения водных ресурсов | Капитальные затраты | Приведенные затраты |
|---|---|---|
| Регулирование речного стока водохранилищами | 45 | 6 |
| Очистка сточных вод | 50...75 | 11...20 |
| Передача воды каналами на расстояние 160... 200 км | 150...225 | 30...40 |
| Межзональное перераспределение речного стока | 400...600 | 75...110 |
| Реконструкция оросительных систем | 700...900 | 75...90 |
| Передача воды водопроводами производительностью 100 тыс. м³/сут на расстояние более 1000 км | 1400 | 280 |
| Опреснение солоноватых вод: | | |
| опреснители на обычном топливе мощностью 100 тыс. м³/сут | | |
| дистилляция | 388 | 378 |
| электродиализ | 425 | 213 |
| опреснители на атомном топливе производительностью 600 тыс. м³/сут | 487 | 206 |

**4.4. Основные показатели систем водоснабжения и канализации**

| Показатели | 1975 г. | 1980 г. | 1985 г. |
|---|---|---|---|
| Протяженность водопроводной сети с водоводами, тыс. км | 252 | 302 | 357 |
| Протяженность главных коллекторов и уличной сети систем водоотведения, тыс. км | 94 | 116 | 132 |
| Мощность водопроводных систем, км³/год | 126 | 163 | 190 |
| Мощность систем канализации, км³/год | 107 | 139 | 169 |

Канализационное хозяйство не полностью обеспечивает централизованный отвод и очистку сточных вод: так, в 1980 г. при мощности водопроводных систем 163 км³/год мощность систем канализации составляла 139 км³/год, к 1985 г. этот разрыв сократился незначительно.

Общая мощность очистных сооружений в стране (1985 г.) составила 39,5 км³/год, в том числе: очистных сооружений биологической очистки — 26,1 км³/год, физико-химической очистки — 1,9 и механической очистки — 11,5 км³/год. Распределение указанных мощностей по республикам приведено в таблице 4.6. Общая мощность очистных сооружений в 1986 г. возросла до 41,3 км³/год. По экономическим районам РСФСР наибольшие мощности очистных сооружений (по данным 1986 г.) сосредоточены в Центральном (6,2 км³/год), Поволжском (2,7 км³/год), Уральском (3,3 км³/год) районах.

**4.5. Основные показатели систем водоснабжения и канализации жилищно-коммунального хозяйства**

| Показатели | 1975 г. | 1980 г. | 1985 г. |
|---|---|---|---|
| Протяженность водопроводной сети городов и поселков городского типа, тыс. км | — | 248,9 | 286,9 |
| Мощность водопроводных систем жилищно-коммунального хозяйства (с учетом подаваемой воды для промышленности), км³/год | 21 | 27,1 | 36,6 |
| Протяженность главных коллекторов и уличной сети систем водоотведения, тыс. км | 72 | 98,5 | 111,5 |
| Мощность систем канализации жилищно-коммунального хозяйства (с учетом части промышленных стоков, поступающих в городскую канализацию), км³/год | 15 | 21 | 24,9 |
| Мощность очистных сооружений жилищно-коммунального хозяйства, км³/год | 12 | 17,7 | 22,4 |
| Охват централизованным водоснабжением, %: | | | |
| городов | 95 | 97,7 | 98,8 |
| поселков городского типа | 82 | 85,5 | 86,5 |
| Охват централизованной канализацией, %: | | | |
| городов | 73 | 78,8 | 83,1 |
| поселков городского типа | 41 | 47,5 | 52,8 |

**4.6. Мощности очистных сооружений по СССР и союзным республикам, км³/год**

| СССР, республика | 1985 г. | 1986 г. |
|---|---|---|
| СССР | 39,56 | 41,31 |
| РСФСР | 25,49 | 26,03 |
| Украинская ССР | 7,14 | 7,49 |
| Белорусская ССР | 0,99 | 1,03 |
| Узбекская ССР | 1,58 | 1,67 |
| Казахская ССР | 1,00 | 1,51 |
| Грузинская ССР | 0,44 | 0,38 |
| Азербайджанская ССР | 0,40 | 0,41 |
| Литовская ССР | 0,30 | 0,45 |
| Молдавская ССР | 0,37 | 0,39 |
| Латвийская ССР | 0,30 | 0,30 |
| Киргизская ССР | 0,28 | 0,28 |
| Таджикская ССР | 0,22 | 0,24 |
| Армянская ССР | 0,40 | 0,38 |
| Туркменская ССР | 0,06 | 0,17 |
| Эстонская ССР | 0,59 | 0,58 |

Мощность очистных сооружений по основным отраслям промышленности в 1985 г. составляла 19,4 км³/год и приведена в таблице 4.7.

В 1985 г. оборотно-повторные системы водоиспользования, позволили сэкономить 244 км³ водных ресурсов.

Дальнейшее развитие этих систем позволит внедрить замкнутые циклы не только на отдельных предприятиях, но и в целом по промышленному узлу и даже территориально-производственному комплексу (ТПК), использовать нормативно-чистые воды теплоэнергетики и промышленности в орошаемом земледелии, тепличном и рыбоводном хозяйствах.

**4.7. Мощности оборотного водоснабжения и очистных сооружений по основным отраслям промышленности, км³/год**

| Отрасли промышленности | Оборотное водоснабжение | | Мощность очистных сооружений | |
|---|---|---|---|---|
| | 1985 г. | 1986 г. | 1985 г. | 1986 г. |
| Энергетика | 114,2 | 114,6 | 1,41 | 1,43 |
| Топливная | 13,7 | 13,9 | 2,71 | 2,80 |
| Черная металлургия | 32,7 | 33,0 | 2,53 | 2,52 |
| Цветная металлургия | 6,5 | 6,9 | 1,77 | 1,62 |
| Химическая и нефтехимическая | 36,6 | 37,8 | 4,83 | 5,08 |
| Машиностроение | 7,9 | 8,5 | 1,16 | 1,19 |
| Лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная | 6,9 | 7,0 | 3,50 | 3,46 |
| Промстройматериалы | 1,6 | 1,7 | 0,26 | 0,29 |
| Легкая | 1,6 | 1,7 | 0,55 | 0,53 |
| Пищевая | 4,7 | 1,7 | 0,46 | 0,23 |
| Микробиологическая | 0,7 | 2,6 | 0,22 | 0,25 |
| **Всего** | 227,1 | 229,4 | 19,40 | 19,40 |

**Водохранилища.** Аккумулируя сток половодий и паводков, они позволяют использовать его в межень. Среднегодовой объем возобновляемых водных ресурсов речного стока при создании водохранилищ не увеличивается, а даже несколько уменьшается за счет испарения с их поверхности. Но, делая речной сток более равномерным внутри года (а иногда и от года к году), водохранилища существенно увеличивают объем доступных к использованию водных ресурсов рек и территорий, повышают долю стока, используемого для обеспечения потребностей в воде народного хозяйства.

С помощью водохранилищ решают следующие народнохозяйственные задачи:

повышается надежность водоснабжения населения, промышленности, сельского хозяйства, в том числе орошаемого земледелия;

снижается концентрация загрязняющих веществ в реках в результате разбавления стока;

создаются условия для использования гидроэнергетического потенциала рек страны;

осуществляется борьба с наводнениями;

улучшаются условия судоходства, лесосплава, рекреации, открываются новые возможности для рыбного хозяйства;

снижаются энергозатраты при водозаборах из верхних бьефов гидроузлов, создаются возможности для самотечного орошения.

Одна из важнейших особенностей водохранилищ — возможность решать одновременно (комплексно) большинство из вышеназванных задач.

Комплексность водохранилищ — важнейший фактор для широкого строительства их в мире и в нашей стране.

В настоящее время в стране действует около 3800 мелких, средних и крупных водохранилищ объемом более 1000 км³. Полезный объем этих водохранилищ составляет 550 км³, что позволяет регулировать около 12% речного стока, а площадь их зеркала, включая подпертые озера, — около 120 млн. га. Примерно 50% полезного объема водохранилищ приходится на три речных бассейна Советского Союза: Днепровский, Волжский и Енисейский. Около 25% всех водохранилищ расположено в европейской части СССР.

Большинство действующих крупных водохранилищ имеют комплексное назначение. Среди мелких есть одноцелевые.

При эксплуатации комплексных водохранилищ и каскадов в целях удовлетворения требований участников водохозяйственного комплекса, подчас противоречивых, необходима их оптимизация на основе достижения народнохозяйственного оптимума.

Водохранилища, создаваемые в бассейнах рек, увеличивают объем статических запасов воды в руслах, но уменьшают интенсивность водообмена в речных системах и влияют на объем стока, поступающий с суши в океан и внутренние бессточные водоемы. Их создание, особенно в равнинных условиях СССР, связано со значительными потерями земельных ресурсов (затоплением земель), при этом водохранилищами затапливаются, как правило, ценные сельскохозяйственные угодья. В целом по СССР при создании водохранилищ затоплено около 6 млн. га земель, в том числе 2,5 млн. га сельскохозяйственных. Площади подтопления составляют примерно 3...5%.

Водохранилища могут оказать негативное влияние на гидрологический режим реки в верхнем и нижнем бьефах гидроузлов, вплоть до ее устья, на водные и наземные экосистемы, хозяйственные объекты, социальные условия жизни населения. Прогноз отрицательных последствий от создания водохранилищ позволяет научно обосновать и разработать мероприятия по предотвращению или ликвидации этих последствий. Многие из мероприятий по предотвращению отрицательных последствий разрабатывают при основном проектировании и осуществляют в период подготовки ложа водохранилища, то есть до заполнения.

Необходимо отметить, что изъятие земель под водохранилища — это не потеря земли, а один из видов ее производственного использования. При строительстве оросительных и противопаводковых водохранилищ создается возможность получения продукции с других земель, дополнительных объемов воды для водоснабжения, дешевой электроэнергии, а также снижения себестоимости перевозок грузов и т. д.

Мелководная зона водохранилищ (глубина 0...2 м) обладает потенциальными возможностями для выращивания влаголюбивой растительности, разведения домашней птицы, создания охотничьих и звероводческих хозяйств, рекреации.

Сведения по 181 существующему водохранилищу объемом более 100 млн. м$^3$ и по строящимся приведены в таблицах 4.8...4.10.

**Территориальное перераспределение речного стока.** Необходимость территориального перераспределения речного стока возникает вследствие:

роста городов и производственного потенциала страны, когда создается неблагоприятное соотношение между наличием водных ресурсов и объемами водопользования на определенной территории;

освоения новых территорий для различных социально-экономических нужд, не обеспеченных или мало обеспеченных водными ресурсами;

необходимости объединения двух или нескольких водных объектов для решения транспортных, рыбоводных, природоохранных или других проблем.

В соответствии с характером и масштабами решаемых задач, водохозяйственные системы территориального перераспределения речного стока можно разделить на три основных вида (рис. 4.2):

подача воды от источника в районы непосредственного потребления (1);

внутрибассейновые переброски речного стока (1);

межбассейновое перераспределение водных ресурсов; оно обеспечивает подачу воды из бассейна донора, для которого характерно изобилие водных ресурсов, в бассейн-водоприемник. Различают два вида межбассейнового перераспределения водных ресурсов: внутризональное (2) и межзональное (3).

Наиболее распространенный способ перераспределения стока — подача воды по открытым каналам. Масштабы водоподачи по каналам достигают значительных объемов, которые соизмеримы с объемом стока некоторых рек. Так, в стране созданы каналы протяженностью в сотни километров, пропускной способностью до 300 м$^3$/с, с помощью которых обводнены и орошены миллионы гектаров засушливых земель, обеспечено водоснабжение крупных промышленных центров.

Наиболее крупные каналы, как правило, приурочены к зоне орошения. В СССР насчитывается более 800 магистральных каналов, водозабор в каждый из которых превышает 0,1 км$^3$ в год.

Всего же длина каналов в орошаемом земледелии с учетом распределительных составляет к настоящему времени свыше 700 тыс. км.

**4.8. Основные показатели существующих водохранилищ СССР объемом более** 100 млн. м³ (на 01.01.85 г.)

| Водохранилище | Река | Местонахождение водохранилища | Основное назначение водохранилища | Год заполнения | Площадь водного зеркала при НПУ, км² | Объем, млн. м³ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | полный | полезный |
| | | *Бассейн Баренцева моря* | | | | | |
| Борисоглебское | Паз | Мурманская область | Э | 1963 | 56 | 330 | 27,3 |
| Серебрянское (ГЭС-1) | Воронья | Мурманская область | Э | 1970 | 556 | 2860 | 1570 |
| Серебрянское (ГЭС-2) | Воронья | Мурманская область | Э | 1972 | 26 | 428 | 5 |
| Кайтакоски | Паз | Мурманская область | Э | 1959 | 1100 | 4950 | 2455 |
| Верхнетуломское | Тулома, Нота, Лотта | Мурманская область | Э, Р, В | 1964 | 745 | 11 520 | 3860 |
| Нижнетуломское | Тулома | Мурманская область | В, Э, Л, Р | 1937 | 38 | 390 | 37 |
| | | Всего по бассейну моря | | | 2521 | 20 478 | 9556,5 |
| | | *Бассейн Белого моря* | | | | | |
| Пиренгское | Оз. Пиренга | Мурманская область | Э, Р, Л | 1938 | 227 | 3000 | 870 |
| Имандровское | Оз. Имандра | Мурманская область | Э, Л, В, Р | 1936 | 876 | 11 200 | 2830 |
| Кумское | Кума | Карельская АССР | Э, В, Л, Р | 1966 | 1910 | 9830 | 8630 |
| Княжегубское | Ковда | Карельская АССР | Э, Л | 1959 | 610 | 3438 | 1928 |
| Выгозерское | Нижний Выг | Карельская АССР | Э, В | 1933 | 1250 | 644 | 114 |
| Сегозерское | Сегежа | Карельская АССР | Э, Л, В, Р | Нет данных | 815 | 470 | 400 |
| Пальеозерское и Сандальское | Суна | Карельская АССР | Э, В | 1928 | 292 | 1102 | 456,5 |
| Кубенское | Сухона, оз. Кубенское | Вологодская область | С | 1917 | 648 | 1720 | 1333 |
| Сундозерское | Суна, озера Сундозеро, Пома | Карельская АССР | Л | 1948 | 49 | 236 | 163 |
| Водлозерское | Оз. Водлозеро | Карельская АССР | Л, Р | 1934 | 370 | 800 | 550 |
| Солоньярвское | Шуя | Карельская АССР | Э, Р, Л, В | 1937 | 86 | 152 | 152 |

*Продолжение*

| Водохранилище | Река | Местонахождение водохранилища | Основное назначение водохранилища | Год заполнения | Площадь водного зеркала при НПУ, км² | Объем, млн. м³ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | полный | полезный |
| Ковжское | Ковжа, оз. Ковжское | Вологодская область | С | 1928 | 85 | 294 | 88 |
| Ондозерское | Онда, Ондозеро | Карельская АССР | Э, Л | 1957 | 199 | 600 | 370 |
| Вашское | Ваша, приток Водлы | Карельская АССР | В | Нет данных | Нет данных | 560 | 300 |
| Иовское | Иова | Мурманская область | Э, Л, В | 1965 | 294 | 2060 | 545 |
| Юшкозерское | Кемь | Карельская АССР | Э | Нет данных | 695 | 3800 | 1566 |
| Палокогорское | Нижний Выг | Карельская АССР | Э, С | 1933 | 81,7 | 273 | 46,3 |
| Сумозерское | Сума | Карельская АССР | Л | 1964 | 89 | 175 | 34,5 |
| Гирвасское | Суна | Карельская АССР | Э, Л | 1938 | 27,7 | 122 | 62,2 |
| | | Всего по бассейну моря | | | 8605,2 | 40 476,4 | 20 438,5 |
| | | *Бассейн Балтийского моря* | | | | | |
| Вельевское | Оз. Велье | Новгородская область | Л, С, В, Р | 1944 | 53 | 238 | 170 |
| Волховское | Оз. Ильмень | Ленинградская область | Э, С, Р | 1926 | 1120 | 3000 | 2000 |
| Верхнесвирское | Свирь | Ленинградская область | Э, С, Р, В | 1952 | 9730 | 13 760 | 12 706 |
| Нижнесвирское | Свирь | Ленинградская область | Э, С, Р | 1934 | 24,3 | 119 | 23 |
| Ведлозерское | Оз. Ведлозеро | Карельская АССР | Л, Р | 1932 | 55 | 240 | 118 |
| Янис-Ярви | Янисйоки | Карельская АССР | Э, Р, В | 1944 | 200 | 600 | 420 |
| Нарвское | Нарва | Эстонская ССР | В, Э | 1955 | 191,4 | 365 | 91 |
| Плявинское | Даугава | Латвийская ССР | Э, Р, Рк | 1968 | 34,9 | 508,6 | 143,2 |
| Кегумское | Даугава | Латвийская ССР | Э, Р, Л, Рк | 1939 | 24,9 | 157 | 34,6 |
| Рижское | Даугава | Латвийская ССР | Э, Р, Л, В, Рк | 1976 | 42,2 | 339 | 41 |
| Оз. Плателяй | Бабрунгас | Литовская ССР | Э | 1960 | 12,1 | 127,2 | 11,4 |
| Каунасское | Неман | Литовская ССР | Рк, Э, С, Р, В, Н | 1959 | 63,5 | 462 | 223 |
| Оз. Дуся | Сперниc | Литовская ССР | В | 1972 | 23,2 | 347,1 | 12,5 |
| | | Всего по бассейну моря | | | 11 574,5 | 266 582,2 | 15 993,7 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Верхневолжское | Волга | Калининская область | С, Р | 1947 | 183 | 524 | 466 |
| Валдайское | Валдайка | Новгородская область | Р | 1952 | 30 | 500 | 76,5 |
| Иваньковское | Волга | Калининская область | С, В, Э, Р, Рк | 1937 | 307 | 1120 | 813 |
| Угличское | Волга | Ярославская область | Э, С, В, Р | 1943 | 249,2 | 1245 | 809 |
| Рыбинское | Волга, Молога, Шексна | Ярославская область | Э, С, Р | 1949 | 4550 | 25 420 | 16 670 |
| Череповецкое | Шексна | Вологодская область | Э, С, Р | 1964 | 1669 | 6520 | 1850 |
| Горьковское | Волга | Горьковская область | Э, С, В, Р | 1957 | 1591 | 8815 | 2782 |
| Можайское | Москва | Московская область | В, Э | 1962 | 31 | 235 | 221,4 |
| Озернинское, | Озерна | Московская область | В, Э | 1967 | 23,1 | 143,8 | 140 |
| Рузское | Руза | Московская область | В, Э | 1966 | 33 | 220 | 216 |
| Истринское | Истра | Московская область | В, Э | 1935 | 33,6 | 183 | 171,5 |
| Акуловское | Уча | г. Москва | В, Э, С | 1937 | 19,3 | 146,1 | 50,2 |
| Вазузское | Вазуза | Калининская область | В, Р, П | 1981 | 103 | 539 | 428 |
| Химкинское | Москва | г. Москва | С, Э, В | 1937 | 60,8 | 353 | 110 |
| Широковское | Косьва | Пермская область | Э, В, Л, Рк | 1948 | 40,8 | 526 | 363 |
| Волчихинское | Чусовая | Свердловская область | В, Р | 1942 | 37,0 | 100,3 | 82,3 |
| Новомарининское | Ревда | Свердловская область | В | 1967 | 13,2 | 101 | 96,5 |
| Камское | Кама | Пермская область | Э, С, Р, Л, В, Рк | 1956 | 1915 | 12 205 | 9200 |
| Воткинское | Кама | Пермская область | Э, С, В | 1964 | 1120 | 9360 | 3700 |
| Кармановское | Буй | Башкирская АССР | В, Р, Рк | 1967 | 35,5 | 134 | 19,6 |
| Нугушское | Нугуш | Башкирская АССР | В, Э, Н, П | 1967 | 25,2 | 400 | 356 |
| Павловское | Уфа | Башкирская АССР | Э, С, Р, Л, Н, Рк | 1961 | 117 | 1410 | 890 |
| Куйбышевское | Волга | Куйбышевская область | Э, С, Р, В, О, Рк | 1959 | 6448 | 58 000 | 34 600 |
| Сурское | Сура | Пензенская область | В, О, Рк | 1978 | 110 | 560 | 490 |
| Нязепетровское | Уфа | Челябинская область | В | 1978 | 19,5 | 153 | 138 |
| Саратовское | Волга | Саратовская область | Э, С, Р, О, В, Рк | 1968 | 1831 | 12 870 | 1750 |
| Сулакское | Б. Иргиз | Саратовская область | Э, С, Р | 1972 | 22 | 115 | 38 |

*Продолжение*

| Водохранилище | Река | Местонахождение водохранилища | Основное назначение водохранилища | Год заполнения | Площадь водного зеркала при НПУ, км² | Объем, млн. м³ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | полный | полезный |
| **Волгоградское** | Волга | Волгоградская область | Э, С, Р, В, Рк, О | 1961 | 3117 | 31 450 | 8250 |
| **Верхнеуральское** | Урал | Челябинская область | Э, В, Р | 1966 | 75,5 | 601 | 569 |
| Магнитогорское | Урал | Челябинская область | В, Рк | 1939 | 33,4 | 189 | 32 |
| **Ириклинское** | Урал | Оренбургская область | В, Э, Р, О, Н | 1966 | 260 | 3260 | 2760 |
| Вышневолоцкое | Шлина и Цна | Калининская область | Э, С, Л, В, Р | 1951 | 108 | 325 | 245 |
| **Прикаспийское** | Хурдун | Астраханская область | П, В | 1964 | 32,1 | 180 | 120 |
| Нижнетерские озера | Терек | Дагестанская АССР | Н | 1965 | 140 | 195 | — |
| **Эрисцкальское** | Эрисцкали | Грузинская ССР | Э, В | 1976 | 8 | 145 | 5 |
| Храмское | Храми | Грузинская ССР | Э, О, Н, Р | 1948 | 33,7 | 312,3 | 292,8 |
| Сионское | Иори | Грузинская ССР | О, Э, Р, Н, Рк | 1964 | 10,4 | 325 | 290 |
| Тбилисское наливное | Иори | Грузинская ССР | О, Р, Рк, В | 1951 | 11,8 | 308 | 155 |
| Мингечаурское | Кура | Азербайджанская ССР | Э, О, Н, С, Р, В | 1953 | 605 | 15 730 | 8710 |
| Акстафачайское | Акстафачай | Азербайджанская ССР | О, В, Н | 1971 | 6,4 | 120 | 110 |
| **Джейран-Батанское** | Наливное | Азербайджанская ССР | О, В | 1955 | 13,9 | 186,5 | 150 |
| Арпачайское | Арпачай | Азербайджанская ССР | О, Н | 1978 | 6 | 150 | 140 |
| **Араксинское** | Аракс | Азербайджанская ССР | Э, О, Н, В | 1971 | 145 | 1350 | 1150 |
| Сарсангское | Тертерчай | Азербайджанская ССР | О, Э, Н | 1976 | 14,2 | 556 | 500 |
| Каргалинское | Каргалы | Казахская ССР | О | 1975 | 28,5 | 280 | 262 |
| Битикское | Кушум, бассейн Урала | Казахская ССР | В, О | 1970 | 53 | 106,7 | 100 |
| **Арпаличское** | Ахурян | Армянская ССР | О | 1951 | 22,5 | 105,5 | 100 |
| Чиркейское | Сулак | РСФСР | Э, О | 1978 | 42,5 | 2780 | 1320 |
| | | | Всего по бассейну моря | | 25 434,1 | 200 733,2 | 101 787,8 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Бассейн Черного моря* | | | | | |
| Заславльское | Свислочь | Белорусская ССР | В, Рк, Э | 1957 | 31 | 110 | 110 |
| Вилийское | Вилия | Украинская ССР | В, Р, Рк | 1973 | 80 | 800 | 330 |
| Киевское | Днепр | Украинская ССР | Э, С, Р, В, О, Рк | 1965 | 922 | 3730 | 1170 |
| Каневское | Днепр | Украинская ССР | Э, С, О, Р, В, Рк | 1974 | 675 | 2620 | 330 |
| Кременчугское | Днепр | Украинская ССР | Э, С, О, Р, В, Рк | 1961 | 2250 | 13 520 | 8970 |
| Днепродзержинское | Днепр | Украинская ССР | Э, С, О, Р, В, Рк | 1964 | 567 | 2460 | 260 |
| Днепровское | Днепр | Украинская ССР | » | 1932 | 410 | 3320 | 860 |
| Каховское | Днепр | Украинская ССР | Э, С, О, В, Р, П, Рк | 1956 | 2150 | 18 190 | 6790 |
| Ладыжинское | Южный Буг | Украинская ССР | В, О, Р | 1964 | 21 | 150,8 | 72,1 |
| Карачуновское | Ингулец | Украинская ССР | В, О, Рк | 1938 | 44,2 | 808 | — |
| Кочетокское | Северский Донец | Украинская ССР | С, В | 1961 | 87 | 400 | 200 |
| Дубоссарское | Днестр | Молдавская ССР | Э, Р, О, Рк | 1954 | 67,5 | 485 | 217,5 |
| Костешты-Стынка | Прут | Молдавская ССР | О, Р, В, Н | 1978 | 59 | 735 | 450 |
| Днестровское (Могилев-Подольское) | Днестр | Молдавская ССР | В, О | 1982 | — | — | 2000 |
| | | | Всего по бассейну моря | | 7363,7 | 47 328,8 | 21 759,6 |
| | | *Бассейн Азовского моря* | | | | | |
| Матырское | Матыра | Липецкая область | В, О, Рк | 1970 | 46,3 | 139 | 120 |
| Воронежское | Воронеж | Воронежская область | В, С, Рк | 1972 | 70 | 204 | 204 |
| Варваровское | Червленая | Волгоградская область | С, В, Р, О | 1952 | 26,7 | 125 | 26,6 |
| Карповское | Карповка | Волгоградская область | С, В, Р, О | 1952 | 42 | 155 | 40 |
| Цимлянское | Дон | Ростовская область | Э, С, Р, В | 1953 | 2702 | 23 860 | 11 540 |
| Чограйское | Восточный Маныч | Ставропольский край | В, Р, О | 1969 | 185 | 710 | 660 |
| Сенгилеевское | Оз. Сенгилеевское | Ставропольский край | В, Э, Р, О, Рк | 1958 | 42,1 | 805 | 369 |
| Егорлыкское | Б. Егорлык | Ставропольский край | Э, В, Р, О | 1962 | 16 | 111,4 | 95 |
| Новотроицкое | Русская и Б. Егорлык | Ставропольский край | В, Р, О, Э | 1953 | 13,5 | 108 | 38 |
| Пролетарское | Западный Маныч | Ростовская область | О, Р, С | 1941 | 825 | 2004 | 230 |
| Веселовское | Западный Маныч | Ростовская область | О, Р, С | 1941 | 309 | 1095 | 191 |
| Большое | Кубань-Калаусский канал | Ставропольский край | В, О | 1968 | 50 | 650 | 500 |

*Продолжение*

| Водохранилище | Река | Местонахождение водохранилища | Основное назначение водохранилища | Год заполнения | Площадь водного зеркала при НПУ, км² | Объем, млн. м³ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | полный | полезный |
| Краснодарское | Кубань | Краснодарский край | В, О, Р, С, Н, Рк | 1975 | 402 | 2350 | 2150 |
| Шапсугское | Афипс | Краснодарский край | Э, В, Р, О | 1952 | 45,7 | 150 | 130 |
| Крюковское | Песчанка, Иль | Краснодарский край | В, О | 1973 | 30 | 203 | 129 |
| Миусское | Миусс | Ростовская область | О, Р | — | 6,2 | 107 | 35,3 |
| Варнавинское | Абино-Северские лиманы | Краснодарский край | О, Р, Н | 1972 | 45 | 170 | 150 |
| Печенежское | Северский Донец | Украинская ССР | » | 1962 | 86,2 | 384 | 344 |
| Краснооскольское | Оскол | Украинская ССР | В, Э, О, Р, П, Рк | 1958 | 122 | 477 | 452 |
| | | | Всего по бассейну моря | | 5064,7 | 33 807,4 | 17 403,9 |
| | | *Бассейн Карского моря* | | | | | |
| Новосибирское | Обь | Новосибирская область | Э, С, В, Р | 1959 | 1070 | 8800 | 4400 |
| Аргазинское | Миасс | Челябинская область | Э, В, Р | 1946 | 102 | 654 | 554 |
| Шершневское | Миасс | Челябинская область | Э, В | 1963 | 39,1 | 176 | 170 |
| Черноисточинское | Исток | Свердловская область | В | XVIII в. | 26,4 | 111 | 75 |
| Белоярское | Пышма | Свердловская область | Э, Р | 1965 | 38 | 265 | 39 |
| Рефтинское | Рефта | Свердловская область | Э | 1969 | 25,3 | 142 | 59 |
| Красноярское | Енисей | Красноярский край | Э, В, С, Н, Р | 1969 | 2000 | 73 300 | 30 400 |
| Хантайское | Хантайка | Красноярский край | Э, Р | 1969 | 2120 | 35 000 | 17 300 |
| Иркутское (Байкальское) | Ангара, оз. Байкал | Иркутская область | Э, С, В, Р, Л, Рк | 1959 | 32 966 | 47 650 | 46 450 |
| Братское | Ангара | Иркутская область | С, Э, В, Р | 1967 | 5470 | 169 300 | 48 200 |
| Усть-Илимское | Ангара | Иркутская область | Э, В, Р | 1974 | 1873 | 59 400 | 2770 |
| Большое Тополынинское | Бурла, оз. Тополь-ное | Алтайский край | О, Р | 1966 | 155 | 378 | 335 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Верхненейвинское | Нейва, Бурля | Свердловская область | В | XVIII в. | 39,2 | 174 | 86 |
| Аятское | Аять, оз. Аятское | Свердловская область | В, Р | — | 43,7 | 106 | 42 |
| Каратомарское | Тобол | Казахская ССР | В, О, Р, Н | 1966 | 94 | 586 | 562 |
| Сергеевское | Ишим | Казахская ССР | В, О, Э | 1969 | 116,8 | 693 | 635 |
| Вячеславское | Ишим | Казахская ССР | В, О, Э | 1969 | 60,9 | 419 | 377 |
| Верхнетобольское | Тобол | Казахская ССР | В | 1971 | 87,4 | 816 | 782 |
| Бухтарминское | Иртыш | Казахская ССР | Э, С, Р, В, О, Н, П | 1967 | 5490 | 49,021 | 30 810 |
| Усть-Каменогорское | Иртыш | Казахская ССР | Э, С, В, Рк | 1954 | 37 | 655 | 35 |
| Гидроузел № 8 | Канал Иртыш — Караганда | Казахская ССР | О, Н | 1971 | 64,9 | 312,2 | 66,8 |
| Гидроузел № 11 | То же | Казахская ССР | В | 1971 | 40 | 172,6 | 163,1 |
| | | | Всего по бассейну моря | | 51 958,7 | 448 131,2 | 184 311,5 |

*Бассейн моря Лаптевых*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Мамаканское | Мамакан | Иркутская область | Э, Р | 1964 | 10,8 | 197 | 105,3 |
| Вилюйское | Вилюй | Якутская АССР | Э, В | 1977 | 1200 | 9700 | 7000 |
| | | | Всего по бассейну моря | | 1210,8 | 9897 | 7105,3 |

*Бассейн Охотского моря*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Зейское | Зея | Амурская область | Н, Э, С, В | 1983 | 2419 | 68 400 | 32 120 |

*Бассейн Японского моря*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Артемовское | Артемовка | Приморский край | В | 1977 | 10,8 | 118,2 | 113,2 |

*Продолжение*

| Водохранилище | Река | Местонахождение водохранилища | Основное назначение водохранилища | Год заполнения | Площадь водного зеркала при НПУ, км² | Объем, млн. м³ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | полный | полезный |
| | | | *Бессточные бассейны* | | | | |
| Кенгирское | Кара-Кенгир | Казахская ССР | В | 1952 | 37,3 | 319 | 308 |
| Бугуньское | Бугунь | Казахская ССР | О | 1967 | 63 | 370 | 363 |
| Чардаринское | Сырдарья | Казахская ССР | О, Э, Р | 1968 | 900 | 5200 | 4250 |
| Терс-Ащибулакское | Терс | Казахская ССР | О, В | 1963 | 24 | 158 | 156 |
| Куртинское | Курты | Казахская ССР | О | 1967 | 8,3 | 120 | 114,8 |
| Капчагайское | Или | Казахская ССР | Э, И, С, Р, В, П, Рк | 1979 | 1847 | 28 140 | 6640 |
| Селетинское | Селета | Казахская ССР | В, О | 1965 | 36,3 | 221 | 200,1 |
| Тасуткольское | Чу | Казахская ССР | О | 1974 | 77,6 | 620 | 551 |
| Кировское | Талас | Киргизская ССР | О, Р | 1980 | 26,5 | 550 | 540 |
| Орто-Токойское | Чу | Киргизская ССР | О, Н, Р, Рк | 1963 | 25 | 470 | 450 |
| Южносурханское | Сурхандарья | Узбекская ССР | О, Р, Н, В, Рк | 1967 | 65 | 800 | 710 |
| Учкызылское | Сурхандарья | Узбекская ССР | О, В, Р | 1957 | 10 | 160 | 80 |
| Пачкамарское | Гузардарья | Узбекская ССР | О, В | 1968 | 12,4 | 260 | 250 |
| Чимкурганское | Кашкадарья | Узбекская ССР | О, В, Р | 1963 | 49,2 | 500 | 450 |
| Куюмазарское | Наливное из Зеравшана | Узбекская ССР | О, В | 1960 | 18 | 310 | 250 |
| Каттакурганское | То же | Узбекская ССР | О | 1968 | 79,5 | 900 | 876 |
| Кассансайское | Кассансай | Узбекская ССР | О | 1968 | 8 | 165 | 155 |
| Каркидонское | Кувасай | Узбекская ССР | О | 1968 | 9,5 | 218 | 211 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ташкентское (Тюябугузское) | Ахангаран | Узбекская ССР | О, В, Рк | 1964 | 20 | 250 | 224 |
| Кайраккумское | Сырдарья | Таджикская ССР | О, Э, Р, Н, Рк | 1956 | 520 | 4160 | 2600 |
| Фархадское | Сырдарья | Узбекская ССР | Э, О | 1951 | 48 | 350 | 200 |
| Чарвакское | Чирчик | Узбекская ССР | О, Э, Рк | 1970 | 40,1 | 2006 | 1580 |
| Нурекское | Вахш | Таджикская ССР | Э, О, Н, Р, С, Рк | 1979 | 98 | 10 500 | 4500 |
| Токтогульское | Нарын | Киргизская ССР | Э, О, Р | 1974 | 284 | 19 500 | 14 000 |
| Копетдагское (I очередь) | Каракумский канал | Туркменская ССР | О | 1979 | 47,5 | 219 | 190 |
| Хауз-Ханское | Наливное из Каракумского канала | Туркменская ССР | О, Р | 1964 | 207 | 875 | 850 |
| Теджснское I | Теджен | Туркменская ССР | О | 1950 | 25 | 150 | 142,7 |
| Теджснское II | Теджен | Туркменская ССР | О | 1962 | 43 | 180 | 154,6 |
| Ташкепринское | Мургаб | Туркменская ССР | О | 1940 | 30,5 | 176 | 148 |
| Сары-Язинское | Мургаб | Туркменская ССР | О | 1959 | 44,8 | 196,5 | 196,5 |
| Иолотанское | Мургаб | Туркменская ССР | О | 1910 | 13,2 | 120 | 72,3 |
| Самаркандское (Карагандинское) | Нура | Казахская ССР | В, О, Э, Р | 1938 | 75 | 267 | 215 |
| Шерубай-Нуринское (Топарское) | Шерубай-Нура | Казахская ССР | Э, В, О | 1960 | 41 | 274 | 233 |
| Актепинское | Наливное, Амударья | Узбекская ССР | О | 1982 | 11,5 | 100 | 90 |
| | | | Всего по бассейну моря | | 4845,2 | 78 805,3 | 42 271 |
| | | | Итого по СССР | | 176 504,7 | 1 214 757,7 | 452 860,9 |

Примечание. Э — энергетика; Р — рыбное хозяйство; В — водоснабжение; Л — лесосплав; С — судоходство (водный транспорт); О — орошение; Н — борьба с наводнениями; П — санитарные и природоохранные попуски; Рк — рекреация (отдых населения).

4.9. Основные показатели строящихся водохранилищ объемом свыше 100 млн. м³ (на 01.01.85 г.)

| Водохранилища | Реки | Местонахождение водохранилища | Основное назначение | Площадь водного зеркала при НПУ, км² | Объем, млн. м³ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | полный | полезный |
| | | *Бассейн Баренцева моря* | | | | |
| Териберские ГЭС-1 | Териберка | Мурманская область | Э | 31,1 | 451,8 | 289,9 |
| | | *Бассейн Белого моря* | | | | |
| Кривопорожское | Кемь | Карельская АССР | Э | 69,9 | 566 | 68 |
| | | *Бассейн Балтийского моря* | | | | |
| Калининская АЭС | Удомля | Калининская область | В | 21,2 | 156,4 | 44,6 |
| Псковская ГРЭС | Шелонь | Псковская область | В | 18,2 | 115 | 17,5 |
| Даугавпилсское | Даугава | Латвийская ССР | Э, В | 98 | 655 | 301,5 |
| Лубанас | Айвиексте | Латвийская ССР | О, Рк | 81 | 145 | 55 |
| | | | Всего | 218,4 | 1071,4 | 418,6 |
| | | *Бассейн Каспийского моря* | | | | |
| Чебоксарское | Волга | Чувашская АССР | Э, С, В | 2182 | 14 200 | 5700 |
| Нижнекамское | Кама | Татарская АССР | Э, С, В | 2850 | 13 800 | 4600 |
| Верхнеупинское | Упа | Тульская область | В, О | 26 | 115 | 100 |
| Сорочинское | Самара | Оренбургская область | В | 34 | 122 | 111 |
| Долгобродское | Уфа | Челябинская область | В | 85,2 | 333 | 237 |
| Новозлатоустовское | Ай | Челябинская область | В | 8,5 | 107 | 102 |
| Яузское | Яуза | Смоленская область | В | 51 | 290 | 130 |
| Горькобалковское | Горькая балка | Ставропольский край | О | 21,7 | 165 | 150 |
| Дундинское | Балка Дунда | Ставропольский край | В | 16 | 100 | 69,9 |
| Саблинское | Мокрая Сабля | Ставропольский край | О, В | — | 117 | 93 |
| Сухопадинское | Сухая Падина | Ставропольский край | О, В | — | 110 | 105 |
| Жинвальское | Арагви | Грузинская ССР | О, Э | 11,5 | 520 | 370 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ахурянское | Ахурян | Армянская ССР | О | 41,8 | 525 | 510 |
| Шамхорское | Кура | Азербайджанская ССР | О, Э | 116 | 2680 | 1430 |
| | | | Всего | 5443,7 | 47 384 | 13 707,9 |
| | | *Бассейн Черного моря* | | | | |
| Курское | Десна | Смоленская область | В | 43 | 320 | 250 |
| Славутское | Днепр | Украинская ССР | В | 20 | 120 | 81 |
| Стрийское | Стрий | Украинская ССР | В, Н | 9,3 | 175 | 146 |
| Худонское | Ингури | Грузинская ССР | — | 5,2 | 364 | 223 |
| Ингурское (Джварское) | Ингури | Грузинская ССР | Э | 13 | 1100 | 676 |
| Владимирское | Десна | Брянская область | В, П | — | | 370 |
| | | | Всего | 90,5 | 2519 | 1746 |
| | | *Бассейн Азовского моря* | | | | |
| Старооскольское | Оскол | Белгородская область | В | 40,2 | 203 | 184 |
| Ефремовское | Красная Меча | Тульская область | В | — | 113 | 108 |
| | | | Всего | 40,2 | 316 | 292 |
| | | *Бассейн Карского моря* | | | | |
| Гилевское | Алей | Алтайский край | О | 60 | 471 | 424 |
| Крапивинское | Томь | Кемеровская область | П | 400 | 11 700 | 6700 |
| Леневское | Тагил | Свердловская область | В | 23 | 141 | 134 |
| Майнское | Енисей | Красноярский край | Э, С | 11 | 116 | 70,9 |
| Саяно-Шушенское | Енисей | Красноярский край | Э, С | 621 | 31 300 | 15 300 |
| Богучанское | Ангара | Красноярский край | Э, С | 2326 | 58 100 | 2310 |
| Курейское | Курейка | Красноярский край | Э, С | 588 | 9960 | 7300 |
| Шульбинское | Иртыш | Казахская ССР | Э, В, С, О | 254 | 2460 | 1460 |
| | | | Всего | 4283,8 | 114 248 | 34 378 |
| | | *Бассейн моря Лаптевых* | | | | |
| Мокское | Витим | Бурятская АССР | Э | — | — | 972 |
| | | *Бассейн Восточно-Сибирского моря* | | | | |
| Колымское | Колыма | Магаданская область | Э | 441 | 14 600 | 6500 |

*Продолжение*

| Водохранилища | Реки | Местонахождение водохранилища | Основное назначение | Площадь водного зеркала при НПУ, км² | Объем, млн. м³ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | полный | полезный |
| | | *Бассейн Охотского моря* | | | | |
| Бурейское | Бурея | Амурская область | Н, Э, С, В | 2422,2 | 20 940 | 10 690 |
| Анучинское | Арсеньевка | Амурская область | В | — | — | 820 |
| | | | Всего | 2422,2 | 20 940 | 11 510 |
| | | *Бессточные бассейны* | | | | |
| Тюямуюнское | Амударья | Узбекская ССР | О, Э, С, Р | 650 | 7800 | 5270 |
| Шоркульское | Зеравшан | Узбекская ССР | О | 42,3 | 394 | 380 |
| Гиссаракское | Аксу | Узбекская ССР | О | 4,1 | 170 | 155 |
| Актепинское | Амударья | Узбекская ССР | О | 22 | 110 | 100 |
| Тудакульское | Наливное | Узбекская ССР | О | 200 | 1200 | 1060 |
| Талимарджанское | Амударья | Узбекская ССР | О | 78,5 | 1525 | 1400 |
| Андижанское | Карадарья | Узбекская ССР | О, Э, Н | 55,2 | 1750 | 1600 |
| Курпсайское | Нарын | Киргизская ССР | Э | 12 | 370 | 350 |
| Нижнеалаарчинское | Ала-Арча | Киргизская ССР | О | 14 | 167 | 161 |
| Папанское | Ак-Бура | Киргизская ССР | О, В, Р | 7,1 | 260 | 240 |
| Рогунское | Вахш | Таджикская ССР | О, Э | 170 | 11 800 | 8600 |
| Копетдагское (II очередь) | Каракумский канал | Туркменская ССР | О | — | 550 | 525 |
| Сары-Язинское (II очередь) | Мургаб | Туркменская ССР | О, Э, Н | 55,2 | 1750 | 1600 |
| Сохское | Сох | Узбекская ССР | О | — | 300 | 260 |
| Тогузкентское | Сырдарья | Казахская ССР | О | — | — | 300 |
| | | | Всего | 1311,1 | 28 146 | 27 906 |
| | | | Итого по СССР | 14 352,7 | 229 926,2 | 97788,4 |

**4.10. Некоторые строящиеся водохранилища объемом менее 100 млн. м³**

| Водохранилища | Река | Местонахождение водохранилища | Полезный объем, млн. м³ | Основное назначение |
|---|---|---|---|---|
| Верхнепахринское, Подольское, Деснинское | Реки бассейна р. Пахра | РСФСР, Центральный экономический район | 108[1] | Водоснабжение Московской области |
| Курское | Тускарь | РСФСР, Центрально-Черноземный район | 82 | Водоснабжение Курского промышленного района |
| Белгородское | Северский Донец | РСФСР, Центрально-Черноземный район | 68 | Водоснабжение Белгородского промышленного района |
| Рыбницкое | Рыбница | То же | 62 | Водоснабжение Орловского промышленного района |
| Водохранилища для промышленных узлов | Бачаты, Барзас, Томь-Чумыш, Яя | РСФСР, Западно-Сибирский район | 110[1] | Бачатский угольный разрез, Бирюзово-Бирюлинский и Прокопьевско-Киселевский промышленные узлы |
| Кегумское[2] | Даугава | Латвийская ССР | 40 | — |
| Варцхиские | Риони | Грузинская ССР | — | Энергетика |
| Вильяжчайское | Вильяжчай | Азербайджанская ССР | 38 | Орошение 11,3 тыс. га в Ленкорани |
| Гетикское | Чичхан | Армянская ССР | 35 | Водоснабжение Кировакана, Спитака, орошение 2,7 тыс. га, повышение водообеспеченности 3,7 тыс. га |
| Гергерское | Гергер | То же | 20 | Орошение 2 тыс. га, компенсация заборов воды на орошение из р. Арпы |
| Кызылаякское | Амударья | Туркменская ССР | | Орошение до 1,8 млн. га в зоне Каракумского и Каршинского каналов |

[1] Указан объем нескольких водохранилищ. [2] Реконструкция.

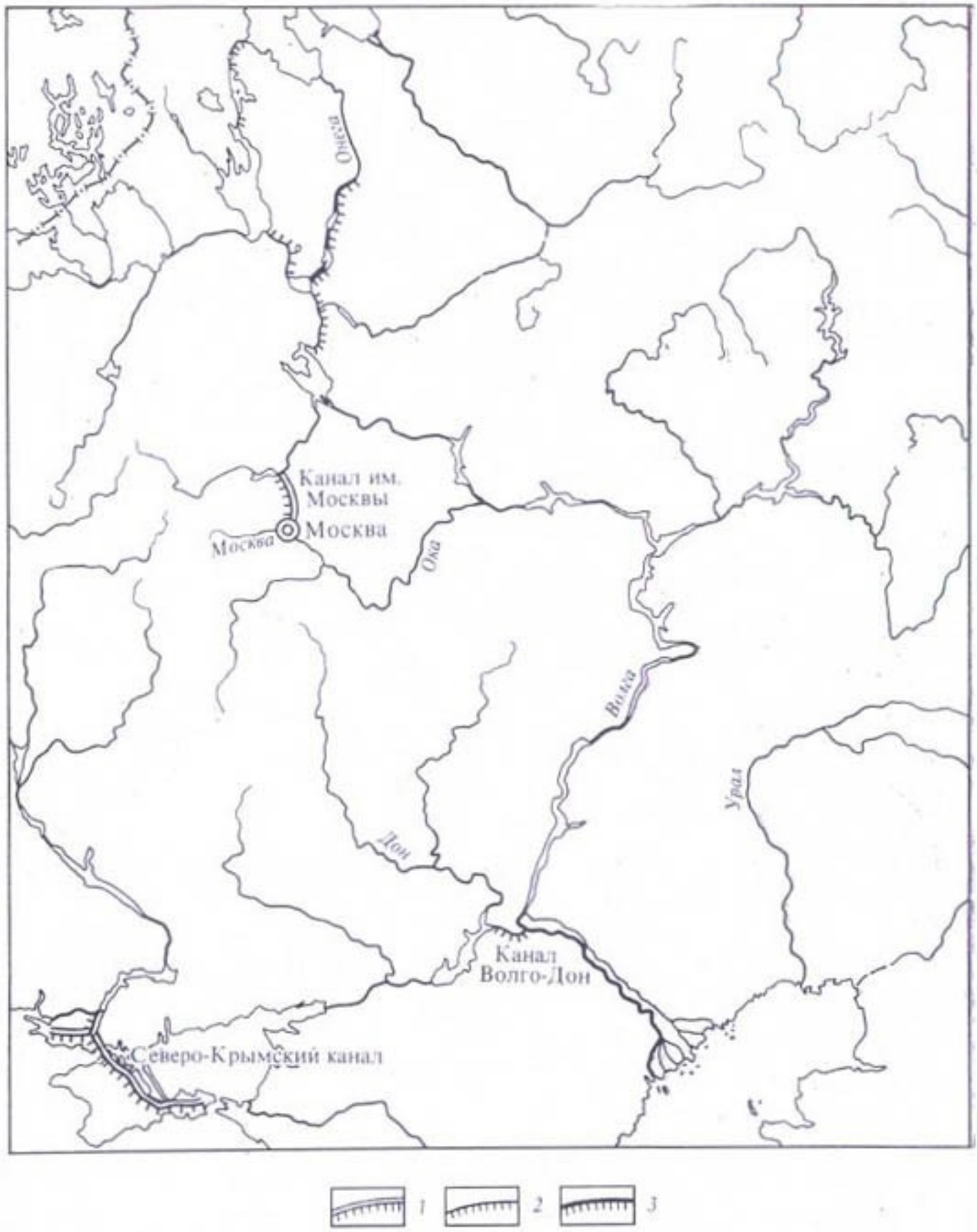



Рис. 4.2. Виды территориального перераспределения стока:
*1* — внутрибассейновое; *2* — межбассейновое; *3* — межзональное (проекты)

Помимо оросительных каналов, в стране действуют крупные судоходные каналы: Беломорско-Балтийский канал протяженностью 227 км; Волго-Балтийский водный путь длиной 361 км; Волго-Донской судоходный канал им. В. И. Ленина длиной 101 км и др.

Значительное место отводится каналам, обеспечивающим обводнение пастбищ. Для обводнения пустынных или полупустынных территорий строят самотечные или напорные водопроводы (трубопроводы).

Всего в стране, как уже указывалось, перераспределяется магистральными водоводами и каналами свыше 130 км³ в год.

Основные показатели по 95 крупным каналам СССР приведены в таблице 4.11. Большинство из них имеют комплексное назначение.

**4.11. Основные показатели действующих крупных каналов комплексного назначения**

| Канал (система) | Источник водозабора | Расстояние от устья реки до головы канала, км | Год ввода в эксплуатацию | Длина канала, км | Пропускная способность в голове канала, м³/с | Объем водоподачи, км³/год | Основное назначение |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *РСФСР, Северо-Западный экономический район* | | | | | | | |
| Вышневолоцкая система | Цна, Мста | — | 1946 | 18 | — | 0,9 | С |
| Волго-Балтийский водный путь | Свирь, Вытегра | — | 1964 | 361 | — | 0,2...0,4 | С |
| *Белорусская ССР* | | | | | | | |
| Вилейско-Минская водная система | Вилия | — | 1976 | 62 | — | 0,22 | В |
| Днепровско-Бугский канал | Пина | — | — | 81 | — | — | С |
| *РСФСР, Центральный экономический район* | | | | | | | |
| Им. Москвы | Волга | 2972 | 1937 | 128 | 125 | 2,3 | В, С |
| Вазузская система | Вазуза | — | 1978 | 190 | — | 0,5 | В |
| Волга — Уводь | Волга | — | 1967 | 79 | — | 0,16 | В |
| *РСФСР, Поволжский экономический район* | | | | | | | |
| Куйбышевский | Волга | — | 1977 | 279 | 36 | 1 | О |
| Саратовский | Волга | — | 1973 | 122 | 50 | 0,92 | О |
| Волго-Донской | Волга | — | 1952 | 101 | 100 | 0,6 | С, О |
| Золотухинский магистральный | Волга | — | — | — | — | 2 | О |
| *РСФСР, Северо-Кавказский экономический район* | | | | | | | |
| Донской магистральный | Дон | 327 | 1952 | 125 | 160 | 1 | О |
| Большой Ставропольский | Кубань | 775 | 1965 | 263 | 180 | 2,2 | О |
| Невинномысский | Кубань | 698 | 1948 | 49 | 75 | 1,9 | О |
| Петровско-Анастасиевский магистральный | Кубань | 108 | — | — | 75 | 0,5 | О |
| Право-Егорлыкский | Егорлык | — | 1961 | 123 | 45 | 1,4 | В, О |
| Черноземельский | Маныч | — | — | 135 | 40 | — | О |

*Продолжение*

| Канал (система) | Источник водозабора | Расстояние от устья реки до головы канала, км | Год ввода в эксплуатацию | Длина канала, км | Пропускная способность в голове канала, м³/с | Объем водоподачи, км³/год | Основное назначение |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Кума-Манычский | Кума | 220 | — | 97 | 60 | 1,04 | О |
| Терско-Кумский | Терек | 385 | 1961 | 150 | 100 | 2,7 | О |
| Им. Ленина | Терек | 139 | — | — | — | 0,65 | О |
| Дельтовый | Терек | 108 | 1966 | — | 180 | 2,23 | О |
| Им. Октябрьской революции | Сулак | 112 | — | — | — | 0,52 | О |
| Самур-Дербентский | Самур | — | 1963 | — | — | 0,5 | О |
| Самур-Апшеронский | Самур | — | 1956 | 191 | 70 | 1,7 | О |
| *РСФСР, Западно-Сибирский экономический район* | | | | | | | |
| Кулундинский магистральный | Обь | — | 1982 | 180 | — | До 1 | О |
| *Украинская ССР* | | | | | | | |
| Днепр — Кривой Рог | Днепр (Каховское водохранилище) | — | 1961 | 42 | 41 | 1,3 | В, О |
| Днепр — Донбасс (I очередь) | Днепр | 479 | 1981 | 263 | 120 | 2,2 | В, О |
| Главный Каховский магистральный | Днепр | 106 | 1973 | 130 | 530 | 2,5 | О, В |
| Северо — Крымский | Днепр (Каховское водохранилище) | 100 | 1963 | 400 | 294 | 2,2 | О, В |
| Северский Донец — Донбасс | Северский Донец | 522 | 1957 | 132 | 43 | 0,85 | В |
| Дунай — оз. Сасык | Дунай | 28 | 1979 | 14 | 250 | 3 | О |
| Краснознаменский магистральный | Днепр | — | — | 161 | 320 | — | О |
| *Азербайджанская ССР* | | | | | | | |
| Шарийский | Кура | 853 | — | 42 | — | — | О |
| Верхнеширванский | Кура | 607 | 1961 | 124 | 78 | 2,4 | О |
| Верхнекарабахский | Кура | 606 | 1958 | 172 | 115 | 3,6 | О |

*Продолжение*

| Канал (система) | Источник водозабора | Расстояние от устья реки до головы канала, км | Год ввода в эксплуатацию | Длина канала, км | Пропускная способность в голове канала, м³/с | Объем водоподачи км³/год | Основное назначение |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ТМ-1, ТМ-2, Бегават) | | | | | | | |
| Южноголодностепский (ЮГК) | Деривационный Фархадской ГЭС | 14 | 1945 | 128 | 300 | 3,49 | О |
| Им. Кирова | Сырдарья | 20 | 1945 | 116 | 230 | 2,27 | О |
| Верхний деривационный (подача воды в каналы Бозсу, Зах, Ст. Ханум) | Чирчик | 133 | 1940 | — | 200 | 4,57 | — |
| Бозсу | Верхний деривационный | 25 | — | — | — | 1,98 | О |
| Левобережный Карасу | Чирчик | 108 | 1922 | — | 360 | 1,34 | О |
| Даргом (обводной) | Зеравшан | 562 | 1938 | 20 | 110 | 2,19 | О |
| Правобережный | Зеравшан | 562 | 1938 | 23 | 125 | 0,78 | О |
| Подводящий Каттакурганского водохранилища | Зеравшан | 464 | 1941 | 16 | 100 | 0,93 | О |
| Шафрикан | Зеравшан | 264 | — | — | — | 0,86 | О |
| Вабкентдарья | Зеравшан | 237 | — | — | — | 0,69 | О |
| Аму-Занг | Амударья | 1291 | — | — | 41 | 0,48 | О |
| Каршинский магистральный[4] | Амударья | 1062 | 1977 | 165 | 314 | 4,03 | О |
| Амубухарский | Амударья | 834 | 1965 | 234 | 275 | 4,75 | О |
| Тюямуюн (подпитка канала) | Амударья | 456 | — | — | 100 | 1,38 | — |
| Ташсака[5] | Амударья | 442 | — | — | 374 | 4,48 | О |
| Пахтаарна | Амударья | 434 | — | — | 90 | 1,33 | О |
| Байрамсака | Амударья | 423 | — | 45 | — | 0,49 | О |
| Карамазысака | Амударья | 406 | — | — | 65 | 0,58 | — |
| Октябрьарна | Амударья | 390 | — | — | 130 | 0,51 | О |
| Клычниязбай | Амударья | 358 | — | — | 151 | 1,86 | О |
| Советъяб | Амударья | 246 | 1940 | 72 | 227 | 2,11 | О |
| Кызеткен | Амударья | 232 | — | — | 250 | 3,72 | О |
| Им. Ленина | Амударья | 230 | 1940 | 110 | 350 | 3,17 | О |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Шерабадский | Сурхандарья | 94 | — | — | 150 | 1,20 | О |
| Занг магистральный | Сурхандарья | 65 | — | — | 86 | 1,35 | О |
| | | *Киргизская ССР* | | | | | |
| Восточная ветка Большого Чуйского канала | Чу | 1046 | — | — | 50 | 0,65 | О |
| Западная ветка Большого Чуйского канала | Чу | 1011 | — | 145 | 58 | 0,94 | О |
| | | *Таджикская ССР* | | | | | |
| Байпазинский | Вахш | 227 | — | — | 70 | 0,86 | О |
| Вахшский магистральный | Вахш | 171 | 1935 | 27 | 350 | 4,59 | О |
| Шуроабадский | Вахш | 166 | — | — | 35 | 0,53 | О |
| Деривационный | Варзоп | 26 | — | 26 | — | 0,62 | О |
| | | *Туркменская ССР* | | | | | |
| Каракумский | Амударья | 1102 | 1959 | 1100 | 500 | 10,76 | О |
| Саят-Наухана | Амударья | 906 | — | — | 50 | 0,56 | О |
| Куль-Арык | Амударья | 874 | — | — | 64 | 0,84 | О |
| Берзен | Амударья | 826 | — | — | 48 | 0,63 | О |

[1] Включая длину и площади БФК от Карадарьи. [2] Подпитывает БФК, БАК, Хаукалабад. [3] Включая ЮФК. [4] Дополнительное поступление из Кашкадарьи 0,15 км³/год. [5] Поступление из Амударьи и каналов 2,38 км³/год, сброс дренажных вод в канал 0,21 км³/год. В — водоснабжение. С — судоходство. О — орошение. П — природоохранное назначение.

**4.12. Основные показатели строящихся каналов комплексного назначения**

| Канал (система) | Источник водозабора | Объем водоподачи, км³ в год | Длина канала, км | Основное назначение | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *РСФСР, Центральный экономический район* | | | |
| Волга — Уводь | Волга | 0,3 | 79 | Водоснабжение г. Иваново | Реконструкция |
| | | *РСФСР, Поволжский экономический район* | | | |
| Куйбышевский | Волга | 1 | 475 | Орошение | II очередь |
| Волга — Дон | Волга | 5...5,5 | | Орошение | — |
| | | *РСФСР, Северо-Кавказский экономический район* | | | |
| Большой и Малый Зеленчуки — Кубань | Большой и Малый Зеленчуки | 1 | 30 | Подпитка Кубань-Калаусского канала | Одновременная реконструкция водохранилища Большое до объема 1,1 км³ |
| | | *РСФСР, Западно-Сибирский экономический район* | | | |
| Обь — Бурла | Обь, Новосибирское водохранилище | 0,7 | 31 | Орошение, обводнение р. Бурлы, рассоление озер | — |
| | | *Украинская ССР* | | | |
| Днепр — Донбасс | Днепр, Днепродзержинское водохранилище | 0,9 | 173 | Водоснабжение Центрального и Южного Донбасса, орошение 50 тыс. га | II очередь |
| Северо — Крымский | Днепр, Каховское водохранилище | 2 | 400 | Водоснабжение Крыма, Керчи, орошение | II очередь, реконструкция |
| Северский Донец — Донбасс | Северский Донец | 0,8 | 132 | Водоснабжение Донбасса | Реконструкция с одновременным регулированием р. Казенный Торец |
| Главный Каховский магистральный | Днепр, Каховское водохранилище | До 4,8 | 130 | Обводнение Приазовья, Южного Донбасса, малых рек, орошение | II очередь |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *Азербайджанская ССР* | | | |
| Комплекс: Куринский водопровод, III Бакинский водопровод | Кура, Самур-Дивичинский бассейн подземных вод | — | — | Водоснабжение полуострова Апшерон, Баку, Сумгаит | II очередь |
| Верхнеширванский | Кура, Мингечаурское водохранилище | 2,4 | 190 | Орошение | Реконструкция |
| Верхнекарабахский | Кура, Мингечаурское водохранилище | 3,6 | 172 | Орошение, подпитывание р. Аракс и Верхнеширванского канала | Реконструкция |
| | | *Белорусская ССР* | | | |
| Вилейско-Минская водная система | Вилия | 0,5...0,6 | 62 | Водоснабжение Минск, Молодечно, Заславль и др. | II очередь |
| | | *Казахская ССР* | | | |
| Чилик — Чемолган | Чилик, Бартогайское водохранилище | 0,9 | 170 | Водоснабжение Алма-Аты, обводнение малых рек, орошение | — |
| Нура — Сарысу | Нура | До 0,6 | — | Водоснабжение Джезказганского промышленного района, орошение, обводнение р. Сарысу | II очередь с водоводом до Джезказгана |
| Иртыш — Караганда | Иртыш | 3,5 | 458 | Водообеспечение промышленности Караганды и Джезказгана, регулярное орошение, лиманное орошение 24 тыс. га | Реконструкция и II очередь |
| | | *Узбекская ССР* | | | |
| Большой Наманганский | Нарын, Учкурганское водохранилище | 3,5 | 65 | Орошение, повышение водообеспеченности | II очередь |
| Паркентский | Чирчик, Газалкентское водохранилище | — | 70 | Водоснабжение Ташкента, орошение | — |
| Джизакзский магистральный | Сырдарья, Южно-Голодностепский канал | — | 95 | Орошение | — |
| Каршинский | Амударья | 3,5 | 165 | Орошение | II очередь |
| | | *Таджикская ССР* | | | |
| Дангаринский туннель | Вахш, Нурекское водохранилище | — | 13 | Орошение Дангаринской долины | — |

**4.13. Технико-экономические показатели территориального перераспределения воды каналами**

| Канал | Полезный объем перераспределяемого стока, км³/год[1] | Расход электроэнергии на м³ кВт·ч | Удельные капитальные вложения, коп/м³ | Стоимость подачи воды, коп/м³ | Приведенные затраты, коп/м³ |
|---|---|---|---|---|---|
| Каракумский I очередь Амударья — Мургаб | 1,3/3,5 | СК[2] | 2,5 | 0,27 | 0,58 |
| II очередь Амударья — Теджен | 2,6/4,7 | СК | 6,3 | 0,54 | 1,32 |
| III очередь Амударья — Геоктепе | 4,3/8,3 | СК | 11,7 | 0,98 | 2,44 |
| IV очередь Амударья — Казанджик | 7,5/13,5 | СК | 13,5 | 1,42 | 3,11 |
| Большой Ферганский | 2,22 | СК | 1,2 | — | — |
| Амубухарский | 1,84 | 0,32 | 9,9 | 0,50 | 1,74 |
| Каршинский магистральный | 3,3/5,25 | 0,51 | 15,6 | 0,94 | 2,89 |
| Иртыш — Караганда | 2,17 | 0,81 | 14,8 | 1,16 | 3,01 |
| Северский Донец — Донбасс | 0,59 | 0,75 | 22,6 | 1,35 | 4,17 |

[1] В знаменателе показан водозабор в голове канала. [2] Самотечный канал.

**4.14. Некоторые каналы по отведению коллекторно-дренажных вод**

| Наименование сброса | Союзные республики | Место сброса | Объем сброса воды, км³ |
|---|---|---|---|
| Коллектор Озерный | Узбекская | Саракамышская впадина | 1,86 |
| Южный (от Каршинского канала) | Узбекская | Оз. Султандаг | 0,91 |
| Деванкуль | Узбекская | Саракамышская впадина | 0,88 |
| Коллектор Амубухарского канала | Узбекская | Оз. Соленое | 0,54 |
| Сброс Варзоб ГЭС | Таджикская | 13 км от устья р. Варзоб (245 км Кафирнигана) | 0,37 |
| Центральный | Таджикская | 112 км от устья р. Вахш | 1,92 |
| Главный Левобережный | Туркменская | 745 км от устья р. Амударьи | 1,36 |

Основные показатели по объектам строительства и реконструкции приведены в таблице 4.12.

Для обеспечения эффективной работы каналов и систем внедряют новые методы и средства их технической эксплуатации, совершенствуется организация эксплуатационной службы.

Технико-экономические показатели перераспределения воды некоторыми крупными каналами приведены в таблице 4.13.

Важную роль в обеспечении функционирования мелиоративных систем играют каналы по отведению поверхностных сбросов и дренажных вод за пределы орошаемых массивов (табл. 4.14). Одновременно при этом обеспечи-

вается многократное использование воды. В то же время отведение дренажных вод в реки увеличивает минерализацию речных вод, что нежелательно для их последующего использования.

**Мероприятия по предотвращению вредного действия вод.** Вредное действие вод проявляется в результате наводнений, селей и дейгишей, волновых воздействий на берега морей и водохранилищ.

*Наводнения.* В нашей стране половодьем и паводками ежегодно затапливается 36...54 тыс. км²; площадь, находящаяся в зоне возможного затопления и подтопления, составляет около 500 тыс. км². Прямые учтенные ущербы, причиняемые наводнениями в многоводные годы, исчисляются сотнями миллионов рублей. Наибольший ущерб вызывают наводнения на Дальнем Востоке, в Закарпатье, в Западной Сибири, Белорусском и Украинском Полесье. Периодически затапливаются низовья Терека, Куры, Дуная, Сырдарьи, Амударьи и других рек. Крупный ущерб причиняют нагонные наводнения Ленинграду, подтапливаются и затапливаются города Брест, Кишинев, Орск, Улан-Удэ.

Защиту от наводнений территорий и населенных пунктов проводят комплексом мероприятий, сочетающим активные (регулирование стока как в русле, так и на водосборах) и пассивные (обвалование, выпрямительные и дноуглубительные работы) методы.

Локальные защитные мероприятия — это системы обвалования территорий и отдельных объектов. В СССР имеется около 200 систем обвалования с общей протяженностью дамб более 10 тыс. км. Этими системами защищается по ориентировочным расчетам около 9 млн. га сельскохозяйственных земель.

Противопаводковая роль водохранилища проявляется на территории бассейна реки, расположенного ниже по течению створа гидроузла.

Например, создание каскадов комплексных водохранилищ в бассейне Волги и на Днепре исключило угрозу возникновения наводнений в этих бассейнах. Строительство Мингечаурского водохранилища на Куре значительно снизило опасность наводнений в Куро-Араксинской низменности; противопаводковое назначение имеет и Краснодарское водохранилище на р. Кубани.

Крупнейшим объектом по борьбе с наводнениями является водохранилище Зейской ГЭС. Создание его положило конец наиболее разрушительным наводнениям. Среднегодовой ущерб от наводнений в бассейне Зеи уменьшился в 3 раза.

*Сели.* Основные селеопасные районы расположены в горных областях Средней Азии, Казахстана, Северного Кавказа, Закавказья, Крыма, Карпат, южной части Восточной Сибири. Всего выявлено более 6000 активных селевых бассейнов, где отмечено свыше 10 000 случаев прохождения селей.

Противоселевые мероприятия можно разделить на две группы: мероприятия по предотвращению формирования селей и мероприятия по борьбе с уже сформировавшимися селевыми потоками.

К первой группе относятся агролесомелиоративные меры, устройство водоотводных и водосбросных каналов, строительство запруд, подпорных стенок, порогов, террасирование склонов; ко второй — противоселевые ловушки, селеудерживающие плотины, обводные лотки и каналы.

На транзитных участках селеносных логов наиболее эффективным видом противоселевого сооружения следует считать поперечные преграды различных видов, которые подбирают в соответствии с видом селевого потока.

Примером успешного осуществления обширной программы противоселевых мероприятий является комплекс сооружений по защите Алма-Аты, расположенный на конусе выноса рек Большой и Малой Алмаатинок. Основное сооружение комплекса — селехранилище вместимостью 6 млн. м³ на р. Малая Алмаатинка, выше Медео. Селехранилище создано в 1966 г. каменно-набросной плотиной длиной 350 м, образованной в основном направленным взрывом. Плотина Медео успешно выдержала сель 1973 г., когда в селехранилище было задержано более 4 млн. м³ смеси воды, глины, песка и обломков горных пород. После ликвидации последствий селя комплекс противоселевой защиты был усилен наращиванием плотины еще на 35 м и сооружением водосбросных туннелей.

*Дейгиш.* Этот вид вредного воздействия вод связан с катастрофическим разрушением берегов реками блуждающего типа. Это явление ярко выражено на Амударье. Одной из основных причин размыва берега является поперечный свал потока к нему при наличии мелкопесчаного состава ложа русла, резких колебаний расходов и уровней воды, значительных уклонов и скоростей потока.

С целью защиты от дейгиша используются тяжелые и легкие маты для покрытия дна и откосов русла, деревянные сквозные и каменно-хворостяные шпоры, асфальтобетонные тюфяки и т. п. За 5 лет (1969—1973) затраты на берегозащитные работы по Амударье составили 4,3 млн. р. Недостатком берегозащитных сооружений являются большие (до 30% первоначальной стоимости) ежегодные затраты на их ремонт.

Наиболее радикальный способ защиты берегов от дейгиша — русловыпрямительные работы — отвод основного потока реки от размываемого берега в спрямляющее русло (прорезь).

*Абразия.* В результате волновых действий разрушаются берега морей и водохранилищ. Особенно сильно это явление проявляется на Черноморском побережье. Почти на всем протяжении береговой линии этого моря идет интенсивная переработка берегов, что угрожает народнохозяйственным объектам. В последние годы были предприняты меры по укреплению побережья путем строительства искусственных берегоукрепительных сооружений, ограничению некоторых видов работ (изъятие песка и гальки из береговой зоны и др.). Требуется проведение берегоукрепительных работ на Красноярском и других крупных водохранилищах. Существенной переработке, помимо Черноморского побережья, подвержены берега Азовского, Каспийского, Балтийского морей.

## 4.2. ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО СОЮЗНЫХ РЕСПУБЛИК И ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАЙОНОВ

Основные показатели, характеризующие современное состояние водного хозяйства РСФСР, приведены ниже.

| | |
|---|---|
| Экономически эффективный потенциал гидроэнергоресурсов, млрд. кВт·ч | 859,3 |
| Использование экономического потенциала гидроэнергоресурсов, млрд. кВт·ч | 200,6 |
| Существующие и строящиеся водохранилища объемом более 1 км³: | |
| число | 49 |
| полный объем, км³ | 891,7 |
| полезный объем, км³ | 413,6 |
| площадь водного зеркала, тыс. км² | 107,1 |
| Объем перераспределения речного стока крупными каналами, км³ | 26 |
| Использовано свежей воды из водных объектов в 1985 г., км³/год: | |
| всего | 101,5 |
| жилищно-коммунальное хозяйство | 13,6 |
| промышленность | 56,6 |
| сельское хозяйство | 25,7 |
| Охват городского населения централизованным водоснабжением, % | 89 |
| города | 98 |
| поселки городского типа | 85 |

Развитие водного хозяйства республики по территории неравномерно. Для европейской части характерна высокая зарегулированность речного сто-

ка, комплексное использование водных ресурсов, достаточно высокая кооперация водохозяйственных сооружений и относительно высокий уровень использования водных ресурсов. В азиатской части в силу обилия водных ресурсов наблюдается тенденция к их использованию экстенсивными методами и преобладание отраслевого развития водного хозяйства (в целях гидроэнергетики, промышленного водопользования и др.).

Ниже приводится характеристика развития водного хозяйства республики по отдельным экономическим районам.

*В Центральном и Центрально-Черноземном* экономических районах водохозяйственную обстановку определяет высокая концентрация промышленных объектов, расположенных на маловодных источниках, значительные сбросы в них сточных вод, широкое развитие орошения пригородных хозяйств и развитие животноводства на базе орошаемых пастбищ и сенокосов.

Основные водохозяйственные задачи региона — водообеспечение Московского промышленного узла. Местные водные ресурсы этих экономических районов в настоящее время, как правило, полностью использованы или будут использованы в ближайшее время.

В указанных экономических районах расположено 4 водохранилища объемом более 1 км³ с полным объемом 29,6 км³, полезным — 19,2 км³ и площадью водного зеркала — 5,2 тыс. км².

Подача волжского стока в Москву в объеме 2,3 км³ в год осуществляется по каналу им. Москвы, являющемуся одновременно важной транспортной магистралью (см. табл. 4.11). На водораздельном бьефе канала им. Москвы расположены Химкинское, Клязьминское, Пяловское, Акуловское, Пестовское, Ишкинское водохранилища. Полезный объем их, включая Иваньковское, — 1,46 км³.

Важнейшее значение в регионе имеет рационализация водопользования. Процент промышленного водооборота [вода оборотная (циркуляционная) — вода, использованная в технологическом процессе или для охлаждения продуктов и оборудования и после очистки и (или) охлаждения в градирнях или других сооружениях снова подаваемая для тех же целей] в Курской области составляет всего 30%, в Белгородской — 40%; отстает строительство очистных сооружений.

*Поволжский* экономический район специализируется на добыче и переработке нефти и попутного газа, нефтехимии, автостроении. Сельское хозяйство района характеризуется разнообразием направлений и занимает важное место в стране. Климатические условия определяют необходимость широкого развития орошения. Каскад волжских ГЭС составляет основу электроэнергетического хозяйства не только экономического района, но и всей европейской части СССР. Волга — крупная транспортная глубоководная магистраль длиной 2650 км (от Рыбинского гидроузла вниз по Волге, включая 20 км в дельте реки ниже г. Астрахани). В целом на бассейн приходится 60% грузооборота речного транспорта страны. Большую роль играет рыбное хозяйство, связанное с Каспийским морем, дающим до 90% мирового улова осетровых.

Основная водохозяйственная проблема территории — увязка противоречивых интересов отраслей-водопользователей, использующих водные ресурсы одного водоисточника — Волги.

Особое место в Поволжье занимает охрана от загрязнения Волги.

В экономическом районе существует и строится 6 водохранилищ объемом более 1 км³ с полным объемом 120,6 км³, полезным — 52,7 км³ и площадью водного зеркала — 13,3 тыс. км².

В пределах рассматриваемой территории Волга зарегулирована тремя водохранилищами комплексного назначения — Куйбышевским, Саратовским и Волгоградским (см. табл. 4.8).

Общая схема основных водохозяйственных объектов Центрального, Волго-Вятского, Поволжского и Уральского экономических районов приведена на рисунке 4.3.

*Волго-Вятский* экономический район специализируется на машиностроении, химической промышленности, заготовке и переработке леса. Волга, при-

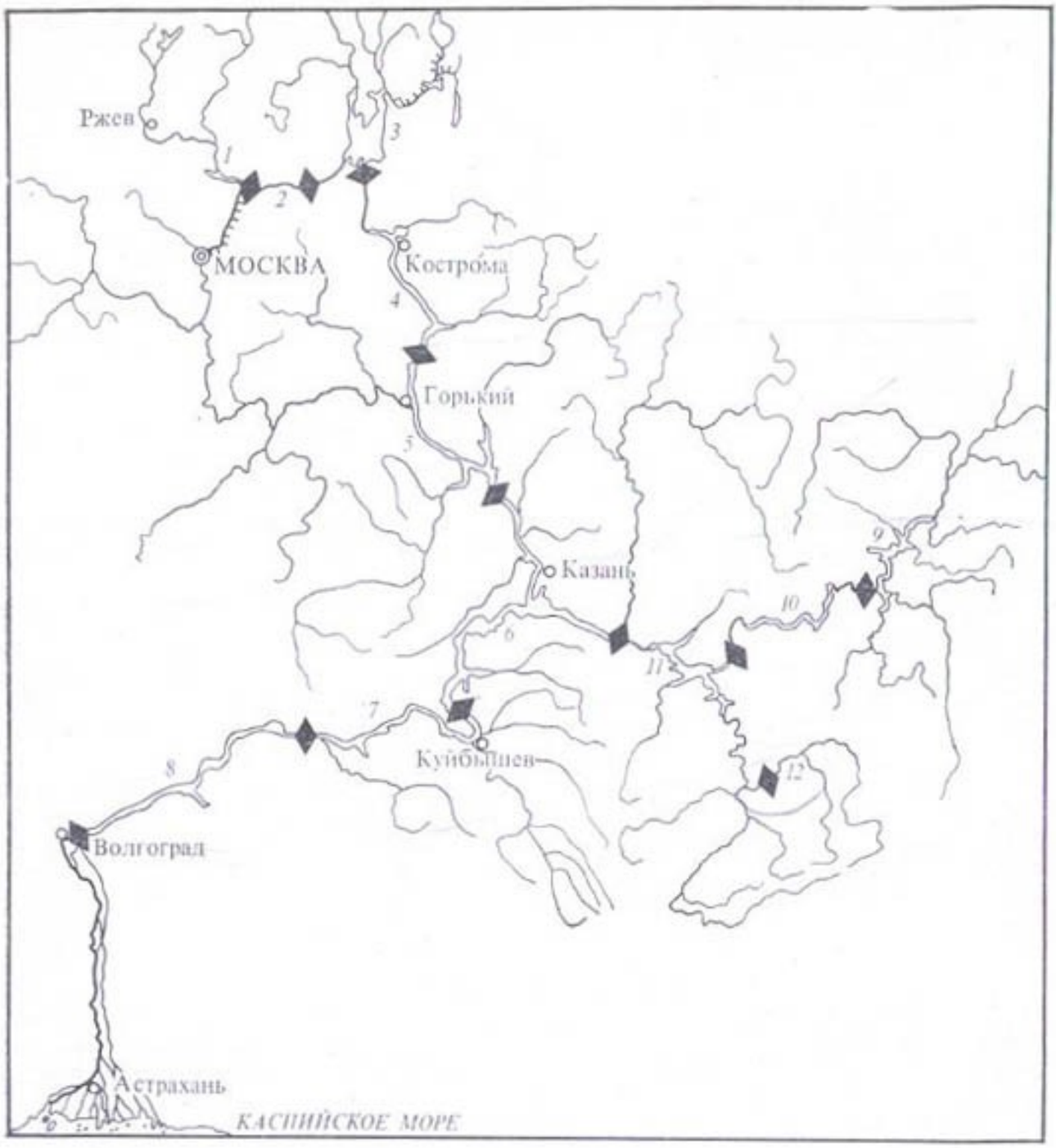



Рис. 4.3. Основные водохозяйственные объекты Центрального, Волго-Вятского, Поволжского и Уральского экономических районов:

водохранилища: *1* — Иваньковское; *2* — Угличское; *3* — Рыбинское; *4* — Горьковское; *5* — Чебоксарское; *6* — Куйбышевское; *7* — Саратовское; *8* — Волгоградское; *9* — Камское; *10* — Воткинское; *11* — Нижнекамское; *12* — Павловское

нимающая в пределах региона крупный приток Оку, обеспечивает району широкие водно-транспортные связи.

Население и промышленность в настоящее время и в перспективе обеспечиваются водой из Волги и Оки. Основная водохозяйственная задача региона — доведение качества сбрасываемых стоков городов и промышленности до нормативов.

В экономическом районе расположено два водохранилища объемом более 1 км³ с полным объемом 22,7 км³, полезным — 8,5 км³ и площадью водного зеркала — 3,8 тыс. км².

Характерная черта водопользования экономического района — концентрация более 60% потребления свежей воды в Горьковской области. На промышленных предприятиях развиты оборотные системы водопользования, что позволило сократить потребление свежей воды при увеличении выпуска продукции.

*Уральский* экономический район сформировался как разносторонний хозяйственный комплекс. Большие запасы полезных ископаемых обусловили развитие черной и цветной металлургии, тяжелого машиностроения, лесной, горно-химической промышленности. Формируется оренбургский газопромышленный комплекс. В сельском хозяйстве преобладает зерновое направление и животноводство.

Развитие народного хозяйства района, кроме западной части, происходило в условиях маловодных источников, и в настоящее время около 30 промышленных узлов испытывают недостаток воды. В маловодные годы имеет место недополив при орошении земель в хозяйствах Среднего и Южного Урала.

По объему промышленного водопотребления (31,5 км³/год) Урал занимает первое место среди экономических районов страны. Потребление свежей воды в промышленности составляет 19%, а доля водооборота — 81%, что на 30% выше среднереспубликанских показателей. В крупных промышленных центрах Среднего и Южного Урала доля водооборота — свыше 90%, в то время как на Западном Урале, обеспеченном водными ресурсами Камы, не превышает 50%.

Суммарная полная емкость водохранилищ в регионе составляет около 30 км³, большая часть которой сосредоточена в Камских водохранилищах. Имеются большие резервы для регулирования местного стока. Всего в регионе насчитывается 54 водохранилища.

В 37 городах Уральского экономического района введены в эксплуатацию сооружения биологической очистки, на промышленных предприятиях построено около 400 водоохранных объектов.

*Северо-Кавказский* экономический район отличается многоотраслевым сельским хозяйством, специализирующимся на выращивании зерновых и масличных культур, в животноводстве. Из отраслей промышленности развито энергетическое, сельскохозяйственное, транспортное машиностроение, топливная, пищевая, легкая отрасли.

Климатические особенности района, плодородные почвы, значительный гидроэнергетический потенциал, развитие промышленных центров, речного транспорта, рыбного хозяйства Азовского и Терско-Каспийского рыбопромысловых районов определяют значительную потребность в водных ресурсах. В то же время Северный Кавказ относится к районам с низкой водообеспеченностью.

Водные ресурсы уже в настоящее время не могут полностью покрыть заявки на воду всех отраслей народного хозяйства, удовлетворить экологические требования к состоянию водоемов. Одна из задач водного хозяйства на Северном Кавказе — борьба с загрязнением водоисточников. Наряду с промышленными сточными водами источником загрязнения рек является сток с сельскохозяйственных угодий как богарного, так и орошаемого земледелия.

Речной сток равнинной части территории в значительной степени зарегулирован. Кроме Цимлянского водохранилища, здесь имеется 12 водохранилищ (полным объемом свыше 100 млн. м³ каждое) (табл. 4.8). В числе этих водохранилищ имеется 4 наиболее крупных водохранилища объемом более 1 км³ с полным суммарным объемом 31 км³, полезным — 15,8 км³ и площадью водного зеркала — 4 тыс. км².

Распределение водных ресурсов по территории неравномерное, что вызвало развитие систем территориального перераспределения речного стока (табл. 4.11). Протяженность крупных магистральных каналов экономического района превышает 1100 км, по ним передается свыше 16 км³/год. Основные водохозяйственные объекты показаны на рис. 4.4.

*Северо-Западный экономический* район характеризуется развитием точного машиностроения, судостроения, лесной, деревообрабатывающей, горно-химической, рыбной отраслей промышленности. Сельское хозяйство специализируется на овощеводстве, льноводстве, молочном животноводстве.

Потребности народного хозяйства в настоящее время и в перспективе обеспечены водными ресурсами. Речной сток района зарегулирован (см. табл. 4.8). Густота расположения водохранилищ в Карелии и Мурманской области наибольшая по сравнению с другими регионами.

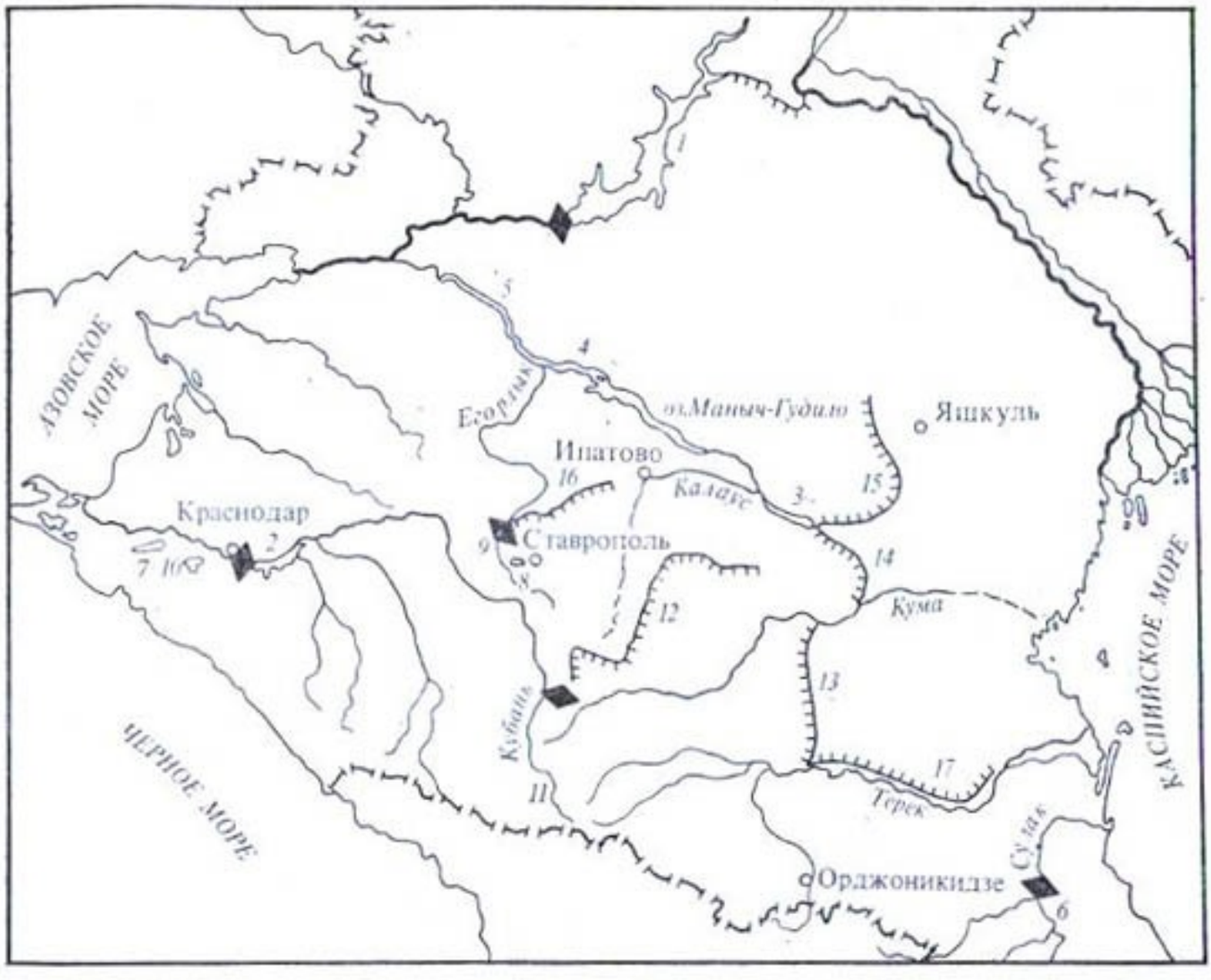



Рис. 4.4. Основные водохозяйственные объекты Северо-Кавказского экономического района:

водохранилища: *1* — Цимлянское; *2* — Краснодарское; *3* — Чограйское; *4* — Пролетарское; *5* — Веселовское; *6* — Чиркейское; *7* — Варнавинское; *8* — Сенгилеевское; *9* — Новотроицкое; *10* — Крюковское; *11* — Большое; каналы: *12* — Большой Ставропольский; *13* — Терско-Кумский; *14* — Кумо-Манычский; *15* — Черноземельский; *16* — Право-Егорлыкский; *17* — им. Ленина

В экономическом районе расположены крупные каналы транспортного назначения, имеющие союзное значение (см. табл. 4.11).

Развитие водного хозяйства района связано прежде всего с охраной природных вод от загрязнения. Необходимы очистка сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий, ускоренное строительство объектов по очистке сточных вод, водного транспорта, расчистка русл от донных отложений.

Крупным объемом водохозяйственного строительства экономического района является система сооружений по защите Ленинграда от наводнений.

*Западно-Сибирский* экономический район специализируется на добыче нефти и газа, развиты черная и цветная металлургия, машиностроение, химия. В сельском хозяйстве преобладает зерновое хозяйство и животноводство. Важное значение имеет рыбное хозяйство бассейна Оби.

Большая часть территории избыточно увлажнена, водные ресурсы обеспечивают потребности в воде народного хозяйства. В степной части экономического района стоит проблема водообеспечения орошаемого земледелия и промышленных узлов, а также обводнения территории. Загрязнение вод вызывается сбросом стоков промышленных узлов в верхнем и среднем течении Оби, Иртыша и их притоков, а также поступлением в реки неорганизованных нефтесодержащих стоков территории газовых и нефтяных месторождений.

Речной сток крупных рек региона зарегулирован водохранилищами комплексного назначения, осуществляющими сезонное и многолетнее регулирование (см. табл. 4.8). Крупнейшие объекты — Новосибирское водохранилище на Оби и Бухтарминское на Иртыше.

Объекты территориального перераспределения стока приурочены к южной зоне экономического района. К действующим объектам относится Кулундинский магистральный канал (см. табл. 4.11).

Наиболее крупные строящиеся объекты: Шульбинский гидроузел на Иртыше и Крапивинский — на Томи. Последний строится для разбавления загрязненных сточных вод Кузбасса. Для водообеспечения промышленных узлов рекомендуется дальнейшее регулирование местного стока (водохранилища на реках Бачаты, Барзас, Томь-Чумыш, Яя суммарным полезным объемом 0,11 км³). Для улучшения санитарного состояния р. Томи и повышения водообеспеченности Новокузнецка строят Южно-Кузбасское водохранилище на р. Кондоме полезным объемом 0,68 км³ (см. табл. 4.9).

*Восточно-Сибирский* и *Дальневосточный* экономические районы специализируются на энерго- и водоемкой продукции; развиты цветная металлургия, химическая и целлюлозно-бумажная промышленность. Основу народного хозяйства составляют уникальные гидроэнергетические ресурсы.

Водохозяйственные проблемы региона связаны с дальнейшим освоением гидроэнергетического потенциала рек и борьбой с наводнениями. При наличии значительных по объему водных ресурсов в отдельных районах региона возникает проблема водообеспечения промышленных узлов в связи с тем, что небольшие водотоки зимой промерзают до дна, а подземные воды труднодоступны.

Основные показатели существующих водохранилищ рассматриваемых экономических районов приведены в таблице 4.8. В Восточно-Сибирском экономическом районе существует и строится 7 водохранилищ объемом более 1 км³ с полным объемом 397,9 км³, полезным — 165,6 км³ и площадью водного зеркала — 46,3 тыс. км².

В Дальневосточном экономическом районе существует и строится 5 водохранилищ объемом более 1 км³ с полным объемом 142,4 км³, полезным — 68 км³ и площадью водного зеркала — 5,9 тыс. км².

Гидроэнергетические объекты Восточно-Сибирского экономического района показаны на рисунке 4.5.

Крупной водохозяйственной проблемой региона является сохранение чистоты озера Байкал.

**Украинская ССР** — развитая в промышленном и сельскохозяйственном отношении республика. Здесь осуществляется добыча угля, железной и марганцевой руд, расположены крупные предприятия черной металлургии, химической, пищевой промышленности.

Климатические условия республики определили широкое развитие орошения. Наличие водоемких отраслей народного хозяйства обусловило интенсивное использование водных ресурсов.

Основные водохозяйственные характеристики республики приведены ниже.

| | |
|---|---|
| Экономически эффективный потенциал гидроэнергоресурсов, млрд. кВт·ч | 17 |
| Использование экономического потенциала гидроэнергоресурсов, млрд. кВт·ч | 10,2 |
| Существующие и строящиеся водохранилища объемом более 1 км³ (с учетом водохранилищ Молдавской ССР): | |
| число | 9 |
| полный объем, км³ | 56,1 |
| полезный объем, км³ | 26,4 |
| площадь водного зеркала, тыс. км² | 9,5 |
| Объем речного стока, перераспределяемый крупными каналами, км³ | 12 |
| Использовано свежей воды из водных объектов в 1986 г., км³/год: | |
| всего | 30,9 |
| жилищно-коммунальное хозяйство | 4,4 |
| промышленность | 15,7 |
| сельское хозяйство | 10,8 |

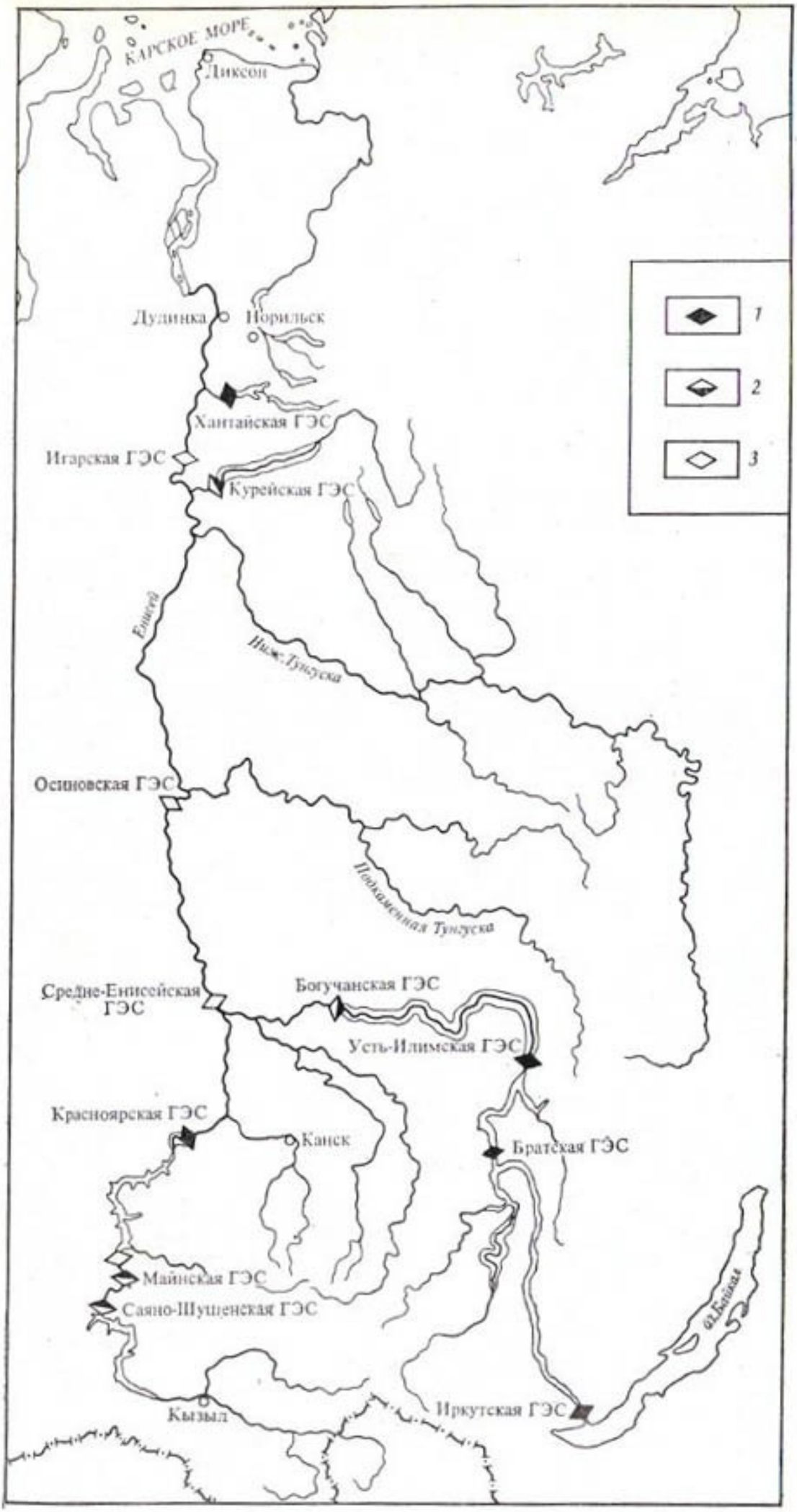



**Рис. 4.5. Гидроэнергетические объекты Восточно-Сибирского экономического района:**

***1* — существующие; *2* — строящиеся; *3* — проектируемые**

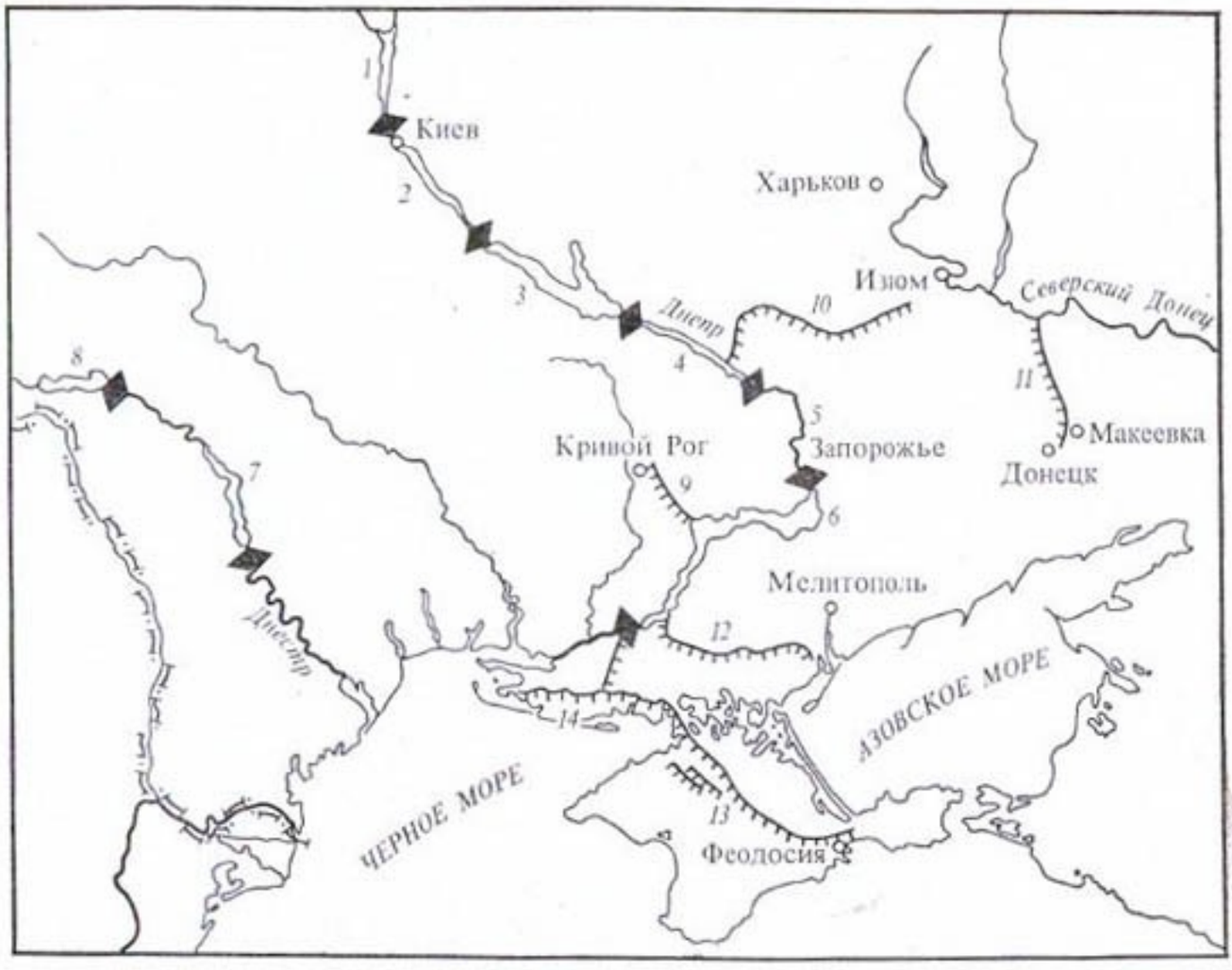



Рис. 4.6. Основные водохозяйственные объекты Украинской ССР и Молдавской ССР:

водохранилища: *1* — Киевское; *2* — Каневское; *3* — Кременчугское; *4* — Днепродзержинское; *5* — Днепровское; *6* — Каховское; *7* — Дубоссарское; *8* — Днестровское (Могилев-Подольское); каналы: *9* — Днепр — Кривой Рог; *10* — Днепр — Донбасс; *11* — Северский Донец — Донбасс; *12* — Главный Каховский магистральный; *13* — Северо-Крымский; *14* — Красноармейский магистральный

Основная водохозяйственная проблема республики — необходимость повышения водообеспеченности отраслей народного хозяйства. К дефицитным по водным ресурсам относятся Донбасс, Крым, Приазовье, Криворожье, районы Харьковского промышленного узла.

Для территории Украины актуальна борьба с «тепловым» загрязнением водохранилищ. Основное направление этой борьбы — утилизация сбросных вод тепловых электростанций в рыбоводческих хозяйствах.

Сток основных рек республики в значительной степени зарегулирован (см. табл. 4.8). На Днепре функционирует каскад из шести гидроузлов комплексного назначения. На притоках Днепра расположены небольшие водохранилища с суммарной полезной емкостью свыше 1 км³, имеется около 13 тыс. прудов в основном рыбохозяйственного назначения с рабочим объемом 0,8 км³ при полном объеме 1,5 км³.

Водохозяйственная схема бассейнов Днепра и Днестра приведена на рисунке 4.6.

Повышение водообеспеченности южной части Украины наиболее эффективно путем реконструкции существующих водохранилищ и уменьшения расходов воды, используемых на санитарные попуски.

**Молдавская ССР** — крупный производитель сельскохозяйственной продукции, где ведущими направлениями являются садоводство и производство зерновых и технических культур. Из отраслей промышленности преобладает пищевая, развивается машиностроение, химическая и легкая отрасли промышленности.

Климатические условия республики определили развитие орошения. Существующие оросительные системы в основном инженерного типа: широко

распространены закрытые трубопроводы, лотки, каналы в бетонной облицовке. Внедряются автоматизированные и полуавтоматизированные системы орошения с поливом дождеванием.

Экономический эффективный потенциал гидроэнергоресурсов Молдавской ССР составляет 07, млрд. кВт·ч.

В 1986 г. на нужды народного хозяйства республики было использовано 4 км³ свежей воды из водных объектов, в том числе 0,23 км³ жилищно-коммунальным хозяйством, 2,7 км³ — промышленностью и 10,1 км³ — сельским хозяйством.

По обеспеченности водными ресурсами на одного человека республика занимает одно из последних мест в стране. Низка обеспеченность здесь подземными водами. Проблема водообеспечения хозяйства очень остра. Одновременно актуальна борьба с наводнениями на Днестре и Пруте. В республике возведено свыше 1000 км дамб обвалования.

Обе указанные проблемы решаются созданием водохранилищ. В республике имеется три больших водохранилища на Днестре и Пруте (см. табл. 4.8).

**Белорусская ССР** — республика с развитой промышленностью и многоотраслевым сельским хозяйством. Здесь развиты машиностроение, химическая, пищевая, нефтехимическая, деревообрабатывающая, легкая отрасли промышленности.

Республика характеризуется избыточным увлажнением и в целом обеспечена водными ресурсами. Экономически эффективный потенциал гидроэнергоресурсов составляет 0,9 млрд. кВт·ч.

В 1986 г. на нужды народного хозяйства республики было использовано 2,7 км³ свежей воды из водных источников, в том числе 0,6 км³ жилищно-коммунальным хозяйством, 1,1 км³ — промышленностью, 1 км³ — сельским хозяйством.

Водохозяйственные проблемы связаны с водообеспечением развития народного хозяйства и защитой территорий от наводнений. Обе проблемы решаются дальнейшим регулированием речного стока.

В республике имеется одно крупное Заславльское водохранилище на р. Свислочь (см. табл. 4.8). Действуют два крупных канала комплексного назначения — Днепровско-Бугский канал и Вилейско-Минская водная система (см. табл. 4.11).

В республике осуществляется и намечается в больших масштабах регулирование местного стока. В настоящее время существуют и строятся 95 водохранилищ с суммарным объемом 0,8 км³.

Проблема качества поверхностных вод в республике решается строительством новых и улучшением работы существующих очистных сооружений, использованием сточных вод на полях орошения, повторным использованием их в промышленности.

*Прибалтийский экономический район* (Литовская ССР, Латвийская ССР, Эстонская ССР) характеризуется многоотраслевой промышленностью и развитым сельским хозяйством. Из отраслей промышленности развито машиностроение, химическая, целлюлозно-бумажная, стройматериалов, легкая, пищевая, сланцевая и сланцеперерабатывающая (в ЭССР). Сельское хозяйство имеет мясо-молочное направление.

Территория экономического района относится к зоне избыточного увлажнения и характеризуется густой сетью рек, озер и болот. В целом водопотребление республик в настоящее время и в перспективе обеспечено водными ресурсами.

Экономически эффективный потенциал гидроэнергоресурсов составляет 6,2 млрд. кВт·ч.

В 1986 г. на нужды народного хозяйства экономического района было использовано 6,7 км³ свежей воды из водных объектов, в том числе 0,6 км³ — жилищно-коммунальным хозяйством, 5,3 км³ — промышленностью и 0,8 км³ — сельским хозяйством.

Водохозяйственные проблемы региона связаны с водобеспечением крупных городов и мелиоративных систем двухстороннего регулирования водного режима почв и охраной природных вод от загрязнения. Важнейшей проблемой является осушение избыточно увлажненных земель.

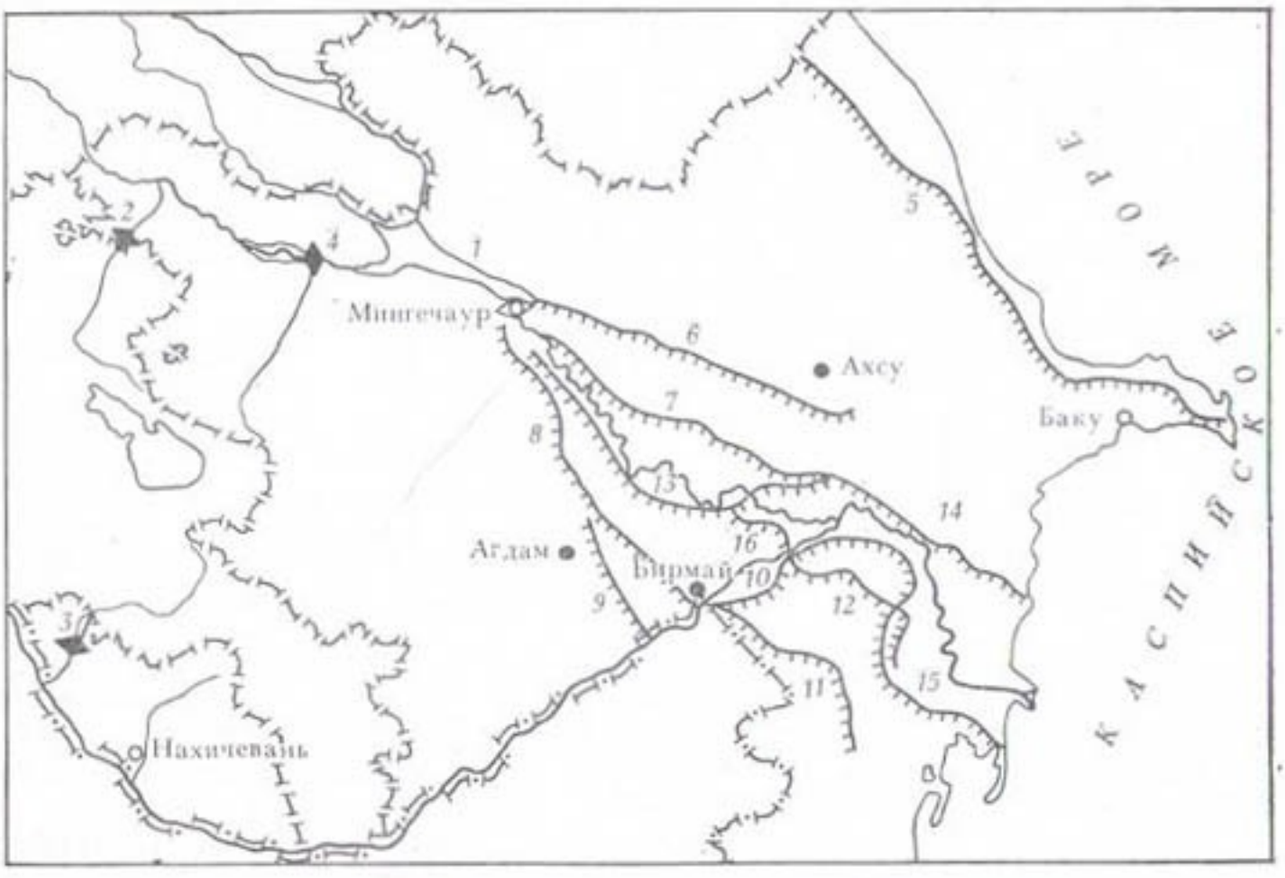



Рис. 4.7. Основные водохозяйственные объекты Азербайджанской ССР:
водохранилища: *1* — Мингечаурское; *2* — Акстафачайское; *3* — Арпачайское; *4* — Шахморское (строится). Каналы: *5* — Самур-Апшеронский; *6* — Верхне-Ширванский; *7* — Нижне-Ширванский; *8* — Верхне-Карабахский; *9* — им. Орджоникидзе; *10* — Главный Муганский; *11* — Азизбековский; *12* — им. Ленина; коллекторы: *13* — Мильско-Карабахский; *14* — Главный Ширванский; *15* — Мугано-Сальянский; *16* — Главный левобережный

Водохозяйственные проблемы региона связаны с дальнейшим освоением гидроэнергетических ресурсов, водообеспечением орошаемых земель и крупных городов, а также осушением заболоченных земель на западе Грузии. Важная проблема территории — борьба с наводнениями. Требует решения проблема охраны природных вод от загрязнения. Важным является сохранение природно-хозяйственного комплекса озера Севан.

Основные показатели существующих крупных водохранилищ Закавказского экономического района приведены в таблице 4.8.

В Грузинской ССР к числу относительно крупных водохранилищ относятся Сионское на р. Иори и Храмское на р. Храми. Крупнейшие водохозяйственные объекты Азербайджанской ССР — Мингечаурское водохранилище на р. Куре, снабжающее водой основные магистральные каналы и Араксинское на р. Аракс. Построен ряд других водохранилищ на притоках р. Куры.

В Армянской ССР имеется относительно крупное Арпаличское водохранилище на р. Ахурян, созданы также Апарянское на реке Касах (емкость 0,09 км³), Карнутское (емкость 0,024 км³), Манташское на р. Манташ (емкость 0,007 км³) и др. Около 30 небольших русловых водохранилищ общей емкостью 0,01 км³ расположено в горах.

Объекты территориального перераспределения речного стока сосредоточены в основном в Азербайджанской ССР (см. табл. 4.11 и рис. 4.7), где перераспределяется 7,67 км³/год речного стока. Крупными каналами являются: Мугано-Сальянский магистральный сброс, Главный Ширванский и Мильско-Карабахский коллекторы для отвода дренажных вод в Каспийское море.

В экономическом районе ведется активное водохозяйственное строительство (см. табл. 4.9 и 4.12).

Возможности дальнейшего регулирования стока республики велики.

Проблема озера Севан связана с интенсивным использованием водных ресурсов озера в 40-е и 50-е годы. В результате уровень озера был сработан на 18 м, что вызвало снижение уровня грунтовых вод прибрежной зоны,

разрушение структуры почвы, потребовало осушения отдельных болот, образовавшихся при сработке уровня воды в озере почти по всему контуру Большого Севана, и работ по укреплению устьевых участков рек, впадающих в Севан.

Для сохранения стокорегулирующего значения озера Севан, его рекреационной ценности, экосистемы и охраны природы в прибрежной зоне разработан ряд мероприятий по повышению уровня воды в озере: с 1977 г. гидроэлектростанции Севан-Раздансного каскада работают только по ирригационному графику; зимние попуски на нужды энергетики прекращены. Завершено строительство тоннеля Арпа — Севан, переброска вод по которому совместно с другими переброскими обеспечит подъем уровня озера.

*Среднеазиатский экономический район* (Узбекская ССР, Таджикская ССР, Киргизская ССР, Туркменская ССР) — основная база хлопководства и шелководства страны. Из отраслей промышленности развиты горнодобывающая, электроэнергетическая, нефте- и газодобыча, топливная, цветная металлургия, машиностроение, химическая, нефте- и газопереработка, легкая, пищевая.

Водные ресурсы речного стока региона ограничены и сосредоточены в основном в бассейнах Сырдарьи и Амударьи. Из среднеазиатских республик наиболее обеспечена собственными водными ресурсами Киргизская ССР, наименее — Туркменская ССР.

Основные водохозяйственные характеристики Среднеазиатского экономического района приведены ниже.

| | |
|---|---|
| Экономически эффективный потенциал гидроэнергоресурсов млрд. кВт·ч | 146 |
| Существующие и строящиеся водохранилища объемом более 1 км³: | |
| число | 11 |
| полный объем, км³ | 68,7 |
| полезный объем, км³ | 47 |
| площадь водного зеркала, тыс. км² | 3,6 |
| Объем перераспределения речного стока крупными каналами, км³ | 78,4 |
| Использовано свежей воды из водных объектов в 1986 г., км³/год: | |
| всего | 84,27 |
| жилищно-коммунальным хозяйством | 2,6 |
| промышленностью | 9,44 |
| сельским хозяйством | 72,23 |

Важнейшая водохозяйственная проблема региона — водообеспечение орошаемого земледелия. Острой является проблема качества природных вод, связанная как со сбросом недостаточно очищенных сточных вод, так и с поступлением в реки минерализованных и содержащих пестициды коллекторно-дренажных сбросов. Экологические проблемы региона связаны с Аральским морем и озером Иссык-Куль.

Речной сток основных рек региона Сырдарьи и Амударьи в значительной степени зарегулирован. Полезный объем существующих крупных водохранилищ (свыше 100 млн. м³) превышает 30 км³, а строящихся — 20 км³ (см. табл. 4.8).

В Узбекской ССР построено 12 крупных водохранилищ, самые большие из них — Чарвакское на р. Чирчик, Каттакурганское на р. Зеравшан и Южно-Сурханское на р. Сурхандарье.

В Таджикской ССР расположены два крупных водохранилища — Нурекское на р. Вахш и Кайраккумское — на Сырдарье.

В Киргизской ССР расположено самое крупное в Средней Азии водохранилище многолетнего регулирования речного стока — Токтогульское на р. Нарын. Крупными водохранилищами республики являются Кировское и Ортотокойское. Всего здесь действует 35 водохранилищ.

В Туркменской ССР крупные водохранилища созданы на Каракумском канале, из них самое большое — Хауз-Ханское.

Система территориального перераспределения речного стока региона сформировалась для водообеспечения орошения (см. табл. 4.13).

Среднеазиатский регион — территория крупного водохозяйственного строительства для повышения водообеспеченности земель существующего орошения и орошения новых земель, а также в целом — комплексного использования водных ресурсов (см. табл. 4.11, 4.12, 4.13).

**Казахская ССР** характеризуется многоотраслевой промышленностью. В республике развиты машиностроение и металлообработка, черная и цветная металлургия, химическая, пищевая, легкая отрасли промышленности. Основными направлениями сельского хозяйства республики являются производство товарного зерна, шерсти и мяса. В южных районах развито рисосеяние.

Водные ресурсы речного стока ограничены и сосредоточены в основном по периферии республики. Значительные районы Центрального и Западного Казахстана не имеют постоянной речной сети. Потребности народного хозяйства определили широкое развитие водохозяйственного строительства.

Основные хозяйственные характеристики Казахской ССР приведены ниже.

| | |
|---|---|
| Экономически эффективный потенциал гидроэнергоресурсов, млрд. кВт·ч | 27 |
| Существующие и строящиеся водохранилища объемом более 1 км³: | |
| число | 4 |
| полный объем, км³ | 85,9 |
| полезный объем, км³ | 43,6 |
| площадь водного зеркала, тыс. км² | 8,5 |
| Объем перераспределения речного стока крупными каналами, км³ | 9,4 |
| Использовано свежей воды из водных объектов в 1986 г., км³/год: | |
| всего | 31,2 |
| жилищно-коммунальным хозяйством | 1,2 |
| промышленностью | 6,9 |
| сельским хозяйством | 23,1 |

Водохозяйственные проблемы республики связаны с водоснабжением промышленных узлов, развитием орошения в Южной зоне, а также с ухудшением качества водных ресурсов, вызванных как сбросом недостаточно очищенных сточных вод, так и поступлением в реки минерализованных коллекторно-дренажных вод. Экологической проблемой в республике является проблема озера Балхаш. Актуальна для этой территории проблема борьбы с селевыми потоками.

В республике имеется 19 водохранилищ с полным объемом более 100 млн. м³ каждое (см. табл. 4.8). Реки Тобол и Нура полностью зарегулированы. Крупнейшие водохранилища республики — Бухтарминское на Иртыше и Чардарьинское на Сырдарье.

Территориальное перераспределение речного стока осуществляется 11 магистральными каналами, из которых крупнейшим является Иртыш — Караганда (см. табл. 4.13).

Проблема обводнения пастбищ решается использованием подземных вод. В республике построены десятки тысяч скважин и шахтных колодцев, однако использование подземных вод для орошения и обводнения все еще недостаточно, хотя прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных и слабосолоноватых подземных вод оценены в 30...45 км³/год.

В республике развернуты работы по противоселевой защите, в частности Алма-Аты.

# Глава 5. УЧАСТНИКИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

## 5.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

*Водохозяйственный комплекс* — совокупность предприятий различных отраслей народного хозяйства, совместно использующих водные ресурсы одного речного бассейна.

Установленное Основами понятие «Водопользователь» может быть условно разделено на две группы: первая — предприятия, которые существенную часть вовлекаемой в технологический процесс воды расходуют безвозвратно, и вторая — не изымающая воду из водного объекта, но нуждающаяся для своей производственной деятельности в поддержании определенных уровней, расходов и качества воды в водном объекте.

Ниже дано условное распределение участников водохозяйственного комплекса по группам.

| Водопотребители | Водопользователи |
|---|---|
| Коммунальное хозяйство городов | Гидроэнергетика |
| Промышленность | Судоходство (регулярное, весеннее экспедиционное) |
| Теплоэнергетика и атомная энергетика | Лесосплав |
| Сельское хозяйство: | Рыбное хозяйство внутренних водоемов |
| водоснабжение сельских населенных мест и животноводческих ферм | Водные и прибрежные рекреации |
| обводнение пастбищ | Осушение земель |
| орошение земель | Пойменное луговодство |
| увлажнение осушенных земель | Водные экосистемы (природоохранные попуски) |
| влагозадержание на неорошаемых землях | Здравоохранение (санитарные попуски) |
| Прудовое рыбоводство | |

В водопотребление входит не только использование воды непосредственно потребителем, но и потери воды на испарение и фильтрацию из водохранилищ и каналов.

С точки зрения использования и охраны водных ресурсов производственная деятельность водопотребителей характеризуется:

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

*забором свежей воды* — водозабором из водного объекта;

*забором оборотной воды* — водозабором из системы замкнутого водоснабжения;

*водоотведением* — сбросом в водный объект;

*безвозвратным водопотреблением* — забором свежей воды за вычетом водоотведения;

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

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

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

Из всех участников водохозяйственного комплекса наибольший удельный вес по объему используемой воды, особенно в районах засушливого климата, имеет сельское хозяйство. Доля основных участников водохозяйственного комплекса в водопотреблении показана в таблице 6.1 (гл. 6).

Важная особенность участников водохозяйственного комплекса — взаимное несовпадение требований к режиму водоисточника во времени.

Для большинства отраслей желательно увеличение полезных емкостей водохранилища, в то же время для рыбоводных объектов и рекреационных учреждений требуется уменьшение высоты призмы сработки этих водохранилищ.

При недостаточных водных ресурсах вступают в действие ограничения расчетной обеспеченности (см. 6.5).

Водопотребление в годы, лежащие за пределами расчетной обеспеченности, ограничивают, не нанося значительно ущерба участникам водохозяйственного комплекса.

Участники водохозяйственного комплекса должны выполнять правила охраны вод. Эффективность водоохранной деятельности определяет величину санитарного расхода реки (в соответствии с Правилами охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами, утвержденными Минводхозом СССР, Минздравом СССР и Минрыбхозом СССР (1974 г.) принимают, как минимум, средний месячный расход наименее водного месяца в год с естественной водностью 95%-ной обеспеченности).

## 5.2. ВОДОСНАБЖЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

На долю коммунального и промышленного водоснабжения приходится соответственно 23 и 48 км³ в год забора свежей воды, что в сумме составляет около 35% соответствующего показателя по СССР в целом. Доля безвозвратного водопотребления этих двух участников водохозяйственного комплекса сравнительно невелика и составляет 6,5 км³ в год для коммунального хозяйства и 18 км³ в год для промышленности (в сумме 11% безвозвратного водопотребления всего народного хозяйства страны).

Среди промышленных водопотребителей на долю шести отраслей (черная металлургия, химическая промышленность, машиностроение, целлюлозно-бумажная промышленность, цветная металлургия и нефтехимия) приходится 65% потребления свежей воды.

В связи с тем что промышленные предприятия в подавляющем большинстве расположены в городах, получили распространение объединенные промышленно-коммунальные системы водоснабжения. Это во многих случаях приводит к расходованию промышленными предприятиями больших количеств воды питьевого качества. В настоящее время промышленные предприятия расходуют из коммунальных водопроводов около 30% всей суточной водоподачи городских водопроводов. В отдельных городах страны на технологические нужды промышленных предприятий используется до 60...70% общего объема воды питьевого качества.

**Удельное водопотребление в коммунальном хозяйстве.** При проектировании систем водоснабжения населенных пунктов удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственные нужды на 1 жителя (л/сут) принимают в зависимости от степени благоустройства районов жилой застройки:

| | |
|---|---|
| застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией без ванн | 125...160 |
| то же, с ваннами и местными водонагревателями | 160...230 |
| то же, с централизованным горячим водоснабжением | 230...350 |

Для районов застройки зданиями с водопользованием из водозаборных колонок удельное среднесуточное (за год) водопотребление на одного жителя принимают 30...50 л/сут.

Удельное водопотребление включает расход воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в общественных зданиях (по классификации, принятой в СНиП 2.04.02—84), за исключением расхода воды для домов отдыха, санаториев и пионерских лагерей.

Выбор удельного водопотребления в пределах, указанных выше, зависит от природно-климатических условий, мощности источника водоснабжения и качества воды, степени благоустройства, этажности застройки, уклада жизни населения и других местных условий.

Количество воды на нужды местной промышленности, обслуживающей население, и неучтенные расходы при соответствующем обосновании допускается принимать дополнительно в размере 10...20% от суммарного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды населенного пункта.

Для районов (микрорайонов), застроенных зданиями с централизованным горячим водоснабжением, непосредственный отбор горячей воды из тепловой сети принимают в среднем за сутки 40% общего расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды и 55% этого расхода в час максимального водоразбора. При смешанной застройке следует исходить из численности населения, проживающего в указанных зданиях.

Удельное водопотребление в населенных пунктах с числом жителей свыше 1 млн. чел. допускается увеличивать при обосновании в каждом конкретном случае.

Расчетные расходы наибольшего и наименьшего водопотребления определяют по формулам, м³/сут:

$$Q_{\text{сут.max}} = K_{\text{сут.max}} Q_{\text{сут.m}};$$

$$Q_{\text{сут.min}} = K_{\text{сут.min}} Q_{\text{сут.m}}, \qquad (5.1)$$

где $K_{\text{сут. max}}$, $K_{\text{сут. min}}$ — максимальный и минимальный коэффициент суточной неравномерности водопотребления, принимают $K_{\text{сут. max}}=1{,}1...1{,}3$; $K_{\text{сут. min}}=0{,}7...0{,}9$; $Q_{\text{сут. m}}$ — расчетный суточный расход воды населенного пункта, м³/сут.

Расчетные часовые расходы воды $q_{\text{ч}}$ (м³/ч) вычисляют по формулам:

$$q_{\text{ч.max}} = K_{\text{ч.max}} Q_{\text{сут.max}}/24;$$

$$q_{\text{ч.min}} = K_{\text{ч.min}} Q_{\text{сут.min}}/24. \qquad (5.2)$$

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления $K_{\text{ч}}$ определяют из выражений

$$K_{\text{ч.max}} = \alpha_{\max}\beta_{\max};$$

$$K_{\text{ч.min}} = \alpha_{\min}\beta_{\min}, \qquad (5.3)$$

где $\alpha$ — коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия, принимают $\alpha_{\max}=1{,}2...1{,}4$;

**5.1. Значение коэффициента β**

| Число жителей, тыс. чел. | $\beta_{max}$ | $\beta_{min}$ | Число жителей, тыс. чел. | $\beta_{max}$ | $\beta_{min}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| До 0,1 | 4,5 | 0,01 | 2,5 | 1,6 | 0,1 |
| 0,15 | 4 | 0,01 | 4 | 1,5 | 0,2 |
| 0,2 | 3,5 | 0,02 | 6 | 1,4 | 0,25 |
| 0,3 | 3 | 0,03 | 10 | 1,3 | 0,4 |
| 0,5 | 2,5 | 0,05 | 20 | 1,2 | 0,5 |
| 0,75 | 2,2 | 0,07 | 50 | 1,15 | 0,6 |
| 1 | 2 | 0,1 | 100 | 1,1 | 0,7 |
| 1,5 | 1,8 | 0,1 | 300 | 1,05 | 0,85 |
| | | | 1000 и более | 1 | 1 |

$\alpha_{min}$=0,4...0,6; β — коэффициент, учитывающий число жителей в населенном пункте, принимают по таблице 5.1.

Расходы воды (л/м²) на поливку в населенных пунктах и на территориях промышленных предприятий принимают в зависимости от типа покрытия территории, способа поливки, вида насаждений, климатических и других местных условий и в соответствии со СНиП 2.04.02—84.

| | |
|---|---|
| Механизированная мойка усовершенствованных покрытий проездов и площадей, 1 мойка | 1,2...1,5 |
| Механизированная поливка усовершенствованных покрытий проездов и площадей, 1 поливка | 0,3...0,4 |
| Поливка вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов, 1 поливка | 0,4...0,5 |
| Поливка городских зеленых насаждений, 1 поливка | 3...4 |
| Поливка газонов и цветников, 1 поливка | 4...6 |
| Поливка посадок в грунтовых зимних теплицах, 1 сут | 15 |
| Поливка посадок в стеллажах зимних и грунтовых весенних теплицах, парниках всех типов, утепленном грунте, 1 сут | 6 |
| Поливка посадок на приусадебных участках, 1 поливка: | |
| овощных | 3...15 |
| плодовых | 10...15 |

При отсутствии данных о площадях по видам благоустройства (зеленые насаждения, проезды и т. п.) удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на полив в расчете на одного жителя принимают 50...90 л/сут, в зависимости от природно-климатических условий, мощности источника водоснабжения, степени благоустройства населенных пунктов и других местных условий.

За последнее десятилетие коммунальное водное хозяйство нашей страны развивалось быстрыми темпами (табл. 5.2).

Удельное водопотребление всех видов в городах и поселках страны в 1985 г. составляло около 440 л/сут на 1 чел. Из них на долю населения и коммунально-бытовых предприятий приходилось 310 л/сут, или 70,5%. Степень очистки сточных вод составляла 70%, в том числе 57% биологическими методами.

**Удельное водопотребление в промышленности.** Воду на промышленных предприятиях используют, как правило, для вспомогательных целей, и в состав продукции она входит лишь на некоторых производствах в сравнительно небольших количествах. Виды систем водоснабжения, используемых в промышленном производстве, представлены в таблице 5.3.

**5.2. Развитие коммунальных водопроводов и канализации в СССР** (в индексах)

| Год | Численность населения | Число населенных пунктов, имеющих водопроводы | | Производительность коммунальных водопроводов | Число населенных пунктов, имеющих канализацию | | Установленная пропускная способность очистных сооружений |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всех ведомств | в том числе коммунального хозяйства | | всех ведомств | в том числе коммунального хозяйства | |
| 1970 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1975 | 105 | 152 | 112 | 138 | 376 | 162 | 172 |
| 1980 | 109 | 165 | 124 | 180 | 478 | 218 | 300 |
| 1985 | 112 | 178 | 134 | 219 | 576 | 265 | 413 |

**5.3. Виды систем промышленного водоснабжения**

| Использование воды в производственном цикле | Система водоснабжения | Наличие (+) или отсутствие (—) очистки сточных вод | Вид отводимых сточных вод |
|---|---|---|---|
| Однократное | Прямоточная | + | Очищенные |
| | | — | Условно чистые |
| | С последовательным использованием воды (в различных цехах или производствах) | + | Очищенные |
| | | — | Условно чистые |
| | Оборотная (со сбросом продувочной воды) | — | Очищенные |
| Многократное | Замкнутая (без сброса продувочной воды) | — | Без сброса сточных вод |

При прямоточном водоснабжении количество отводимых в водный объект сточных вод $Q_{ст}$ определяют по формуле

$$Q_{ст} = Q - (Q_{б.п} + Q_{шл}), \qquad (5.4)$$

где $Q$ — количество технической свежей воды, взятой из водоема; $Q_{б.п}$ — безвозвратные потери воды; $Q_{шл}$ — потери воды, удаляемой с осадками из сооружений по очистке сточных вод.

При водоснабжении с последовательным использованием воды отработавшая вода возвращается в тот же водоем, как и при прямоточной схеме, за вычетом потерь.

Возможны три основные схемы оборотного водоснабжения соответственно назначению воды в производстве.

Если вода является теплоносителем и в процессе использования лишь нагревается, не загрязняясь, то в системе оборотного водоснабжения ее перед повторным применением для тех же целей предварительно охлаждают в пруду, брызгальном бассейне или на градирне.

Если вода служит средой, транспортирующей механические и растворенные примеси, и в процессе использования загрязняется в системе оборотного водоснабжения, то ее перед повторным применением очищают в пруду-осветлителе, отстойниках, фильтрах и т. п.

При комплексном использовании воды, когда она является транспортирующей средой и одновременно служит теплоносителем, например при очи-

**5.4. Поступление и убыль воды в системах водоснабжения предприятий**

| Поступление воды в систему $Q_{пост}$ | Убыль воды из системы $Q_{уб}$ |
|---|---|
| С исходным сырьем и полуфабрикатами $Q_{сыр}$ | Безвозвратное потребление — унос с продуктом и отходами $Q_{б.п}$ |
| С вспомогательными веществами (топливо, реагенты и т. п.) $Q_{всп}$ | На полив полов, проездов, насаждений $Q_{пол}$ |
| С атмосферными осадками (дождь, таяние снега) $Q_{атм}$ | На испарение в охладителе оборотной воды $Q_{исп}$ |
| За счет шахтного или рудничного водоотлива, подземная (дренажная), инфильтрационная вода и пр. $Q_{подз}$ | Унос с воздухом из охладителя оборотной воды $Q_{ун}$ |
| Из источника водоснабжения $Q_{ист}$ | Испарение естественное с водной поверхности $Q_{исп.ест}$ |
| Сточная вода, повторно используемая после очистки $Q_{ст.повт}$ | Транспирация растительностью водоема $Q_{трансп}$ |
| | Фильтрация из системы водоснабжения в почву $Q_{ф}$ |
| | Сброс воды в водоемы для освежения оборотной воды (продувка) $Q_{прод}$ |
| | Сброс собственно сточных вод в водоем $Q_{сбр.ст}$ |

стке газов и т. п., ее в системе оборотного водоснабжения перед повторным применением очищают от загрязнений и охлаждают.

Во всех случаях при оборотном водоснабжении для отдельных производств имеется общий сток предприятия, вода которого (после соответствующей очистки и обработки) полностью или частично может быть повторно использована на пополнение систем оборотного водоснабжения; при этом в общий сток могут поступать также атмосферные осадки (дождевые и снеговые) и дренажные грунтовые воды.

Водный баланс системы водоснабжения в общем виде может быть выражен уравнением

$$\Sigma Q_{пост} t = \Sigma Q_{уб} t \pm \Delta W, \qquad (5.5)$$

где $Q_{пост}$ — поступление воды в систему для компенсации убыли из нее, включая поступление воды с сырьем или перерабатываемым продуктом (табл. 5.4); $t$ — рассматриваемый промежуток времени; $Q_{уб}$ — потери и необходимые сбросы воды из системы; $\Delta W$ — изменение объема воды внутри системы за рассматриваемый период $t$.

Безвозвратное потребление и потери воды в производстве в местах ее использования $Q_{б.п}$ складываются из воды, уносимой с продуктом $Q_{ун.прод}$ и с отходами $Q_{ун.отх}$, определяемыми технологическим расчетом.

Расход воды на полив полов, проездов и насаждений $Q_{пол}$ определяют по СНиП 2.04.02—84.

Потери воды на испарение при охлаждении в градирнях, брызгальных бассейнах, прудах-охладителях и естественных водоемах, принимающих нагретую воду ($Q_{исп}$), можно с достаточным приближением найти по формуле

$$Q_{исп} = C_1 Q_0 \Delta\tau, \qquad (5.6)$$

где $C_1$ — коэффициент потери воды на испарение (табл. 5.5); $Q_0$ — количество охлаждающей оборотной воды, м³/ч; $\Delta\tau$ — перепад температур воды.

**5.5. Значение коэффициента $C_1$**

| Вид охладителя | Температура воздуха (по сухому термометру), °С | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 10 | 20 | 30 |
| Градирни и брызгальные бассейны | 0,0010 | 0,0012 | 0,0014 | 0,0015 |
| Пруды-охладители | 0,0007 | 0,0009 | 0,0011 | 0,0013 |

град; вычисляют как разность температур нагретой $\tau_2$ и подаваемой потребителю $\tau_1$ воды.

Для промежуточных значений температуры воздуха и естественной температуры воды коэффициент $C_1$ определяют интерполяцией.

Для открытых теплообменных аппаратов оросительного типа потери воды на испарение увеличиваются вдвое и формула (5.6) принимает вид:

$$Q_{\text{исп}} = 2C_1 Q_{\text{о}} \Delta\tau, \qquad (5.7)$$

где $C_1$ принимают, как для градирен и брызгальных бассейнов.

Потери воды на унос из системы в виде капель $Q_{\text{ун}}$ (если воду в системе используют в качестве теплоносителя) зависят от типа, конструкции и размеров охладителя, а для открытых охладителей — от скорости ветра и др. Потери на унос $Q_{\text{ун}}$ из охладителя оборотной воды можно определить по формуле

$$Q_{\text{ун}} = C_2 Q_{\text{о}}, \qquad (5.8)$$

где $C_2$ — коэффициент потерь воды на унос, зависящий от вида охладителя, который приведен ниже.

| | |
|---|---|
| Брызгальные бассейны | 0,015...0,02 |
| Брызгальные градирни с простыми жалюзи | 0,01...0,015 |
| Открытые градирни с решетчатыми жалюзи | 0,005...0,01 |
| Башенные градирни без водоуловителей | 0,005...0,01 |
| Башенные градирни с водоуловителями | 0,003...0,006 |
| Вентиляторные градирни с однорядными водоуловителями | 0,003...0,005 |
| Вентиляторные градирни с двухрядными водоуловителями | 0,015...0,003 |
| Открытые теплообменные аппараты оросительного типа | 0,005...0,01 |

Меньшее значение принимают для охладителей большей производительности.

Потери воды на испарение с водной поверхности естественных водоемов, а также на транспирацию воды растительностью определяют по инструкции «Указания по расчету испарения с водной поверхности водоемов».

Потери воды на фильтрацию $Q_{\text{ф}}$ из сооружений (прудов), применяемых при использовании воды для охлаждения или обогащения ископаемых, находят специальным расчетом.

Для соблюдения водного баланса $\Sigma Q_{\text{пост}} = \Sigma Q_{\text{уб}}$ в системе оборотного водоснабжения $Q_{\text{б.п}}$ (безвозвратные потери) покрываются таким же количеством воды $Q'_{\text{доб}}$, добавляемой в систему:

$$Q'_{\text{доб}} = Q_{\text{б.п}}.$$

Кроме того, из системы оборотного водоснабжения можно сбрасывать продувочную воду $Q_{\text{прод}}$, заменяя ее свежей водой из источника в том же количестве: $Q_{\text{доб}} = Q_{\text{прод}}$. Тогда количество воды, добавляемой в систему из источника,

$$Q_{\text{доб}} = Q'_{\text{доб}} + Q''_{\text{доб}} = Q_{\text{б.п}} + Q_{\text{прод}}. \qquad (5.9)$$

Количество воды, добавляемой в систему $Q_{доб}$, складывается также из технической воды $Q_{техн}$, питьевой, используемой для производственных целей, $Q_{пит.\,пр}$ и питьевой, используемой для хозяйственно-бытовых целей, $Q_{пит.\,хоз}$:

$$Q_{доб} = Q_{техн} + Q_{пит.пр} + Q_{пит.хоз}. \quad (5.10)$$

Общее количество сточных вод $Q_{ст}$, поступающих в водоемы, включает:

очищенные производственные сточные воды $Q_{пр.\,ст}$, повторно использовать которые невозможно по технологическим условиям или нецелесообразно;

очищенные (совместно с промышленными или самостоятельно) бытовые сточные воды $Q_{быт.\,ст}$;

продувочные сточные воды, не требующие специальной очистки, $Q_{прод}$;

фильтрационные воды из пруда-осветлителя и шламонакопителя $Q_{ф}$.

Общее количество сточных вод вычисляют по формуле

$$Q_{ст} = Q_{пр.ст} + Q_{прод} + Q_{ф} + Q_{быт.ст}. \quad (5.11)$$

Если сток воды предприятия (после соответствующей очистки и обработки) частично или полностью в количестве $Q_{п.\,исп}$ повторно используется на пополнение системы оборотного водоснабжения, количество выпускаемых в водоем сточных вод предприятия составляет

$$Q_{сбр.вод} = Q_{ст} - Q_{п.исп}. \quad (5.12)$$

С учетом повторного использования очищенных сточных вод в системе водоснабжения забор воды из источника равен

$$Q_{ист} = Q_{доб} - Q_{п.исп}. \quad (5.13)$$

Расход воды последовательно используемой и количество очищенных сточных вод, используемых повторно в системе оборотного водоснабжения, в норму количества выпускаемых в водоем сточных вод не входят.

Эффективность использования воды в производстве может быть оценена тремя показателями:

техническое совершенство системы водоснабжения — количеством использованной оборотной воды, %:

$$P_{об} = \frac{Q_{об}}{Q_{об} + Q_{ист} + Q_{сыр}} \cdot 100; \quad (5.14)$$

рациональность использования воды, забираемой из источника, — коэффициентом использования:

$$K_{и} = \frac{Q_{ист} + Q_{сыр} - Q_{сбр.вод}}{Q_{ист} + Q_{сыр}} < 1; \quad (5.15)$$

безвозвратное потребление и потери воды, %:

$$P_{пот} = \frac{Q_{ист} + Q_{сыр} - Q_{сбр.вод}}{Q_{ист} + Q_{сыр} + Q_{посл} + Q_{об}} \cdot 100. \quad (5.16)$$

В формулах (5.14)...(5.16) приняты следующие обозначения: $Q_{об}$ и $Q_{посл}$ — количество воды, используемой в обороте; $Q_{ист}$ и $Q_{сыр}$ — количество воды, забираемой из источника и поступающей в систему водоснабжения с сырьем; $Q_{сбр.\,вод}$ — количество сточных вод, сбрасываемых в водоем.

Среднегодовое потребление воды так же, как и объем сточных вод, определяют по формуле

$$W = Nq, \quad (5.17)$$

где $N$ — объем производства; $q$ — среднегодовая укрупненная норма расхода воды или количества сточных вод на единицу продукции или сырья.

Если в состав данного предприятия входит ряд самостоятельных производств, указанных в таблицах укрупненных норм, то расходы воды и объем сточных вод вычисляют по формуле

$$\Sigma W = \sum_{1}^{n} N_i q_i. \quad (5.18)$$

Для определения максимальных (как правило, в летний период) и минимальных (в зимний период) расходов воды и объема сточных вод следует учитывать коэффициенты изменения нормы по сезонам года $K_{лет}$, $K_{зим}$:

$$q_{max} = K_{лет} q \quad \text{и} \quad q_{min} = K_{зим} q, \tag{5.19}$$

где $q$ — среднегодовая укрупненная норма, соответствующая расходам в весенний и осенний период.

Средние удельные расходы воды и объемы сточных вод на производство важнейших видов продукции в народном хозяйстве приведены в таблице 5.6.

Средние удельные расходы могут быть использованы для ориентировочных расчетов водопотребления и количества сточных вод по отрасли промышленности в целом по состоянию на сегодняшний день и для прогноза на ближайшие 10...15 лет.

**Основные принципы рационального использования воды в крупных промышленных комплексах.** Эффективность водохозяйственной деятельности в отраслях промышленного производства можно повысить, используя три группы факторов.

Первая группа — факторы, связанные с развитием и совершенствованием промышленных предприятий и технологии производства.

Увеличение размеров производства приводит к сокращению удельных капиталовложений и текущих затрат на очистку сточных вод, так как используются очистные сооружения большей производительности.

На предприятиях энергетического машиностроения, для которых характерно разнообразие выпускаемой продукции, удельные показатели водопотребления зависят не от концентрации производства, а от степени его специализации:

$$З_в = 171 - 1{,}56 K_{проф}, \tag{5.20}$$

где $З_в$ — объем свежей воды, затраченной на одну тысячу рублей товарной продукции, м³; $K_{проф}$ — удельный вес стоимости профильной продукции в общей стоимости продукции предприятия, %.

Сокращение номенклатуры продукции также снижает водоемкость производства и приводит к экономии материальных и финансовых ресурсов.

Вторая группа — факторы, связанные с повышением эффективности самих водохозяйственных систем и водоохранных комплексов, что характерно для больших городов. Это концентрация водоснабжения, водоочистки и канализации, которые, прежде всего, снижают удельные затраты (табл. 5.7).

Для нормальной очистки стоков разнородных предприятий (например, при снижении $БПК_{20}$ с 15 до 3 мг $O_2$/л) показатели удельных затрат изменяются в зависимости от производительности комплекса очистных сооружений (табл. 5.8).

Третья группа — факторы, связанные с формированием отраслевой структуры, обусловленные различиями отраслей: по водоемкости продукции, по оптимальным размерам предприятия, определяющим общий объем водопотребления, по составу сточных вод, по затратам на охрану вод, по удельному весу этих затрат и общих капитальных и других затрат производства. Промышленные объекты и комплексы, равные по выпуску валовой продукции или численности работающих, могут значительно различаться по общему объему водопотребления и его средним удельным показателям в зависимости от водоемкости ведущей отрасли промышленного комплекса. Показатель расхода свежей воды (тыс. м³) на 1 млн. р. товарной продукции, в различных отраслях промышленности следующий.

| | |
|---|---|
| Энергетика | 3000 |
| Цветная металлургия | 407 |
| Химическая промышленность | 325 |
| Черная металлургия | 279 |
| Целлюлозно-бумажная промышленность | 247 |
| Машиностроение | 170 |
| Нефтехимическая переработка | 147 |
| Пищевая промышленность | 38 |
| Легкая промышленность | 15,6 |

**5.6. Средние удельные расходы воды и количества сточных вод на производство важнейших видов продукции в народном хозяйстве СССР, м³**

| Вид продукции | Оборотная и последовательно используемая вода | Свежая вода из источника | Всего | Безвозвратное потребление и потери воды | Сточная вода |
|---|---|---|---|---|---|
| *Добывающая промышленность* | | | | | |
| Добыча, т: | | | | | |
| нефти | 3 | 3 | 6 | 2,75 | 0,25 |
| газа ( на 1000 м³) | 920 | 24 | 944 | 21,2 | 2,8 |
| угля | 0,5 | 0,5 | 1 | 0,37 | 0,13 |
| железной руды | 2 | 0,3 | 2,3 | 0,21 | 0,9 |
| *Черная и цветная металлургия* | | | | | |
| Горнорудные предприятия, т | 0,2...1,8 | 0,15...3 | 0,53...4,8 | 0,14...2,97 | 0,01...0,03 |
| Заводы, т: | | | | | |
| цинковые | 215,5 | 16 | 231,5 | 14,6 | 1,36 |
| свинцовые | 65 | 14,8 | 79,8 | 8 | 6,8 |
| медные | 231,5 | 12,1 | 243,6 | 10,7 | 1,4 |
| никелевые (фанштейна) | 2700 | 453 | 3153 | 450 | 3 |
| глиноземные | 240 | 21 | 261 | 20 | 1 |
| криолитовые (вторичные соли) | 110 | 21 | 131 | 20 | 1 |
| алюминиевые | 103 | 19 | 122 | 10 | 9 |
| титановые | 779 | 41,5 | 820,5 | 11,5 | 30 |
| магниевые | 125 | 9,5 | 134,4 | 3,2 | 6,3 |
| *Химическая промышленность* | | | | | |
| Удобрения, т: | | | | | |
| сложные | 47 | 5 | 52 | 2,1 | 2,9 |
| азотные | 57,3 | 4,3 | 61,6 | 3,4 | 0,9 |
| Химические средства защиты растений, т | 290 | 2 | 292 | 1,25 | 0,75 |
| Сода, т: | | | | | |
| кальцинированная | 120 | 5 | 125 | 3 | 15,2 |
| каустическая (фиритный способ) | 42 | 8 | 50 | 6,3 | 1,7 |
| то же (известковый способ) | 122 | 1,5 | 123,5 | 1,5 | 0 |
| Серная кислота, т | 72 | 5 | 77 | 2 | 3 |
| Синтетические волокна, т | 2300 | 290 | 2590 | 95 | 195 |
| Смолы (СГД), т | 1028 | 50 | 1078 | 39 | 11 |
| *Нефтеперерабатывающая промышленность* | | | | | |
| Заводы: | | | | | |
| топливного профиля (нефть), т | 20 | 0,6 | 20,6 | 0,4 | 0,2 |
| нефтехимического производства (нефть), т | 51 | 1,4 | 52,4 | 1,1 | 0,3 |
| производства автопокрышек, 1 условная шина | 4,9 | 0,8 | 5,7 | 0,2 | 0,6 |

*Продолжение*

| Вид продукции | Оборотная и последовательно используемая вода | Свежая вода из источника | Всего | Безвозвратное потребление и потери воды | Сточная вода |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *Машиностроение* | | | |
| Турбины, 1000 кВт | 9400 | 583 | 9983 | 447 | 136 |
| Металлургическое оборудование, т | 160 | 20 | 180 | 8 | 12 |
| Станки металлорежущие, 1 т | 277 | 60 | 337 | 19 | 41 |
| Нефтеаппаратура, тыс. р. | 36...78,3 | 17...25 | 53...103,3 | 3...4 | 14...21 |
| Химическое оборудование и запчасти к нему, тыс. р. | 45,6 | 20,7 | 66,3 | 2,9 | 17,8 |
| Технологическое оборудование и запчасти к нему для пищевой, мясо-молочной и рыбной промышленности, тыс. р. | 16,3 | 20 | 36,3 | 5 | 15 |
| Тепловозы магистральные, 1 секция | 31 000 | 4670 | 35 670 | 2950 | 1720 |
| Вагоны грузовые, 1 вагон | 1570 | 210 | 1780 | 108 | 102 |
| Автомобили грузовые грузоподъемностью, один: | | | | | |
| до 1 т | 90 | 20 | 110 | 8 | 12 |
| 5...27 т | 250 | 83 | 333 | 19 | 64 |
| Автомобили легковые, один | 48 | 24 | 72 | 6 | 18 |
| Автобусы, один | 280 | 115 | 395 | 13 | 102 |
| Запчасти к автомобилям, 1000 р. | 70 | 35 | 105 | 6 | 29 |
| Тракторы, один | 420 | 70 | 490 | 23 | 47 |
| Комбайны, один: | | | | | |
| зерноуборочные | 410 | 76 | 486 | 28 | 48 |
| кукурузоуборочные | 143 | 23 | 166 | 3 | 20 |
| Запчасти к комбайнам, 1000 р. | 82 | 15 | 97 | 5,4 | 9,6 |
| Экскаваторы, 1 т | 109 | 20,5 | 129,5 | 11,8 | 8,7 |
| Мотоциклы и мотороллеры, 1 мотоцикл | 13,5 | 13,8 | 27,3 | 2,8 | 11 |
| Велосипеды и мопеды, 10 мопедов | 22,5 | 13,5 | 36 | 1 | 12,5 |
| | | *Лесная и целлюлозно-бумажная промышленность* | | | |
| Лесопильные заводы, 1 м³ бревен | 1,5 | 2,6 | 4,1 | 1 | 1,6 |
| Целлюлоза, 1 т беленой целлюлозы: | | | | | |
| сульфатная | 1040 | 200 | 1240 | 2,1 | 197,9 |
| сульфитная | 1350 | 315 | 1665 | 1,6 | 313,4 |
| Бумага, 1 т | 265 | 85 | 350 | 1,4 | 83,6 |
| Картон тарный, 1 т | 245 | 70 | 315 | 1,3 | 68,7 |
| Мебель, 1000 р. | 18,5 | 10,5 | 29 | 3,6 | 6,9 |
| | | *Строительная индустрия* | | | |
| Цемент, 1 т | 15,6 | 1,4 | 17 | 1,2 | 0,2 |
| Сборный железобетон, 1 м³ | 4,5 | 1,3 | 5,8 | 0,8 | 0,5 |
| Кирпич силикатный, 1000 шт. | 3,8 | 1,6 | 5,4 | 0,6 | 1 |

*Продолжение*

| Вид продукции | Оборотная и последовательно используемая вода | Свежая вода из источника | Всего | Безвозвратное потребление и потери воды | Сточная вода |
|---|---|---|---|---|---|
| *Строительная индустрия* | | | | | |
| Мягкие кровельные материалы: | | | | | |
| кровельный картон, 1 т | 90 | 50 | 140 | 7 | 43 |
| Стекло оконное, тыс. м²: | | | | | |
| лодочный способ | 76 | 33 | 109 | 3 | 30 |
| безлодочный способ | 450 | 70 | 520 | 26 | 44 |
| *Электротехническая промышленность* | | | | | |
| Генераторы к турбинам, 1000 кВт | 2640 | 132 | 2772 | 71,6 | 60,8 |
| Электродвигатели переменного тока, 1000 р. | 175 | 33 | 208 | 2,6 | 30,4 |
| *Легкая промышленность* | | | | | |
| Ткани, 1000 м: | | | | | |
| хлопчатобумажные | 1130 | 133 | 1263 | 42 | 91 |
| шерстяные | 1840 | 390 | 2230 | 65 | 325 |
| льняные | 0 | 447 | 447 | 27 | 420 |
| шелковые | 225 | 50 | 275 | 5,5 | 44,5 |
| Бельевой трикотаж, 1 т | 0 | 313,7 | 313,7 | 3,7 | 310 |
| Верхний трикотаж, 1 т | 0 | 386 | 386 | 11,2 | 374,8 |
| Обувь кожаная, 1000 пар | 2,5 | 15 | 17,5 | 2,5 | 12,5 |
| *Пищевая промышленность* | | | | | |
| Мясо, 1 т готовой продукции | 60 | 23 | 83 | 3,7 | 19,3 |
| Цельномолочная продукция в пересчете на молоко, 1 т | 43 | 7 | 50 | 0,5 | 6,5 |

### 5.7. Зависимость удельных затрат от производительности очистных сооружений

| Производительность очистных сооружений, тыс. м³/год | Хром | | Масло | | Взвесь | | Цианиды | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $K_{уд}$ | $C_{ст}$ | $K_{уд}$ | $C_{ст}$ | $K_{уд}$ | $C_{ст}$ | $K_{уд}$ | $C_{ст}$ |
| 5 | — | — | — | — | — | — | 9,0 | 0,35 |
| 10 | — | — | — | — | — | — | 3,5 | 0,21 |
| 25 | 8,0 | 0,5 | 2,4 | 0,52 | 1,30 | 0,150 | 2,4 | 0,16 |
| 50 | 2,0 | 0,35 | 1,2 | 0,15 | 0,80 | 0,040 | — | — |
| 100 | 1,0 | 0,24 | 0,8 | 0,09 | 0,50 | 0,035 | — | — |
| 200 | 0,8 | 0,14 | 0,5 | 0,06 | 0,35 | 0,030 | — | — |
| 300 | 0,7 | 0,12 | 0,45 | 0,05 | 0,30 | 0,025 | — | — |
| 500 | 0,6 | 0,11 | 0,40 | 0,04 | 0,25 | 0,020 | — | — |
| 700 | 0,5 | 0,10 | 0,35 | 0,03 | 0,20 | 0,018 | — | — |

Примечание. $K_{уд}$ — удельные капиталовложения, р/м³; $C_{ст}$ — себестоимость очистки, р/м³.

**5.11. Удельный расход воды на производственные нужды колхозов и совхозов**

| Виды потребления | Количество | Примечание |
|---|---|---|
| Заправка трактора разовая, л/сут | 40 | |
| То же, автомобиля, л/сут | 15 | |
| Мойка автомобилей и тракторов на специально оборудованных моечных площадках с механизированной подачей воды за один раз на одну машину, л | 450 | Раз в месяц |
| То же, при отсутствии моечных площадок, л | 200 | То же |
| Капитальный ремонт (с разборкой и обмывкой), л: | | |
| автомобиля | 700 | 20% парка раз в год |
| трактора | 1200 | То же |
| Один станок (рабочее место), л/сут: | | |
| в механической мастерской | 35 | |
| в слесарной мастерской | 80 | |
| в столярной мастерской | 20 | |
| в кузнице | 40 | |

**5.12. Удельный расход воды предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции**

| Объекты водопотребления | Расход воды на единицу продукции или сырья, м³ |
|---|---|
| Кожевенные заводы: | |
| обработка крупной кожи | 1,5...2,5 |
| обработка мелкой кожи (3,5 кг) | 0,35...0,45 |
| Мясокомбинаты, 1 т продукции | 6...10 |
| Маслобойные заводы, 1 т продукции | 7...10 |
| Маслодельные и сыроваренные заводы, 1 т продукции | 35...40 |
| Молочные заводы, 1 т молока | 10...15 |
| Консервные заводы, 1 т овощей | 10...15 |
| Винодельные заводы, 1 м³ вина | 10 |
| Бойни, на 1 голову: | |
| крупного рогатого скота | 0,3 |
| мелкого рогатого скота | 0,1 |

Объекты сельскохозяйственного водоснабжения характеризуются многочисленностью и сравнительно небольшими размерами водопотребления (от нескольких десятков до нескольких тысяч кубометров в сутки).

Удельное водопотребление сельского населения определяется теми же нормами, что и городского, в зависимости от степени благоустройства жилых зданий (см. стр. 115) и составляет от 30 до 250 л/сут. Удельное водопотребление в животноводстве и звероводстве принимают по таблице 5.10. Удельный расход воды на различные виды хозяйственных нужд колхозов и совхозов приведены в таблице 5.11, а по переработке сельскохозяйственного сырья — в таблице 5.12.

Суммарное водопотребление крупных животноводческих комплексов и ферм приведен ниже.

| Объект водоснабжения | Водопотребление, м³/сут |
|---|---|
| Комплекс по выращиванию и откорму 54 тыс. свиней | 2100 |
| Комплекс по выращиванию и откорму 24 тыс. свиней | 920 |
| Репродукторная свиноферма на 12 тыс. свиней | 310 |
| Ферма КРС молочного направления на 1200 гол. | 210 |
| Птицефабрика на 3 млн. бройлеров | 1950 |

Наиболее распространенная технологическая схема водоснабжения в сельской местности — локальная, предусматривающая водообеспечение одного объекта (населенного пункта, фермы, отдельно стоящих комплексов, водопойного пункта на пастбищах, полевого стана и др.).

Технологические схемы локальных систем прежде всего зависят от качества воды источников водоснабжения. Например, при заборе воды из поверхностных источников возникает необходимость ее осветления и обеззараживания, для чего используют специальные сооружения и технологическое оборудование. В районах, характеризующихся наличием водоисточников с повышенной минерализацией, в локальной схеме водоснабжения предусматривают сооружения и оборудования для деминерализации воды.

В районах, где пресная вода дефицитна, применяют дуплексные системы водоснабжения, предусматривающие подачу потребителям пресной воды только на питьевые нужды, а минерализованной — на все прочие, в том числе для водопоя скота (в допустимых пределах), уборки помещений, стирки белья и различных технологических нужд сельскохозяйственных предприятий, для которых не требуется вода питьевого качества. Количество опресненной и минерализованной воды (% от общего водопотребления) в дуплексных системах водоснабжения показано в таблице 5.13.

**5.13. Соотношение опресненной и минерализованной воды в дуплексных системах, %**

| Водопотребители и виды водопотребления | Опресненная | Минерализованная |
|---|---|---|
| Население | 10...30* | 90...70 |
| Хозяйственные нужды подсобных производств | 50 | 50 |
| Полевые станы | 50 | 50 |
| Ремонтные мастерские | 75 | 25 |
| Автомобили грузовые: | | |
| заправка | 100 | — |
| мойка | — | 100 |
| Тракторы (заправка) | 100 | — |
| Комбайны (заправка) | 100 | — |
| Полив улиц, проездов, площадей | — | 100 |
| Полив зеленых насаждений, газонов, цветников (при минерализации до 5 г/л) | — | 100 |

* В зависимости от степени благоустройства.

В районах с высокой плотностью сельских населенных пунктов (расстояние между ними не превышает 5 км) вместо локальных схем водоснабжения применяют групповые.

Групповые водопроводы нашли применение в тех районах, где либо отсутствуют источники пресной воды, либо поверхностные источники не обеспечивают надежного водоснабжения, а подземные имеют минерализацию выше 5...10 г/л. Такие природные условия характерны для Северного Казахстана и Восточной Сибири, где и получили широкое распространение групповые системы водоснабжения (см. гл. 4).

## 5.3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ВОДНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

**Сельское хозяйство как водопотребитель.** Сельское хозяйство — ведущий водопотребитель среди отраслей народного хозяйства по общим и особенно по безвозвратным изъятиям.

Рост мелиорированных площадей в СССР с 1965 по 1986 г. приведен в таблицах 5.14, 5.15, 5.16.

Орошаемые земли сейчас дают продукции с 1 га в среднем в 5,5 раза больше (в стоимостном выражении), чем богарные. Опыт передовых хозяйств, а также сортоиспытательных участков показывает, что при использовании районированных сортов, внесении удобрений, своевременном строго дозированном поливе и выполнении требований зональной агротехники урожаи на поливных землях по отдельным культурам могут быть увеличены в 1,5... ...2 раза.

На начало XII пятилетки из 19,7 млн. га орошаемых земель площадь систем дождевания составляла 8,3 млн. га. Значительную часть их поливают широкозахватными машинами «Фрегат», «Волжанка», «Днепр», а также внедряемой в последние годы «Кубанью». Используют также установки типа ДДА-100М, ДДН-70 и другие. Распределение орошаемых земель по способам подачи воды и способам полива показано в таблице 5.17.

**5.14. Площади регулярного орошения сельскохозяйственных угодий в колхозах, межхозяйственных предприятиях, совхозах и других государственных хозяйствах по СССР и союзным республикам, тыс. га**

| СССР, республика | 1965 г. | 1970 г. | 1975 г. | 1980 г. | 1965 г. | 1986 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| СССР | 9812 | 10 891 | 14 233 | 17 256 | 19 689 | 20 184 |
| РСФСР | 1510 | 1955 | 3682 | 4994 | 5805 | 6095 |
| Украинская ССР | 503 | 923 | 1482 | 2013 | 2456 | 2386 |
| Белорусская ССР | — | — | 139 | 163 | 159 | 140 |
| Узбекская ССР | 2752 | 2696 | 2988 | 3476 | 3903 | 4020 |
| Казахская ССР | 1255 | 1451 | 1631 | 1961 | 2172 | 2230 |
| Грузинская ССР | 348 | 347 | 355 | 409 | 447 | 460 |
| Азербайджанская ССР | 1278 | 1108 | 1161 | 1195 | 1318 | 1330 |
| Литовская ССР | — | — | 22 | 27 | 37 | 40 |
| Молдавская ССР | 74 | 115 | 156 | 217 | 269 | 284 |
| Латвийская ССР | — | — | 13 | 17 | 17 | 15 |
| Киргизская ССР | 861 | 833 | 902 | 955 | 1009 | 1020 |
| Таджикская ССР | 468 | 518 | 566 | 617 | 653 | 662 |
| Армянская ССР | 249 | 252 | 281 | 274 | 299 | 305 |
| Туркменская ССР | 514 | 643 | 855 | 947 | 1107 | 1185 |
| Эстонская ССР | — | — | 2 | 11 | 11 | 11 |

**5.15. Площадь лиманного орошения сельскохозяйственных угодий по союзным республикам** (во всех категориях хозяйств), **тыс. га**

| СССР, республика | 1980 г. | 1985 г. | 1986 г. |
|---|---|---|---|
| СССР | 1250 | 1430 | 1457 |
| РСФСР | 339 | 430 | 443 |
| Казахская ССР | 911 | 1000 | 1014 |

**5.16. Наличие осушенных сельскохозяйственных угодий по СССР и союзным республикам** (во всех категориях хозяйств), **тыс. га**

| СССР, республика | 1965 г. | 1970 г. | 1975 г. | 1980 г. | 1985 г. | 1986 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| СССР | 7537 | 7355 | 10 063 | 12 547 | 14 612 | 14 906 |
| РСФСР | 2304 | 2158 | 2994 | 3862 | 4751 | 4948 |
| Украинская ССР | 1098 | 1288 | 1706 | 2201 | 2669 | 2686 |
| Белорусская ССР | 1088 | 1394 | 1854 | 2246 | 2547 | 2562 |
| Грузинская ССР | 80 | 101 | 117 | 115 | 120 | 121 |
| Литовская ССР | 958 | 1242 | 1762 | 2176 | 2394 | 2428 |
| Молдавская ССР | 52 | 27 | 31 | 36 | 45 | 48 |
| Латвийская ССР | 1512 | 762 | 1088 | 1329 | 1464 | 1484 |
| Армянская ССР | — | — | 7 | 6 | 6 | 6 |
| Эстонская ССР | 445 | 381 | 503 | 575 | 616 | 623 |

**5.17. Распределение орошаемых земель СССР по способам подачи воды и полива, тыс. га**

| Год | Площади орошаемых земель | Способы подачи воды | | Способы полива | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | поверхностный | | дождевание | | капельное и внутрипочвенное орошение |
| | | самотечный | машинный | всего | в том числе с механизацией полива | всего | в том числе широкозахватной техникой | |
| 1980 | 17 223 | 8387 | 8836 | 10 473 | 692 | 6747 | 2253 | 3 |
| 1985 | 19 654 | 8914 | 10 740 | 11 332 | 1101 | 8312 | 3770 | 10 |
| 1986 | 20 184 | 8925 | 10 682 | 11 583 | — | 8024 | — | — |

Экономия оросительной воды — одна из главных задач при эксплуатации оросительных систем. Учитывая, что большая часть сбросных и некоторая часть фильтрационных вод возвращается обратно в водоисточник, безвозвратное водопотребление орошаемого земледелия оценивают в 157 км³ в год.

Минводхозом СССР утверждены разработанные ЦНИИКИВР «Укрупненные нормы водопотребности для орошения по природно-климатическим зонам СССР» (СТЭН-33-I.1.01.83), предназначенные для составления отраслевой схемы развития мелиорации, а также бассейновых схем комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов. В таблице 5.18 в качестве примера приведены оросительные нормы нетто при поверхностном поливе и дождевании.

**Орошение осушенных земель.** Увлажнение осушенных земель бывает двух типов: поверхностное и внутрипочвенное. В первом случае используют обычное дождевание; во втором увлажнение осуществляют через регулирующую сеть, в которую воду подают из проводящей сети посредством подпора, создаваемого либо в коллекторах, либо в водоприемнике.

**Водоотведение мелиоративных систем.** Большая часть воды, забираемой из водоисточника, используется в оросительной системе на суммарное испарение. Не используется часть воды, идущей на испарение из каналов, на фильтрацию по пути до орошаемого поля, а также дренажный сток и сброс с полей. Сбросные и дренажные воды, а также часть фильтрационных вод (за вычетом той части, которая идет на увлажнение грунтовой толщи или вызывает подъем уровня грунтовых вод) поступают в водоисточники. Качество этой воды, как правило, значительно хуже, чем забираемой: сбросных

5.18. Оросительные нормы (нетто) для основных сельскохозяйственных культур, м³/га

| Республика, край, область | Обеспеченность, % | Зерновые | Кукуруза на зерно | Рис | Многолетние травы, пастбища | Однолетние травы силосные, сенокосы | Овощи | Картофель | Сахарная свекла | Сады | Хлопчатник |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ленинградская область | 75 | 1000 | — | — | 1350 | 1000 | 1200 | 450 | — | — | — |
| Литовская ССР | 75 | — | — | — | 1500 | — | 1050 | — | — | — | — |
| Минская область | 75 | — | — | — | 1650 | 1400 | 1500 | 1250 | — | 1200 | — |
| Киевская область | 75 | 2050 | — | — | 2500 | — | 2300 | 1300 | 1800 | — | — |
| Ивано-Франковская область | 75 | 850 | — | — | 1800 | — | 1100 | — | 1300 | — | — |
| Херсонская область | 75 | 3000 | 3850 | 15 700 | 6100 | — | 5000 | 3100 | 4900 | — | — |
| Московская область | 75 | 900 | — | — | 1500 | — | 1400 | 1150 | — | — | — |
| Мордовская АССР | 75 | 1550 | — | — | 3050 | — | 2400 | 2000 | — | — | — |
| Воронежская область | 75 | 2150 | — | — | 4400 | — | 3400 | 2850 | 4450 | — | — |
| Волгоградская область | 75 | 3250 | 4600 | — | 7000 | 4600 | 5250 | 3250 | — | — | — |
| Ставропольский край | 75 | 2650 | 3700 | 14 100 | 6200 | — | — | — | 4850 | — | — |
| Оренбургская область | 75 | 2150 | — | — | 4000 | 3250 | 3800 | 2900 | — | — | — |
| Туркменская ССР | 95 | 7900 | — | 27 000 | 10 100 | — | 11 100 | — | — | 7700 | 8300 |
| Ленинабадская область | 95 | — | — | — | 10 700 | — | 12 000 | — | — | 7900 | 8400 |
| Алма-Атинская область | 75 | 3500 | 5450 | — | 7500 | — | 60 000 | 4300 | 6550 | — | — |
| Омская область | 75 | 1650 | — | — | 2700 | — | 3350 | — | — | — | — |
| Бурятская АССР | 75 | 2300 | — | — | 3600 | — | 2650 | 2150 | — | — | — |
| Приморский край | 75 | — | — | 12 000 | 2900 | — | 2400 | 2400 | — | — | — |

вод — за счет смыва части удобрений и ядохимикатов и смыва почвы с полей; дренажных — за счет более высокой минерализации.

Допустимость сброса тех или иных объемов дренажных и сбросных вод в каждом конкретном случае устанавливают на основании прогноза качества воды ниже места сброса и технико-экономических сопоставлений. Для водоемов, ценных в рыбохозяйственном отношении, более опасен смыв с полей удобрений и ядохимикатов. В таких случаях практикуют повторное использование дренажных и сбросных вод, закачиваемых обратно в оросительные каналы. Подобным образом строят почти все новые оросительные системы в низовьях Волги и Урала, а также многие системы в прибрежных районах Азовского моря. Для оросительных систем Средней Азии остро стоит вопрос о недопустимом повышении содержания солей (более 1...2 г/л) в низовьях Сырдарьи, Или и других вследствие сброса высокоминерализованных дренажных вод. Эту проблему решают, закачивая дренажные воды в оросительные каналы и создавая специальные озера-накопители и испарители дренажных вод. Перспективно искусственное опреснение дренажных вод.

На осушительных системах в последние годы внедряют повторное использование дренажных вод. В период половодья дренажный сток аккумулируется в специально создаваемых водохранилищах, из которых его затем в течение лета подают для увлажнения земель. Если же по каким-либо причинам создание такой замкнутой системы невозможно, необходимо выполнение комплекса мер по рационализации технологии внесения удобрений (с целью сокращения их выноса) и максимальному ограничению применения ядохимикатов, за исключением быстроразлагающихся.

## 5.4. ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

**Гидроэнергетические ресурсы СССР.** Теоретический гидроэнергетический потенциал на территории СССР составляет около 4000 млрд. кВт·ч годовой выработки электроэнергии. Экономический гидроэнергетический потенциал — гидроэнергетический потенциал, который можно использовать при условии окупаемости капиталовложений в строительство ГЭС в нормативные сроки — составляет около 1100 млрд. кВт·ч. Распределение гидроэнергетических ресурсов по территории страны и их использование приведены в таблице 5.19.

**5.19. Распределение гидроэнергетических ресурсов на территории СССР**

| Территория СССР | Теоретический гидроэнергетический потенциал, млрд. кВт·ч | Экономический гидроэнергетический потенциал | | |
|---|---|---|---|---|
| | | полный, млрд. кВт·ч | современное использование | |
| | | | млрд. кВт·ч | % к полному |
| Всего по СССР | 3942 | 1095 | 184 | 16,8 |
| Европейская часть, включая Кавказ, в том числе: | 692 | 201 | 80,4 | 40 |
| северо-запад | 86 | 41 | 14,9 | 36,3 |
| Северный Кавказ и Закавказье | 352 | 69 | 17 | 24,6 |
| остальные районы европейской территории | 254 | 91 | 51,4 | 56 |
| Средняя Азия и Казахстан | 757 | 173 | 33,7 | 19,5 |
| Сибирь и Дальний Восток | 2493 | 721 | 88,9 | 12,3 |

**5.20. Развитие гидроэнергетики в СССР**

| Показатели | 1920—1935 гг. | 1935—1950 гг. | 1951—1960 гг. | 1961—1970 гг. | 1971—1980 гг. | 1980—1986 гг. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Общая установленная мощность гидроэлектростанций на конец периода, МВт | 896 | 3218 | 14 781 | 31 368 | 52 400 | 61 300 |
| % общей мощности электростанций в стране | 12,9 | 16,4 | 22,2 | 19,9 | 20 | 21 |
| Годовая выработка электроэнергии гидроэлектростанциями к концу периода, млрд. кВт·ч | 3,5 | 12,7 | 50,9 | 124,4 | 184 | 203 |
| % общей выработки электроэнергии всеми электростанциями | 13 | 13,9 | 17,4 | 16,8 | 14,2 | 15 |
| Введено в эксплуатацию за период на общую мощность, МВт | 878 | 1866 | 11 563 | 16 537 | 21 032 | 8900 |
| Максимальная мощность одной ГЭС на конец периода, МВт | 560 | 650 | 2560 | 5000 | 6000 | 6400 |
| Максимальная единичная мощность гидроагрегатов, МВт | 62,5 | 85 | 115 | 500 | 640 | 640 |

**Роль гидроэлектростанций в энергетике СССР.** Развитие и состояние гидроэнергии в СССР показано в таблицах 5.20 и 5.21. Из таблиц виден ряд тенденций в развитии гидроэнергетики.

Первая — достаточно стабильная доля гидроэлектростанций в целом по энергетике. Мощность ГЭС и выработка электроэнергии на них составляют соответственно 13...22 и 13...18% общей установленной мощности и выработки на всех электростанциях страны.

Вторая — постоянное развитие гидроэнергетики по пути увеличения мощностей ГЭС и укрупнения единичных мощностей гидроагрегатов. Этому способствовало развитие науки, совершенствование проектных решений, прогресс в энергетическом машиностроении, широкая механизация строительно-монтажных работ, рост квалификации кадров в гидроэнергетическом строительстве.

Третья — основная тенденция развития гидроэнергетики, не отраженная в таблицах, — комплексное использование водных ресурсов при строительстве гидроэлектростанций.

К числу требований участников водохозяйственного комплекса, как правило, относятся: сохранение или улучшение условий для речного транспорта; обеспечение отъема необходимых объемов воды для орошения земель, а также для промышленного и коммунально-бытового водоснабжения; защита прибрежных территорий от наводнений; развитие рыбного хозяйства; обеспечение необходимого качества воды в водоемах; создание условий для рекреационного освоения водоемов.

**5.21. Гидроэлектростанции мощностью более 500 МВт (действующие и строящиеся)**

| Гидроэлектростанция | Река | Мощность, МВт | Выработка, млрд. кВт·ч | Число агрегатов | Расчетный рабочий напор, м |
|---|---|---|---|---|---|
| *Европейская часть СССР* | | | | | |
| Волжская им. XXII съезда КПСС | Волга | 2530 | 11,1 | 22 | 20 |
| Волжская им. В. И. Ленина | » | 2300 | 10,9 | 20 | 20 |
| Днепровская | Днепр | 1500 | 3,6 | 17 | 35 |
| Чебоксарская | Волга | 1400 | 3,3 | 18 | 12 |
| Саратовская | » | 1360 | 5,4 | 24 | 10 |
| Ингурская | Ингури | 1300 | 4,4 | 5 | 325 |
| Нижнекамская | Кама | 1250 | 2,5 | 16 | 12 |
| Воткинская | » | 1000 | 2,3 | 10 | 17 |
| Чиркейская | Сулак | 1000 | 2,4 | 4 | 170 |
| Плявиньская | Даугава | 825 | 1,6 | 10 | 34 |
| Ирганайская | Сулак | 800 | 1,3 | 4 | 168 |
| Худони | Ингури | 740 | 1,7 | 3 | 162 |
| Кременчугская | Днепр | 685 | 1,5 | 12 | 13,5 |
| Днестровская | Днестр | 600 | 0,8 | 10 | 34 |
| Горьковская | Волга | 520 | 1,5 | 8 | 14 |
| Камская | Кама | 500 | 1,9 | 24 | 15 |
| *Сибирь и Дальний Восток* | | | | | |
| Саяно-Шушенская | Енисей | 6400 | 23,3 | 10 | 194 |
| Красноярская | » | 6000 | 20,4 | 12 | 93 |
| Братская | Ангара | 4500 | 22,6 | 18 | 100 |
| Усть-Илимская | Ангара | 4320 | 21,9 | 18 | 85 |
| Богучанская | » | 4000 | 17,8 | 12 | 65 |
| Бурейская | Бурея | 2000 | 6,8 | 6 | 103 |
| Зейская | Зея | 1290 | 4,9 | 6 | 78 |
| Колымская | Колыма | 900 | 3,3 | 5 | 108 |
| Иркутская | Ангара | 660 | 4,1 | 8 | 26 |
| Вилюйская | Вилюй | 650 | 2,6 | 8 | 55 |
| Курейская | Курейка | 500 | 2,8 | 5 | 63 |
| *Средняя Азия и Казахстан* | | | | | |
| Рогунская | Вахш | 3600 | 13,3 | 6 | 245 |
| Нурекская | » | 2700 | 11,4 | 9 | 223 |
| Токтогульская | Нарын | 1200 | 4,4 | 4 | 140 |
| Курпсайская | » | 800 | 2,6 | 4 | 91 |
| Шульбинская | Иртыш | 700 | 1,7 | 6 | 23 |
| Бухтарминская | » | 675 | 2,3 | 9 | 61 |
| Чарвакская | Чирчик | 600 | 2 | 4 | 118 |
| Байпазинская | Вахш | 600 | 2,9 | 4 | 63 |

В разных регионах страны перечень этих требований и их количественные характеристики различны. Включение их в состав проекта обосновывается необходимыми технико-экономическими расчетами при условии получения максимального народнохозяйственного эффекта.

**Каскадное строительство гидроэлектростанций.** Принцип комплексного использования водных ресурсов потребовал освоения гидроэнергетического потенциала крупных и средних рек в стране осуществлять, как правило, путем строительства каскадов гидроэлектростанций.

**5.22. Основные показатели наиболее крупных каскадов гидроэлектростанций**

| Показатели | Европейская часть | | | Кавказ | | | Средняя Азия и Казахстан | | | | Сибирь | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Волга | Днепр | Даугава | Сулак | Кура | Ингури | Чирчик | Нарын | Вахш | Иртыш | Ангара | Енисей |
| Число ГЭС (по действующим проектам) | 8 | 6 | 5 | 4 | 8 | 7 | 13 | 7 | 7 | 4 | 5 | 7 |
| Построено ГЭС | 7 | 6 | 3 | 2 | 5 | 4 | 13 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| Строится | 1* | — | 1 | 2 | 2 | 1*+1 | — | 1*+1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Используемый перепад уровней, м | 130 | 103 | 74 | 247 | 140 | 510 | 550 | 320 | 370 | 110 | 230 | 320 |
| Установленная мощность, МВт | 8760 | 3700 | 1280 | 1070 | 450 | 1640 | 1170 | 2180 | 3000 | 1010 | 9480 | 12 400 |
| Среднегодовая выработка электроэнергии, млрд. кВт·ч | 34 | 9,8 | 2,6 | 2,8 | 1,9 | 5,5 | 4,6 | 7,8 | 13 | 3,9 | 48,6 | 43,7 |
| Полезный объем водохранилищ, км³ | 59 | 18,5 | 0,2 | 1,3 | 7,4 | 0,7 | 1,6 | 14 | 4,5 | — | 51 | 45 |
| Процент от среднегодового стока | 24 | 35 | 1 | 26 | 60 | 14 | 22 | 100 | 20 | — | 50 | 50 |
| Участники водохозяйственного комплекса: | | | | | | | | | | | | |
| энергетика | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| речной транспорт | + | + | — | — | — | — | — | — | — | + | — | + |
| сельское хозяйство | + | + | — | + | + | — | + | + | + | + | — | — |
| рыбное хозяйство | + | + | + | — | + | + | — | — | — | + | + | + |
| промышленное водоснабжение | + | + | + | — | + | — | + | — | — | + | + | + |
| защита от наводнений | + | + | + | + | + | + | — | — | — | + | — | + |
| рекреация | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

Примечания. 1. Цифры со звездочкой означают, что строительсво ГЭС в стадии завершения. Станции находятся во временной эксплуатации. 2. Показатели (проектные) по станциям, отмеченным звездочкой, включены в суммарные показатели по каскаду.

Каскадное строительство гидроэнергетических узлов позволило постепенно и планомерно осваивать водные ресурсы рек с учетом возрастающих потребностей в регулировании их стока. Последовательность строительства объектов определялась на основе схем комплексного использования и охраны водных ресурсов. Предпочтение в очередности оставалось за гидроузлом, строительство которых позволяло при наименьших капиталовложениях максимально удовлетворить потребности всех участников водохозяйственного комплекса на данном этапе развития народного хозяйства региона.

Некоторые общие сведения по 12 наиболее крупным каскадам гидроэлектростанций страны, строительство которых завершено или их завершение планируется в ближайшее время, приведены в таблице 5.22. Каскады ГЭС построены также на Каме, Днестре, Кубани, Риони, Араксе, Неве, Туломе, Кеми, Свири и других реках. Практически ни один каскад ГЭС не создавался для решения только энергетических задач. Более того, накопленный в стране опыт строительства показал, что крупные гидроэнергетические объекты являлись, как правило, основой для индустриального развития целых районов, в которых размещались гидроузлы, а в ряде случаев и крупных регионов страны, например Днепрогэс, Волгоградская и Куйбышевская ГЭС, Нурекская ГЭС и др. Строительство крупных ГЭС Ангаро-Енисейского каскада положило начало образованию крупнейших территориально-производственных комплексов в Сибири и освоению природных богатств этого крупнейшего региона страны.

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

Необходимо отметить принципиальное различие в использовании водных ресурсов гидроэлектростанциями и ГАЭС. Если для ГЭС повышение мощности часто связано с недопустимым увеличением площади затопления, то для ГАЭС затопления невелики (они определяются размерами бассейнов суточного регулирования), а повышения мощности (при благоприятном рельефе) можно достичь за счет увеличения напора.

При больших напорах достаточно мощные ГАЭС можно располагать на водотоках со сравнительно небольшим стоком, так как потребность в воде для ГАЭС ограничивается только восполнением потерь на испарение и фильтрацию из бассейнов суточного регулирования.

Основные показатели по построенным и строящимся ГАЭС в СССР приведены в таблице 5.23.

## 5.5. РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

**Роль внутренних водоемов в производстве рыбной продукции.** Добычу рыбы осуществляют в мировом океане и внутренних водоемах: морях (Азовском, Аральском, Каспийском и Черном), озерах, реках и водохранилищах.

Около 30% современных уловов во внутренних морях и водоемах приходится на пресноводных рыб, которые или постоянно обитают в пресноводных водоемах, или проводят в них часть своего жизненного цикла (табл. 5.24).

Уловы рыбы во внутренних морях и водоемах СССР приведены в таблице 5.25.

**Рыбное хозяйство внутренних водоемов в условиях интенсификации хозяйственной деятельности.** К основным факторам антропогенного воздействия на гидрологический режим водных объектов, оказывающим негативное влияние на состояние рыбных запасов, относится зарегулирование стока водохранилищами, его сокращение за счет безвозвратного водопотребления, забор

## 5.23. Действующие и строящиеся ГАЭС

| Наименование | Река | Установленная мощность, МВт | Расчетный напор в турбинном режиме, м | Год ввода |
|---|---|---|---|---|
| | | в турбинном режиме | | |
| Киевская | Днепр | 225 | 65 | 1971 |
| Загорская | Кунья | 1200 | 100 | Строится |
| Кайшядорская | Нямунас | 1600 | 100 | » |
| Каневская | Днепр | 3600 | — | » |
| Днестровская | Днестр | 2300 | — | » |
| ГАЭС в составе Южно-Украинского энергокомплекса | Ю. Буг | 2200 | — | » |

## 5.24. Основные группы рыб пресноводного комплекса

| Наименование группы | Связь с пресными водами | Характерные представители группы |
|---|---|---|
| Туводные | Постоянно обитают в пресных водах | Щука, лещ, судак, плотва, окунь |
| Полупроходные | Нагуливаются в опресненных зонах морей или эстуариях рек, на нерест заходят в низовья рек. | Лещ, судак, сазан, вобла, тарань, сиг |
| Проходные | Нагуливаются в море, на нерест поднимаются высоко по реке | Севрюга, осетр, белуга, семга, кета, горбуша |

## 5.25. Уловы рыбы во внутренних морях, реках, озерах, водохранилищах и производство ее в товарных хозяйствах Минрыбхоза СССР, тыс. т

| Водоем | 1950 г. | 1960 г. | 1970 г. | 1980 г. | 1985 г. | 1986 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Каспийское море | 190,8 | 286,4 | 437,6 | 315,0 | 273,5 | 263,3 |
| Черное море | 52,3 | 53,0 | 104,7 | 270,7 | 184,6 | 249,3 |
| Азовское море | 182,0 | 99,6 | 189,6 | 132,9 | 155,7 | 140,6 |
| Аральское море | 35,6 | 39,2 | 14,0 | 2,6 | — | — |
| Итого морское рыболовство | 460,7 | 478,2 | 745,9 | 721,2 | 613,3 | 653,2 |
| Реки[1] | 167,1 | 147,3 | 144,5 | 135,7 | 129,6 | 134,5 |
| Озера | 69,0 | 99,7 | 74,5 | 89,9 | 73,1 | 81,0 |
| Водохранилища | 7,0 | 31,9 | 55,2 | 56,0 | 68,7 | 69,1 |
| Итого пресноводное рыболовство | 243,1 | 278,9 | 274,2 | 280,6 | 271,4 | 284,6 |
| Всего рыболовство | 703,8 | 757,1 | 1020,1 | 1001,8 | 884,7 | 937,8 |
| Товарное рыболовство | 5,5 | 14,1 | 62,7 | 158,2 | 268,1 | 296,6 |
| в том числе прудовое | 5,5 | 14,1 | 62,7 | 144,7 | 228,6 | 258,5 |
| Всего уловы | 709,3 | 771,2 | 1082,7 | 1159,0 | 1152,8 | 1234,4 |
| в том числе рыбы пресноводного комплекса | 383,9 | 332,2 | 350,9 | 441,4 | 539,4 | 581,2 |

[1] С уловами пресноводных рыб, нагуливающихся в морях, кроме Аральского.

воды из рыбохозяйственных водоемов и их загрязнение сбросными водами промышленных и других предприятий и объектов. Наиболее остро эти воздействия проявлялись в бассейнах Азовского, Аральского и Каспийского морей, озер Байкал, Балхаш, Севан, а в последние годы и в бассейнах Черного моря и Оби.

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

Самый ценный рыбохозяйственный водоем — Каспийское море. Уникальность его определяется прежде всего большими запасами осетровых, добыча которых составляет около 90% мирового улова.

Наиболее высокопродуктивным районом моря является Северный Каспий, обеспечивающий с впадающими в него Волгой и Уралом воспроизводство 95% запасов проходных и полупроходных рыб.

Основные места размножения осетровых — Волга ниже Волгоградского гидроузла, где сохранилось 510 га естественных нерестилищ, и Урал, куда на размножение заходит до 70% всего нерестового стада севрюги.

Полупроходные рыбы Каспия размножаются в дельте Волги и нижней части Волго-Ахтубинской поймы в зоне подпора вододелителя. Прирост уловов леща, воблы, судака и других рыб за счет работы вододелителя составляет 30...40 тыс. в год.

Кура, Терек, Сулак, Самур и другие реки имеют большое значение в воспроизводстве запасов рыб пресноводного комплекса с точки зрения сохранения редких и ценных видов рыб (теркского и куринского лосося, шемая и др.).

Около 9% уловов обеспечивают озера, в том числе половину — Псковско-Чудское, Онежское, Ладожское, Балхаш, Байкал и др. Наиболее богаты озерами Карельская АССР и Тюменская область, однако промысел здесь развит слабо вследствие их труднодоступности и невысокой естественной рыбопродуктивности. Ихтиофауна некоторых озер, например Севана, Байкала, представляет большую ценность не только в рыбохозяйственном, но и в экологическом отношении.

Увеличение вылова рыбы из озер возможно за счет их более интенсивного промыслового использования, строительства товарных рыбоводных хозяйств и рыбоводных заводов. В настоящее время такие заводы имеются на Байкале (выращивание молоди омуля), на Севане и Иссык-Куле (выращивание молоди форели) и на некоторых других озерах.

Рыбохозяйственное значение рек, имея в виду их незарегулированные участки, в настоящее время снизилось. Из рек наиболее ценной в рыбохозяйственном отношении является Обь, в низовьях которой вылавливают около 60% всех добываемых в стране сиговых рыб.

Среди пресноводных водоемов большую рыбохозяйственную ценность представляют также водохранилища. Современный вылов рыбы из них составляет 70 тыс. т. Наиболее продуктивные — Каховское, Кременчугское и Цимлянское.

Поддержание благоприятного для рыбного хозяйства уровенного режима в водохранилищах не всегда возможно по условиям водности года и, кроме того, зависит от основного назначения водохранилища. Зачастую выполнение требований рыбного хозяйства к уровенному режиму водохранилищ влечет за собой невыполнение требований к сбросу воды в нижние бьефы для обводнения нерестилищ. Особенно это касается водохранилищ Волжско-Камского каскада, у которых требования к их уровенному режиму вступают в противоречие с требованиями попусков воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла для обеспечения условий воспроизводства осетровых и полупроходных рыб.

Вылов рыбы из водохранилищ может быть увеличен как за счет более рационального использования имеющихся рыбных запасов, так и более полного использования кормовой базы. Поэтому строят рыбопитомники для выращивания молоди ценных рыб, не обеспеченных условиями естественного

воспроизводства, — растительноядных, сиговых — и зарыбления водохранилищ их молодью.

В 1985 г. при 18 водохранилищах построены нерестово-выростные хозяйства и рыбоводные заводы, в которых ежегодно выращивают около 350 млн. молоди осетровых, сиговых, карповых, растительноядных и других рыб.

Водные ресурсы внутренних естественных водоемов и водохранилищ интенсивно используются не только в рыбохозяйственных, но и в рекреационных целях. На некоторых водоемах любительский лов по своим масштабам соизмерим с промысловым и, по имеющимся оценкам, превышает 100 тыс. т в год.

## 5.6. ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ И ЛЕСОСПЛАВ

**Перевозки грузов, пассажиров и лесосплав.** В 1986 г. по внутренним водным путям (рекам, озерам, водохранилищам и каналам) транспортом общего пользования (Министерства речного флота РСФСР, управлений и пароходств речного транспорта союзных республик и Среднеазиатского пароходства Министерства морского флота СССР) перевезено 649 млн. т с грузооборотом 255 млрд. т·км. В навигационный период по внутренним водным путям ежедневно перевозят около 3 млн. т груза при среднем пробеге 400 км (табл. 5.26).

**5.26. Перевозки грузов и пассажиров речным транспортом общего пользования по годам**

| | 1940 | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1986 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Перевезено грузов, млн. т: | 73,9 | 269,4 | 357,8 | 475,5 | 568,1 | 632,6 | 649,0 |
| нефть и нефтепродукты наливом | 9,6 | 25 | 33,5 | 39 | 41,3 | 40,0 | 39,5 |
| лес и дрова в плотах | 33,3 | 77,1 | 71,8 | 65,3 | 53,4 | 50,0 | 50,8 |
| сухогрузы: | 31,0 | 167,3 | 252,5 | 371,2 | 473,4 | 542,6 | 558,7 |
| каменный уголь и кокс | 2,2 | 14,4 | 17,6 | 23,4 | 23,8 | 20,3 | 17,0 |
| лес и дрова в судах | 7,6 | 20 | 19,4 | 20,2 | 17,8 | 18,7 | 17,7 |
| минеральные строительные материалы | 7,7 | 108 | 181 | 281 | 378 | 440 | 454 |
| металлы и металлолом | 0,5 | 1,1 | 2 | 3,6 | 4,5 | 5,1 | |
| зерно и продукты перемола | 5,2 | 5,6 | 6,8 | 6,0 | 6,5 | 6,5 | 5,0 |
| Грузооборот, млрд. т·км | 36,1 | 133,9 | 174 | 221,7 | 244,9 | 261,5 | 255,4 |
| Средняя дальность перевозки 1 т груза, км | 489 | 497 | 486 | 466 | 431 | 413 | 394 |
| Перевезено пассажиров, млн. чел. | 73,4 | 134 | 145 | 161 | 138 | 132 | |
| Пассажирооборот, млрд. пассажиро·км | 3,8 | 4,9 | 5,4 | 6,3 | 6,1 | 5,9 | |
| Средняя дальность поездки одного пассажира, км | 52 | 37 | 37 | 39 | 44 | 45 | |

Распределение перевозок грузов и грузооборота по союзным республикам показано в таблицах 5.27 и 5.28, а по Среднеазиатскому пароходству Минморфлота — в таблице 5.29.

На речной транспорт РСФСР приходится 85% всего объема перевозок речных судов СССР; грузооборот его составляет 93% грузооборота речного транспорта страны.

Лес (молем и в пучках) сплавляют в основном по рекам, где судоходство лимитируется габаритами водных путей. Такой способ доставки грузов применяют в глубинных районах заготовки леса.

5.27. **Перевозки грузов по СССР и союзным республикам по годам** (без Среднеазиатского пароходства Минморфлота), **тыс. т**

| СССР, республика | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 |
|---|---|---|---|---|---|
| СССР | 266 694 | 355 008 | 472 403 | 564 100 | 628 063 |
| РСФСР | 238 169 | 311 039 | 405 905 | 481 400 | 536 869 |
| Украинская ССР | 17 351 | 27 283 | 42 303 | 51 300 | 56 687 |
| Белорусская ССР | 3480 | 5295 | 8770 | 11 400 | 13 330 |
| Казахская ССР | 3936 | 5647 | 7559 | 9900 | 9509 |
| Литовская ССР | 1035 | 1578 | 2249 | 2600 | 2728 |
| Молдавская ССР | 728 | 1378 | 2343 | 3300 | 4115 |
| Латвийская ССР | 1613 | 2233 | 2648 | 3500 | 4001 |
| Киргизская ССР | 290 | 392 | 462 | 500 | 567 |
| Эстонская ССР | 92 | 163 | 164 | 200 | 257 |

5.28. **Грузооборот речного транспорта по СССР и союзным республикам по годам** (без Среднеазиатского пароходства Минморфлота), **млн. т·км**

| СССР, республика | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1986 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| СССР | 133 607 | 173 685 | 221 522 | 244 731 | 261 140 | 255 292 |
| РСФСР | 126 162 | 163 870 | 208 232 | 228 218 | 242 692 | 236 805 |
| Украинская ССР | 4508 | 6078 | 88 921 | 10 712 | 12 245 | 12 674 |
| Белорусская ССР | 1241 | 1224 | 1423 | 1916 | 224 | 1358 |
| Казахская ССР | 1509 | 2156 | 2419 | 3253 | 3137 | 3613 |
| Литовская ССР | 64 | 119 | 150 | 150 | 157 | 170 |
| Молдавская ССР | 56 | 110 | 217 | 299 | 308 | 314 |
| Латвийская ССР | 41 | 54 | 68 | 91 | 211 | 245 |
| Киргизская ССР | 47 | 64 | 76 | 71 | 99 | |

5.29. **Перевозки грузов и грузооборот по годам Среднеазиатского пароходства Минморфлота**

| СССР, республика | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1986 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Перевозки грузов, тыс. т | 2749 | 2752 | 3054 | 4000 | 4573 | |
| Грузооборот, млн. т·км | 322 | 300 | 191 | 122 | 137 | 139 |

**Внутренние водные пути и гидросооружения на них.** Сеть внутренних водных путей включает естественные реки, искусственные водные пути (реки с частично зарегулированным стоком, шлюзованные системы, каналы), а также озера и водохранилища.

Около 60% всех эксплуатируемых для судоходства водных путей имеют планово-гарантированные глубины. Протяженность водных путей приведена в таблице 5.30.

Искусственные судоходные водные пути (каналы, водохранилища, шлюзованные системы) имеют протяженность 20,8 тыс. км. На них функционирует около 100 судопропускных сооружений (шлюзов, судоподъемников).

**Требования речного транспорта к водному режиму.** Речной транспорт требует для своего функционирования поддержания определенных глубин. На участках рек, где созданы водохранилища, это требование обеспечивается соблюдением в водохранилищах уровней наибольшей сработки (УНС), установленных правилами эксплуатации водохранилищ ниже подпорных сооружений — судоходными попусками. Так, на Нижней Волге ниже плотины

**5.30. Протяженность эксплуатируемых водных путей СССР, тыс. км**

| | 1940 г. | 1965 г. | 1970 г. | 1975 г. | 1980 г. | 1985 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Протяженность внутренних водных судоходных путей сообщения, эксплуатирующихся всеми организациями | 108,9 | 142,7 | 144,5 | 145,4 | 142,0 | 126,6 |
| в том числе с навигационной обстановкой пути | 101,3 | 127,1 | 131,2 | 134,2 | 132,3 | 119,2 |
| Из них с освещаемой и светоотражающей обстановкой | 69,6 | 72,4 | 83,8 | 88,8 | 88,5 | 83,5 |
| Протяженность искусственных водных судоходных путей сообщения | 4,2 | 16,6 | 18,6 | 19,6 | 20,5 | 21,5 |

Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС судоходный попуск (обеспеченностью по времени до 95%) составляет 4000 м³/с, что обеспечивает глубину 4 м. За пределами расчетной обеспеченности попуск снижается до 3400 м³/с (глубина до 3,5 м). На Нижнем Дону после постройки Цимлянского водохранилища судоходный попуск поддерживался равным 580 м³/с, что создавало гарантированную глубину 3,5 м. После постройки Николаевского и Константиновского гидроузлов попуск снизился до 400 м³/с (за пределами расчетной обеспеченности — 340 м³/с).

На ряде рек, где гарантированная глубина невелика (Сухона, Северная Двина, Вычегда, Печора и другие незарегулированные реки), речной транспорт использует не только гарантированные, но и негарантированные глубины. Это означает, что в период низкой воды флот работает с недогрузкой, а при высокой водности в зависимости от прогноза загружается до осадки, превышающей гарантированную.

На многих реках северных и восточных районов, где сеть дорог еще не развита, но нет и глубоких водных магистралей, распространено весеннее экспедиционное судоходство по полой воде, когда в течение короткого срока завозят товары длительного хранения: нефтепродукты, строительные материалы, зерно и т. п.

Для лесосплава в основном используют период половодья. Лесосплавные сооружения, как правило, рассчитывают на среднедекадные расходы паводковых месяцев (май—июнь на севере и востоке), имеющие обеспеченность 80%.

## 5.7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ РЕКРЕАЦИИ

Водные объекты — природные лечебницы. Поэтому большую часть рекреационных учреждений и почти все учреждения кратковременного отдыха населения располагают либо непосредственно на берегах водоемов, либо вблизи них.

На берегах объектов единого водного фонда расположено около 55% санаторных учреждений, 80% учреждений отдыха, 60% туристских учреждений и более 90% учреждений пригородного отдыха. Распределение рекреационных учреждений по гидрографическим бассейнам страны показано в таблице 5.31.

Рекреационная ценность водных объектов характеризуется целой группой факторов: ландшафтом, формой, глубиной и площадью водного зеркала, режимом уровней, уклоном берегов, температурой воды и ее качеством, удаленностью от крупных городов, обеспеченностью подъездными путями и т. д.

**5.31. Распределение рекреационных учреждений по гидрографическим бассейнам, %**

| Гидрографический бассейн | Рекреационные учреждения | |
|---|---|---|
| | длительного отдыха | пригородного отдыха |
| Балтийского моря | 11 | 3 |
| Черного моря | 29 | 18 |
| Азовского моря | 17 | 14 |
| Каспийского моря | 26 | 38 |
| Северного Ледовитого океана (включая бассейн оз. Байкал) | 9 | 16 |
| Тихого океана | 2 | 3 |
| Бессточные бассейны Средней Азии | 6 | 8 |
| Итого | 100 | 100 |

**5.32. Городское население, имеющее возможность для отдыха у воды** (города численностью более 20 тыс. чел.)

| Экономические районы | Население, млн. чел. | | Население, проживающее в городах, лишенных водных объектов, пригодных для отдыха, млн. чел. |
|---|---|---|---|
| | на берегах водохранилищ | на прочих водных объектах | |
| Северный и Северо-Западный | 1,6 | 7,3 | 0,2 |
| Центральный, Центрально-Черноземный и Волго-Вятский | 17,4 | 5,4 | 1,7 |
| Поволжский | 8,2 | 2,5 | 0,7 |
| Северо-Кавказский | 3 | 15 | 0,7 |
| Уральский | 6,3 | 2,8 | 1 |
| Западно-Сибирский | 2,9 | 4,1 | 0,9 |
| Восточно-Сибирский | 2,5 | 1,6 | 0,2 |
| Дальневосточный | 0,7 | 3,6 | — |
| Прибалтийский | 1,8 | 1,9 | 0,1 |
| Белорусский | 1,3 | 3 | 0,2 |
| Украина и Молдавия | 15,7 | 8,4 | 1,9 |
| Закавказский | 4,4 | 1,7 | 0,1 |
| Казахстанский | 5,3 | 0,9 | 0,5 |
| Среднеазиатский | 6,5 | 1,3 | 0,8 |
| СССР | 77,6 | 59,5 | 9 |

Примечание. Расчеты проведены В. Б. Яковлевой.

Водоемы с площадью зеркала в 5 тыс. га и выше обычно отвечают всем требованиям для проведения спортивных тренировок и соревнований.

В настоящее время одним из основных видов рекреационных ресурсов стали водохранилища (табл. 5.32).

Для рекреации большое значение имеет то обстоятельство, что длина береговой линии водохранилищ превышает длину береговой линии морей, омывающих территорию Советского Союза.

Однако создание водохранилищ наряду с положительными факторами в ряде случаев вызывает и отрицательные последствия для рекреационного использования территории. К ним относятся:

затопление и подтопление существующих минеральных источников, санаториев, домов отдыха, памятников архитектуры и других объектов, представляющих большую ценность для организации отдыха населения;

ухудшение условий отдыха на участках рек в нижних бьефах гидроузлов из-за резких суточных и недельных колебаний уровня, снижения температуры воды и т. п.;

снижение температуры воды, которая в нижних бьефах некоторых гидроузлов изменяется в мае — июле по сравнению с температурой в бытовых условиях на 2...3 °С. Там, где эта температура становится ниже 17 °С, массовое купание исключается.

Водохранилища, озера, реки, внутренние и окраинные моря, создавая возможности для организации отдыха населения, в то же время нуждаются в охране, как и все другие природные ресурсы. Для этой цели необходимы оптимальные и предельные нормы нагрузок на акваторию и ландшафт в прибрежной зоне водных объектов. Ориентировочные параметры акваторий, используемых для рекреационных целей, в зависимости от видов отдыха представлены в таблице 5.33.

**5.33. Параметры акваторий для рекреационных целей**

| Параметры акватории | Виды рекреационных занятий | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | купание | подводное плавание | весельные лодки | байдарки и каноэ | академическая гребля |
| Площадь, га: | | | | | |
| желательная | 5 | 5 | 100...500 | 500 | — |
| минимальная | — | — | 1 | 30 | — |
| Длина, м: | | | | | |
| желательная | 50 | — | 2200 | 2200...5000 | 2500...3000 |
| минимальная | 25 | — | 1100 | 1000..,1100 | — |
| Ширина, м: | | | | | |
| желательная | 25 | — | 30 | 900 | 200 |
| минимальная | 5 | — | 30 | 30 | 120 |
| Глубина, м: | | | | | |
| желательная | 1,8 | — | 2...3 | 2...5 | 3 |
| минимальная | 0,6 | — | 1...1,5 | 0,8...1,5 | 2,5 |

*Продолжение*

| Параметры акватории | Виды рекреационных занятий | | | |
|---|---|---|---|---|
| | прыжки с трамплина | водные лыжи | водно-моторный спорт | парусный спорт |
| Площадь, га: | | | | |
| желательная | — | 100...500 | 100...500 | 300...900 |
| минимальная | — | — | 30...50 | 50...100 |
| Длина, м: | | | | |
| желательная | — | 1500 | 1600...15 000 | 2500 |
| минимальная | — | — | 1000 | 500 |
| Ширина, м: | | | | |
| желательная | — | 200 | 200...2000 | 200...2000 |
| минимальная | — | — | 150 | 200 |
| Глубина, м: | | | | |
| желательная | 5 | — | 3...5 | 2...3 |
| минимальная | 3 | — | 1,5...2 | 1,5 |

Примечание. Таблица составлена на основании СНиП, методических указаний, отечественных и иностранных литературных источников.

**5.34. Характеристика видов рекреационного водопользования**

| Вид рекреации | Сезон водопользования | Использование видов природных комплексов | Вид загрязнений при низкой культуре водопользования |
|---|---|---|---|
| Отдых с использованием маломерного моторного флота | В—Л—О | А | Б—Ор—Х |
| Отдых на туристских судах Минречфлота | В—Л—О | А | Б—Ор—Х |
| Отдых на парусных и весельных судах | В—Л—О | А | Б—Ор |
| Рыболовство с лодки | В—Л—О | А | Б—Ор |
| Подводная охота | Л | А | Б—Ор—Х |
| Охота на водоплавающую дичь | О | Т—А | Б—Ор |
| Купание | Л | А—Т | Б—Ор—Х |
| Рыболовство со льда | В—О—З | А | Б—Ор—Х |
| Рыболовство с берега | В—Л—О | Т—А | Б—Ор |
| Пикники | В—Л—О | Т—А | Б—Ор |
| Отдых на берегах водоемов с использованием автомототранспорта | В—Л—О | Т—А | Б—Ор—Х |

Примечание. В — весна; Л — лето; О — осень; З — зима; А — акватория; Т — территория; Б, Ор, Х — биологическое, органическое, химическое загрязнения.

*Рекреационное водопользование* — деятельность населения, связанная с осуществлением различных видов рекреационных занятий (отдыха, спорта и туризма) на акватории и побережье водоемов, оказывающая прямое или косвенное воздействие на качество воды и экосистемы водных объектов. Классификация рекреационного водопользования приведена в таблице 5.34. Рекреация на водоемах — емкое понятие, объединяющее в себе многие виды отдыха, различающиеся между собой сезонами пиковых нагрузок, интенсивностью использования элементов природных комплексов, путями и характером загрязнений, поступающих в водоемы.

Загрязняющее воздействие рекреации может осуществляться как прямым путем (утечка нефтепродуктов, смыв загрязнений с тела, прикормка при рыболовстве, отбросы и отходы), так и косвенным (вторичное загрязнение при взмучивании донных отложений, изменение процессов формирования поверхностного стока в нарушенных ландшафтах, поступление загрязнений с рекреационных территорий).

Влияние рекреации на природную среду следует рассматривать не в целом, а отдельно влияние тех или иных видов отдыха на конкретные компоненты акваториальных комплексов. Поэтому к решению вопросов о возможности рекреационного использования водоемов, особенно хозяйственно-питьевого назначения, следует подходить дифференцированно. Отдельные виды отдыха даже на водоснабженческих водохранилищах, очевидно, могут быть полноправными участниками водохозяйственного комплекса, другие же должны быть ограничены или совсем запрещены.

Оптимальное использование в рекреационных целях акватории и прибрежной зоны водохранилищ возможно лишь при условии поддержания постоянного или близкого к нему уровня водохранилища. Требования рекреации не всегда могут быть удовлетворены на водохранилищах комплексного назначения.

Пригодность для отдыха и рекреационная ценность водоемов определяются природными условиями, специфическими требованиями к ним различных видов отдыха и качеством природной среды с учетом антропогенного воздействия.

Условия пригодности и комфортности водных объектов к рекреационному использованию приведены в таблице 5.35. Оценка причин, ограничивающих рекреационное водопользование по простым баллам, позволяет выявить

5.35. Оценка основных факторов, ограничивающих рекреационное водопользование (по балльной системе)

| Виды рекреации | Лимитирующие факторы рекреационного водопользования | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | зоны подтопления и заболачивания | переформирование берегов | крутые берега | активные волновые процессы | заиленное и засоренное дно | территории населенных пунктов | территории промышленных и сельскохозяйственных объектов | сельскохозяйственные угодья | отсутствие подъездных дорог | резкие колебания уровня воды | интенсивное цветение воды | водный транспорт | рыбхозяйство | водоснабжение | мелководья в прибрежной зоне | выпуски сточных вод; загрязнение атмосферы; зоны санитарной охраны водозаборов; санитарно-защитные зоны; гидротехнические сооружения |
| Отдых с использованием маломерного моторного флота | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| Отдых на парусных и весельных судах | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Рыболовство с лодки | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Подводная охота | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| Охота на водоплавающую дичь | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 |
| Купание | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| Рыболовство со льда | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| Рыболовство с берега | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Пикники на берегу | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| Отдых на берегу с использованием автотранспорта | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| Палаточный туризм | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 |

Примечание. 0 — значение фактора отсутствует; 1 — значение фактора слабое, не вызывающее ограничение использования водоема для данного вида отдыха; 2 — значение фактора умеренное, вызывающее дискомфорт для отдыха или частичное ограничение использования; 3 — значение фактора сильное, вызывающее полное ограничение использования по условиям отсутствия комфорта или безопасности.

**5.36. Оценка противоречий между отдельными видами рекреации в летний сезон**

| Виды рекреации | Отдых с использованием маломерного флота | Отдых на парусных и весельных судах | Рыболовство с лодки | Подводная охота | Охота на водоплавающую дичь | Купание | Рыболовство с берега | Отдых с использованием автотранспорта | Палаточный туризм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Отдых с использованием маломерного флота | — | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Отдых на парусных и весельных судах | 2 | — | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Рыболовство с лодки | 2 | 1 | — | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| Подводная охота | 2 | 1 | 2 | — | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Охота на водоплавающую дичь | 2 | 2 | 2 | 2 | — | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Купание | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | — | 1 | 1 | 1 |
| Рыболовство с берега | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | — | 2 | 1 |
| Отдых с использованием автотранспорта | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | — | 2 |
| Палаточный туризм | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | — |

Примечание. 0 — противоречия отсутствуют; 1 — противоречия (по условиям дискомфортности), ведущие к частичному ограничению данного вида отдыха; 2 — противоречия (по условиям дискомфортности или опасности), ведущие к полному ограничению одного из видов отдыха.

основные неблагоприятные факторы, которые могут снижать или обесценивать природные комплексы для отдельных видов рекреации.

Так, обследования Иваньковского водохранилища показали, что из 183 км его береговой линии только 65% пригодны для рекреационного водопользования, из них 29% — для отдыха с использованием акватории и побережья и 36% — для отдыха с использованием только акватории.

При решении задач рекреационного использования водоемов требуется дифференцированный подход, учитывающий как интересы всех участников водохозяйственного комплекса, так и пригодность для рекреационного освоения побережья и акватории применительно к конкретным видам отдыха.

Анализ характера противоречий, возникающих в процессе рекреационного водопользования, показывает, что чаще всего они происходят в результате нарушения комфортных условий для полноценного отдыха или в результате опасности для здоровья отдыхающих.

Оценка противоречий между отдельными видами отдыха приведена в таблице 5.36.

Отдельные виды отдыха оцениваются различной степенью противоречивости или несовместимости при комплексном рекреационном водопользовании. При этом наибольшую дискомфортность или опасность для здоровья создают такие виды рекреации, как маломерный флот и охота на водоплавающую дичь. Менее значительные внутриотраслевые противоречия вызывают рыболовводство с лодки, купание и др.

Различные виды отдыха имеют неодинаковую степень ограничения водопользования. Наиболее ограничиваемые виды рекреации вследствие внутриотраслевых противоречий — охота, подводная охота и отдых с использованием маломерного флота, наименее — отдых на парусных и весельных судах. При этом для каждого вида отдыха характерно сезонное изменение степени ограничения водопользования, которая увеличивается в летний период.

Разрешение или смягчение внутриотраслевых противоречий возможно при рекреационном районировании и планировке водохранилищ. При выполнении этой работы учет отмеченных особенностей противоречий между отдельными видами рекреации — обязательное и важное условие.

Существенные сложности и недостатки в организации зон отдыха связаны с рядом межотраслевых противоречий. Так, зонам отдыха в ряде случаев наносится большой ущерб добычей нефти, газа, различного рода стройматериалов, а в отдельных случаях строительством в них промышленных предприятий.

Условия отдыха во многих случаях существенно ухудшаются из-за загрязнения воды промышленными, транспортными и городскими стоками.

К числу неблагоприятных условий для организации отдыха также относятся: «цветение» воды, вызываемое массовым размножением сине-зеленых водорослей, интенсивная переработка берегов, в особенности на крупных водохранилищах, затрудняющая размещение в прибрежной полосе учреждений отдыха (в ряде мест бровка берега отступает более чем на 100 м) и подступы к береговой территории (высота обрывов достигает в ряде случаев 30...40 и даже 50 м), отсутствие на значительном протяжении береговой полосы водоемов пляжей и зеленых насаждений.

Для повышения эффективности рекреационного использования водных объектов необходимо:

разработать и периодически уточнять генеральную схему использования внутренних водоемов в рекреационных целях, и выявить потребности в специальных водохранилищах для отдыха в перспективе с зарезервированием для их создания необходимых территорий;

учитывать в максимально возможной степени при разработке и уточнении региональных схем комплексного использования рек и отдельных водных объектов мероприятия по их рекреационному использованию;

осуществлять четкое зонирование рекреационных территорий (кратковременный и длительный отдых, отдых дошкольников и школьников и т. д.) и зонирование водной поверхности по видам рекреационного использования (купание, рыбная ловля, подводный спорт, катание на лодках, яхтах, катерах, водных лыжах и т. п.) с учетом интересов других отраслей.

исследовать «выносливость» ландшафта и акватории к рекреационным нагрузкам и разработать действенный механизм защиты рекреационных территорий;

отдавать предпочтение организации кратковременного отдыха при невозможности одновременного удовлетворения потребностей как кратковременного, так и длительного отдыха у воды вблизи крупных городов, поскольку длительный отдых может быть организован в других районах, имеющих для этого необходимые условия;

учитывать при проектировании водохранилищ возможность их рекреационного использования и заблаговременно разрабатывать необходимые для этого мероприятия;

проектировать рекреационные системы с учетом перспективного плана создания водохранилищ.

На существующих и намечаемых к созданию водных объектах зоны отдыха проектируют с учетом следующих обстоятельств:

тесной взаимосвязи между особенностями различных водных объектов и возможными видами отдыха на них;

взаимосвязи и взаимовлияния территории и акватории при определении единовременной вместимости, которую определяют на основе оптимальных норм нагрузки на территорию и акваторию. Предельно допустимые нормы нагрузок используют лишь временно в районах, крайне нуждающихся в организации отдыха населения. В таких районах необходимо исследовать возможности для создания новых водохранилищ;

динамики природных явлений и процессов в прибрежной зоне водных объектов и в особенности водохранилищ (переработка берегов, подтопление, заиление мелководий, образование заливов береговым перемещением наносов, а впоследствии возможный замыв их наносами впадающих рек, зарастание прибрежной территории водной растительностью и т. д.);

возможности повышения рекреационной емкости ландшафта и акватории за счет осуществления инженерных, лесотехнических и других мероприятий (намыв пляжей, уполаживание берегов, устройство спусков к воде, превращение прибрежных лесов в лесопарки, оборудование площадок для кемпингов, стоянок для автомобилей и т. п.).

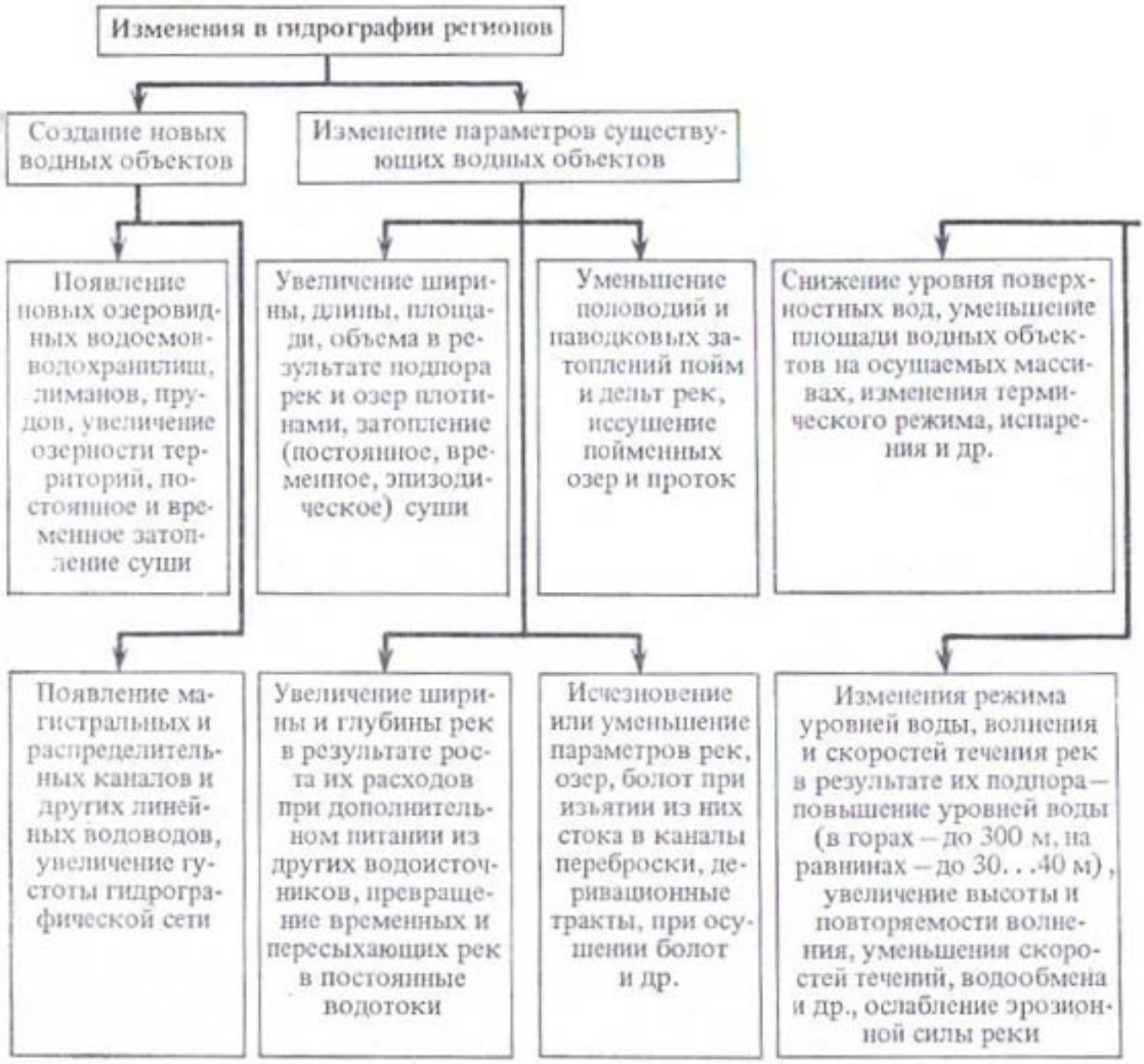


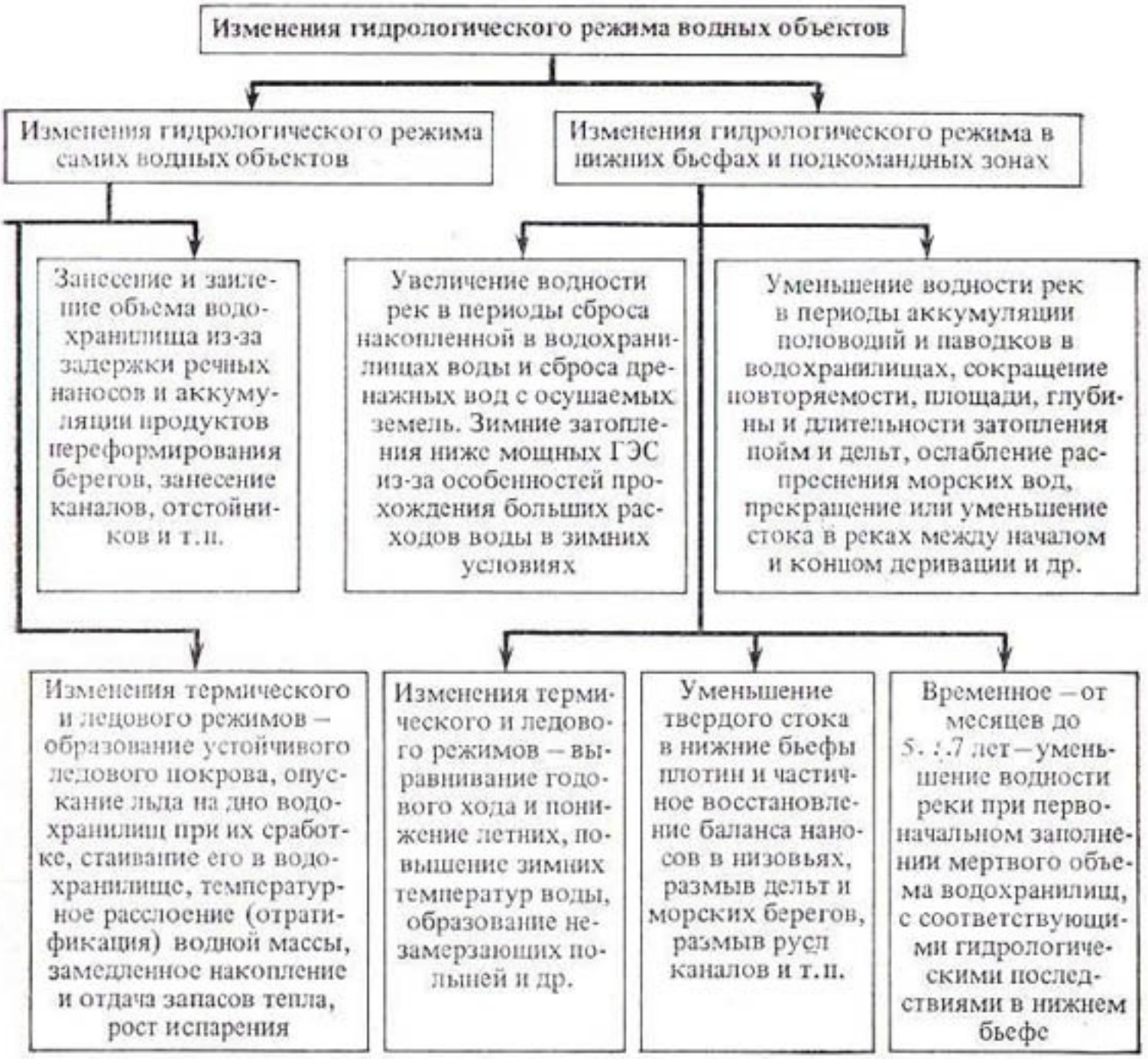

Рис. 5.1. Изменения гидрологического режима в связи со строительством, экс

## 5.8. ВЛИЯНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Водохозяйственные объекты оказывают разнообразное воздействие на природные условия прилегающих к ним территорий. Основные изменения гидрографии и гидрологического режима водных объектов показаны на рисунке 5.1.

Ниже приведены остальные компоненты природной среды и природно-территориальные комплексы.

1. Переформирование берегов и дна водных объектов:
   размыв, обрушение, выщелачивание берегов водных объектов под механическим и химическим воздействием волнения, течений, поверхностного стока, нивелирование их дна, размыв дна и берегов рек и каналов в нижних бьефах ГЭС и регулирующих сооружений;
   деформация берегов и дна под воздействием изменения геодинамических условий (землетрясений) при заполнении и сработке крупных водохранилищ;
   активизация или возникновение оползней из-за нарушений устойчивости подмываемых и подтопляемых склонов, просадка и разрушение лессовидных пород при их намокании и др.;




плуатацией и преобразованием водных объектов

увеличение площади суши в результате отложения приносимых реками наносов и продуктов разрушения берегов, а также зарастания и заторфовывания заливов, межостровных мелководий и др., отчленения и последующего занесения заливов.

2. Изменение гидрогеологических условий:
подъем уровня грунтовых вод из-за повышения уровня воды в водоприемнике и фильтрации воды из водохранилищ и магистральных каналов, заболачивание и подтопление земель при подъеме уровня грунтовых вод близко к поверхности (менее 1 м);
подъем уровня грунтовых вод на орошаемых массивах из-за фильтрации оросительных вод в почву;
засоление грунтовых вод при подъеме уровня минерализованных грунтовых вод близко к поверхности;
чрезмерное понижение уровня грунтовых вод при осушении болот и заболоченных земель.
3. Изменения местного климата:
изменение элементов метеорологических условий в районах водохранилищ — увеличение радиационного баланса, изменения хода температур, влажности воздуха, усиление ветра, уменьшение осадков над водоемом и др.;
уменьшение континентальности климата в районах больших водохра-

нилищ — более плавный ход годовых и суточных температур, увеличение периода между заморозками и др;
изменение метеорологических условий в долинах рек ниже регулирующих водохранилищ — уменьшение температуры воды и воздуха летом, увеличение влажности воздуха, образование туманов зимой и др.;
изменение термического режима осушаемых массивов — повышение альбедо поверхности, рост испарения и др.;
изменение местного климата на орошаемых массивах — уменьшение амплитуды температуры воздуха, увеличение его влажности и др.

4. Изменения почвенного покрова:
оглеение почв в низких горизонтах при подъеме уровня грунтовых вод до 2 м от поверхности — образование фосфатов закисного железа, увеличение подвижности гумусовых веществ и железа, улучшение водного и питательного режима почвы;
олуговение почв при подъеме уровня грунтовых вод до 1 м от поверхности — повышение содержания гумуса, азота, фосфора, калия, железа, появление в верхних горизонтах охристых прослоек, уменьшение кислотности почвы, рассоление нижних горизонтов черноземов, образование дерново-глеевых почв и др.; заболачивание почв — образование торфяно-глеевых и торфянисто-подзолистых почв при пресных грунтовых водах, засоление — при минерализованных грунтовых водах, ухудшение аэрации почв, увеличение содержания закисных форм железа и др.;
изменение почв при осушении (улучшение аэрации, ослабление процесса торфообразования, усиление опасности ветровой и водной эрозии) торфяных почв и др.;
изменения почв при орошении (вторичное засоление, уплотнение, деградация черноземов и др.).

5. Изменения растительного покрова:
отмирание деревьев, кустарников и трав в зонах постоянного и отчасти временного затопления, их угнетение и частичное отмирание в зоне заболачивания, сильного подтопления, вторичного засоления;
улучшение роста многих видов растений в зонах умеренного и слабого подтопления, на осушенных землях, вдоль оросительных и дренажных каналов и т. п.;
обеднение видового состава (выпадение многих бобовых и злаковых) и увеличение продуктивности при сильном и отчасти умеренном подтоплении;
осуходоливание лугов при прекращении или уменьшении весенних половодных затоплений в поймах и дельтах рек ниже водохранилищ — сдвиг почвенно-растительных зон к реке, ксерофитизация и снижение продуктивности лугов, улучшение лугов низкого уровня и др.;
улучшение видового состава, повышение продуктивности и увеличение ее стабильности на лугах в нижних бьефах при ликвидации летне-осенних наводнений;
ухудшение видового состава и снижение продуктивности древесно-кустарниковой и травянистой растительности при засолении земель на берегах водохранилищ, дренажных коллекторов и в зонах орошения.

6. Изменения животного мира:
гибель или вытеснение животного мира при планировке орошаемых земель, строительстве каналов, осушении болот и при первоначальном затоплении ложа водохранилищ;
сокращение ареалов обитания животных пойменных биоценозов при создании водохранилищ, уменьшение численности спасшихся животных из-за недостатка мест обитания, пищи и т. д.;
ухудшение условий обитания части полуводных животных из-за большой сработки (особенно зимней) водохранилищ, меньшей зарастаемости мелководий и дельт рек, недостатка кормов и др.;
улучшение условий обитания копытных и других животных благодаря созданию пресноводных водоемов и водотоков в аридных зонах (водопои, увеличение кормовой базы и др.);

прекращение путей миграций копытных и других животных из-за создания водохранилищ и каналов большой протяженности, гибель животных при переходах через эти объекты и т. д.;

улучшение условий размножения и нагула многих водоплавающих птиц, а также условий отдыха и кормления перелетных птиц;

нарушение путей миграций проходных рыб при строительстве перегораживающих сооружений, ухудшение условий размножения и нагула многих видов рыб. Улучшение условий обитания рыб в результате увеличения акватории водных объектов, благоприятного водного режима некоторых из них и т. д.

В результате взаимодействия указанных факторов происходят бо́льшие или меньшие изменения экосистем и природно-территориальных комплексов (ландшафтов).

Последствия создания и трансформации водохозяйственных объектов могут быть постоянными и временными, затухающими или нарастающими в процессе эксплуатации. Оценка их с точки зрения охраны природной среды и с социально-экономических позиций может быть неодинаковой — то, что полезно для хозяйства и населения, часто отрицательно влияет на природную среду, и наоборот. Поэтому при проектировании и эксплуатации водохозяйственных объектов очень важна количественная и по возможности стоимостная оценка положительных и отрицательных изменений в природной среде и сопоставление ее с социально-экономическим эффектом создания и трансформации водохозяйственных объектов.

Наибольшее воздействие на природную среду среди водохозяйственных объектов оказывают водохранилища. Они влияют на различные элементы окружающей среды — на гидрологический режим в верхнем и нижнем бьефах гидроузлов, вплоть до устьев, на водные и наземные экосистемы и т. д.

Влияние на природную среду во многом определяется особенностями водохранилищ, отличающими их от естественных водоемов:

с созданием водохранилищ резко нарушается относительное равновесие, установившееся в окружающей среде; начинается бурное развитие процессов переформирования берегов и дна, повышение уровня грунтовых вод, всплывание торфяников, изменение микроклимата, состава почв, растительности и т. п.;

все процессы на разных участках водохранилищ (в приплотинной и средней частях, в зоне выклинивания подпора, в заливах) развиваются неодинаково;

параметры и режимы эксплуатации водохранилищ определяются людьми, и, таким образом, от глубины наших знаний и степени разработки проектных и эксплуатационных решений во многом зависят направление и интенсивность развития тех или иных природных процессов;

водохранилища выступают в двух системах связи: природных и общественных явлений и в своем развитии испытывают воздействие различных элементов каждой из этих систем.

Регулирование речного стока водохранилищами — один из основных факторов изменения природной среды. Для многолетнего регулирования стока обычно достаточен полезный объем 20...25% годового стока реки в данном створе а для сезонного регулирования — 8...20% годового стока. Для рек с большей неравномерностью стока в многолетнем и сезонном разрезе необходима большая полезная емкость водохранилища.

Различают следующие зоны прямого воздействия водохранилищ на окружающую среду.

*Зона постоянного затопления* — территория, покрытие которой водой по своей повторяемости и продолжительности, как правило, исключает сохранение прежних естественных условий и возможность ее планового хозяйственного использования. Эту зону принимают, как правило, в границах отменного уровня воды в естественных условиях до отметки НПУ с учетом кривой подпора, обычно при расходах 20%-ной обеспеченности в летне-осеннюю межень. На водохранилищах с разной величиной сработки уровней эта зона полностью находится под водой от нескольких недель до 10...12 мес в году.

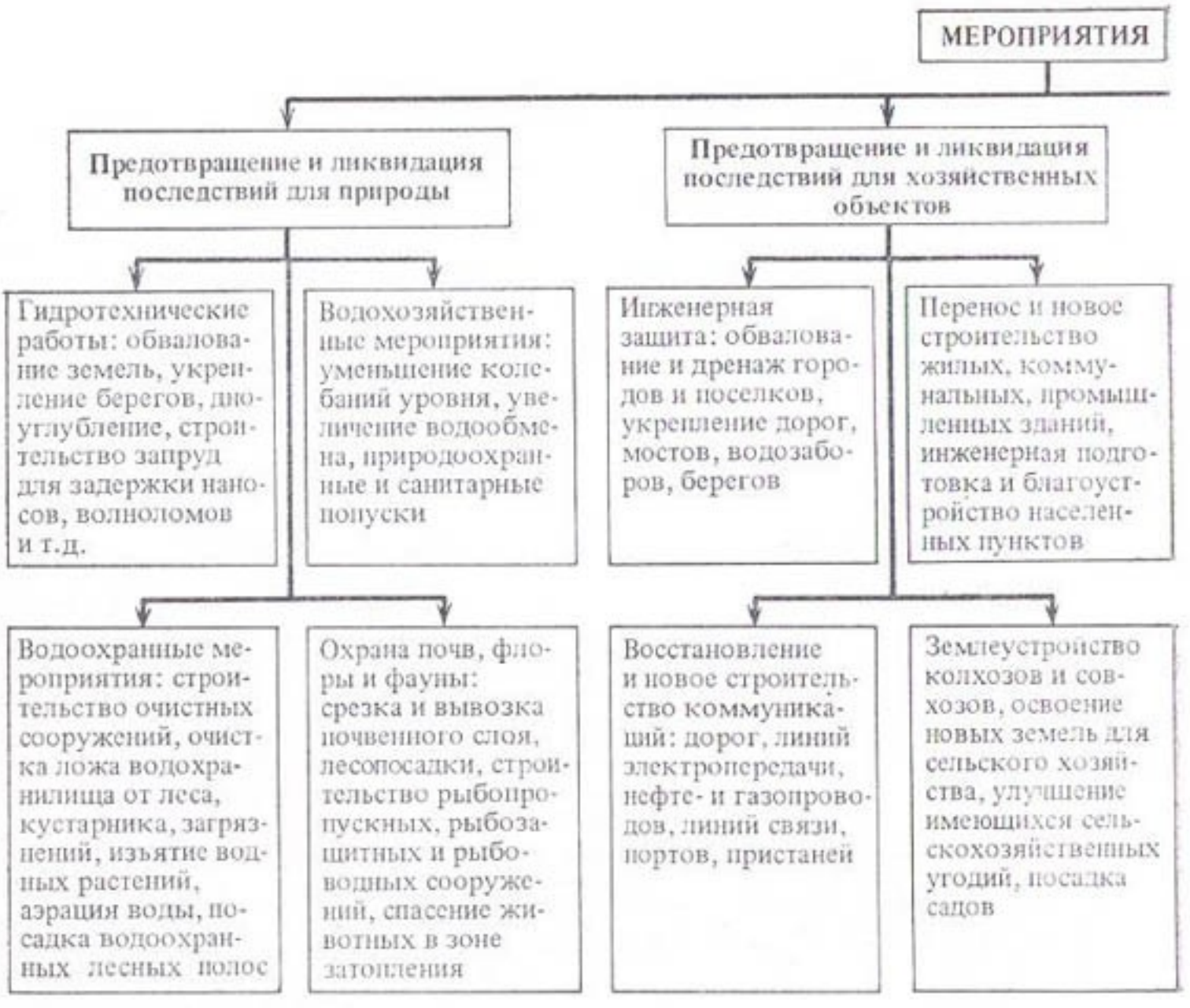



Рис. 5.2. Схема мероприятий, вызываемых созданием и эксплуатацией водохо-

*Зона периодического временного затопления* — территория, периодически затопляемая весенними половодьями и летне-осенними паводками. Нижняя граница этой зоны — урез воды при НПУ, а верхняя — уровень воды при прохождении паводков определенной повторяемости. Режим использования угодий данной зоны приближается к режиму использования пойменных земель.

Более редкие временные затопления считаются эпизодическими. Они происходят, например, при форсировке уровня водохранилищ в период пропуска половодий редкой повторяемости — с вероятностью превышения 1...0,01%.

*Зона повышения уровня грунтовых вод.* На предпроектных стадиях зону подтопления сельскохозяйственных угодий условно принимают в пределах территории между НПУ и горизонталью +1 м над НПУ, а при разработке проектов — при подъеме уровня грунтовых вод до 1 м и менее от поверхности земли (с учетом капиллярной каймы); уровни грунтовых вод и площадь подтопления определяют путем разработки прогноза на основе гидрогеологических исследований.

*Зона переформирования берегов водохранилищ* — береговая полоса, в которой произойдут (согласно прогнозу) размыв, обрушение, оползание, выщелачивание, просадки и другие деформации, вызывающие угрозу для природных и хозяйственных объектов; величину переформирования берегов прогнозируют на 10 и 50 лет.

*Зона климатического влияния водохранилищ*, в которой изменяются температура, влажность воздуха, сила ветра и другие метеорологические



зяйственных объектов

параметры. До настоящего времени эту зону при разработке проектов реально не учитывают; косвенно ее учитывают при оценке изменений растительного покрова.

*Зона влияния многолетнего и сезонного регулирования стока* в нижнем бьефе гидроузла — ее границы определяют расчетами применительно к конкретным условиям речных долин — качеству пойменных земель, режиму затопления наиболее ценных экосистем поймы и дельты, ущербом, причиняемым природным и хозяйственным объектам при разных подъемах паводковых уровней и т. д.

*Зона влияния недельного и суточного регулирования стока* в нижних бьефах гидроэлектростанций. Ее границы определяют водохозяйственными расчетами отдельно в безледоставный и ледоставный периоды, так как величина и частота подъемов и спадов уровней в зимнее время зависит не только от расхода воды, но и от ледового и термического режимов — интенсивности образования шуги, заторов и зажоров, зимнего коэффициента и др. Указанные расчеты и прогнозы выполняют по конкретным объектам с учетом местных гидрометеорологических условий.

Взаимодействие водохранилищ с природой водосборной площади (особенно прилегающей к водохранилищу) и лежащих ниже по течению (подкомандных) территорий и акваторий существенно отличается от взаимодействия естественных рек с окружающей средой и неодинаково для горных и равнинных территорий, для разных широтных и высотных географических зон. Воздействие различных групп водохранилищ на окружающую среду имеет свои особенности.

Для больших водохранилищ (объемом более 5...10 км$^3$ и площадью бо-

лее 100 км²) редко свойственны необратимые воздействия на природные условия прилегающей суши. Кроме того, их влияние часто распространяется на десятки и сотни километров вниз по течению рек, вызывая устойчивые изменения в твердом стоке, русловом режиме и в процессе формирования дельт и взморья. Влияния больших водохранилищ проявляется как по длине рек, так и на прилегающей местности.

Для средних и небольших водохранилищ характерна относительно быстрая стабилизация взаимодействия с окружающей сушей. Хотя здесь происходят все основные изменения в природных условиях, которые возникают и при создании более крупных водохранилищ, но их проявление не имеет, как правило, необратимого характера. Умеренное проявление негативных последствий влияния этой группы водохранилищ на природу и хозяйство позволяет рекомендовать их широкое создание, особенно с точки зрения сохранения окружающей среды. В условиях все возрастающей ценности земли, увеличивающегося хозяйственного освоения речных долин и других социально-экономических факторов возможности создания больших водохранилищ ограничены или отсутствуют.

Весьма сильно природная среда изменяется на больших орошаемых и осушаемых массивах, причем главными факторами этих изменений служат поступление воды на прежде практически безводные территории при орошении и удаление избыточных вод при осушении.

Наиболее существенными на орошаемых массивах являются изменения почвенно-растительного покрова, в частности замена редкой дикорастущей растительности сельскохозяйственными культурами с высокой плотностью посадки и посева, а также подъем уровня грунтовых вод за счет потерь оросительных вод, приводящий при отсутствии или недостаточно эффективной работе дренажно-коллекторной сети к вторичному засолению почв и выпадению их из сельскохозяйственного оборота. При орошении практически полностью сменяется также фаунистический комплекс района.

Осушение земель приводит прежде всего к положительному изменению почвообразовательного процесса и повышению производительности не только сельскохозяйственных угодий, но и прилегающих природных комплексов. Наименьшие последствия для природной среды возникают при устройстве совершенных осушительных систем двухстороннего действия и осуществлении надлежащих мер по предотвращению вредного воздействия вод, например наводнений, а также при рациональной структуре посевных площадей и технологии выращивания на них сельскохозяйственных культур. В противном случае происходят необратимые изменения в почвенном покрове (массовая ветровая эрозия торфяных почв) и в природных комплексах в целом.

Такие водохозяйственные объекты, как каналы, водоводы, пруды и другие, оказывают воздействие на природную среду на незначительных территориях, преимущественно на узких полосах вдоль каналов, коллекторов, водоводов. Кроме того, последствия создания этих водохозяйственных объектов легче предотвратить или компенсировать, чем последствия создания больших водохранилищ, крупных оросительных и осушительных систем.

Анализ практики проектирования, строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов показывает, что их отрицательные последствия в какой-то степени можно предотвратить, ослабить или компенсировать, если своевременно провести природоохранные мероприятия и грамотно эксплуатировать природоохранные объекты. Но полного предотвращения или компенсации многих отрицательных последствий строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов даже путем самых совершенных систем природоохранных мероприятий добиться в ряде случаев нельзя. В целях предотвращения, ослабления, ликвидации отрицательных последствий сооружения и эксплуатации водохозяйственных объектов проводят комплексы мероприятий. Многие из них имеют природоохранную направленность (рис. 5.2).

Под охраной природы понимают комплекс мер и мероприятий по охране природной среды от истощения и загрязнения и по направленному ее преобразованию в целях сохранения экологического равновесия, рационального использования природных ресурсов и обеспечения оптимальных условий жизни человека.

# Глава 6. ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

## 6.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Задачи государственного управления водными ресурсами: обеспечение рационального использования водных ресурсов, их охрана от загрязнения и истощения, предупреждение и ликвидация вредного воздействия вод, улучшение состояния водных объектов, а также охрана прав водопользователей.

Государственное управление в области использования и охраны вод разделяют на общее и специальное.

*Общее* управление осуществляют Совет Министров СССР, Советы Министров союзных и автономных республик, исполнительные комитеты Советов народных депутатов.

Президиум Совета Министров СССР в 1981 г. образовал Комиссию по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов (в том числе водных).

На нее возложен систематический контроль за выполнением постановлений партии и правительства по охране и рациональному природопользованию, осуществлением единой научно-технической политики, за дальнейшим совершенствованием государственного управления охраной природы. Комиссия рассматривает крупные проблемы преобразования природы страны, практику применения законодательства и соблюдения экологических требований при проектировании территориально-промышленных комплексов, строительстве и реконструкции крупных предприятий, мелиоративных, водохозяйственных и других объектов. Комиссия координирует деятельность министерств, ведомств СССР, Советов Министров союзных республик и общественных организаций в области охраны и рационального природопользования. Решения Комиссии обязательны для исполнения всеми министерствами и ведомствами.

Местные Советы народных депутатов в соответствии с Законом СССР об основных полномочиях краевых, областных Советов народных депутатов автономных областей и автономных округов (1980 г.) обеспечивают разработку и проведение мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, осуществляют государственное управление и контроль в области использования и охраны вод и других природных ресурсов на территории края, области.

Исполкомы местных Советов народных депутатов участвуют в согласовании решений по вопросам водопользования, предоставляют водные объекты в обособленное пользование, в отдельных случаях выдают разрешения и разрешают споры о водопользовании и т. д. Разработка мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов является также одной из главных задач областных, краевых, республиканских (АССР) агропромышленных объединений.

*Специальное* государственное управление в области использования и охраны вод сосредоточено в Министерстве мелиорации и водного хозяйства СССР, одноименных министерствах и других органах союзных республик.

Минводхоз СССР в соответствии с утвержденной генеральной схемой управления мелиорацией и водным хозяйством (1988 г.):

несет ответственность за обеспечение народного хозяйства и населе-

ния страны водой, распределяет водные ресурсы по отраслям народного хозяйства;

обеспечивает рациональное экономное использование водных ресурсов;

решает вопросы, связанные с межреспубликанским распределением стока рек и установлением режима работы водохранилищ;

осуществляет оперативный контроль за соблюдением установленных лимитов водопотребления;

разрабатывает схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов, ведет государственный учет вод и государственный водный кадастр по разделу: «использование вод»;

выполняет другие функции государственного управления водными ресурсами.

В составе Минводхоза СССР эти функции осуществляет Главное управление комплексного использования водных ресурсов (Главводресурсы). По бассейнам рек создаются бассейновые водохозяйственные объединения, подчиненные либо Минводхозу СССР (по бассейнам межреспубликанских рек), либо минводхозам союзных республик (по остальным бассейнам).

Для концентрированного руководства природоохранной деятельностью в стране в 1988 г. был образован союзно-республиканский Государственный комитет СССР по охране природы (Госкомприрода СССР). На этот комитет возложены разработка и проведение единой научно-технической политики в охране природы и рациональном использовании природных ресурсов, государственный контроль за использованием и охраной вод и других природных ресурсов, разработка нормативов, правил и стандартов по охране природной среды, выдача разрешений на специальное водопользование, экологическая экспертиза схем развития и размещения производительных сил страны и отраслей народного хозяйства.

Функциональная схема управления использованием и охраной вод показана на рисунке 6.1.

Активное участие в осуществлении мероприятий по рациональному использованию и охране вод принимают общественные организации (ст. 9 Основ).

Созданы межведомственные комитеты по охране и рациональному использованию отдельных речных бассейнов (комитеты по Волге, Десне, Дону и др.). В их работе участвуют партийные и советские органы, представители различных министерств и ведомств. Комитеты рассматривают широкий круг вопросов о состоянии использования и охраны вод речного бассейна, о поддержании водности малых рек, строительстве водоохранных объектов и др. Рекомендации Комитетов учитываются при разработке государственных планов по охране и рациональному использованию водных ресурсов, а в ряде случаев выполняются за счет нецентрализованных капиталовложений силами промышленных предприятий, колхозов, совхозов.

Во всех союзных республиках действуют общества охраны природы.

## 6.2. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ БАССЕЙНОВ РЕК

Водохозяйственный комплекс (ВХК) речного бассейна — основной структурный объект управления использованием водных ресурсов, обеспечивающий совместное использование водных ресурсов различными отраслями народного хозяйства. ВХК бассейна реки — совокупность водных ресурсов бассейна, а также размещенных на его территории сооружений, предназначенных для формирования, транспортировки и регулирования стока, объектов водопотребления и водоотведения.

ВХК бассейна как объект управления имеет следующие особенности: многоотраслевой характер водопотребления; противоречивость требований участников ВХК к использованию водных ресурсов и ограниченную возможность их удовлетворения; тесная взаимосвязь проводимых водохозяйствен-

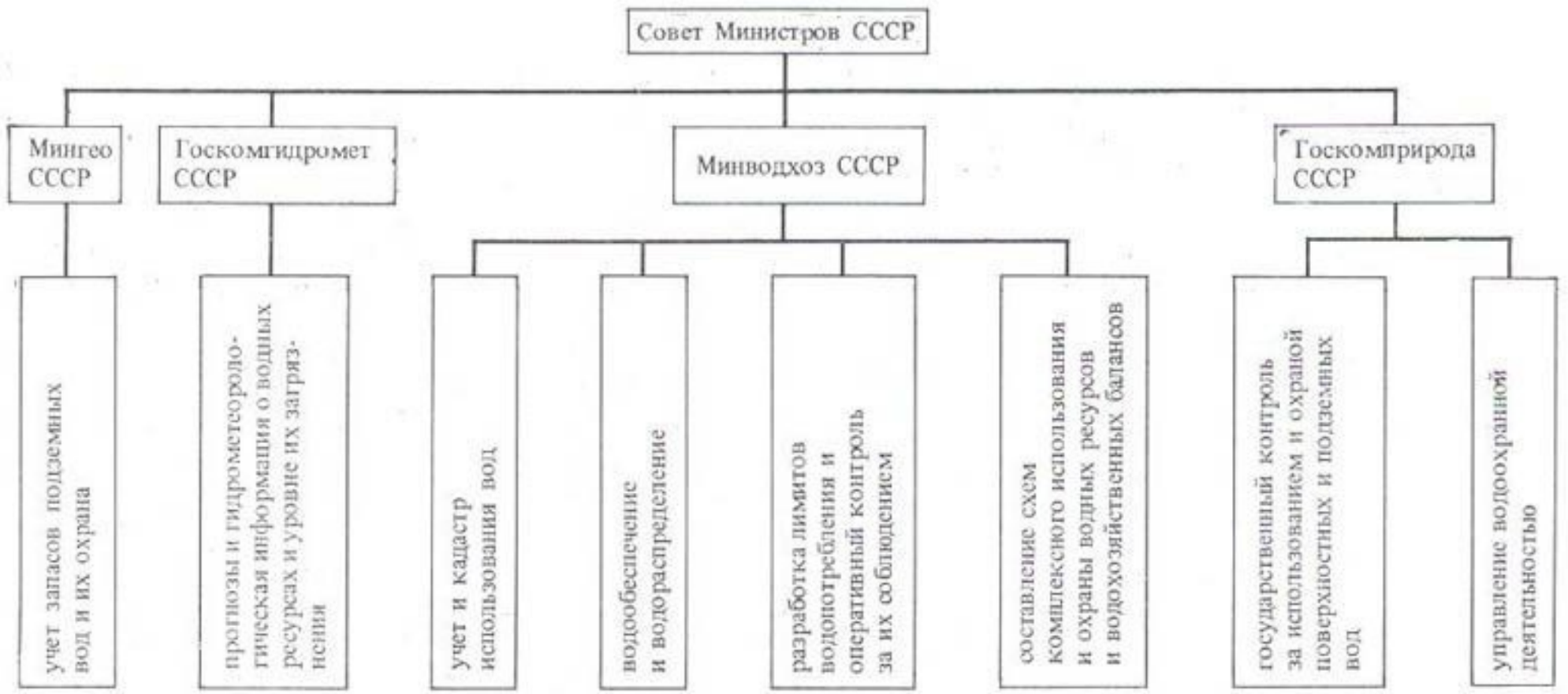



Рис. 6.1. Структура органов государственного управления в области использования и охраны вод

ных мероприятий с окружающей средой; пространственную рассредоточенность источников информации и водохозяйственных сооружений; неравномерность территориального распределения стока и стохастический характер изменчивости притока и потребления во времени; вероятностный характер гидрологической информации; сложность математического описания объектов и алгоритмов управления.

Цель управления ВХК бассейна реки — обеспечение рационального распределения водных ресурсов с учетом требуемого качества воды в интересах получения оптимального народнохозяйственного эффекта.

Автоматизированная система управления водохозяйственным комплексом бассейна реки (АСУБ) представляет собой систему управления с применением автоматических средств формирования и обработки информации и экономико-математических методов для регулярного решения основных задач распределения водных ресурсов и их охраны от загрязнения и истощения.

АСУБ — это часть автоматизированной системы управления Минводхоза СССР (АСУ — Минводхоз), которая, в свою очередь, взаимодействует с автоматизированными системами смежных министерств и входит в Общегосударственную автоматизированную систему (ОГАС).

Основные нормативные документы, регламентирующие разработку АСУ:

межотраслевые — комплекс ГОСТов группы № 24 «Система технической документации на АСУ»;

отраслевые — ВРММ-1—78 «Автоматизированные системы управления водохозяйственными комплексами бассейнов рек (АСУБ). Основные положения, стадии и этапы разработки, состав и содержание технической документации».

Отраслевой главный информационно-вычислительный центр (ОГИВЦ) руководит отраслевым фондом алгоритмов и программ (ОФАП). Разработанные в различных организациях программы сдают в ОФАП для последующего распространения. Раздел ОФАП по управлению водным хозяйством ведет Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов (ЦНИИКИВР). Всеми разработками АСУ в отрасли руководит совет АСУ во главе с заместителем министра мелиорации и водного хозяйства СССР. В состав совета входят главные конструкторы по направлениям работ, в том числе и главный конструктор по АСУ в водном хозяйстве.

АСУБ относится к классу иерархических систем и состоит из трех уровней:

первый — планирование и управление всем комплексом через подведомственные организации;

второй — управление эксплуатацией основных водохозяйственных объектов, определяющих водный режим комплекса (крупные водохранилища, головные сооружения оросительных систем и каналов, водозаборные и водоотводящие сооружения крупных промышленных центров);

третий — управление режимами эксплуатации сооружений, расположенных ниже головных водозаборных узлов (магистральные каналы, системы водоснабжения и водоотведения промышленных центров и др.).

Функциональная структура АСУБ состоит из нескольких подсистем. Подсистема — условная декомпозиция большой системы, принятая в целях упрощения задачи проектирования и эксплуатации системы. Выделяют следующие функциональные подсистемы АСУБ: водные ресурсы, качество водных ресурсов, требования на воду, планирование и водораспределение, оперативное управление, контроль и анализ.

Комплекс функциональных подсистем рассматривают во временном разрезе (годовом, сезонном, оперативном) и в иерархическом (по уровням вододеления) — на весь бассейн в целом, на участок, водозабор. Задачи подсистемы следующие.

*Водные ресурсы* — в зависимости от периода планирования оценивают все виды располагаемых водных ресурсов, основываясь на анализе многолетнего ряда наблюдений, прогнозе водности предстоящего периода, а также учитывают запас воды в водохранилищах и аккумулирующие возможности водотоков.

Комплекс задач по прогнозированию поверхностных водных ресурсов выполняет Госкомгидромет, подземных — Мингео.

*Качество водных ресурсов* — характеризует поступление в водные объекты возвратных и сточных вод и их качество для целей планирования, согласовывает отраслевые планы проведения водоохранных мероприятий с учетом соблюдения нормативов качества вод.

*Требования на воду* — определяют требования к водным ресурсам промышленности, сельского и коммунального хозяйств, гидроэнергетики, рыбного хозяйства и речного транспорта во всех рассматриваемых временных разрезах с привязкой к водохозяйственным участкам, водозаборам и местам сброса сточных вод. При этом установлено, что заявки предприятий должны быть экономически обоснованы, а также содержать нормы водопотребления и водоотведения на единицу продукции, план выпуска продукции, площади орошения и состав культур, план выработки электроэнергии, грузооборот речного транспорта и др.

*Планирование водораспределения* — в бассейне реки в зависимости от периода различают планирование годовое, сезонное и оперативное (см. гл. 9).

В АСУБ задача решается по декадам в привязке к основным водозаборам. При этом главное — определение оптимальных режимов работы водохранилищ на основе анализа прогнозной информации и текущих показателей гидрологического режима, а также корректировка планов работы водохозяйственного комплекса, разработанных при долгосрочном планировании.

*Оперативное управление* реализует решения, принятые на этапе оперативного планирования. Обеспечивает проведение расчетов оперативного режима работы гидротехнических сооружений.

В соответствии с выбранным оптимальным планом водораспределения определяется оперативный режим водоподачи и расходы в водорегулирующих сооружениях (плотинах, насосных станциях, каналах).

Результаты расчетов реализуют диспетчерские службы с помощью дистанционных средств управления.

*Контроль и анализ* определяют правильность функционирования системы сравнением фактических данных об использовании водных ресурсов с плановыми показателями, анализируют причины отклонений от плана и выдают рекомендации по корректировке управления.

Подсистема решает задачи контроля выполнения планов водозабора и водоотведения, водоподачи, качества вод, водоохранных мероприятий, анализа причин отклонений от плана, аварийных ситуаций.

К шести основным подсистемам примыкает подсистема *«учет»*, учитывающая фактическое использование водных ресурсов во всех временных разрезах, в том числе и в годовом, в составе государственного учета использования вод. Учетная информация собирается нарастающим итогом в отраслевом, административно-территориальном и бассейновом разрезах.

*Техническое обеспечение АСУБ.* Это комплекс технических средств (КТС), состоящий из технологически увязанных устройств сбора, передачи, обработки, хранения информации и отображения ее в требуемой форме.

Компоненты технического обеспечения — устройства вычислительной и организационной техники, средства передачи данных, измерительные и другие устройства или их сочетания для соответствующих подсистем АСУБ.

Техническое обеспечение определяют исходя из задач, разрабатываемых АСУБ, с учетом требований информационного и программного обеспечения, оно должно максимально обеспечивать комплексную автоматизацию процесса выработки и реализации управленческих решений.

**Экономическая эффективность.** Основные виды эффекта АСУБ, подлежащие экономической оценке, следующие:

снижение потерь воды в водохозяйственной системе, то есть повышение эффективности использования водных ресурсов;

оптимальное (рациональное) водораспределение в республике и отрасли между крупными участками ВХК;

комплексные водоохранные и противоэрозионные мероприятия;

экономия трудовых затрат на сбор, передачу и обработку информации за счет использования ЭВМ, средств автоматизации и телемеханизации.

Экономический эффект при вводе АСУБ реализуется за счет повышения водообеспеченности предприятий и объектов и, как следствие, увеличения прибыли при потреблении дополнительной воды или уменьшения ущерба, возникающего при сокращении (по сравнению с требуемым) объема подаваемой воды.

Экономический эффект от экономии воды учитывают через замыкающую оценку водных ресурсов, то есть по приведенным затратам на осуществление наиболее дорогостоящего альтернативного водохозяйственного мероприятия, обеспечивающего равную экономию воды.

Экономического эффекта достигают:

в сельском хозяйстве за счет рациональной организации режимов подачи воды на орошение, что снижает сбросы из мелиоративной сети и вредные последствия воздействия вод на мелиоративное состояние земель и повышает урожайность сельскохозяйственных культур в орошаемом земледелии;

в гидроэнергетике — увеличения выработки электроэнергии ГЭС по критерию максимума выработки электроэнергии каскадом ГЭС или за счет сокращения расхода топлива на тепловых электростанциях по критерию минимума расхода топлива в энергетической системе;

в речном транспорте — уменьшением ущерба при сокращении судоходных попусков в нижний бьеф регулирующих сооружений;

в рыбном хозяйстве — увеличением вылова промысловых рыб при удовлетворении требований рыбного хозяйства к режимам попусков и качеству воды;

в коммунально-бытовом хозяйстве и в промышленности — сокращением расходов на водоподготовку при снижении концентрации загрязняющих веществ в воде, забираемой из водных источников на коммунально-бытовые нужды.

АСУБ создают на реках межреспубликанского значения (Сырдарья, Амударья, Днепр и др.). В зонах деятельности бассейновых (территориальных) управлений и инспекций организуют локальные АСУБТУ.

**Примеры разработок АСУБ**. В состав I очереди *АСУБ — Сырдарья* включены 70 наиболее крупных водозаборов и пять водохранилищ. Функциональная структура АСУБ включает все шесть упомянутых выше подсистем. Общее число задач — 60.

Организационная структура — трехуровненная с центром диспетчерского автоматизированного комплекса (ДАК) в г. Ташкенте, пятью территориальными диспетчерскими автоматизированными комплексами (ТДАК) с центрами в Чирчике, Гулистане, Ленинабаде, Андижане и Учкургане. Каждый ТДАК охватывает 10...15 пунктов контроля и управления (ПКУ) по основным гидроузлам и водозаборам по всему стволу реки. Центральный диспетчерский пункт (ПДП ДАК) оснащают большой ЕС ЭВМ, а ТДАК — малыми СМ ЭВМ.

Сбор информации — с помощью систем телемеханики, абонентской связи и аппаратуры передачи данных. Передача информации — по междугородным каналам связи, а вдоль магистральных каналов — по ведомственным линиям.

ДАК является органом по регулированию использования водных ресурсов бассейна реки, непосредственно подчиненным Минводхозу СССР.

В состав I очереди *АСУБ — Днепр* включены одиннадцать наиболее крупных водозаборов и шесть водохранилищ Днепровского каскада.

Функциональная структура АСУБ включает три подсистемы — планирование комплексного использования водных ресурсов; оперативное управление водохозяйственным комплексом; учет, контроль и анализ использования водных ресурсов.

В состав всех трех подсистем входит 48 задач.

Организационная структура — двухуровненная с центром в г. Киеве и пунктами контроля и управления на гидросооружениях. Центральный диспетчерский пункт оснащен большой ЕС ЭВМ и системой абонентской связи с ПКУ.

*АСУ — Зеравшан* имеет двухуровненную структуру с центром в г. Самарканде.

Комплекс технических средств содержит ЭВМ, системы телемеханики и телетайпной связи. Оперативная информация о расходах, уровнях бьефов, положений щитов, ходе поливов, работе скважин выдается на пневмощит, дисплей и печать.

Аналогичная система реализована в бассейне р. Чу.

## 6.3. ВЕДЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧЕТА ВОД И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Порядок ведения государственного учета вод и их использования определен положением, утвержденным постановлением Совета Министров СССР.

Учет вод обеспечивает получение данных, необходимых: для текущего и перспективного планирования использования вод и проведения водоохранных мероприятий, рационального развития и размещения производительных сил на территории страны; составления схем комплексного использования и охраны вод и водохозяйственных балансов; ведения государственного водного кадастра; прогнозирования изменений гидрологических условий — водности рек и качества вод; разработки мероприятий по повышению эффективности работы водохозяйственных систем и объектов; оперативного управления водохозяйственными системами; нормирования потребления и сброса вод, а также показателей их качества; государственного контроля за проведением мероприятий по рациональному использованию и охране вод.

Государственный учет вод и их использования осуществляется по единой для Союза ССР системе и возложен на Госкомгидромет (ресурсы поверхностных вод), Мингео СССР (ресурсы подземных вод) и Минводхоз СССР (использование поверхностных и подземных вод).

Учет использования вод проводят на основе статистической отчетности водопользователей по форме № 2-тп (водхоз), утвержденной Госкомстат. Учету подлежат водопользователи, забирающие из водных объектов в сутки свыше 50 м³ воды или из систем водопровода более 300 м³, сельскохозяйственные предприятия и организации, забирающие из рек, каналов и водопроводных систем в сутки свыше 150 м³ воды. Обязательному учету подлежат все водопользователи (независимо от объемов забираемых вод), осуществляющие сброс сточных вод. Перечень отчитывающихся водопользователей устанавливают бассейновые (территориальные) управления (инспекции) системы Минводхоза СССР по согласованию с местными органами Госкомгидромета (при использовании поверхностных вод) и Мингео СССР (при использовании подземных вод).

Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР через свои местные органы обеспечивает на предприятиях, в организациях и учреждениях-водопользователях контроль за правильностью ведения первичного учета объема забираемых из водных объектов и сбрасываемых в них вод и определения качества сбрасываемых вод, за наличием и состоянием водоизмерительного оборудования и за соблюдением установленных сроков государственной аттестации его; сбор, обработку и обобщение информации об использовании воды на основе отчетности водопользователей, а также представление обобщенной информации в директивные органы и заинтересованным министерствам и ведомствам.

Государственные, кооперативные и общественные предприятия, организации и учреждения, осуществляющие водопользование, ведут первичный учет забираемых из водных объектов и сбрасываемых в них вод; устанавливают на всех водозаборных и водосбросных сооружениях гидрометрическое оборудование для измерения количества забираемой и сбрасываемой воды (расходомеры, уровнемеры и другое гидрометрическое оборудование) и аппаратуру для определения качества сточных вод.

Первичный учет использования вод осуществляют по единым формам первичной учетной документации ПОД-11, ПОД-12 и ПОД-13 (приложение 1...3), которые утверждены Минводхозом СССР по согласованию с Госкомстат, Госкомгидрометом и Мингео СССР.

Журналы первичной учетной документации ведут водопользователи на каждом водозаборе и выпуске сточных вод, пункте передачи (приема) воды, а также на каждой оборотной и повторно-последовательной системе водоснабжения. Указания по применению и заполнению форм, а также сами формы предусматривают учет водопотребления и водоотведения водоизмерительными приборами и устройствами (ПОД-11), косвенными методами (ПОД-12), а также учет качества сбрасываемых сточных вод (ПОД-13).

Сведения, занесенные в журналы первичного учета по использованию вод, являются основанием для заполнения форм статистической отчетности об использовании воды № 2-тп (водхоз). Последнюю водопользователи представляют 1 декабря отчетного года местному органу по регулированию использования и охране вод, своей вышестоящей организации, санитарно-эпидемиологической станции и местному органу Госкомстат. Адресную часть формы с соответствующими кодами (кроме кодов бассейнов рек и водохозяйственных участков) и все ее показатели заполняет водопользователь и проверяют работники бассейнового управления (инспекции). Подписывает форму руководитель предприятия-водопользователя и начальник бассейнового (территориального) управления (инспекции) по регулированию использования и охране водных ресурсов.

Особенности заполнения отдельных таблиц, граф и показателей формы, соответствующие коды и определения изложены в Инструкции о порядке составления статистического отчета об использовании воды по форме № 2-тп (водхоз), утвержденной Госкомстат по согласованию с Минводхозом СССР, Госкомгидрометом и Мингео СССР.

Система кодирования показателей формы позволяет получать обобщенные данные об использовании вод в разрезе союзных республик и административно-территориальных единиц экономических районов, территориально-производственных комплексов, отраслей народного хозяйства, министерств, ведомств, их главков и объединений, бассейнов морей, рек и их водохозяйственных участков.

Для получения более достоверных данных учета и исключения ошибок в ведомственной и территориальной принадлежности водопользователей в 1982 г. создан автоматизированный классификатор предприятий-водопользователей, которые подлежат государственному учету.

В классификаторе указывают: код водопользователя; наименование водопользователя и его местонахождение; код министерства или ведомства, производственного объединения, главка, управления, которому подчинен водопользователь; код территории, на которой расположен водопользователь; код отрасли народного хозяйства, к которой относится водопользователь; источники забираемых и приемники сбрасываемых вод и их коды; расстояние от устья реки до места забора или сброса вод, коды водохозяйственных участков и показатели водопотребления и водоотведения.

Классификатор представляют: вычислительному центру (ВЦ), ведущему обработку отчетности об использовании вод для обобщения данных учета и разработки машинного каталога предприятий, организаций и учреждений, охваченных учетом по данному ВЦ; Центральному научно-исследовательскому институту комплексного использования водных ресурсов (ЦНИИКИВР) для оформления Общесоюзного машинного каталога предприятий, организаций и учреждений, охваченных государственным учетом использования вод. Распечатку созданного на ЭВМ классификатора представляют также бассейновым (территориальным) управлениям (инспекциям) для сверки с ним поступающих отчетных форм № 2-тп (водхоз).

Минводхозом СССР утверждена Технологическая схема учета, регламентирующая порядок и сроки сбора (от водопользователей), проверки, корректировки и передачи на ВЦ отчетных форм № 2-тп (водхоз), обработки на ВЦ, обобщения, анализа данных учета и передачи бассейновым управлениям, минводхозам (госкомитетам) союзных республик и ЦНИИКИВРу обобщенных данных в распечатанном виде и записанных на магнитной ленте.

Местные органы по регулированию использования и охране вод с 1 по 25 декабря отчетного года собирают отчетность по форме № 2-тп (водхоз), а также проверяют правильность ее заполнения; обеспечивают проставление

кодов поверхностных и подземных водных источников и приемников сточных вод, водохозяйственных участков; проверяют правильность балансовых соотношений между объемами забранной, использованной, переданной и сброшенной воды, а также суммирования реквизитов при заполнении итоговых строк отчета; наличие подписи руководителя и печати предприятия или бассейнового управления. Неправильно заполненные отчеты возвращают водопользователям на переработку или по согласованию с ними корректируют на месте.

ВЦ осуществляют входной контроль отчетности по форме № 2-тп (водхоз), поступившей от местных органов по регулированию использования и охране вод.

Контролю подлежат: названия отчитывающихся предприятий, министерств (ведомств); наименования водных объектов; правильность заполнения кодов отраслей народного хозяйства, министерств (ведомств), территорий, предприятий, водных объектов и подземных вод; соответствие реквизитов представленных отчетов предусмотренным в программах шаблонам; согласования отчетов руководителями бассейновых управлений.

После подготовки данных и исправления обнаруженных ошибок информацию вводят в ЭВМ. С 20 декабря по 5 января записанная на магнитную ленту исходная информация, прошедшая все виды машинного и логического контроля, сверяется с классификатором. Несовпадение этой информации с классификатором заносится ЭВМ в ведомость несоответствий, которую передают бассейновым управлениям (инспекциям) для проверки и уточнения. После уточнений ВЦ корректирует массив исходных данных и приступает к обобщению информации по закрепленному за ним региону.

Обобщенную информацию представляют бассейновым управлениям и минводхозам (госкомитетам) союзных республик для анализа и контроля. Все замечания и уточнения по обобщенным данным представляются соответствующим ВЦ, которые вносят необходимые уточнения и к 15 февраля предоставляют головному ВЦ обобщенные данные на магнитной ленте и в распечатанном виде в целом по республике, подписанные руководством минводхозов (госкомитетов) союзных республик.

Обработка и обобщение данных госучета использования вод возложены на 21 вычислительный центр системы Минводхоза СССР, в том числе 14 республиканских центров и 7 региональных ВЦ (по РСФСР). Обобщение данных в целом по стране возложено на головной центр — ЦНИИКИВР, который обеспечивает научно-методическое руководство всеми работами по государственному учету вод.

ЦНИИКИВРом разрабатывается программно-математическое обеспечение, обязательное для всех ВЦ, ведущих обработку данных учета использования вод.

Обобщенную в целом по СССР информацию ЦНИИКИВР предоставляет 15 марта следующего за отчетным года Минводхозу СССР. Единые для всех ВЦ формы таблиц выходной обобщенной информации, согласованные с Госпланом СССР, Госкомстат и другими заинтересованными ведомствами, предусматривают обобщение информации по использованию воды более чем по 240 показателям в разрезе союзных республик, экономических районов, министерств, ведомств, их главков и объединений административно-территориальных единиц, отраслей народного хозяйства, территориально-производственных комплексов бассейнов рек, водохозяйственных районов и участков.

Завершив обобщение отчетных данных, все ВЦ корректируют на ЭВМ классификаторы предприятий-водопользователей, которые представляют в ЦНИИКИВР для корректировки общесоюзного классификатора.

Полученные Минводхозом СССР данные анализируют и после этого представляют в Совет Министров СССР; Госплан СССР, Госкомстат, Госкомгидромет, Мингео СССР, а также всем отраслевым министерствам и ведомствам СССР, Советам Министров союзных республик и другим заинтересованным организациям.

Основные показатели использования вод в СССР за 1981—1986 гг. приведены в таблице 6.1.

**6.1. Структура забора и использования воды в СССР за 1981—1986 гг.** (по данным статистической отчетности), км³

| Показатели | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Число отчитывающихся водопользователей | 72 083 | 77 371 | 79 243 | 83 284 | 86 997 | 86 296 |
| *I. Забор воды отраслями народного хозяйства* | | | | | | |
| Промышленность всего | 96,1 | 102,2 | 94,5 | 97,8 | 89,3 | 102,5 |
| В том числе подземных вод | 10,4 | 10,8 | 6,4 | 6,6 | 6,4 | 10,4 |
| Сельское хозяйство | 207,2 | 196,4 | 216,3 | 215,3 | 234,2 | 214 |
| В том числе подземных вод | 9,2 | 9,7 | 10,5 | 10,8 | 10,9 | 11,8 |
| Жилищно-коммунальное хозяйство | 23,7 | 23,3 | 23,9 | 24,4 | 24,6 | 22,8 |
| В том числе подземных вод | 9,5 | 9,6 | 9,9 | 10,1 | 10,7 | 10,9 |
| Другие отрасли | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 5,9 | 4,7 |
| В том числе подземных вод | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,2 |
| Всего по СССР | 329,7 | 324 | 337 | 340 | 354 | 344 |
| В том числе подземных вод | 29,9 | 30,9 | 27,8 | 28,6 | 29,1 | 34,3 |
| *II. Использование вод по категориям* | | | | | | |
| Оборотной и последовательно используемой | 200,7 | 211,9 | 223,6 | 236,1 | 244,4 | 250,9 |
| Свежей (из водных объектов) | 284,4 | 275,0 | 279,8 | 281,2 | 287,0 | 280,2 |
| Всего по СССР | 485,1 | 486,8 | 503,4 | 517,3 | 531,4 | 531,1 |
| *III. Использование воды по отраслям народного хозяйства* | | | | | | |
| Промышленность | 297,2 | 312,8 | 320,3 | 331,2 | 342,4 | 347,1 |
| В том числе оборотной и последовательно используемой | 197,9 | 208,6 | 220,1 | 231,1 | 237,0 | 241,4 |
| свежей | 99,3 | 104,2 | 100,2 | 100,1 | 105,4 | 105,7 |
| Сельское хозяйство | 166,9 | 152,4 | 160,3 | 162,6 | 163,6 | 158,9 |
| В том числе оборотной и последовательно используемой | 1,1 | 1,4 | 1,6 | 3,0 | 5,1 | 7,3 |
| свежей | 165,8 | 151,0 | 158,7 | 159,6 | 158,5 | 151,5 |
| Жилищно-коммунальное хозяйство | 17,6 | 18,7 | 18,6 | 18,8 | 19,8 | 19,7 |
| В том числе оборотной и последовательно используемой | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| свежей | 17,1 | 18,2 | 18,4 | 18,6 | 19,6 | 19,4 |
| Другие отрасли | 3,9 | 3,4 | 5,1 | 5,5 | 5,7 | 5,4 |
| В том числе оборотной и последовательно используемой | 1,2 | 1,3 | 1,7 | 1,8 | 2,7 | 1,8 |
| свежей | 2,7 | 2,1 | 3,4 | 3,7 | 3,6 | 3,6 |
| Всего по СССР | 485,1 | 486,8 | 503,4 | 517,3 | 531,4 | 531,1 |
| В том числе оборотной и последовательно используемой | 200,7 | 211,9 | 223,6 | 236,1 | 244,4 | 250,9 |
| свежей | 284,4 | 275 | 279,8 | 281,2 | 287,0 | 280,2 |
| *IV. Использование воды по видам водопользования* | | | | | | |
| Всего на хозяйственно-питьевые нужды | 22,9 | 23,3 | 23,9 | 24,7 | 25,4 | 25,0 |
| Всего на производственные нужды | 298,6 | 311,4 | 324,3 | 336,6 | 346,1 | 333,0 |
| В том числе свежей воды | 99,4 | 101,5 | 102,5 | 103,7 | 107,0 | 91,6 |
| оборотной и последовательно используемой | 199,2 | 209,9 | 221,8 | 232,9 | 239,1 | 241,4 |
| Всего на орошение | 157,2 | 145,1 | 147,3 | 147,3 | 150,4 | 133,4 |
| В том числе свежей воды | 156,1 | 143,7 | 145,8 | 144,3 | 145,2 | 127,9 |
| оборотной и последовательно используемой | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 3,0 | 5,2 | 5,5 |

*Продолжение*

| Показатели | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Всего на сельскохозяйственное водоснабжение | 6,9 | 7,5 | 8,7 | 9,4 | 9,6 | 10,0 |
| Полное водопотребление | 485,1 | 486,8 | 503,4 | 517,3 | 531,4 | 531,1 |
| В том числе свежей воды | 284,4 | 275 | 279,8 | 281,2 | 287,0 | 280,2 |
| оборотной и последовательно используемой | 200,7 | 211,9 | 223,6 | 236,1 | 244,4 | 250,9 |
| *V. Водоотведение* | | | | | | |
| Отведено сточных вод всего: | 138,0 | 150,7 | 155,8 | 163,0 | 163,6 | 162,8 |
| в водные объекты | 132,1 | 144,8 | 149,1 | 156,1 | 153,3 | 154,4 |
| на поля фильтрации, поля испарения, бессточные впадины | 5,9 | 5,9 | 6,7 | 6,9 | 10,3 | 8,8 |
| Сброшено в водные объекты: | | | | | | |
| нормативно-чистых сточных вод | 93,7 | 106,1 | 110,6 | 117,5 | 115 | 116,3 |
| загрязненных сточных вод | 19,4 | 18,4 | 17,5 | 16,7 | 15,9 | 15,1 |
| нормативно-очищенных сточных вод | 19,0 | 20,3 | 20,9 | 21,9 | 22,4 | 23,0 |
| Мощность очистных сооружений всего | 36,3 | 37,1 | 37,2 | 38,4 | 39,5 | 41,3 |

## 6.4. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВОДНЫЙ КАДАСТР

Порядок ведения Государственного водного кадастра (ГВК) определен постановлением Совета Министров СССР (1977 г.) и является одним из основных источников информационного обеспечения органов управления в области использования и охраны водных ресурсов.

ГВК — это систематизированный, постоянно пополняемый и уточняемый свод сведений о водных объектах, составляющих единый государственный водный фонд, водопользовании, а также о режиме и качестве вод. ГВК включает данные учета вод.

Основная задача ГВК — создание единого государственного информационного водохозяйственного фонда. Материалы ГВК представляют собой официальные данные, обязательные для использования при решении всех водохозяйственных задач.

Ведение ГВК по единой для СССР системе возложено на Госкомгидромет (общая координация и осуществление работ по разделу «Поверхностные воды»), Мингео СССР (раздел «Подземные воды») и Минводхоз СССР (раздел «Использование вод»).

Раздел ГВК «Использование водных ресурсов» (ИВР) имеет информационную структуру, аналогичную структуре других его разделов, и состоит из следующих частей:

*каталоги водопользования*, включающие сведения о местоположении и основных параметрах водохозяйственных объектов (водозаборов, сбросов отработанных вод, водохранилищ, очистных сооружений и т. д.), использовании воды без изъятия ее из источника, а также о площадях орошаемых, обводняемых и осушенных земель;

*ежегодные данные об использовании вод*, основу которых составляет государственная статистическая отчетность водопользователей, содержащая сведения о фактических заборах и сбросах воды по количественным и качественным показателям, полном и безвозвратном водопотреблении по речным бассейнам и их участкам, отраслям народного хозяйства, экономическим районам, административно-территориальным единицам и стране в целом, а также отчетные водохозяйственные балансы;

*многолетние характеристики использования водных ресурсов*, содержащие обобщенные за последние 5 лет и весь период наблюдений водохозяйственные параметры и показатели, характеризующие использование водных ресурсов по речным бассейнам и их отдельным створам, союзным республикам и стране в целом.

Данные ГВК ИВР подлежат занесению в информационный фонд, а основные из них — публикации в печати.

Состав данных ГВК определяется специальным нормативно-техническим документом, утвержденным Госкомгидрометом, Мингео СССР и Минводхозом СССР, а по ГВК ИВР — методическими указаниями и инструкциями, утвержденными Минводхозом СССР.

Включаемые в ГВК сведения базируются на единой методической и информационной основе, обеспечивающей совместимость, однозначность идентификации, согласование единиц измерения показателей и организацию данных как в первичных документах, так и на технических носителях информации.

Первичная информация об использовании водных ресурсов включает:

каталоги водопользования, составляемые проектно-изыскательскими институтами по зоне их деятельности;

данные ежегодной корректировки каталогов водопользования (по введенным в действие, ликвидированным и реконструированным водохозяйственным объектам), подготавливаемые бассейновыми управлениями и инспекциями;

классификаторы предприятий, организаций и учреждений, использование вод которыми подлежит государственному учету, составляемые бассейновыми управлениями и инспекциями;

данные государственного учета использования вод;

отчеты служб эксплуатации крупных гидроузлов и водохранилищ (данные о режиме работы гидроузлов и водохранилищ);

отчеты краевых и областных водхозов о площадях орошаемых, обводняемых и осушенных земель;

данные о расходах воды в каналах и коллекторах по гидрометрическим постам Минводхоза СССР;

данные о поверхностных и подземных водных ресурсах, необходимые для составления водохозяйственных балансов, получаемые от кадастровых подразделений Госкомгидромета и Мингео СССР в порядке, определяемом совместно тремя ведомствами, ответственными за ведение ГВК.

Минимальной территориальной единицей, в пределах которой осуществляется сбор и обработка водохозяйственной информации, является водохозяйственный участок, границы которого определяются гидрологическими, водохозяйственными, экономическими и административно-территориальными условиями. В настоящее время ГВК ИВР составляют по 1600 водохозяйственным участкам 75 бассейнов основных рек страны.

Данные каталогов водопользования обобщают по речным бассейнам (их участкам) с расчетами водохозяйственных балансов. Помимо этого, приводят информацию по административно-территориальным единицам, входящим в рассматриваемый бассейн.

Данные ГВК ИВР используют директивные плановые органы и органы по регулированию использования и охране вод, управления Госкомгидромета и Мингео СССР, проектные институты системы Минводхоза СССР, службы эксплуатации водохозяйственных систем и другие заинтересованные организации для решения следующих задач: перспективного, пятилетнего и годового планирования; учета водного фактора при размещении производительных сил; оценки изменения водных ресурсов под влиянием хозяйственной деятельности; подготовки проектных материалов, схем и прогнозов водопотребления; выдачи разрешений на специальное водопользование; осуществления межреспубликанского, краевого, областного, районного и межхозяйственного вододеления; контроля за использованием и охраной водных ресурсов; нормирования водопотребления и водоотведения; уточнения тарифов платы за воду. ГВК базируется на автоматизированной информационной системе

(АИС ГВК), которая разделяется на подсистемы «Поверхностные воды», «Подземные воды» и «Использование вод».

В декабре 1985 г. принят в эксплуатацию пусковой комплекс I очереди АИС ГВК по разделу «Использование водных ресурсов» (АИС ГВК ИВР).

Пусковым комплексом АИС ГВК ИВР предусмотрена выдача на основе создаваемой информационной базы как исходной, так и обобщенной по различным признакам кадастровой информации.

В системе Минводхоза СССР работы по ведению ГВК осуществляют: Главводресурсы Минводхоза СССР (общее руководство и координация работ); ЦНИИКИВР (головной центр кадастра использования вод); ВО «Союзводпроект» (организационно-техническое руководство); отделы водного кадастра минводхозов (госкомитетов) союзных республик; республиканские (региональные) центры кадастра (РЦК) в 23 ведущих проектно-изыскательских институтах; первичные кадастровые подразделения (зональные проектно-изыскательские институты и бассейновые управления).

Функции РЦК: получение от первичных кадастровых подразделений исходной информации (в виде отдельных кадастровых документов) и ее визуальный контроль; подготовка данных к вводу в ЭВМ (перфорация), автоматизированный контроль вводимой информации и исправление ошибок, формирование информационных массивов на технических носителях непродолжительного хранения; оперативное обобщение информации по стандартной программе с выдачей итоговой информации по установленной форме для последующей публикации или избирательного распространения; подготовка к изданию обобщенных сведений; занесение информации на долговременные технические носители, создание и ведение информационных фондов ГВК; информационное обслуживание потребителей по системе запрос — ответ; обмен информацией с РЦК своего и других ведомств.

ЦНИИКИВР осуществляет: разработку и совершенствование принципов и методов ведения кадастра использования водных ресурсов; инструктивно-методическое руководство всеми кадастровыми работами в системе Минводхоза СССР; получение информации, представляемой республиканскими (региональными) центрами кадастра, и контроль полноты поступающей информации; создание и ведение информационных фондов кадастра по бассейнам крупных рек, рек межреспубликанского значения и стране в целом; обработку, анализ и обобщение данных об использовании вод по речным и морским бассейнам и водохозяйственным участкам в разрезе отраслей, министерств и ведомств, административно-территориальных единиц и видов водопользования; подготовку к изданию обобщенных данных ГВК (совместно с ВО «Союзводпроект» и избирательное распространение этих сведений); информационное обслуживание организаций данными ГВК по системе запрос — ответ; ведение справочного подраздела информационной базы ГВК ИВР (каталога или перечня сведений, имеющихся во всех организациях, ответственных за ведение кадастра); оперативный обмен данными с головными центрами кадастра Госкомгидромета и Мингео СССР.

Обобщенная (выходная для системы ведения ГВК) информация об использовании водных ресурсов содержит: обобщенные в различных разрезах показатели современного использования водных ресурсов (включая водохозяйственные балансы на современный уровень), предназначенные для текущего планирования и оперативного управления водным хозяйством; обобщенные показатели изменения речного и подземного стока под влиянием антропогенной деятельности; технико-экономические показатели водохозяйственных объектов (водозаборных сооружений, каналов, водохранилищ, очистных сооружений и т. д.), необходимые для планирования, проектирования и назначения режимов работы водохозяйственных систем; другие характеристики использования водных ресурсов, разрабатываемые в случае необходимости для обслуживания отдельных потребителей кадастровой информации.

Информационное обслуживание потребителей осуществляют следующими способами: публикация в стандартных изданиях ГВК для широкого пользования; тиражирование материалов; выдача информации индивидуальным потребителям по запросам.

Материалы ГВК ИВР публикуют во всесоюзном и республиканских изданиях ГВК в трех сериях: обобщенные данные каталогов водопользования; ежегодники водопользования; многолетние характеристики использования водных ресурсов.

К печати материалы всесоюзного издания готовит ЦНИИКИВР совместно с ВО «Союзводпроект» и представляет их на утверждение в Главводресурсы Минводхоза СССР. Исходными данными служат получаемые от республиканских центров кадастра сведения, а также данные о водных ресурсах, получаемые в установленном порядке от головных центров Госкомгидромета и Мингео СССР.

Головной центр готовит также материалы для объединенного межведомственного издания «Водные ресурсы СССР, их использование и качество».

Республиканские издания готовят к печати республиканские центры ГВК ИВР совместно с соответствующими управлениями минводхозов (госкомитетов) союзных республик. Эти материалы рассматривают и утверждают экспертные комиссии при минводхозах (госкомитетах) союзных республик, на которых принимают также решение о тираже издания и передаче данных в головной центр кадастра.

Обобщенные данные каталогов водопользования издаются начиная с 1982 г. по мере подготовки материалов к публикации, а в последующем будут публиковаться один раз в пять лет (после корректировки каталогов водопользования) во втором году каждой пятилетки. Ежегодники водопользования издаются каждый год с публикацией данных не позже 1 декабря следующего за отчетным года. Многолетние характеристики использования водных ресурсов издаются начиная с 1987 г. один раз в пять лет.

В течение 1979—1985 гг. составлены каталоги водопользования для 44% территории СССР, обобщена информация и составлены водохозяйственные балансы для 42%. Полностью закончены работы по бассейнам рек Волги, Дона, Кубани, Терека, Сулака, Днестра, Днепра, Южного Буга, Урала, Куры, Сырдарьи, Амударьи, Чу, Таласа, Ассы, Чирчика, Ахангарана, Сурхандарьи, Оки, Невы, Немана, Иртыша, Ишима, Тобола, озера Иссык-Куль и др.

Конкретное содержание кадастровых работ, сроки их выполнения, формы первичных документов, правила их заполнения, алгоритмы обработки и т. д. регламентируются соответствующими указаниями и инструкциями, утверждаемыми Минводхозом СССР по мере необходимости.

Состав информации, выдаваемой в рамках ежегодника водопользования ГВК, приведен в приложении 4.

## 6.5. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ БАЛАНСЫ. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ

Водохозяйственные балансы (ВХБ) предназначены для научно обоснованного планирования использования вод, оперативного управления водными ресурсами и определения водохозяйственных мероприятий по удовлетворению потребностей в воде населения и народного хозяйства. Они оценивают наличие и степень использования вод и составляют ВХБ по речным бассейнам, экономическим районам, союзным республикам и Союзу ССР.

Водный баланс в отличие от ВХБ служит средством анализа природного и антропогенного круговорота воды с целью уточнения располагаемых водных ресурсов, определения влияния на них хозяйственной деятельности, раскрытия закономерностей формирования вод суши, выявления соотношений между приходом и расходом влаги на территории.

Цель составления ВХБ — установить избытки или дефициты располагаемых водных ресурсов для обеспечения водой имеющихся или намечаемых потребителей, определить требования к мероприятиям по регулированию и перераспределению стока, по экономии и поиску новых источников воды.

В зависимости от решаемой задачи и времени, которое охватывает, различают несколько видов ВХБ.

Для анализа использования водных ресурсов за прошедший период составляют отчетные ВХБ, которые являются составной частью ГВК ИВР.

Для уточнения режимов эксплуатации водохранилищ и водохозяйственных систем и оперативного планирования водораспределения разрабатывают (по данным прогнозов на ближайший период — сезон, месяц) *оперативные* ВХБ.

При планировании развития водного хозяйства составляют (на расчетные уровни разработки планов) *плановые* ВХБ с целью проверки сбалансированности роста потребностей в воде, предусматриваемого в проектах годовых и пятилетних планов, с наличием водных ресурсов.

В схемах комплексного использования и охраны вод, проектах и технико-экономических обоснованиях водохозяйственных сооружений и систем рассчитывают (по данным на предстоящие 15...20 лет и более) *перспективные* (или проектные) ВХБ. Они служат для выявления необходимости в проведении мероприятий по увеличению располагаемых водных ресурсов, анализа возможности удовлетворения хозяйственных и природоохранных требований к воде при осуществлении намеченных мер.

При разработке плановых и перспективных ВХБ в качестве базисных принимают отчетные балансы.

**Уравнения водохозяйственных балансов.** Избыток или дефицит речных вод на рассматриваемой территории (участке) за год, сезон, месяц ($м^3$) определяют по уравнениям:

$$B = Q_1 + Q_2 \pm \Delta Q_2 \pm Q_3 \pm Q_4 - Q_5 + Q_6 + Q_7 - Q_8 + Q_9 - Q_{10} - Q_{11}; \quad (6.1)$$

или

$$B_1 = Q_1 + Q_2 \pm \Delta Q_2 \pm Q_3 \pm Q_4 - Q_5 + Q_6 - Q_{8.1} - \Delta Q_{8.1} + Q_{8.2} + Q_9 - Q_{10} - Q_{11}, \quad (6.1')$$

где $B$, $B_1$ — водохозяйственный баланс: избыток (+) или дефицит (—) ресурсов речных вод на участке; $Q_1$ — поступление речных вод на участок по речной сети; $Q_2$ — речной сток, формирующийся на участке в естественных условиях; $\Delta Q_2$ — происшедшие или ожидаемые изменения в формирующемся на участке речном стоке под влиянием антропогенной деятельности на водосборной площади; $Q_3$ — сработка (+) или наполнение (—) водохранилищ на участке; $Q_4$ — изменение запасов воды в речной сети (за счет колебания притока и оттока воды на участке); $Q_5$ — потери воды в водохранилищах (испарение, фильтрация в берега и ложе); $Q_6$ — подача воды из других районов (по каналам и трубопроводам); $Q_7$ — привлекаемые подземные воды, гидравлически не связанные с речным стоком; $Q_8$ — суммарный отбор речных ($Q_{8.1}$) и подземных ($Q_{8.2}$) вод; $\Delta Q_{8.1}$ — уменьшение речных вод при отборе подземных; $Q_9$ — поступление в речную сеть сточных, возвратных, шахтных вод; $Q_{10}$ — перераспределение речных вод в другие районы; $Q_{11}$ — требуемый попуск в замыкающем (нижнем по течению реки) створе.

Уравнения (6.1) и (6.1′) дают эквивалентный результат, но различаются способом учета подземных вод.

Транзитный сток — поступление речных вод на следующий участок

$$Q^i_{12} = Q_1{}^{i+1} = Q^i_{11} + B^i, \quad (6.2)$$

где $i$ — индекс (номер) участка. Если дефицит воды на участке больше, чем требуемый попуск, то $Q^i_{12}=0$.

Избыток или дефицит подземных вод на участке определяют по формуле

$$B_2 = G + g + Q_{8.2}, \quad (6.3)$$

где $B_2$ — ВХБ подземных вод: избыток или дефицит их запасов на участке; $G$ — эксплуатационные запасы подземных вод; $g$ — объем искусственного восполнения подземных вод.

Все элементы ВХБ со знаком плюс — приходная часть, со знаком минус — расходная. Элементы $\Delta Q_2$, $Q_3$ и $Q_4$ в зависимости от направленности воздействия на речные воды в то или иное время знакопеременны. Элементом $Q_3$ (сработка и наполнение водохранилища) в процессе расчета варьируют с учетом требований к водным ресурсам и режимов управления ими. На

практике основные элементы ВХБ в конкретных условиях можно детализировать или укрупнять, но при этом нельзя допускать двойного счета и пропуска основных элементов, выявленных на рассматриваемом участке.

Возможность удовлетворения потребителей на участке подземными водами (прежде всего для хозяйственно-питьевых нужд населения) устанавливают за год в соответствии с принятым уровнем развития народного хозяйства территории, а речными водами — с учетом расчетной обеспеченности (по числу бесперебойных лет в процентах), принимаемой в зависимости от необходимой надежности снабжения водой потребителей:

| | |
|---|---|
| Водоснабжение промышленности и населенных мест | 99% |
| Орошение сельскохозяйственных земель | 75...95% |
| Гидроэнергетика | 75...95% |
| Рыбное хозяйство | 75...95% |
| Водный транспорт | 80...90% |

При комплексном использовании водных ресурсов ВХБ проверяют для всех расчетных обеспеченностей, требуемых потребителям. При этом последние с целью упрощения объединяют в две основные группы. Согласно СНиП 2.04.02—84 расчетную обеспеченность более ответственных потребителей (первая группа) принимают 95%, а остальных потребителей (вторая группа) — 75% или 85%. ВХБ бездефицитен, если все потребители удовлетворяются с пониженной обеспеченностью. Количество воды, используемое с повышенной обеспеченностью, должно быть равно потребности первой группы плюс урезанная на 20% потребность второй группы (этот норматив может быть изменен после экономического анализа последствий нехватки воды у конкретных потребителей).

Выполнение норматива расчетной обеспеченности удовлетворения потребностей в воде при составлении ВХБ оценивают различными методами.

**По гидрографам стока заданной обеспеченности** (репрезентативный метод). Отрицательный результат расчета баланса этим методом (хотя бы за один интервал времени) свидетельствует о дефиците водных ресурсов на участке. Если расчет репрезентативным методом применяется для условий значительной изменчивости (по годам) потребностей в воде для орошения земель, необходимо предварительно оценивать асинхронность (несовпадение колебаний) стока и естественной увлажненности корнеобитаемого слоя почв и на этой основе приводить оросительные нормы к стоку расчетной обеспеченности.

Частный случай этого метода — расчет за годы в целом, отдельные месяцы или сезоны со стоком заданной обеспеченности 75 (85) и 95%. Среднюю степень использования вод реки также рассчитывают по норме стока. В отдельных случаях (большое число вновь вводимых водохранилищ) дополнительно выполняют расчет при стоке 5...15%-ной обеспеченности, позволяющий определить возможность первоначального заполнения водохранилищ избытком воды в многоводные годы.

**По календарным рядам стока и потребления воды** (календарный метод). За определенный хронологический период берут данные наблюдений за метеоэлементами, определяющими природные колебания потребностей в воде (осадки, дефицит влажности и температура воздуха). Расчетный период должен охватывать законченный цикл колебаний водности рек и метеорологического режима территории и составлять, как правило, не менее 30... 35 лет. Расчет выполняют по интервалам (месяцам или декадам) каждого года из ряда. При отрицательном результате расчета баланса этим методом хотя бы за один интервал в каком-либо ряду этот год считают перебойным. Для бездефицитности баланса необходимо, чтобы число перебойных лет в календарном ряду не превышало допустимого:

$$n_x = n\frac{100-p}{100}, \qquad (6.4)$$

где $n$ — продолжительность ряда в годах; $p$ — расчетная обеспеченность.

**6.2. Области применения методов расчета ВХБ**

| Метод расчета | Оптимальная область применения | Условия для применения |
|---|---|---|
| Репрезентативный | Начальная и средняя степень использования вод, отсутствие регулирования стока (или его неглубокое регулирование до сезонного включительно) | Увязка вероятностных характеристик баланса по территории |
| Календарный | Средняя степень использования вод, сезонное и годовое регулирование стока, большая межгодовая изменчивость потребности в воде для орошения земель | Наличие синхронных наблюдений за стоком и метеоэлементами за период, как правило, не менее 30...35 лет |
| Обобщенный | Высокая степень использования вод, многолетнее регулирование стока | Соответствие принимаемой математической модели данным наблюдений и общепринятым гипотезам |

**По искусственным рядам стока и потребления воды** (обобщенный метод). Выполняют на основе систем искусственных рядов стока и связанных с ними рядов потребления воды большой длительности (500 . . . 1000 лет и более) с охватом всей рассматриваемой территории и с оценкой сочетания приходной и расходной частей баланса редкой повторяемости (включая группировки маловодных и засушливых лет). Для использования метода разрабатывают математическую модель пространственно-временных колебаний стока и потребления воды, основанную на анализе гидрометрической и гидрометеорологической информации по данному району.

Конкретный метод расчета на практике выбирают с учетом решаемой задачи, располагаемых исходных данных, наличия программ расчета на ЭВМ, исполнителей, средств и т. д. Особенности применения различных методов приведены в таблице 6.2.

С целью наглядного представления результатов составления ВХБ в материалах водного кадастра, планах развития водного хозяйства, сводных записках к схемам, докладам и другим проектным материалам репрезентативный метод используется так же, как дополнительный.

Примерная табличная форма расчета ВХБ приведена ниже.

Рассматриваемую территорию разделяют на балансовые единицы по границам речных бассейнов, в пределах которых выделяют участки для обобщения информации и долгосрочного планирования использования вод, утвержденные Минводхозом СССР. В конкретных условиях эти участки и подучастки можно разделять или объединять по створам плотин, водозаборов, впадения крупных каналов, устьям притоков, пунктов гидрометрических наблюдений пересечения административных границ, по природным зонам формирования стока.

Расчетные периоды составления ВХБ: год в целом, сезон (весенний, летний, осенне-зимний), месяц, декада. Баланс за год в целом используют для общего обзора состояния с обеспечением водными ресурсами крупных регионов. В этих же целях при преобладании среди потребителей оросительных систем составляют баланс за вегетацию. Балансы за наиболее напряженные летний и зимний месяцы используют для оценки степени освоения вод при отсутствии регулирования стока. Во всех остальных случаях ВХБ составляют за каждый месяц (декаду) годового периода, причем декадные интервалы применяют преимущественно при составлении оперативных балансов, в период паводков и в случае значительной внутримесячной неравномерности стока и потребления воды.

**Водохозяйственный баланс**

(наименование территории, участка)

(вид баланса, расчетный уровень)

(расчетная обеспеченность)

| Элементы и показатели водохозяйственного баланса | Расчетные интервалы (год, сезон, месяц, декада), м³ |
|---|---|

**Баланс по речным водам**

*Приходная часть*

Сток, поступающий на участок $Q_1$
Сток, формирующийся на участке $Q_2$
Изменения местного стока под влиянием антропогенной деятельности $\pm\Delta Q_2$
Сработка водохранилищ $+Q_3$
Изменение запасов воды в речной сети $\pm Q_4$
Подача воды на участок извне $Q_6$
Привлекаемые подземные воды, гидравлически не связанные с рекой $Q_7$
Поступление сточных, возвратных, шахтных вод $Q_9$
Итого — водные ресурсы

*Расходная часть*

Наполнение водохранилищ — $Q_3$
Потери воды из водохранилищ $Q_5$
Суммарный отбор речных и подземных вод $Q_8$
Передача воды в другие районы $Q_{10}$
Требуемый попуск в замыкающем створе $Q_{11}$
Итого — потребности в воде
Избыток или дефицит речных вод $\pm B$
Возможный сток на следующий по течению реки участок $Q_{12}$

**Баланс по подземным водам**

Эксплуатационные запасы $G$
Искусственное восполнение $g$
Суммарный отбор $Q_{8.2}$
Избыток или дефицит подземных вод $B_2$

Для массовых расчетов балансов используют ЭВМ.

**Определение ресурсов поверхностных и подземных вод и их взаимосвязи.** Основу водных ресурсов при составлении ВХБ составляют поверхностные воды (в первую очередь речной сток) и пресные подземные воды.

Водные ресурсы пресных озер в большинстве случаев неразрывно связаны с речным стоком. Возможные безвозвратные изъятия воды из озера определяются уровнем допустимой сработки, которую в каждом конкретном случае устанавливают исходя из народнохозяйственной целесообразности и экологической приемлемости.

Можно учитывать и некоторые другие виды потенциальных водных ресурсов: воды морей, которые могут быть использованы путем опреснения, глубокие подземные воды, требующие сложных технических мер по их эксплуатации, а также запасы в ледниках и воды, полученные за счет искусст-

венного воздействия на облака, стимулирующего выпадение дополнительных осадков.

При составлении балансов по участкам реки определяют сток, формирующийся на части водосбора между верхним и нижним створами реки. Для этого используют гидрометрические измерения за рассматриваемые интервалы времени, которые должны относиться к естественным условиям. Используют также методы аналогии. Гидрологические расчеты статистическими, водно-балансовыми и регрессионными методами, применяемые в этих целях, выполняют согласно СНиП 2.01.14—83.

При составлении ВХБ наряду с оценкой боковой приточности определяют изменение запасов воды в речной сети по условию

$$Q_2 + Q_4 = Q_{12} - Q_1. \qquad (6.5)$$

При расчете ВХБ по гидрографам естественные водные ресурсы расчетной обеспеченности для отдельных створов крупных бассейнов оценивают с учетом асинхронности колебаний стока по территории.

При расчете балансов на основе моделирования рядов стока и потребления естественные водные ресурсы описывают в виде кривой обеспеченности $p(Q)$, где $p$ — вероятность появления расхода величиной $Q$.

Гидрологические ряды характеризуются статистически средним значением объема стока (или расхода $Q$), коэффициентом вариации $C_v$, коэффициентом асимметрии $C_s$, коэффициентом автокорреляции $r$ или автокорреляционной функцией $r(\tau)$.

При моделировании стока по участкам крупных речных бассейнов рассматривают систему гидрологических рядов с учетом связей в ходе стока во всех расчетных створах введением в расчет коэффициентов корреляции или асинхронности.

Внутригодовое распределение стока при моделировании гидрологических рядов учитывают либо непосредственным моделированием месячного (декадного) стока, либо с помощью метода фрагментов (гидрографов стока в относительном выражении).

В естественные характеристики стока вносят поправки, обусловленные влиянием тех форм антропогенной деятельности на водосборе, которые непосредственно в уравнение баланса не входят: осушение земель, рост урожайности в неорошаемом земледелии, изменение лесистости и распаханности территории, уменьшение разливов рек, рост местного влагооборота, горные работы, урбанизация. Поправка к стоку $\Delta Q_2$ должна учитывать динамику стока во времени масштабов разных видов антропогенной деятельности на водосборе и их влияния на сток в различные по водности годы и сезоны. Эти поправки принимают по данным выполненных региональных гидрологических исследований, прогнозов и рекомендаций ГГИ.

Эксплуатационные ресурсы подземных вод, то есть то количество воды, которое может быть получено из водоносных горизонтов рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями при заданном режиме водоотбора и качестве отбираемой воды, отвечающем установленным требованиям в течение всего срока работы водозабора, определяют по результатам региональной оценки эксплуатационных ресурсов подземных вод.

Уменьшение речного стока под влиянием осуществляемого или намечаемого отбора подземных вод (элементы $Q_7$ или $\Delta Q_{8.1}$) оценивают по материалам о действующих в районе водозаборах, режиме их работы, динамике водоотбора, об эксплуатируемых горизонтах, условиях залегания этих горизонтов и условиях их связи с реками, размещении водозаборов по площади и по отношению к речным долинам. По этим данным обосновывают расчетную схему.

В простейшем случае совершенной связи подземных вод с рекой, то есть когда русло прорезает водоносный слой до горизонтального водоупора и фильтрационные свойства горизонта в плане и по разрезу достаточно однородны, уменьшение речного стока под влиянием отбора подземных вод в объеме $Q_{8.2}$ вычисляют по формуле

$$\nabla Q_{8.1} = Q_{8.2}\, erfc\,(d/2\sqrt{at}), \qquad (6.6)$$

где $d$ — расстояние водозабора от реки, м; $a$ — коэффициент уровнепроводности (для безнапорного горизонта) или пьезопроводности (для напорного горизонта), м²/сут; $t$ — время с начала работы водозабора, сут. Входящая в формулу функция *erfe* табулирована. В данном случае она численно характеризует взаимосвязь поверхностных и подземных вод (0 . . . 1).

Ущерб речному стоку при работе разнодебитных и произвольно расположенных скважин определяют суммированием частных ущербов.

При составлении перспективных водохозяйственных балансов оценивают возможный суммарный ущерб речному стоку при использовании прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод для всего участка. При переменном режиме отбора подземных вод расчет ведут по средневзвешенному значению за год.

При отсутствии данных для региональной аналитической оценки взаимосвязи поверхностных и подземных вод допускается считать, что отбор подземных вод из горизонтов, расположенных ниже вреза местной речной сети или на значительном удалении от нее, не сказывается на речном стоке; отбор речных вод из аллювиальных отложений речных долин полностью относится к речному стоку. В остальных случаях коэффициент взаимосвязи принимают 0,3 . . . 0,7. Для крупных речных бассейнов в целом долю эксплуатационных ресурсов подземных вод, связанных и не связанных с поверхностными водами, приближенно определяют отношением нормы подземного питания рек к эксплуатационным ресурсам подземных вод.

Региональный ущерб речному стоку при наличии детальной информации об уровненном режиме реки, водоносных горизонтах, гидравлически связанных с рекой, и их фильтрационных параметрах оценивают физическим или математическим моделированием.

**Современные и перспективные показатели водопотребления и водоотведения.** Для составления ВХБ в пределах каждого рассматриваемого участка территории определяют суммарный отбор речных $Q_{8.1}$ и подземных вод $Q_{8.2}$, поступление сточных, возвратных, шахтных вод в речную сеть $Q_9$. Для этого используют данные ГВК ИВР, а для плановых и перспективных ВХБ — имеющиеся нормативы. По коммунально-бытовому и сельскохозяйственному водоснабжению пользуются нормами СНиП 2.04.02—84, по промышленному водоснабжению — нормами СЭВ и ВНИИВОДГЕО и отраслевыми балансовыми нормами, по орошению земель — укрупненными нормами Минводхоза СССР.

При этом руководствуются следующими требованиями:

на участках с развитыми водохозяйственными связями (с транзитной передачей воды между народнохозяйственными объектами вне водоисточников, повторным и последовательным использованием воды, с наличием каналов и трубопроводов комплексного назначения) во избежание двойного счета и потерь информации не допускается простое суммирование объемов свежей воды, поступающей на объекты, или объемов водоотведения с объектов, расположенных на участке (коммунальных, промышленных, сельскохозяйственных).

Для получения сводных показателей по участку при суммировании учитывают только те объекты, которые непосредственно связаны с источниками воды, имеющимися на участке. За баланс выносят сточные и другие воды, поступающие на поля фильтрации и земледельческие поля орошения, в глубокие подземные горизонты, не связанные с речной сетью, бессточные котлованы, накопители-испарители;

за истекший год или период различают фактические (измеренные) и расчетные (планировавшиеся на отчетный год или период) показатели водопотребления и водоотведения. Фактические показатели могут отклоняться от расчетных из-за ограничения подачи воды на объекты при дефиците ее в источниках, повышенного или пониженного водопотребления в сложившихся погодных или хозяйственных условиях, простоя объектов, обусловленного ремонтом, нехваткой сырья или материалов и т. д.; изменения государственных и отраслевых планов и программ экономического и социального развития на рассматриваемой территории, в частности планов реконструкции водного хозяйства промышленных предприятий и оросительных систем.

Для выявления причин отклонения, помимо учетных и кадастровых данных, используют отчетные материалы эксплуатационных служб и натурные обследования.

Показатели водопотребления и водоотведения на предстоящий год принимают по заявкам использующих водные объекты, а также рассчитывают по отчетным данным за предыдущий год или период;

показатели водопотребления и водоотведения на перспективу (5... 10 лет и более) устанавливают по укрупненным нормам (на одного жителя, единицу продукции, голову скота и т. д.) и данным основных направлений и планов социального и экономического развития. По отдельным крупным объектам и водохозяйственным системам используют имеющиеся проекты и аналоги. При получении сводных перспективных показателей по участку учитывают также предпроектные документы (схемы, генпланы, районные планировки и др.);

показатели водопотребления и водоотведения при орошении земель в условиях переменного естественного увлажнения почв за период вегетации устанавливают при составлении ВХБ и в зависимости от принятого метода расчета.

При расчете балансов репрезентативным методом используют укрупненные (на один структурный гектар поливных земель) нормы орошения обеспеченностью 75 (85) и 95%, соответствующие данным физико-географическим условиям и урожайности сельскохозяйственных культур, а также сведения по размеру орошаемых площадей на участке. При наличии научно-технических обоснований в сводные показатели потребностей в воде орошения на участке вводят коэффициенты приведения к расчетному стоку реки и размеру балансового участка по выражению

$$Q\Sigma_{\text{ор}}(P_{\text{ст}}) = k_1(P_{\text{ст}})\, k_2(P_{\text{ор}}) \sum_1^e Q_{\text{ор}}i(P_{\text{ор}}), \qquad (6.7)$$

где $Q\Sigma_{\text{ор}}(P_{\text{ст}})$ — приведенный сводный показатель потребностей в воде для орошения земель на участке при заданной обеспеченности речного стока, %; $Q_{\text{ор}}i(P_{\text{ор}})$ — потребность в воде $i$-й оросительной системы на участке по нормам орошения с заданной обеспеченностью $P_{\text{ор}}$, % ($i$ — число систем); $k_1$, $k_2$ — коэффициенты приведения соответственно к расчетному стоку и к размерам участка ($k_1$, $k_2 \leqslant 1$ при $p > 50\%$).

Эти коэффициенты устанавливают путем обобщения гидрологических и гидрометеорологических данных на длительный период в рассматриваемых физико-географических условиях.

В расчетах балансов календарным методом определяют синхронные речному стоку колебания потребностей в воде для орошения земель на участке (с помощью расчетов дефицита увлажнения почв по данным гидрометеорологических наблюдений).

При использовании обобщенного метода выполняют групповое моделирование многолетних рядов потребностей в воде для орошения земель, совмещенных с моделируемыми рядами речного стока (на основе установленных в конкретных условиях закономерностей их колебаний во времени и на территории).

Аналогично определяют потери воды на дополнительное (расчетное) испарение с поверхности водохранилищ и прудов. При исчислении дополнительного испарения в общем случае учитывают компенсирующие факторы: сокращение потерь воды в нижних бьефах водохранилищ за счет уменьшения частоты и продолжительности разлива рек в поймах, роста объема твердых осадков. При малых значениях расчетного испарения его обеспеченность считают дополнением к обеспеченности стока $P_{\text{исп}} = (100 - P_{\text{ст}})$, %, при этом $k_2(P_{\text{исп}}) = 1$.

**Расчет асинхронности стока рек при дефиците водных ресурсов.** Асинхронность стока учитывают при составлении ВХБ бассейнов двух и более рек, которые объединены или намечается их объединить в общую водохозяйственную систему.

Количественный эффект асинхронности речного стока определяют сравнением современных эмпирических кривых обеспеченности суммарного хронологического и суммарного равнообеспеченного естественного стока рек-доноров и рек-приемников.

Суммарный хронологический сток находят суммированием матриц среднемесячного свободного (сверх экологически необходимого) стока реки-донора и естественного стока реки-приемника за одни и те же годы и месяцы, ранжирования этих суммарных значений в убывающем порядке с одновременным расчетом эмпирической обеспеченности.

Суммарный равнообеспеченный сток рассчитывают ранжированием среднемесячного свободного стока рек-доноров и отдельно стока рек-приемников в убывающем порядке с одновременным расчетом эмпирических значений обеспеченности. Затем равнообеспеченные значения среднемесячного стока (свободного и естественного) суммируют.

По одинаковым обеспеченностям и за одноименные месяцы вычисляют коэффициент асинхронности и абсолютное значение количественного эффекта

$$k_{ac} = \Sigma Q_{хр}{}^{1\ldots12} / \Sigma Q_{рб}{}^{1\ldots12}, \qquad (6.8)$$

где $k_{ac}$ — коэффициент асинхронности, характеризующий относительное значение эффекта; $\Sigma Q_{хр}{}^{1\ldots12}$ — суммарный готовый сток последовательно с 1-го по 12-й мес; $\Sigma Q_{рб}{}^{1\ldots12}$ — суммарный равнообеспеченный сток с 1-го по 12-й мес.

Количественный эффект асинхронности можно выразить как в расходах воды (м/с), так и в объемных единицах (млн. м³ или млн. км³)

$$\Delta Q = \Sigma Q_{хр}{}^{1\ldots12} - \Sigma Q_{рб}{}^{1\ldots12}. \qquad (6.9)$$

Для объединяемых рек, сток которых формируется в различных природных условиях, расчеты ведут по среднемесячным расходам воды с учетом условного времени транспортировки стока от реки-донора к реке-приемнику за счет сдвига фаз водного режима рек. Значение $\Delta Q$ в интервале обеспеченностей 50% положительны, что создает дополнительный резерв водных ресурсов, сокращающий дефицит воды в системе.

Для массовых расчетов эффекта асинхронности стока при объединении водохозяйственных систем применяют ЭВМ.

**Анализ водохозяйственных балансов.** Основные результаты ВХБ (распределение избытков и дефицитов водных ресурсов по рассматриваемой территории) служат для принятия решений по обеспечению водой и анализируются по следующим направлениям.

При дефиците подземных вод корректируется сложившаяся или намечаемая структура их использования. Подземные воды применяют преимущественно для питьевого водоснабжения. По данным балансов делают выводы о допустимости снабжения промышленных объектов и оросительных систем из подземных источников, если это имеет место на рассматриваемом участке, или о необходимости перевода этих потребителей на использование поверхностных вод. Искусственное восполнение подземных вод подвергается анализу в качестве варианта подготовки (очистки) речной воды перед ее использованием.

При дефиците речных вод рассматривают возможные способы удовлетворения потребностей в воде. При этом учитывают требования народнохозяйственной эффективности и бассейновый принцип развития водохозяйственного строительства. В технико-экономических исследованиях по выбору указанных параметров соотношения ВХБ используют в качестве критерия или ограничения на надежность удовлетворения потребностей в воде.

Для существующих водохранилищ изучают возможности изменения принятых на практике правил регулирования стока, размера полезной емкости (с учетом принятых диспетчерских правил регулирования стока, например ограничений к сработке водохранилищ в летнее время по условиям их рекреационного и транспортного использования).

Для вновь создаваемых водохранилищ анализируют возможности отдачи воды ниже по течению (с соответствующим увеличением требуемого попуска на участке). В бассейнах рек с большим числом действующих и проектируе-

мых водохранилищ периодически пересматривают режимы регулирования стока, исходя из складывающегося состояния ВХБ на отдельных участках.

По данным отчетных ВХБ анализируют современное состояние использования вод и надежность исходной информации.

| Вариант отчетного баланса | Что сопоставляется |
|---|---|
| I | Сток расчетной обеспеченности (РС) — фактическое использование вод (ФИ) |
| II | РС — планировавшиеся на отчетный год использования воды (ПИ) |
| III | Фактический сток (ФС) — ПИ |
| IV | ФС — ФИ |

По совокупности этих данных выясняют, при какой обеспеченности стока возникает дефицит воды в современных условиях, в чем причины отклонений между плановым и фактическим использованием вод в отчетном году?

Анализ надежности исходных данных выполняется путем статистической оценки невязки варианта IV отчетного ВХБ по условию:

$$|Q_{12}^{\text{изм}} - Q_{12}^{\text{выч}}| \leqslant 2\sigma_{\Sigma}, \qquad (6.10)$$

где $Q_{12}^{\text{изм}}$, $Q_{12}^{\text{выч}}$ — объемы воды в замыкающем створе, соответственно измеренные в отчетном году и вычисленные по уравнению ВХБ; $\sigma_{\Sigma}$ — совокупность средней квадратической погрешности расчетов и измерений

$$\sigma = \sqrt{\sigma Q_{12}^{\text{изм}} + \sigma Q_{12}^{\text{выч}}} = \sqrt{\sigma Q_{12}^{\text{изм}} + (\sigma^2 Q_1 + \ldots + \sigma^2 Q_{10})}.$$

Погрешности определения элементов ВХБ принимаются в зависимости от способа учета.

| Способ учета элемента ВХБ | Средняя квадратическая погрешность определения, % |
|---|---|
| По протарированным сооружениям и расходомерам | 2...2,5 |
| По инструментальным измерениям в руслах рек | 5...8 |
| По характеристикам насосов и турбин | 2...10 |
| По мощности насосов и машино-сменам | 10...15 |
| По формулам гидравлики | 10...20 |
| По затратам воды на единицу продукции (в предыдущие годы или на объекте-аналоге) | 15...20 |
| По укрупненным нормам водопотребления | 100...200 |

Надежность исходной информации упрощенно оценивают по условию

$$(Q_{12}^{\text{изм}} - Q_{12}^{\text{выч}}) \cdot 100\,\% / Q_{12}^{\text{изм}} \leqslant \varepsilon,$$

где $\varepsilon$ — допустимая невязка балансовых расчетов, которая зависит от способов учета вод и их использования и составляет 5...20%.

На основе анализа оперативных ВХБ устанавливают варианты распределения имеющихся водных ресурсов (наличных запасов воды в водохранилищах и прогнозируемого стока различной обеспеченности, а в отдельных случаях временной сработки статических запасов подземных вод) при их нехватке для потребителей. Для этого применяют специально разработанные правила оптимального водораспределения (реализуемые, в частности, АСУБ), которые учитывают народнохозяйственное значение снабжаемых водой объектов (выраженное их экономическими характеристиками или шкалой приоритетов водообеспеченности); особенности размещения потребителей

и водохранилищ в речной сети, целевое назначение требуемого попуска ниже по течению реки.

В первую очередь сокращают подачу воды менее ответственным участникам водохозяйственного комплекса. В интервалы времени с дефицитом воды эти компоненты (в порядке последовательности) уменьшают до 20% их нормальных потребностей. Если уменьшение водоподачи не устраняет дефицит водных ресурсов, ограничения в подачу воды менее ответственным компонентам вводят заблаговременно (в предыдущий интервал времени, ему предшествующий и т. д.) и далее аналогично на вышележащих участках реки. Неустраняемый (после введения ограничений) дефицит воды на участке за данный интервал относят для осторожности к транзитному стоку, то есть $Q_{12}^{*}=Q_{11}^{*}+B^{*}$, где $^{*}$ — символ введения ограничений (до 20%) в подачу воды менее ответственным компонентам. В отличие от этого при оптимальном водораспределении транзитный сток составляет $Q_{12}^{опт}=Q_{11}^{опт}$, где $Q_{11}^{пт}$ — объем воды, выделяемый для осуществления попуска ниже по течению по оптимальному варианту водораспределения, при котором обеспечивается сбалансированность между имеющимися водными ресурсами и ограничиваемым потреблением воды.

При выявлении дефицита воды на стадии годового планирования развития водного хозяйства анализируют диспропорции между фактическим ростом потребностей в воде и вводом сооружений и устройств, проведением иных мер по обеспечению водой, намечают графики их форсированного осуществления. Определенные в годовых планах участки и территории с дефицитом воды включают в перечень водохозяйственных районов, нуждающихся при наступлении расчетных маловодных условий в составлении оперативных ВХБ и проведении на их основе эксплуатационных мероприятий по водораспределению.

ВХБ при разработке пятилетних планов развития водного хозяйства анализируют для оценки степени согласованности между планируемым ростом потребностей в воде и намечаемыми к вводу водохранилищами, схемами рационального использования воды на народнохозяйственных объектах (способствующими экономии воды). В плановых балансах учитывают прежде всего те мероприятия, по которым имеется утвержденная проектная документация и которые включают в план капитального строительства. Если при этом имеет место дефицит воды, то дают предложения по дальнейшему зарегулированию и территориальному перераспределению речного стока из состава первоочередных, наиболее экономически эффективных объектов, предусмотренных бассейновыми и территориальными схемами комплексного использования и охраны вод и другими официальными предпроектными материалами, относящимися к рассматриваемой территории. Требуемый график ввода объектов в плановом периоде устанавливают по результатам балансовых расчетов по годам пятилетки.

Ввиду возможных ограничений во времени на проектное обоснование и строительство объектов в сроки пятилетнего плана дефицит воды не всегда может быть устранен. В таких случаях предусматривают проведение эксплуатационных мероприятий по текущему планированию отпуска воды потребителям в неблагоприятных гидрологических условиях.

Перспективные ВХБ анализируют для определения долгосрочных задач по обеспечению водой населения и народного хозяйства, а также охраны природных комплексов и водоисточников от истощения. Рассматривают различные гипотезы развития и размещения производительных сил на территории и соответствующие им варианты роста потребностей в воде и развития водохозяйственного строительства. При дефиците водных ресурсов в перспективе в качестве основных мер принимают: регулирование и перераспределение стока, ограничение в росте и размещении водоемких производств, экономию воды потребителями. В каждом случае разрабатывают конкретную математическую модель и схему технико-экономических расчетов, учитывающую характер решаемой задачи, особенности речного бассейна, наличие и степень использования его водных ресурсов, объем и надежность исходной информации.

Схемы и модели оптимизации перспективного ВХБ разрабатывают для следующих условий:

потребности в воде и расчетная обеспеченность их удовлетворения заданы. Требуется разместить в речном бассейне водохранилища и пункты подачи воды извне, отвечающие минимуму расчетных (приведенных) затрат в водохозяйственное строительство при соблюдении бездефицитного ВХБ;

задано размещение объектов использования вод и их производительность в объемах народнохозяйственной продукции (или услуг). Требуется найти оптимальные меры по обеспечению этих объектов водой, включая меры по экономии ими воды;

заданы различные варианты размещения и развития объектов, использующих водные ресурсы. Требуется найти среди этих вариантов оптимальный по водному фактору. В этой задаче можно дополнительно варьировать расчетной обеспеченностью удовлетворения потребностей в воде (для получения заданной продукции) на территории рассматриваемого речного бассейна путем учета затрат в объекты и мероприятия, позволяющие компенсировать недовыпуск продукции в маловодные годы (за пределами принимаемой обеспеченности) и складировать продукцию при повышенном ее выпуске в многоводные годы. Для поиска оптимума используют практически освоенные методы.

## 6.6. НОРМИРОВАНИЕ И ЛИМИТИРОВАНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы» (1979 г.) предусматривает внедрение во всех отраслях народного хозяйства системы научно обоснованных, технико-экономических норм и нормативов для улучшения планирования. Нормы и нормативы водопотребления и водоотведения — составная часть системы технико-экономических норм для планирования экономического и социального развития (группа норм «Охрана окружающей среды»), одобренной Госпланом СССР.

В процессе нормирования водопотребления и водоотведения устанавливают количество потребляемой воды и отводимых сточных вод (с учетом их качества) на единицу продукции, работы, площади и т. д.

Основная задача нормирования — обеспечение на основе применения прогрессивных норм водопотребления и водоотведения рационального использования водных ресурсов и их охраны от загрязнения и истощения.

**Нормы водопотребления и водоотведения в промышленности.** Нормированию подлежит потребление свежей воды (питьевой и технической), оборотной, повторно-последовательной, а также отводимых сточных вод. В норме водопотребления учитывают только нормируемые потери воды, обусловленные технологией производства. Ненормируемые потери, вызванные отступлением от установленных технологических регламентов, неполадками в производстве и системах водоснабжения, наладкой и ремонтом оборудования и другие виды потерь, прямо не относящиеся к изготовлению продукции, в норму водопотребления не включают.

Нормы водопотребления и водоотведения в промышленности классифицируются по следующим основным признакам: степени прогрессивности, периоду действия, направлению использования воды, степени укрупнения номенклатуры выпускаемой продукции, масштабу применения, качеству применяемой воды и системам водоснабжения, степени загрязнения отводимых от производства сточных вод. Классификация норм водопотребления показана на рисунке 6.2.

По степени прогрессивности нормы водопотребления и водоотведения разрабатывают по двум уровням — балансовому и оценочному.




Рис. 6.2. Классификация норм водопотребления и водоотведения в промышленности

*Балансовая норма* водопотребления — норма низшего по сравнению с оценочной уровня прогрессивности. Она определяет удельное водопотребление (водоотведение), необходимое при производстве единицы продукции (работы) установленного качества в планируемых условиях производства.

Балансовые нормы подразделяют на текущие и перспективные.

Текущие нормы — это нормы, действующие в конкретных производственных условиях. Их разрабатывают для предприятий, объединений и отрасли в целом для текущего планирования, определения в соответствии с планируемой производственной программой плановых объемов воды, разработки ВХБ, а также контроля за использованием воды.

Перспективные — нормы, устанавливаемые на перспективный период (5 лет и более), разрабатывают с учетом перспективного плана мероприятий по внедрению достижений научно-технического прогресса, более совершенного оборудования, систем водоснабжения и канализации, качества используемой и отводимой воды. Эти нормы предназначаются для разработки планов и прогнозов водопотребления и водоотведения по предприятиям, объединениям и отраслям промышленности.

*Оценочная норма* водопотребления и водоотведения — это норма второго уровня прогрессивности. Их разрабатывают с учетом лучших достижений отечественных и зарубежных предприятий по совершенствованию технологических процессов, оборудования, систем водоснабжения и очистки сточных вод, и предназначены они для планирования заданий министерствам, объединениям, предприятиям по сокращению водопотребления и водоотведения, оценки деятельности предприятий, объединений, министерств по совершенствованию систем водоснабжения и канализации, а также принятых в проектах промышленных объектов решений по рациональному использованию водных ресурсов.

По степени укрупнения номенклатуры выпускаемой продукции различают индивидуальные и групповые (укрупненные) нормы.

*Индивидуальные нормы* водопотребления и водоотведения определяют количество потребляемой (отводимой) воды на единицу конкретной продукции (работы) по всем направлениям использования, связанным с производством продукции (основная технология, вспомогательные цехи и службы, бытовые нужды работающих и т. п.), с учетом качества используемой (отводимой) воды.

Эти нормы разрабатывают для отдельных предприятий-водопользователей.

*Групповые (укрупненные)* нормы водопотребления (водоотведения) определяют количество потребляемой (отводимой) воды на единицу одноименной продукции (работы) по установленной укрупненной номенклатуре применительно к соответствующим уровням планирования с дифференциацией по направлениям использования воды и учетом качества применяемой (отводимой) воды.

Групповые нормы водопотребления (водоотведения) рассчитывают по установленной отраслевой номенклатуре на планируемые объемы производства одноименных видов продукции (автомобили грузовые, станки металлорежущие, тракторы и т. п.) или одноименных видов работ по министерствам, ведомствам (при необходимости и по другим разрезам планирования — речным бассейнам, объединениям) как средневзвешенные величины из индивидуальных норм и объемов выпускаемой продукции. Они предназначены для планирования водопотребления и водоотведения в разрезе министерств, ведомств, важнейших речных бассейнов; составления схем комплексного использования и охраны водных ресурсов; составления прогнозов водопотребления и водоотведения.

Нормы водопотребления и водоотведения устанавливают в кубических метрах на единицу производимой продукции (работы).

В качестве единицы измерения производимой продукции используют натуральные показатели (штуки, комплекты, единицы мощности и др.). Для производств, которые характеризуются выпуском разнообразной продукции широкого ассортимента в качестве единицы производимой продукции допускается применение стоимостных показателей (валовая, товарная, нормативная чистая продукция).

Промышленные нормы водопотребления и водоотведения разрабатывают на основании типовой методики Украинского филиала НИИ планирования и нормативов при Госплане СССР и отраслевых методик. Эти нормы подлежат согласованию с бассейновыми (территориальными) управлениями и инспекциями и утверждаются отраслевыми министерствами и ведомствами. Групповые балансовые нормы согласовывают с Минводхозом СССР и после их утверждения министерствами и ведомствами представляются в Госплан СССР и Минводхоз СССР, осуществляющий контроль за соблюдением утвержденных норм. Оценочные нормы разрабатывают отраслевые институты и после прохождения вневедомственной экспертизы представляются в Госплан СССР и Минводхоз СССР.

**Нормы водопотребления в жилищно-коммунальном хозяйстве.** Эксплуатационная норма водопотребления в жилищно-коммунальном хозяйстве — это биологически, социально и экономически обоснованное количество воды на одного человека в сутки (в среднегодовом исчислении) при правильной эксплуатации систем коммунального водоснабжения и бесперебойной подаче воды (в том числе горячей при наличии централизованного горячего водоснабжения).

Эксплуатационные нормы предназначены для оценки рациональности использования воды в системах водоснабжения городов и поселков и выявления потерь воды в виде прямых утечек через трубопроводы и неисправную водозаборную арматуру, а также сливов недостаточно нагретой воды из систем горячего водоснабжения. Эксплуатационные нормы используют при разработке проектов строительства и реконструкции систем водоснабжения и при составлении планов реализации воды на нужды городского населения.

По направлению использования воды эксплуатационные нормы подразделяют на нормы водопотребления населением на хозяйственно-питьевые нужды и на коммунально-бытовые нужды.

Нормы водопотребления населением на хозяйственно-питьевые нужды зависят от степени благоустройства жилой застройки.

Нормы водопотребления на коммунально-бытовые нужды делят по категориям потребителей: дошкольные учреждения, общеобразовательные учреждения, учреждения здравоохранения, учреждения торговли, коммунально-бытовые, культурно-просветительные, административные, спортивные учреждения, предприятия транспорта и другие.




Рис. 6.3. Нормы водопотребления для орошения (классификационная схема)

Укрупненные нормы водопотребления населением на хозяйственно-питьевые и культурно-бытовые нужды установлены в зависимости от степени благоустройства жилой застройки на одного жителя (СНиП 2.04.02—84).

По режиму планирования эксплуатационные нормы водопотребления делят на текущие и перспективные.

*Текущие эксплуатационные нормы* используют при расчете показателей годовых планов реализации воды на нужды городского населения, а также при расчете показателей годового плана экономического и социального развития.

*Перспективные эксплуатационные нормы* предназначены для расчета показателей пятилетних планов. Рассчитывают их статистическими методами на основе данных выборочных обследований о водопотреблении с использованием СНиПов. Нормы разрабатывают производственные управления водопроводно-канализационного хозяйства городов и поселков. Бассейновые управления системы Минводхоза СССР при установлении лимитов забора воды водопроводно-канализационным хозяйствам городов проверяют обоснованность норм водопотребления, принятых для расчетов этих лимитов.

**Нормы водопотребности и водоотведения в орошаемом земледелии.** В орошаемом земледелии разграничивают понятия: водопотребление растениями и водопотребность для орошения.

*Норма водопотребности для орошения* (НВО) — расчетное количество воды определенного качества, необходимое для мелиорации (орошения, эксплуатационных промывок и др.) одного гектара площади за период орошения с целью обеспечения заданного уровня урожайности в конкретных природных и технико-экономических условиях.

НВО классифицируют: по степени укрупнения, критерию оптимальности, периоду действия, степени прогрессивности, учету потерь воды, обеспеченности года по дефициту водопотребления, масштабу применимости норм (площадь). НВО зависят также от техники и технологии орошения, качества используемой воды, подпитывания корнеобитаемого слоя грунтовыми водами, повторного использования отводимых и возвратных вод и др. Классификация норм водопотребности для орошения показана на рисунке 6.3.

По степени укрупнения различают индивидуальные и групповые НВО.

*Индивидуальная НВО* — норма, разработанная для определенной сельскохозяйственной культуры с учетом природных условий, техники и технологии орошения.

*Групповая НВО* — норма, разработанная для совокупности сельскохозяйственных культур с учетом структуры посевных площадей (на структурный гектар).

По критерию оптимальности НВО подразделяют на биологически оптимальные и экономически обоснованные.

*Биологически оптимальная НВО* (нетто) — норма, обеспечивающая оптимальный водно-воздушный, солевой и тепловой режим почвы для получения максимально возможной урожайности в конкретных природных условиях при определенном способе полива (устанавливают с учетом всех видов вегетационных и вневегетационных поливов, в том числе промывных). Используют для расчета групповых биологически оптимальных НВО (текущих и перспективных), групповых НВО, предназначенных для планирования водопотребления (в привязке к урожайности определенной обеспеченности); технико-экономического обоснования НВО при проектировании оросительных систем, водохозяйственных комплексов и др.

*Экономически обоснованная НВО* — норма, обоснованная технико-экономическим расчетом. Для проектируемых оросительных систем эти нормы рассчитывают с целью оптимизации их параметров, обоснования площадей и объемов подачи воды для орошения.

На основе текущих НВО осуществляют анализ и контроль за использованием водных ресурсов в отдельных звеньях сельскохозяйственного производства, составляют отчетные ВХБ, планы водопользования, проекты годовых планов экономического и социального развития (раздел «Охрана окружающей среды»).

Перспективные нормы используют для прогнозирования потребности в воде при составлении схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, схем развития мелиорации, перспективных планов и основных направлений экономического и социального развития.

*Оценочная НВО* — норма, разработанная с учетом внедрения отечественных и зарубежных достижений (апробированных в производстве) в области техники и технологии орошения, агротехники, а также всех мероприятий, направленных на рациональное и экономное использование воды и затрат на их реализацию; используют для разработки планирующими органами заданий по сокращению НВО, оценки использования водных ресурсов на существующих системах, обоснования целесообразности реконструкции оросительных систем и оценки проектов.

В зависимости от того, включаются ли в норму непроизводительные потери воды при ее транспортировке от водоисточника до поля и в процессе полива или нет, различают соответственно НВО брутто и нетто.

*НВО нетто* — количество воды требуемого качества, которое необходимо подать в расчетный слой почвы за период орошения на один гектар мелиорируемой площади для получения заданной урожайности в определенных природных и технико-экономических условиях.

*НВО брутто* — количество воды, забираемое из источника за период орошения на один гектар сельскохозяйственной площади с целью достижения заданной урожайности в определенных природных и технико-экономических условиях. Определяется как сумма НВО нетто и неизбежных технологических потерь оросительной воды.

НВО разрабатывают для лет различной обеспеченности по дефициту водопотребления (дефициту водного баланса почв). Обеспеченность года по дефициту водопотребления — вероятность бесперебойных лет, в течение которых этот дефицит не может быть превышен.

В сборниках приводятся НВО для лет 5, 25, 50, 75 и 95%-ной обеспеченности. Обеспеченность расчетного года по дефициту водопотребления обосновывается технико-экономическим расчетом.

НВО можно разрабатывать в привязке к метеостанциям, по данным которых их рассчитывали, а также как средневзвешенные значения для определенных территорий: административных структурных единиц (областей, республик), агроклиматических зон, природно-экономических и водохозяйственных районов, речных бассейнов.

Влияние грунтовых вод на НВО зависит от глубины их залегания и минерализации, водно-физических свойств почвогрунтов и биологических особенностей сельскохозяйственных культур (прежде всего глубины и мощности их корневой системы). При употреблении воды повышенной минерализации для

корректировки НВО используют специальные коэффициенты, учитывающие общую минерализацию оросительной воды и состав солей в ней, а также физико-химические свойства почв и биологические особенности выращиваемых сельскохозяйственных культур.

НВО зависят также от способов полива (по бороздам, полосам) и особенностей поливной техники. В групповых НВО учитывают возможность повторного использования возвратных вод на орошение.

Биологически оптимальные индивидуальные НВО, являющиеся основой для установления всех других видов НВО, а также коэффициентов водоотведения, разрабатывают и уточняют перманентно. При уточнении норм учитывают: изменение факторов природной среды, внедрение прогрессивных способов и техники полива, появление новых культур и сортов, а также накопление дополнительных исходных данных.

Методика определения биологически оптимальных НВО базируется на решении уравнения водного баланса корнеобитаемого слоя почвы. Приходные элементы водного баланса вычисляют по данным опорных метеостанций, а основной расходный элемент — суммарное испарение (водопотребление) — рассчитывают по принятым эмпирическим формулам. Нормы устанавливают как прогнозные показатели ретроспективным расчетом водопотребления за достаточные по продолжительности ряды прошедших лет и выбором наиболее вероятных их значений на перспективу.

Под *водоотведением* понимают часть суммарного стока, отводимого за пределы мелиоративных систем с помощью инженерных сооружений. Основные элементы суммарного стока (дренажные и сбросные воды, ирригационный сток, возвратные воды, водоотведение) показаны на рисунке 6.4.

Суммарный сток с мелиорируемых земель состоит из естественного и искусственного. Первый формируется за счет атмосферных осадков и разгрузки подземных вод в пределах орошаемого контура; второй — за счет воды, подаваемой на орошение, и характеризуется коэффициентом ирригационного стока.

Коэффициент ирригационного стока — отношение ирригационного стока к объему воды, поданной на орошение. Этим коэффициентом оценивают эффективность использования воды на оросительных системах.

*Возвратные воды* — часть ирригационного стока, достигшая источника орошения (реки, искусственного или естественного водоема), из которого она может быть забрана для повторного использования на орошение или другие нужды. Возвратные воды характеризуются коэффициентом возвратных вод — отношением объема возвратных вод к объему воды, поданной на орошение.

Минводхозом СССР утверждены укрупненные НВО по природно-климатическим зонам страны.

**Нормы водопотребления и водоотведения в животноводстве.** Норма водопотребления в животноводстве — научно обоснованное количество воды, необходимое для удовлетворения физиологических потребностей животных, а также для вспомогательных и хозяйственно-бытовых нужд в определенной отрасли животноводства или животноводческих комплексах на одну голову животного.

Норма водоотведения — количество образующихся сточных вод при оптимальной норме водопотребления на одну голову животного.

Нормы водопотребления и водоотведения в животноводстве зависят: от специализации и мощности комплексов, от производственно-возрастных групп животных, от продуктивности и типа кормления, от системы и способа содержания животных, от технологии производства, от природно-климатических условий.

Структура норм — перечень элементов (нормативов) расхода воды по составляющим технологического процесса в основном производстве, а также во вспомогательных производствах и службах на одну голову животного. Норму измеряют в л/сут на одну голову.

Нормативы водопотребления, то есть поэлементный расход воды на различные технологические процессы, разрабатывают по операциям: поение животных, кормоприготовление, доение и первичная обработка молока, уда-

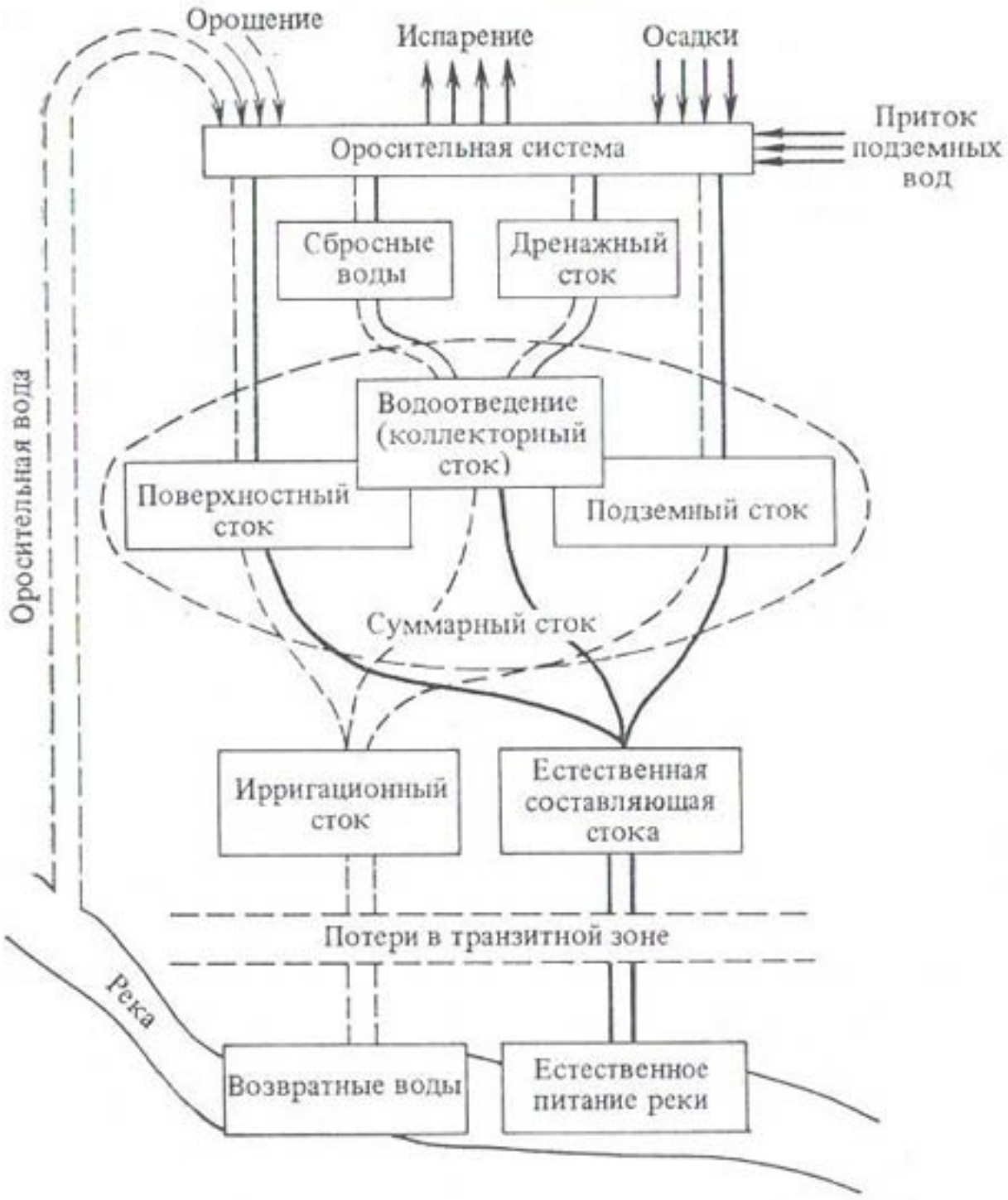



Рис. 6.4. Элементы суммарного стока и водоотведения с мелиорируемых земель

ление навоза из помещений, хозяйственно-бытовые нужды обслуживающего персонала, безвозвратные потери воды (испарение, утечки и др.).

Нормативы рассчитывают на одну голову животных, 1 кг живой массы, на единицу площади пола или навозного канала, на одного человека и т. д.

Индивидуальную норму водопотребления (количество воды требуемого качества, необходимое для удовлетворения физиологических и технологических потребностей животных, а также для ветеринарно-санитарных и хозяйственно-бытовых нужд) рассчитывают как по отдельным возрастным группам животных в соответствии с применяемой современной технологией производства, так и по комплексу в целом (по производству молока, говядины, свинины, по выращиванию нетелей и др.) в зависимости от его типоразмера в расчете на одну голову.

Для определения норм водопотребления по комплексу в целом применяют так называемое «приведённое поголовье», которое рассчитывают с помощью переводных коэффициентов расхода воды для различных возрастных групп.

На основе индивидуальных норм и нормативов рассчитывают укрупненные (средневзвешенные) нормы и нормативы водопотребления для отраслей животноводства в целом. Укрупненные нормы и нормативы пред-

назначены для использования при разработке планов и научных прогнозов использования водных ресурсов.

**Лимит забора воды.** Лимиты забора свежей воды — это количество свежей воды( питьевой, технической, строительной), необходимой для водоснабжения предприятия, объекта или хозяйства на планируемый объем производства продукции.

Лимиты утверждают с учетом производственной программы предприятий, норм водопотребления, мероприятий по снижению потерь воды при транспортировке, испарении, фильтрации и т. п. Лимит забора воды рассчитывают по формуле

$$L = W_{р(п)} + W_{св} + П - Э, \qquad (6.11)$$

где $W_{р(п)}$ — расчетный (плановый) объем водопотребления на технологические нужды основного производства во вспомогательном и подсобном производствах, а также на хозяйственно-питьевые нужды, м³/год; $W_{св}$ — объем воды, потребляемой другими объектами, не находящимися на балансе предприятия, рассчитанный на основании норм и нормативов водопотребления, м³/год; $П$ — потери воды при транспортировке ее предприятию, м³/год; $Э$ — планируемая экономия воды по этапам внедрения запланированных организационно-технических мероприятий, м³/год.

При прямоточной системе водоснабжения весь объем воды, используемой для технологических, вспомогательных и подсобных, а также хозяйственно-питьевых нужд, обеспечивается свежей водой.

При оборотной системе водоснабжения расчетные объемы свежей воды, используемой на технологические нужды основного производства, а также на нужды вспомогательного и подсобного производств, — добавочное количество свежей воды, подаваемой в систему оборотного водоснабжения и необходимое для нормального ее функционирования.

Лимиты забора свежей воды из водных объектов рассчитывают водопользователи и утверждают органы по регулированию использования и охране вод, как правило, сроком на 5 лет с разбивкой по годам одновременно с оформлением разрешений на специальное водопользование. Предприятиям, которым в указанных разрешениях отказано из-за несоблюдения водоохранных и других требований, лимиты устанавливают в предписаниях. Лимиты забора воды из систем коммунального водоснабжения определяют исполкомы местных Советов народных депутатов. Общий лимит забора воды для системы коммунального водоснабжения устанавливают органы по регулированию использования и охране вод.

По мере изменения и совершенствования технологии производства продукции и систем водоснабжения, изменения производственной программы лимиты подлежат пересмотру и переутверждению.

## 6.7. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ВОД

Порядок государственного контроля за использованием и охраной вод определен постановлением Совета Министров СССР. Задача государственного контроля — соблюдение всеми министерствами, ведомствами, предприятиями, организациями и гражданами установленного законодательством порядка пользования вод, выполнение обязанностей по их охране.

Органы Госкомприроды СССР осуществляют государственный контроль за рациональным использованием водных объектов, охраной поверхностных вод от загрязнения, засорения и истощения: за использованием водных объектов в соответствии с теми целями, для которых они представлены в пользование; за соблюдением правил эксплуатации водохозяйственных систем и водохранилищ; за состоянием и эффективностью работы очистных сооружений и устройств; за строгим соблюдением порядка и условий сброса

сточных вод; за выполнением плановых заданий по строительству водоохранных объектов и мероприятий по борьбе с вредным воздействием вод; за соблюдением норм и правил водопотребления и водоотведения, правильным ведением первичного учета забираемых и сбрасываемых вод и др.

Для выполнения этих задач органы водного надзора рассматривают: представляемые на согласование предложения по определению мест строительства предприятий и сооружений, влияющих на состояние вод; выдают разрешения на специальное водопользование; устанавливают пределы очистки и лимиты отведения сточных вод; входят в состав государственных комиссий по приемке и эксплуатации объектов, влияющих на состояние водных ресурсов; организуют работу общественных инспекторов по регулированию использования и охране вод.

Должностные лица органов водного надзора являются одновременно государственными инспекторами по регулированию использования и охране вод и наделены широкими правами: предъявлять требования о проведении необходимых мероприятий по улучшению использования и охране вод с указанием сроков их выполнения; ограничивать, приостанавливать или запрещать сброс сточных вод, проводимый с нарушением установленных правил, вплоть до прекращения деятельности отдельных промышленных установок, цехов, предприятий и организаций; посещать беспрепятственно предприятия, суда и другие плавучие средства и составлять по результатам проверки акты; привлекать виновных лиц к административной ответственности и др.

Наряду с органами Госкомприроды СССР государственный контроль за использованием и охраной вод осуществляют Советы народных депутатов (их исполнительные и распорядительные органы), Госгортехнадзор (в части охраны гидроминеральных ресурсов и правильной их эксплуатации), Минздрав СССР (в части проведения мероприятий по ликвидации и предупреждению загрязнения поверхностных и подземных вод, используемых для удовлетворения питьевых, бытовых, оздоровительных и иных нужд населения), Госагропром СССР (контроль за соблюдением установленных правил применения ядохимикатов с целью недопущения попадания в водоемы вредных веществ), администрация Северного морского пути при Министерстве морского флота (надзор за судами и другими плавучими средствами, плавающими по трассам Северного морского пути и прилегающих районов, с целью предотвращения загрязнения морской среды и северного побережья СССР) и Госкомгидромет СССР, отвечающий за организацию и деятельность государственной системы наблюдений и контроля за состоянием природной среды.

Права и обязанности этих органов определены соответствующими положениями. Все упомянутые органы координируют свою деятельность с органами водного надзора системы Министерства водного хозяйства СССР.

В целях оказания помощи органами водного надзора на предприятиях создают посты и группы общественных инспекторов, деятельность которых направляет администрация и общественные организации по планам, согласованным с местными органами водного надзора.

Численный состав постов зависит от характера и объема подконтрольных объектов в зоне его деятельности. Посты и группы общественных инспекторов ежегодно отчитываются перед производственными коллективами о проделанной работе.

Основные задачи постов и групп общественных инспекторов по регулированию использования и охране вод: воспитание у широких масс населения чувства бережного отношения к водным ресурсам; привлечение общественности и трудовых коллективов к активному участию в мероприятиях по защите водных источников от загрязнения, засорения и истощения; постановка перед соответствующими компетентными организациями вопросов о проведении мероприятий по охране и рациональному использованию вод; выявление случаев ухудшения качества поверхностных водных источников и доведение до соответствующих органов информации о всех аварийных случаях.

Указанные посты и группы проверяют условия отведения поверхностного стока с территорий промышленных предприятий, открытых площадок для

стоянок и ремонта автотранспорта и других машин, а также иных территорий. Они должны сообщать руководству предприятий и компетентным органам о случаях мойки автомобилей и сельскохозяйственных машин в водных объектах, устройства свалок, отвалов шлака, руды, опилок и других отходов в поймах и на берегах водных объектов добиваясь привлечения виновных к ответственности.

Посты и группы общественных инспекторов по регулированию использования и охране вод имеют право совместно с представителями бассейнового управления по регулированию использования и охране вод или по его поручению самостоятельно проверять промышленные предприятия, совхозы, колхозы и другие объекты в целях установления состояния использования водных ресурсов, очистки сточных вод, а также соблюдения условий сброса их, с составлением соответствующей документации о результатах проверок.

**Контроль за рациональным использованием воды.** Использование воды водопользователями можно контролировать несколькими методами. Все они предусматривают максимальное применение систем оборотного водоснабжения как для всего предприятия, так и для отдельных производств, цехов и установок.

Техническое совершенство системы водоснабжения объекта может быть оценено процентом использования оборотной воды по формуле

$$P_{об} = \frac{W_{об}}{W_{об} + W_{заб.ист}} \cdot 100\ \%, \qquad (6.12)$$

где $W_{об}$ и $W_{заб.ист}$ — количество воды, используемой в оборотном водоснабжении и забираемой из источника.

При этом чем ближе $P_{об}$ к 100%, тем эффективнее используется вода на предприятии. Среднее значение $P_{об}$ в промышленности страны составляет 71%, а на многих предприятиях металлургической, нефтехимической и некоторых других отраслей промышленности оно достигает 90...96%.

Рациональность использования воды, забираемой из источника промышленным предприятием, может быть охарактеризована коэффициентом ее использования, который должен быть как можно ближе к единице,

$$K_{и} = \frac{W_{заб.ист} - W_{сбр}}{W_{заб.ист}} \leqslant 1, \qquad (6.13)$$

где $W_{сбр}$ — количество воды, сбрасываемой в водный объект.

Процент безвозвратного потребления и потерь воды в системе оборотного водоснабжения от общего ее расхода определяют по формуле

$$P = \frac{W_{заб.ист} - W_{сбр}}{W_{заб.ист} + W_{посл} + W_{об}} \cdot 100\ \%, \qquad (6.14)$$

где $W_{посл}$ — количество воды, используемой последовательно.

Средний процент для промышленности в целом составляет 2,5%, для тепловых электростанций — 1,2...2, для промышленных предприятий без теплоэлектростанций — 3,6...5%. Для отдельных производств показатель $P$ колеблется от 0,5 до 30% и более.

При оценке эффективности использования вод в некоторых случаях целесообразно вместо абсолютных числовых значений показателей водообеспеченности применять коэффициенты, характеризующие отношение различных элементов баланса к валовому водопотреблению.

Так, коэффициент потребления свежей воды находят из соотношения

$$K_{св} = (W_{п.р} + W_{п.г})/Q_{п}, \qquad (6.15)$$

где $W_{п.р}$ и $W_{п.г}$ — свежая вода, забранная из поверхностных водных источников и из подземных горизонтов; $Q_{п}$ — суммарное (валовое) потребление воды.

Коэффициент безвозвратного потребления и потерь

$$K_{п} = П/Q_{п}, \qquad (6.16)$$

где $П$ — вода, безвозвратно теряемая в процессе ее использования.

Коэффициент использования речного стока ($K_{ир}$) характеризует кратность использования воды по длине реки

$$K_{ир} = (W_{заб.ист} + W_{ущ} + W_{д.и} + W_{н.п}/W_{с}, \quad (6.17)$$

где $W_{ущ}$ — ущерб речному стоку вследствие отбора подземных вод; $W_{д.и}$ — дополнительное испарение с поверхности водохранилищ; $W_{н.п}$ — необходимые попуски из водохранилищ (рыбохозяйственные, судоходные и др.); $W_{с}$ — естественный (восстановленный) речной сток.

Приведенные балансовые соотношения показывают, что расходы использования воды водопользователями в ряде случаев превышают расходы забора свежей воды за счет рециркуляции и повторного использования. Это относится и к водохозяйственным комплексам в пределах одного или нескольких гидрографических бассейнов, где в отдельных случаях объемы потребления свежей воды превышают объемы водных ресурсов вследствие повторного их использования.

**Контроль за состоянием первичного учета использования вод на предприятиях.** Для контроля за ведением учета использования вод на предприятиях необходимо устанавливать зависимость между отдельными количественными и качественными показателями водопотребления и водоотведения (рис. 6.5), для чего определяют соотношения и взаимосвязи между отдельными элементами баланса водопотребления и водоотведения.

Основное уравнение баланса водопотребления и водоотведения имеет вид

$$Q_{п} = Q_{о} + П, \quad (6.18)$$

где $Q_{п}$ — суммарное (валовое) потребление всех видов свежей воды; воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения; сточных вод, полученных для использования от других водопользователей; $Q_{о}$ — суммарное отведение воды всех видов; $П$ — вода, безвозвратно теряемая в процессе ее использования и в системах водоснабжения данного потребителя.

Суммарное безвозвратное потребление и потери, входящие в расходную часть баланса,

$$П = П_{т} + П_{ф} + П_{и} + П_{у} + П_{др}, \quad (6.19)$$

где $П_{т}$ — безвозвратное потребление воды, являющейся составной частью продукта производства; $П_{ф}$ — потери воды на фильтрацию в системе водообеспечения потребителя; $П_{и}$ — потери воды на испарение; $П_{у}$ — утечка воды из водопроводов; $П_{др}$ — другие потери воды (вследствие аварий и т. д.).

Сумма расходов водоотведения

$$Q_{о} = Q_{р} + W_{о} + V, \quad (6.20)$$

где $Q_{р}$ — вода, отведенная после использования в систему внутренней рециркуляции; $W_{о}$ — свежая вода, используемая для водоснабжения других потребителей; $V$ — сточные воды, отведенные в водные объекты, канализацию и другие приемники, а также переданные другим водопользователям для повторного использования.

Приведенные выше элементы баланса водопотребления используют в общем виде или детализируют. Так, потребление свежей воды может быть разделено на потребление воды питьевого качества и воды свежей технической; из расходов рециркуляции могут быть выделены расходы воды повторного, последовательного и оборотного водоснабжения; из общих безвозвратных потерь — потери в отдельных звеньях системы водообеспечения и т. д.

Предприятия по характеру сброса сточных вод можно объединить в следующие группы: не сбрасывающие сточные воды (имеющие только системы оборотного водоснабжения); сбрасывающие чистые или очищенные до нормативных требований сточные воды; сбрасывающие загрязненные сточные воды, превышающие нормы предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ (ПДС). Сточные воды предприятий первой и третьей групп проверяют постоянно, при этом результаты химических анализов заносят в журнал первичного учета (форма ПОД-13), а их итоговые данные — в форму № 2-тп (водхоз). Химические анализы сточных вод предприятий второй группы проводят периодически для определения возможности сброса их в

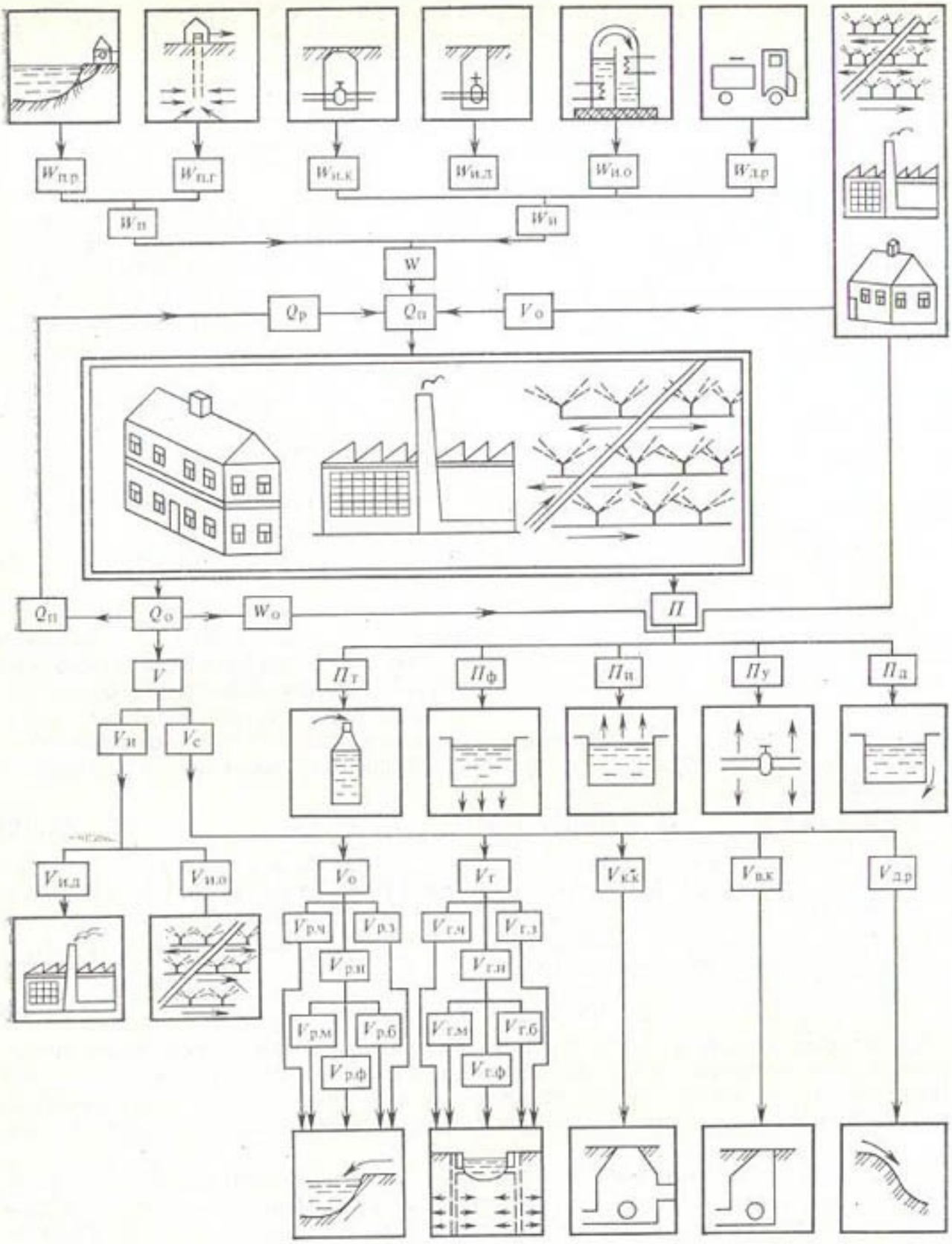



Рис. 6.5. Схема баланса водопотребления и водоотведения

водный объект. Если в результате анализов обнаружится, что количество загрязнителей превышает допустимые нормы, то сбрасываемые воды контролируют так же, как загрязненные.

Характер контроля сточных вод зависит от режима их сброса, который подразделяют на единовременный, периодический, непрерывный изменяющийся и случайный.

Периодичность отбора проб зависит от режима сброса сточных вод. Осуществляют отбор в таком порядке.

При единовременном (разовом) сбросе сточных вод, который проводят по окончании отдельной технологической операции (процесса), можно ограничиться отбором единой пробы в случае отсутствия грубодисперсных и

эмульгированных примесей. При их наличии в журнале отмечают время и продолжительность сброса и средние показатели проб, взятых в это время.

При периодическом сбросе сточных вод на его протяжении отбирают три пробы (начало, середина и конец выпуска) и определяют среднее ее значение. В рабочем журнале отмечают время и продолжительность сброса сточных вод.

При непрерывном равномерном сбросе сточных вод возможны два случая: равномерный сброс сточных вод с постоянной концентрацией загрязнителей и равномерный сброс сточных вод с изменяющейся концентрацией загрязнителей.

В первом случае в течение суток достаточно отбирать и анализировать 3...4 пробы, во втором — отбирают и анализируют среднесменные пробы (по числу смен в сутках).

При непрерывно изменяющемся сбросе сточных вод также возможны два варианта: изменяющийся сброс сточных вод с постоянной концентрацией загрязнителей и изменяющийся сброс сточных вод с переменной концентрацией загрязнителей.

В первом варианте количество сбрасываемых загрязнителей можно определить по данным обследования технологического процесса, например по разности количества соответствующих компонентов в сырье и выпускаемой продукции или отбором среднепропорциональных проб.

Второй вариант чаще всего встречается, когда общий сток сложен из отдельных самостоятельных стоков с различным характером сброса сточных вод и загрязнителей. Для установления количества сбрасываемых загрязнителей следует применять отбор и анализ среднепропорциональной пробы.

Случайный сброс сточных вод и загрязнителей отличается от всех рассмотренных выше тем, что его появление является следствием остановки оборудования на промывку и ремонт, то есть внезапного отклонения от нормального хода технологического процесса. В этом случае устанавливают и фиксируют количество сбрасываемых загрязнителей (например, путем обследования технологического процесса).

При изменяющейся концентрации загрязнителей в сточной воде отбирают среднепропорциональные пробы; объем каждой отдельной пробы должен быть пропорционален расходу сточных вод в момент ее отбора. Если предполагается колебание концентраций особо вредных и ядовитых веществ, то необходима динамическая характеристика состава сточных вод.

Наличие водоизмерительных приборов и устройств, их правильная эксплуатация и своевременная проверка достоверности показаний — необходимое условие ведения учета водопотребления и водоотведения. Классификация водомеров, применяемых в настоящее время для измерения расхода воды, приведена на рисунке 6.6.

Поступление загрязнений в водный объем в основном учитывают путем отбора проб сточной воды с последующим их химическим анализом в стационарных или передвижных лабораториях. Такой метод требует значительных трудовых затрат и не позволяет получать оперативную информацию о загрязнениях. Поэтому в последнее время начали применять приборы, с помощью которых можно определять наличие загрязняющих веществ непосредственно в момент измерений. Некоторые из них изготавливает отечественная промышленность.

| Название и назначение прибора | Тип, марка |
|---|---|
| Электрохимический определитель БПК | ЭХО-1, ЭХО-2 |
| Преобразователь промышленный, повышенной точности (измерение активной концентрации ионов водорода и натрия) | рН-261, рН-262, рН-121 |
| Преобразователь промышленный (измерение pH, pNa, pK и других ионов одно- и двухвалентных элементов) | П-201 |

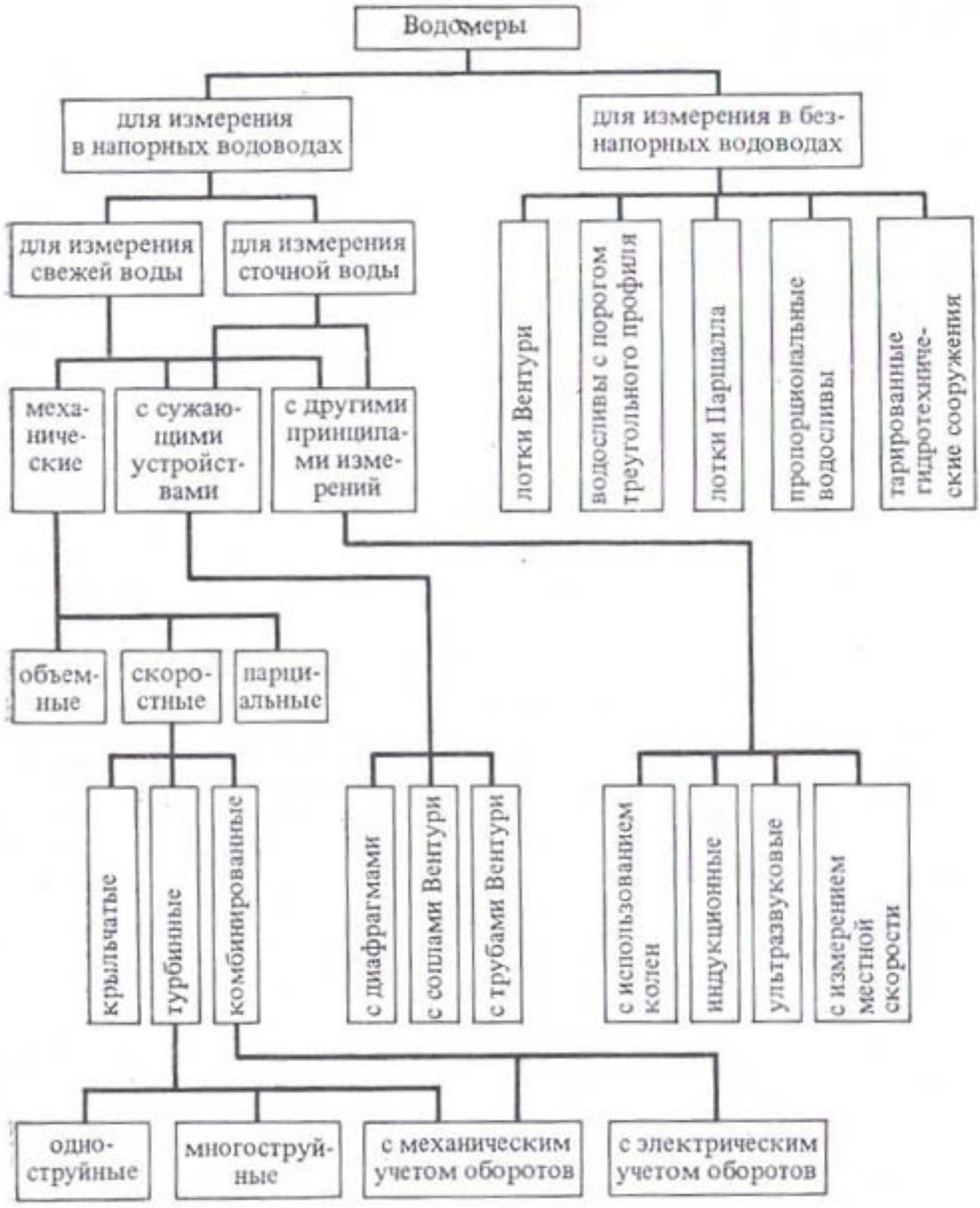



Рис. 6.6. Схема классификации водомеров

| | |
|---|---|
| Комплекс pH-метра (преобразователь П-201, чувствительный элемент ДМ-5М, самописец КСП-2) | П-201, ДМ-5М |
| Переносный иономер (измерение активной концентрации ионов водорода, натрия, йода, серы, серебра, калия, цианида, хлора и брома) | И-102 |
| Сигнализатор содержания цианидов (в комплексе с П-261 и чувствительным элементом ЭПЧ-1) | СЦ-1 |
| Сигнализатор наличия шестивалентного хрома | СХ-1 |
| Прецизионный pH-метр-электрометр (измерение активной концентрации ионов водорода, натрия, калия, серы, йода, серебра и др.) | pH-2 |

В целях контроля надежности и точности водомерные приборы и устройства инспектируют не реже одного раза в год.

При этом проводят внешний осмотр, проверяют, не произошли ли какие-либо изменения в условиях работы водомеров вследствие подключения дру-

гих систем, создания новых гидротехнических сооружений, зарастания русла и обрушения берегов каналов и т. д. Проверяют квалификацию наблюдателя, правильность и своевременность записей в журнале первичного учета.

Водомеры, не удовлетворяющие требованиям соответствующих ГОСТов, инструкций и технических условий, эксплуатации не подлежат.

На каждый прибор должно иметься свидетельство установленного образца или другой заменяющий его документ, подписанный представителем органов государственной метрологической службы.

В процессе эксплуатации для обеспечения необходимой точности измерений проверяют счетчики, установленные на насосных станциях (не реже одного раза в год) и у водопотребителей (один раз в два года и в случаях, когда их показания вызывают сомнения). Поверку осуществляют по графику на специальных испытательных установках.

В системе коммунального водопровода и канализации контролеры абонентной службы должны не реже одного раза в месяц снимать показания счетчиков и проверять их исправность. При обнаружении неисправностей они сообщают об этом группе по учету водоисточников, которая обязана принять меры по замене или ремонту неисправных приборов. После ремонта приборы передают для проверки представителю Государственного комитета стандартов.

Показывающие, самопишущие и выпускаемые в комплекте со вторичными приборами дифманометры-расходомеры проверяют органы государственной и ведомственной метрологической службы согласно ГОСТ 8.146—75 (стандарт СЭВ 4382—83).

Индукционные расходомеры настраивают специалисты, имеющие разрешение завода-изготовителя, на расходомерной установке с погрешностью не более 0,3%. Периодичность поверки — раз в год.

Водоизмерительные приборы и устройства на оросительных системах необходимо не реже одного раза в год подвергать ведомственной поверке специалистами управлений этих систем по графику, утвержденному вышестоящей организацией. Акты (протоколы) поверок с предложениями по совершенствованию гидрометрической службы на оросительных системах направляют вышестоящей организации.

При отсутствии на предприятиях водоизмерительного оборудования количественный учет потребляемых и сбрасываемых вод определяют косвенными методами: по расходу электроэнергии на перекачку 1 м³ воды, по числу часов работы насосов и их подачи, по количеству выпускаемой продукции и нормам расхода воды на единицу этой продукции. Учет использования вод косвенными методами проводят в специальных журналах первичной учетной документации (форма ПОД-12).

**Контроль и оценка эффективности очистки сточных вод.** Основные задачи государственного и ведомственного контроля за работой очистных сооружений канализации — проверка эффективности очистки сточных вод, определение влияния сбрасываемых сточных вод на водные объекты, разработка предложений по совершенствованию работы очистных сооружений или осуществления дополнительных водоохранных мероприятий (рис. 6.7).

Контроль за работой очистных сооружений и сбросом сточных вод имеет целью прекращение или предупреждение загрязнения водных объектов неочищенными или недостаточно очищенными сточными водами.

При обследовании очистных сооружений необходимо:

изучить проектные данные, технологическую схему и регламент работы очистных сооружений и паспорт сооружений по очистке и обезвреживанию сточных вод; ознакомиться с ранее выданным разрешением на сброс очищенных сточных вод; проверить выполнение ранее выданных предписаний в части улучшения работы очистных сооружений;

оценить эффективность работы лаборатории, осуществляющей ведомственный контроль за функционированием очистных сооружений. При этом обратить внимание на укомплектованность ее квалифицированными кадрами; оснащенность необходимым оборудованием; соблюдение согласованных с органами водного надзора методик, периодичность и объем анализов сточных вод, а также точек и порядок отбора проб; правильность ведения отчетной

документации, а также изучить данные лабораторного анализа сточных вод, поступающих на очистные сооружения, и сравнить их с проектными данными;

проверить соблюдение регламентов на эксплуатацию каждого сооружения и организацию учета объема очищаемой воды;

обратить внимание на степень автоматизации технологических процессов: подачи и дозирования реагентов, работы насосных станций, скребковых механизмов в отстойниках, регулирования работы аэрационных сооружений, фильтров, метантенков, механического обезвоживания осадков, обеззараживания хлором и других процессов, а также контроля за количеством и составом очищаемой воды;

установить соответствие эксплуатируемых очистных сооружений проектным решениям.

При необходимости проводят отбор и анализ проб сточных вод для определения степени их очистки как на очистных сооружениях в целом, так и по отдельным звеньям. Место, время и способ отбора проб зависят от цели осуществляемой проверки. Устанавливают их в каждом конкретном случае с учетом режима работы очистных сооружений и возможных колебаний во времени состава и расхода сточных вод. В обязательном порядке отбирают пробы на входе и выходе очистного сооружения или проверяемого звена с учетом времени прохождения сточных вод через сооружение (табл. 6.3).

По результатам анализов определяют эффективность работы очистных сооружений и оценивают достаточность очистки сточных вод, которую устанавливают сравнением состава стоков, поступающих на очистную станцию, с прошедшими через отдельные сооружения и выходящими из станции.

Полный анализ поступающей и очищенной сточной жидкости состоит из химического и бактериологического анализов.

При сокращенном анализе сточных вод определяют: активную реакцию среды (pH), прозрачность, окисляемость, взвешенные (или оседающие) вещества, относительную стабильность (определяют только в очищенной воде).

*Химический анализ* проводят для определения оседающих веществ (по объему и по массе); взвешенных веществ и потерь при прокаливании; активной реакции среды (pH); азота аммонийного, азота нитритов и нитратов (в сырой сточной воде определяют периодически); окисляемости и $БЛД_5$ в натуральной воде и после двухчасового отстоя; бихроматной окисляемости (ХПК); фосфатов, хлоридов, сульфатов, железа, щелочности, общей жесткости и азота (определяют периодически, не реже одного раза в квартал); растворенного кислорода и остаточного хлора (определяют только в очищенной воде).

При поступлении на очистку промышленных сточных вод или вероятности их попадания в хозяйственно-фекальную канализацию необходимо определять загрязнения, характерные для технологического процесса предприятия, сбрасывающего стоки, а также проверять наличие технических веществ, подавляющих жизнедеятельность микроорганизмов.

Температура значительно влияет на жизнедеятельность организмов при биологическом процессе очистки. Температура воды выше 30 °С оказывает отрицательное влияние на жизнедеятельность аэробных микроорганизмов. Падение температуры ниже 9 °С ухудшает условия жизнедеятельности микробов в биофильтрах. При температуре ниже 6 °С она практически прекращается.

Понижение температуры замедляет процесс сбраживания осадка в отстойниках и требует увеличения количества пара для подогрева осадка в метантенках.

По интенсивности *цвета* и *запаха* ориентировочно судят о количестве и характере загрязнений. Окраска и запах, несвойственные хозяйственно-фекальным водам, свидетельствуют о наличии посторонних загрязнений.

*Прозрачность* натуральной воды косвенно характеризует количество всех загрязнений во взвешенном и коллоидном состоянии. Определяют ее по шрифту в натуральной воде и в отстоенной в течение двух часов.

*Осадок по объему* характеризует объемное количество оседающих веществ, а по весу — весовое количество оседающих веществ.

**6.3. Примерный объем анализов сточных вод в зависимости от метода очистки**

| Очистные сооружения | Ожидаемый эффект очистки | Объем анализов сточных вод |
|---|---|---|
| | *Механической* | |
| Отстойники горизонтальные и вертикальные | Уменьшение содержания взвешенных веществ и наряду с этим увеличение прозрачности и снижение $БПК_5$ | Окраска, запах, прозрачность, взвешенные вещества, содержание осадка по объему |
| Двухъярусные отстойники | Тот же эффект осветления для жидкой фазы сточных вод. Изменение свойств осадка (улучшение внешнего вида, устранение зловония, разрушение его коллоидной структуры, уплотнение) | Содержание анализа жидкой фазы такое же, как выше. Вид осадка, запах, pH иловой воды |
| | *Биологической* | |
| Поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды, очистка с применением биофильтров, аэротенков с расчетом на полную или неполную очистку | Минерализация органического вещества, уменьшение содержания и изменение состава взвешенных веществ, изменение внешних свойств сточных вод (окраска, прозрачность, запах) | Температура, pH, окраска, запах, прозрачность, осадок по объему, взвешенные вещества, растворенный кислород, окисляемость, БПК, стабильность, азот нитратов, азот нитритов, специфические загрязняющие вещества; в случае необходимости проводят анализ активного ила |
| | *Химической* | |
| Сооружения для нейтрализации кислых и щелочных промышленных сточных вод, для полного либо частичного освобождения сточных вод от вредных веществ | Усреднение водородного показателя (pH) до величины, установленной расчетом. Снижение содержания вредных веществ в сточных водах до пределов, установленных расчетом. Изменение внешних свойств сточных вод (обесцвечивание, устранение запаха, увеличение прозрачности) | pH, окраска, запах, прозрачность, вредные вещества, характерные для данного производства; остаточные количества реагентов (в необходимых случаях) |
| | *Обеззараживание сточных вод* | |
| Комплекс сооружений для обеззараживания сточной жидкости хлором | Резкое снижение общего количества бактерий в воде, значительное снижение индекса кишечной палочки, освобождение сточных вод от патогенных микроорганизмов | Бактериологическое исследование с определением общего количества бактерий в 1 мл и индекса кишечной палочки; определение патогенных микроорганизмов (по показаниям). Определение остаточного хлора в сточных водах |

*Взвешенные вещества* позволяют судить о концентрации в сточных водах загрязнений, а определение их показывает количество загрязнений различной степени дисперсности, находящихся во взвешенном состоянии, как минеральных, так и органических.

*Потери при прокаливании* дают возможность определить количество органических веществ, находящихся во взвешенном состоянии; разность между количеством взвешенных веществ и потерями при прокаливании дает количество минеральных загрязнений.

*Активная реакция среды* (pH) поступающих сточных вод для обеспечения жизнедеятельности микроорганизмов, осуществляющих биохимическую очистку воды, должна быть не менее 6,5 и не более 8,5. При отклонении pH от этих величин развиваются нежелательные формы микроорганизмов или полностью нарушается процесс биохимической очистки. Резкое изменение pH свидетельствует о попадании в сточную воду посторонних загрязнений.

*Азот аммонийный* — показатель, характеризующий количество азота в форме минеральных аммонийных солей; указывает на загрязненность сточных вод фекальными. В последних аммонийные соли образуются при гидролизе мочевины и распаде белка при гниении.

Азот является питательным (биогенным) веществом для микроорганизмов. В сточной жидкости, поступающей на очистные сооружения, должно быть не менее 15 мг/л азота. Уменьшение количества азота, особенно при наличии промышленных сточных вод, может привести к ухудшению жизнедеятельности аэробных микроорганизмов. Поэтому на очистных сооружениях в смешанные — хозяйственно-бытовые и промышленные — сточные воды добавляют сернокислый аммоний для увеличения количества солевого азота.

Наличие *азота нитритов и нитратов* в сырой хозяйственно-фекальной воде свидетельствует о попадании посторонних загрязнений. Как правило, в сырых хозяйственно-фекальных водах не должно быть окисленного азота — нитритных и нитратных солей, так как окислительные процессы идут только до стадии легкоокисляемых органических соединений углерода, сульфидов, сульфитов, а аммиачные соли остаются неокисленными.

*Окисляемость перманганатная* — условный показатель, характеризующий содержание в сточной воде легкоокисляющихся органических и неорганических веществ, находящихся в виде взвесей, коллоидов и в растворенном состоянии. Определение окисляемости отстоенной воды характеризует лишь наличие загрязнений, оставшихся в ней после отстаивания, а не всех имеющихся в воде.

Практика эксплуатации показывает, что целесообразнее и правильнее определять окисляемость в неотстоянной сточной воде.

*Биохимическая потребность в кислороде* (БПК) — количество кислорода (мг/л), использованного для полного биохимического окисления органических веществ аэробными микроорганизмами (без учета расхода кислорода на нитрификацию).

Практически в период эксплуатации определяют частичное потребление кислорода в течение 5 сут ($БПК_5$). Для более подробного изучения характера загрязнений и скорости окисления органических веществ на сооружениях биологической очистки периодически определяют $БПК_{20}$ (биохимическая потребность в кислороде за 20 сут). Соотношение между $БПК_5$ и $БПК_{20}$ для хозяйственно-бытовых сточных вод может быть ориентировочно принято как 0,68 : 0,8.

*Химическая потребность в кислороде* (ХПК), или бихроматная окисляемость, дает представление о количестве органических веществ в пробе, способных к окислению сильными окислителями, и выражается в мг/л кислорода, израсходованного на окисление всех органических веществ, находящихся в пробе воды. ХПК является показателем загрязнений в промышленных сточных водах.

Определение содержания *фосфатов* характеризует количество в сточных водах фосфора — одного из питательных (биогенных) веществ, необходимых для биохимической очистки. В сточных водах должно быть фосфатов не менее 3 мг/л в пересчете на $P_2O_5$. При количестве азота и фосфора в исходных сточных водах ниже нормативных и при $БПК_5$, превышающем 100...200 мг/л

кислорода, следует дополнительно подавать биогенные вещества на сооружения биологической очистки.

Определение содержания *хлоридов* необходимо для контроля постоянства солевого состава сточной воды и для суждения о «согласованности» анализируемых проб. Резкое увеличение хлоридов может быть вызвано посторонними загрязнениями. В процессе очистки солевой состав сточных вод почти не меняется, а уменьшается лишь количество органических веществ.

По содержанию *сульфатов* судят о минеральном составе воды. Повышенное количество сульфатов в воде свидетельствует о попадании в нее промышленных сточных или морских вод и оказывает отрицательное влияние на биохимические процессы.

*Общий азот* (сумма белкового и солевого азота) определяют для выявления баланса азотных веществ: переходе белкового азота в солевой (аммиачный) и аммиачного в окисленные формы.

Важное значение в вопросах повышения эффективности очистной станции имеет контроль за соблюдением регламентов на эксплуатацию каждого сооружения.

**Песколовки.** Контроль работы песколовок заключается в определении прозрачности, взвешенных и оседающих веществ (осадок по объему) поступающей и выходящей из них сточной жидкости. Периодически определяют потери при прокаливании и окисляемость.

Незначительное увеличение (а иногда и уменьшение) прозрачности, увеличение количества взвесей и оседающих веществ в воде, прошедшей песколовки, снижение количества взвешенных веществ менее чем на 5% указывают на их плохую работу — поступающие загрязнения не задерживаются песколовками, и частично выносятся осадки, осевшие в них ранее.

Резкое увеличение потерь при прокаливании взвешенных веществ в сточной воде после песколовок свидетельствует об оседании органических веществ. При этом значительно снижается окисляемость воды (более чем на 5...10%).

Песколовки работают нормально, если преобладают фракции песка средней крупности (диаметр 0,5...0,75 мм); при значительном количестве песка диаметром меньше 0,25 мм скорости воды в песколовке понижены. Песколовки перегружены (при повышенных скоростях воды), когда преобладают крупные фракции песка.

Работу первичных отстойников (горизонтальных, вертикальных, радиальных) контролируют при помощи полного или сокращенного анализа. Анализ дает полную характеристику работы сооружений, показывает эффект механической очистки.

Задержание осадка и осветление жидкости контролируют, определяя в поступающей и выходящей из отстойников сточной жидкости взвешенные вещества, осадки по объему за 2 ч отстаивания (иногда и осадок по весу), прозрачность.

Количество взвешенных веществ должно уменьшаться не менее чем на 40% и не более чем на 60%.

Полную характеристику работы отстойников дает анализ пробы осадка, выпускаемого из них, по следующим показателям: сухое вещество осадка (влажность); потери при прокаливании и зольность. При определении зольности определяют и гигроскопическую влажность. Сырой осадок, выпускаемый из отстойников, должен иметь влажность не более 92...95%, так как более высокая влажность тормозит процесс метанового брожения при обработке осадка.

При нерегулярном выпуске осадка он загнивает, в результате чего поверхность воды в отстойнике покрывается пузырями выделяющихся газов, окисляемость выходящей из сооружения воды увеличивается по сравнению с окисляемостью поступающей воды.

«Свежий» осадок, поступающий для обработки, состоит из нерастворимых твердых веществ (20...30% минеральных и 70...80% органических), значительно разбавленных водой. Он плохо отдает воду, имеет неприятный запах, легко загнивает, содержит большое количество разнообразных микроорганизмов (в том числе и патогенных) и яйца гельминтов (глист). Для уничто-

жения указанных вредных свойств осадок подвергают анаэробному сбраживанию под воздействием анаэробных микроорганизмов в двухъярусных отстойниках или метантенках.

Конечные продукты распада углеводов и жиров — метан и водород.

При распаде белков часть образовавшихся продуктов переходит в газ, а часть остается в растворе. При этом нейтрализуются кислые продукты брожения и образуются гидрокарбонаты и карбонаты аммония, обусловливающие «щелочность» или «буферность» среды и наличие аммонийных солей, необходимых для питания анаэробных микроорганизмов. Для метанового брожения характерно pH 7.

Скорость процесса распада органического вещества зависит от температуры и состава сточных вод. Повышение температуры увеличивает скорость реакции распада органических веществ, размножения микробов и образования ферментов. Поэтому продолжительность процесса сбраживания находится в прямой зависимости от температуры.

В двухъярусных отстойниках сбраживание осадка протекает при температуре окружающей среды, а в метантенках осадок подогревают паром до температуры 30...33 °С (мезофильное брожение) и 52...55 °С (термофильное брожение). Сброженный осадок, прошедший стадию метанового брожения, называют зрелым.

Кислоты, щелочи, окиси металлов, смолы, фенолы, входящие в состав промышленных сточных вод, отрицательно действуют на жизнедеятельность микроорганизмов. Количество вредных или ядовитых веществ в осадке, поступающем на сбраживание, не должно превышать допустимых концентраций.

Показателем нормального процесса брожения является распад органического вещества на 40...50%. Технический предел распада — 50%.

**Аэротенки.** Основным агентом очистки при аэрации сточной жидкости является активный ил (АИ) — хлопьевидные скопления мельчайших частиц осадка, густо заселенного аэробными бактериями-минерализаторами различной формы, нитчатыми бактериями, плесневыми грибами, простейшими реснитчатыми инфузориями.

Аэробные бактерии-минерализаторы перерабатывают, минерализуют растворимые и коллоидные вещества путем биологического окисления и таким образом очищают воду. Простейшие питаются загрязнениями, находящимися в виде тонких взвесей и коллоидов, в том числе и бактериями. Каждый вид инфузорий, питаясь определенным видом бактерий, уменьшает бактериальную загрязненность воды и осветляет ее. Бактерии, в свою очередь, питаются продуктами обмена простейших.

АИ — один из основных факторов биологической очистки. Поэтому необходимо проводить количественный и качественный его контроль (в том числе и гидробиологический).

Для поддержания оптимальной дозы АИ в аэротенках нужно учитывать объем и концентрацию (по сухому веществу) избыточного активного ила. Зольность АИ и потери при прокаливании позволяют определить количество минеральных и органических веществ в нем. Качество АИ характеризует его внешний вид, наличие и видовой состав микроорганизмов, иловый индекс и кинетику оседания ила, а также количество растворенного кислорода.

Иловый индекс, или новый коэффициент, характеризует способность АИ к оседанию. Иловый индекс — это объем в миллилитрах, который после 30-минутного отстаивания занимает 1 г сухого вещества АИ. Условно иловый индекс определяют всегда при одинаковой концентрации ила, то есть 3 г/л, или 0,3 г на 100 мл. Чем лучше ил отстаивается и чем быстрее оседает, тем меньше его иловый индекс. Нормальный иловый индекс для аэротенков на полную очистку — 70...100 мл. При недостатке кислорода в АИ развиваются нитчатые бактерии, «пружинящее» действие которых вызывает вспучивание АИ и препятствует его оседанию при отстаивании. При этом иловый индекс резко повышается, достигая даже 160...200 мл. При кислородном голодании ила развивается и другая вредная микрофлора.

При значительном количестве в сточной жидкости углеводов, дающих при разложении $CO_2$, наблюдается не только всплывание ила на поверхность, но

и сильное пенообразование. Иловый индекс в этом случае повышен. Повышение илового индекса может быть вызвано также чрезмерным количеством воздуха, который «бьет» ил, уменьшает величину хлопьев и снижает скорость их оседания.

Пониженный иловый индекс в хозяйственно-фекальных водах свидетельствует или о неполной биологической очистке, когда АИ работает только как коагулянт, или о попадании в стоки промышленных вод, имеющих тяжелые взвеси.

Для соблюдения правильного режима работы аэротенков контролируют содержание растворенного в воде кислорода.

Недостаточное количество кислорода плохо сказывается на жизнедеятельности микроорганизмов, населяющих АИ. Его качество резко ухудшается. Внешне это проявляется во всплывании темных кусков вспухшего или загнившего ила, что наблюдается на очистных сооружениях в аэротенках при перерывах в подаче воздуха.

О работе аэротенков и биофильтров (аэрофильтров) судят по окислительному эффекту и задержанию взвешенных веществ при анализе поступающей и выходящей из них сточной жидкости и АИ.

Показатели, характеризующие эффект биохимического окисления органических веществ, после аэротенков или биофильтров определяют при анализе отстоенной воды, чтобы исключить влияние органических веществ АИ или биопленки.

Снижение окисляемости $БПК_5$ и ХПК свидетельствует об уменьшении количества окисляемых органических веществ в результате биохимических процессов.

*Наличие группы азота* — один из наиболее важных показателей, характеризующих ход и направление процесса биологической очистки. По этому показателю судят о динамике процесса превращения белкового и солевого азота, то есть о минерализации и окислении. Наличие нитритов и нитратов в очищенной воде свидетельствует об успешном протекании процесса очистки.

Увеличение количества солевого аммиака после очистки свидетельствует о минерализации белкового азота и о недостаточной интенсивности процесса нитрификации.

Растворенный кислород характеризует условия протекания процесса биологической очистки и ее эффект. Для определения количества растворенного кислорода отбирают пробы в различных секциях аэротенков и на выходе из биофильтров.

В хорошо очищенной сточной воде при $БПК_5$ не более 10...12 мг/л растворенного кислорода имеется не менее 5 мг/л, а в некоторых случаях, особенно в холодное время года, — даже 8...9 мг/л.

По весовому или объемному количеству взвешенных веществ определяют дозы (концентрации) АИ или количества выносимой биопленки.

Для контроля работы вторичных отстойников по задержанию ими взвешенных веществ (АИ или биопленки) сопоставляют их количество и осадок по объему (количество оседающих веществ) с прозрачностью в сточной воде до и после отстойников.

При нарушении режима работы отстойника или ухудшении качества АИ увеличивается вынос взвешенных веществ по сравнению с допустимым по СНиПам и соответственно увеличивается загрязнение выходящей воды.

Ухудшение химических показателей очищенной сточной воды (увеличение окисляемости, БПК, уменьшение окисленных форм азота и количества растворенного кислорода) свидетельствует о дополнительных загрязнениях в результате процесса гниения, происходящего при нерегулярном или некачественном выпуске осадка из отстойника. Влажность осадка при этом уменьшается с 99,7 до 96,98%. При гнилостных процессах поверхность отстойника покрывается темной пленкой или большим количеством пузырей, иногда всплывают куски черного гнющего ила, появляется гнилостный запах, уменьшается прозрачность воды.

Эти признаки свидетельствуют о нарушении режима работы вторичного отстойника.

При контроле сооружений для обеззараживания очищенных сточных вод необходимо помнить, что для этой цели применяют жидкий хлор или хлорную известь, имеющую до 35% активного хлора. В обеззараживаемую воду вводят из дозаторов хлорную воду с концентрацией хлора несколько граммов на литр либо 2...3%-ный раствор хлорной извести. Расходы хлора на 1 м³ отстоенных сточных вод следующие: на станциях полной биологической очистки — 10 г, на станциях неполной биологической очистки — 15, на станциях механической очистки — 30 г. Для определения расхода хлора в каждом конкретном случае периодически проверяют хлоропоглощаемость воды, то есть количество хлора, при котором через 30 мин контакта хлора и воды остается 0,5...1 мг/л свободного (остаточного активного) хлора.

**Оценка уровня безотходности производства.** Наиболее совершенно определение этого уровня по доле стоимости отходов в себестоимости продукции.

Безотходность агрегата, цеха или заводского хозяйства определяют по формуле

$$Б = 1 - \Sigma P_о / P_{пр}, \qquad (6.21)$$

где $\Sigma P_о$ — суммарная стоимость отходов; $P_{пр}$ — стоимость продукции, включая стоимость отходов.

Суммарную стоимость отходов находят из выражения

$$\Sigma P_о = \Sigma R_з + P'_п, \qquad (6.22)$$

где $\Sigma P_з$ — стоимость запланированных отходов, то есть отходов, которые образовались как результат отделения ненужных составляющих сырья (например, шлака, образующегося при выплавке чугуна); $P'_п$ — стоимость отходов — потерь, образующихся из-за несовершенства производства.

**Контроль за выпуском поверхностного стока с селитебных территорий.** Обезвреживание поверхностного стока, отводимого с наиболее загрязненных участков городской территории, включающих торговые центры, крупные автомагистрали, товарно-сырьевые базы, промышленные предприятия, — необходимое условие предотвращения загрязнения водных объектов.

Контроль за поверхностным стоком позволяет выявить наиболее существенные источники выноса примесей в водные объекты, оценить влияние этого выноса и принять меры по его уменьшению за счет упорядочения использования территории и обезвреживания поверхностного стока.

При организации и осуществлении такого контроля необходимо: обследовать территорию водосбросного бассейна в увязке с охватом ее сетью дождевой канализации; сделать оценку выноса загрязняющих веществ с поверхностным стоком в водный объект на основе данных обследования и химического анализа проб стока; установить требования по уменьшению выноса загрязняющих веществ с поверхностным стоком или его обезвреживанию.

В задачу обследования входит: уточнение общей площади водосбросного бассейна по видам покрытий (площади зданий, водонепроницаемых площадок, зеленых насаждений, участков с открытым грунтом); оценка состояния дождевой канализационной сети; установление возможных поступлений в эту сеть других видов сточных вод; оценка санитарного состояния и благоустройства территории.

При оценке санитарного состояния и степени благоустройства территории необходимо выявлять наличие разрушений покрытий дорог, открытых эродируемых участков, грунта, источников поступления нефтепродуктов, мест периодических скоплений мусора, неорганизованных свалок, состояние складирования и транспортировки сыпучих и жидких материалов и полуфабрикатов, способных попадать в поверхностный сток. Оценивают также и техническое состояние дождеприемников, коллекторов, ливневыпусков дождевой канализационной сети.

Первоочередные мероприятия по снижению выноса загрязняющих веществ с поверхностным стоком: повышение благоустройства территории, улучшение качества уборки мусора, ликвидация потерь различных продуктов, сырья, полуфабрикатов, улучшение состояния складского хозяйства. Эти мероприятия реализуют до очистки поверхностного стока.

Оценку эффективности работы очистных сооружений поверхностного стока проводят так же, как и для сооружений хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод.

При отборе проб дождевого и талого стоков необходимо учитывать специфические особенности режима их формирования.

Концентрация примесей в дождевом стоке изменяется, уменьшаясь от начала к концу дождя. Снижение концентрации тем заметнее, чем больше продолжительность и слой осадков и выше интенсивность в начальный период дождя. Наиболее существенно в процессе стока изменяются такие показатели, как содержание взвешенных веществ, ХПК, БПК. Значения этих показателей могут снижаться от начала к концу стока в несколько раз. Дождевые воды для анализа отбирают из коллектора дождевой канализации непосредственно на выпуске в водоем или из смотрового колодца, расположенного ниже присоединения к коллектору последнего водостока.

Для данной категории сточных вод отбор разовых проб неприемлем и не может обеспечить получение достоверных данных о составе стока за период выпадения дождя. Для получения относительно достоверных данных при контроле за сбросом поверхностного стока применяют порционный отбор. Интервал между отбором проб принимают 5...10 мин в начальный период стока (около 30 мин), а в последующий — 20...30 мин. Такая схема позволяет проанализировать отбор всех проб.

Расчетное количество примесей, выносимых с поверхностным стоком, определяют на основе сведений о характеристике территории водосбора (городской или промышленной) и усредненных данных о составе стока, отводимого с этой территории.

Загрязняющее влияние поверхностного стока окончательно определяют по ряду контрольных анализов за характерные периоды (по выпадению осадков) для данной местности.

Величину выноса примесей с городских территорий ориентировочно рассчитывают по обобщенной качественной характеристике поверхностного стока с городских территорий. Ниже приведено среднее содержание взвешенных веществ в стоке дождевых вод.

| Характеристика бассейна | Среднее содержание взвешенных веществ, г/л |
|---|---|
| Участки современной жилой застройки (микрорайоны) | 1,4...1,5 |
| Участки недостаточно благоустроенных территорий с преобладанием усадебной застройки | 1,8...2,5 |
| Центральные благоустроенные районы города с интенсивным движением транспорта и пешеходов (жилые кварталы, зеленые насаждения, участки общественных учреждений, в том числе торговых) | 1,7...2,2 |
| Районы, включающие крупные промышленные предприятия (в основном металлообрабатывающие и машиностроительные), жилые кварталы, участки общественных учреждений | 1,7...2,5 |
| Участки селитебной территории с наличием грунтовых эродируемых склонов или строительных площадок | 4...6 |
| Участки селитебной территории с высоким уровнем благоустройства и регулярной механизированной уборкой дорожных покрытий | 0,3...1 |

Общее содержание минеральных растворенных примесей в дождевом стоке в среднем составляет 300 мг/л.

Средние значения ХПК колеблются от 400 до 750 мг $O_2$/л, БПК — 50... 100 мг $O_2$/л, нефтепродуктов (гексанорастворимых) — 15...30 мг/л.

Для талых вод содержание взвешенных веществ при ориентировочных расчетах принимают 2...4 г/л, ХПК — 0,75...1,5 г $O_2$/л; БПК — 100... 300 мг $O_2$/л, содержание гексанорастворимых веществ — 30...40 мг/л.

Вынос примесей с поливочно-моечными водами в ориентировочных расчетах можно не учитывать.

Общее количество дождевых вод, стекающих с территории города или отдельных водосборных бассейнов $W_д$, можно вычислить по формуле

$$W_д = 10 h_д \psi F, \qquad (6.23)$$

где $h_д$ — среднегодовой слой осадков за теплый период года (принимают по данным ближайшего метеопункта), мм; $\psi$ — коэффициент стока; $F$ — площадь бассейна водосбора, га.

При расчете объема дождевого стока коэффициент стока можно принимать по средним значениям, установленным для различного рода поверхностей или населенных пунктов в целом. Среднее значение $\psi$ для водосборного бассейна находят как средневзвешенную величину из частных значений для площадей с разным видом поверхностей.

| Поверхность или площадь водосбора | Коэффициент стока |
|---|---|
| Кровли или асфальтовые покрытия | 0,85...0,9 |
| Булыжные или щебеночные мостовые | 0,4...0,6 |
| Кварталы города без дорожных одежд, небольшие скверы, бульвары | 0,2...0,3 |
| Газоны | 0,1 |
| Кварталы с современной застройкой | 0,4...0,5 |
| Небольшие города и поселки | 0,3...0,5 |

Общее количество талых вод, стекающих с городских территорий

$$W_т = 10 h_х \psi F, \qquad (6.24)$$

где $h_х$ — среднегодовой слой осадков за холодный период (принимают по данным ближайшего метеопункта), мм; $\psi$ — коэффициент стока, принимают $\psi = 0{,}7$; $F$ — площадь водосбора, га.

Суммарный годовой вынос примесей с поверхностным стоком $M$ (т) определяют по формуле

$$M = (W_д K_д + W_т K_т) \cdot 10^{-3}, \qquad (6.25)$$

где $K_д$, $K_т$ — соответственно концентрация примесей в дождевом и талом стоке, г/л.

**Контроль за охраной морских вод.** Законодательные акты по охране морских вод от загрязнения описаны в разделе 2.4. Здесь рассмотрен государственный контроль за соблюдением предприятиями, организациями, судами и другими плавучими средствами, объектами, использующимися для разведки и разработки ресурсов морского дна и его недр в территориальных водах и экономической зоне СССР, правил по предотвращению загрязнения прибрежных вод морей СССР и экономической зоны СССР, а также положений международных договоров СССР по предотвращению загрязнения моря.

Проверке подлежит: наличие и ведение на судах надлежащим образом оформленных судовых документов («Журнал нефтяных операций»; «Журнал грузовых операций для судов, перевозящих вредные жидкие вещества наливом», а на советских судах с численностью экипажа вместе со специальным персоналом и пассажирами более 10 чел., кроме того, и «Журнал операций со сточными водами и мусором»); наличие документов, подтверждающих сдачу судном или другим плавучим средством на приемное сооружение нефтесодержащих вод, сточных вод и мусора; наличие записей в судовом журнале о пломбировании клапанов, клинкетов и других запорных устройств, через которые можно сбрасывать за борт нефтесодержащие и сточные воды или другие вредные вещества, перевозимые на судах наливом (при нахож-

дении судна в районах, в которых такой сброс запрещен), а также наличие на судне схем расположения таких пломбируемых клапанов, клинкетов и других запорных устройств; сертификаты (свидетельства) на советское судовое сепарационное оборудование и систему фильтрации нефти, подтверждающие, что оборудование и система прошли испытание в надлежащие сроки под наблюдением Регистра СССР и признаны удовлетворяющими требованиям загрязнения с судов. Если взамен сепарационного оборудования на судне установлены цистерны для накопления нефтесодержащих вод и системы для сдачи их на приемное сооружение, то на такое оборудование требуют сертификат (свидетельство) Регистра СССР; сертификаты Регистра СССР или другой классификационной организации (на иностранных судах) на судовую установку по сжиганию мусора (если такая имеется на судне), подтверждающие фактическую способность установки сжигать отходы, наименования которых должны быть перечислены в инструкции по ее эксплуатации; международное свидетельство о предотвращении загрязнения нефтью; разрешение на производство буровых, геологоразведочных и иных работ, оказывающих вредное влияние на живые ресурсы моря, выданное в установленном порядке, если судно занимается производством этих работ; предварительное специальное разрешение или предварительное общее разрешение на сброс отходов в целях захоронения, выданное в установленном порядке, если судно осуществляет такой сброс.

*На объектах разведки и разработки ресурсов морского дна и его недр:*

разрешение на производство работ и выполнение условий, оговоренных в разрешении; состояние гидротехнических сооружений, коммуникаций и технологического оборудования с точки зрения обеспечения предотвращения загрязнения вод; соблюдение порядка хранения, использования химических реагентов, бурового раствора и шлама, а также их утилизации после использования;

ведение журналов регистрации операций, проводимых с веществами, вредными для здоровья людей или для живых ресурсов моря; сооружения, обеспечивающие очистку вод, используемых при повторном и оборотном водоснабжении; выполнение требований государственного стандарта «Правила охраны вод от загрязнения при бурении и освоении морских скважин на нефть и газ» (ГОСТ 17.1.3.02—77).

*В портах:* наличие схемы (плана) ведения работ по очистке загрязнений акватории порта с конкретным описанием всего технологического процесса; наличие и достаточность имеющихся инвентарных технических средств для ограждения и ликвидации разливов нефтепродуктов на акватории порта, нефтеналивного района, района отстоя судов, эффективность и оперативность их применения в местных условиях; план доставки технических средств из других портов, если данный порт не имеет собственных.

Для осуществления государственного контроля за предотвращением загрязнения морских вод государственным инспекторам по регулированию использования и охране вод предоставлено право:

беспрепятственно посещать при предъявлении служебного удостоверения установленной формы суда, порты и другие объекты и места отстоя судов, а также любые эксплуатируемые или строящиеся объекты для разведки и разработки ресурсов морского дна. Посещение и осмотр иностранных судов осуществляют по согласованию с пограничными войсками;

останавливать и осматривать суда и другие плавучие средства для выяснения причин и обстоятельств проведенного ими сброса или потерь веществ, вредных для здоровья людей или для живых ресурсов моря, и смесей, содержащих эти вещества свыше установленных норм, а также проверять правильность регистрации в судовых документах операций с указанными веществами или их смесями;

задерживать в установленном порядке суда и другие плавучие средства, допустившие незаконный сброс или не принявшие необходимых мер к предотвращению потерь веществ, вредных для здоровья людей или для живых ресурсов моря, и смесей, содержащих эти вещества свыше установленных норм;

проверять выполнение водоохранных мероприятий и состояние соответствующего оборудования на судах, в портах и на других объектах, сбрасывающих свои сточные воды в моря СССР;

снимать копии с судовых документов, содержащих записи, относящиеся к вопросам предотвращения загрязнения моря, и требовать от капитана судна письменного заверения этой копии, а также копии международных свидетельств о предотвращении загрязнения моря нефтью, вредными жидкими веществами и сточными водами;

составлять протоколы (акты) о результатах инспектирования;

привлекать в установленном порядке лиц, виновных в загрязнении морских вод, к административной ответственности или передавать в необходимых случаях материалы в органы прокуратуры для привлечения их к уголовной ответственности в соответствии с законодательством Союза ССР и союзных республик;

давать обязательные к исполнению предписания об устранении выявленных нарушений правил предотвращения загрязнения морских вод, а также на обеспечение плавучими средствами предприятий, учреждений и организаций при проверке состояния использования и охраны вод на подведомственных им объектах;

обращаться в установленном порядке к командованию пограничных войск с просьбой об оказании помощи и содействия по задержанию и осмотру иностранных судов, загрязняющих внутренние морские и территориальные воды СССР.

Любое судно, за исключением военных кораблей и военно-вспомогательных судов, при нахождении во внутренних и территориальных водах СССР, в том числе порту или удаленном от берега терминале, может быть подвергнуто инспектированию с целью проверки:

выполнения ими требований законодательства Союза ССР, союзных республик и международных договоров СССР по предотвращению загрязнения моря;

наличия на судне действующих свидетельств на состояние судна и его водоохранное оборудование;

соответствия состояния судна или его водоохранного оборудования выданным на них свидетельствам.

Обязательному инспектированию в пределах внутренних и территориальных вод СССР подлежат все суда, которые провели сброс или допустили потери веществ, вредных для здоровья людей или для живых ресурсов моря, и смесей, содержащих эти вещества свыше установленных норм, а также суда, в отношении которых у государственного инспектора имеются достаточные основания считать, что они нарушили в пределах этих вод правила по предотвращению загрязнения моря или состояние судна (его водоохранного оборудования) в значительной мере не соответствует указанным в соответствующих свидетельствах данным.

Инспектированию может быть подвергнуто также судно, к которому применяют международные соглашения, когда оно находится во внутренних морских и территориальных водах СССР, если от иностранного государства получена просьба о таком инспектировании вместе с достаточными доказательствами того, что это судно провело в каком-либо месте сброс вредных веществ или стоков, содержащих такие вещества.

Любое инспектирование судна может ограничиться лишь проверкой наличия на судне Международного свидетельства и записей в журнале регистрации операций с нефтью, нефтепродуктами и другими веществами, вредными для здоровья людей или для живых ресурсов моря, и их смесями, провозимыми на судах и других плавучих средствах, если у инспектора не будет очевидных оснований считать, что состояние судна или его оборудования не соответствует указанным в Свидетельстве данным, а записи в журнале регистрации операций не соответствуют фактически проводимым на судне операциям.

Инспектирование отечественных судов осуществляет инспектор самостоятельно или, если это необходимо, совместно с представителями портовых властей (пароходств), бассейновых санитарно-эпидемиологических станций, пор-

товых санитарно-карантинных служб и органов рыбоохраны, а иностранных — по возможности с участием представителей агентств «Инфлот» и «Ингосстрах». При инспектировании судна обязательно должен присутствовать капитан и старший механик судна или лица, заменяющие их в период инспектирования.

Если в результате инспектирования подтвердится, что судно нарушило действующие правила по предотвращению загрязнения внутренних морских и территориальных вод СССР, инспектор обязан:

выяснить причины и обстоятельства нарушения правил по предотвращению загрязнения моря (производственного сброса или потерь вредных веществ);

установить количество сброшенных или потерянных вредных веществ, которое попало в морские воды;

составить соответствующий протокол и вручить его капитану судна, а если загрязнение имело место в порту, то и начальнику порта;

по возможности обследовать район загрязнения с целью установления его размеров и последствий загрязнения;

провести расчет ущерба, причиненного государству загрязнением;

подготовить и в установленном порядке предъявить претензию о взыскании в доход государства средств в возмещение убытков, причиненных государству загрязнением внутренних или территориальных вод СССР.

Судно может быть подвергнуто задержанию, если капитан судна — нарушителя правил по предотвращению загрязнения моря отказывается уплатить штраф, которому он подвергнут по постановлению инспектора или по решению судебных органов, если в процессе осмотра судна установлено, что его состояние или состояние его оборудования представляет угрозу для морской среды без проведения дополнительных технических мероприятий по предотвращению загрязнения моря, а также если администрацией судна не выполнены обязательные указания инспектора об устранении нарушений установленных правил по операциям с веществами, вредными для здоровья людей или для живых ресурсов моря, и смесями, содержащими эти вещества свыше установленных норм.

Отказ в разрешении судну на выход из порта и задержание судна на срок не более 72 ч отдает начальник порта по представлению государственного инспектора по регулированию использования и охране вод в соответствии со статьями 75, 76 и 77 Кодекса торгового мореплавания Союза ССР, а арест судна — народный суд по представлению иска бассейнового территориального управления (инспекции) по регулированию использования и охране вод.

После уведомления инспектором начальника порта об уплате капитаном судна всех причитающихся платежей или представлении письменного обязательства кредитоспособных организаций или лиц уплатить причитающиеся суммы, а также выполнения указаний инспектора по устранению обнаруженных при инспектировании нарушений, начальник порта дает согласие на выход судна из порта или удаленного от берега терминала.

Освобождает судно из-под ареста народный суд по представлению бассейнового (территориального) управления (инспекции) по регулированию использования и охране вод при получении им гарантии о возмещении ущерба, причиненного загрязнениями.

При поступлении сообщения об имевшем место или при наличии очевидных оснований о нарушении иностранным судном (при следовании в иностранный порт через территориальные воды СССР) правил предотвращения загрязнения внутренних морских и территориальных вод СССР государственный инспектор обязан: установить точное местонахождение судна-нарушителя и порт его назначения и обратиться к командованию пограничных войск данного района с просьбой об оказании возможной помощи в задержании данного иностранного судна в связи с нарушением им правил по предотвращению загрязнения внутренних морских и территориальных вод СССР. После задержания судна с разрешения пограничных войск самостоятельно или совместно с представителями санитарно-эпидемиологической станции и рыбоохраны инспектор обязан прибыть на судно для выяснения причин и об-

стоятельств загрязнения моря и принятия необходимых мер для привлечения к ответственности в соответствии с законодательством. В случае, если иностранное судно задержать не удалось, бассейновое (территориальное) управление (инспекция) докладывает главному государственному инспектору по регулированию использования и охране вод союзной республики о загрязнении этим судном территориальных вод СССР в порт его назначения. Главный государственный инспектор докладывает об этом в Минводхоз СССР, который через МИД СССР обращается с просьбой к государству порта назначения судна провести инспектирование по прибытии судна в порт и о результатах информировать МИД СССР.

**Наблюдения за уровнем загрязнения водной среды.** Мониторинг — специальные наблюдения за состоянием биосферы под влиянием деятельности человека. Основная цель при этом — наблюдения и оценка состояния окружающей среды, а также прогноз и выявление тенденций изменения этого состояния. Наблюдения за загрязнением природной среды необходимы для обоснованного принятия решений по предотвращению нежелательных последствий влияния человека на окружающую его природную среду. В 1973 г. для решения этих задач организована Общегосударственная служба наблюдений и контроля загрязнения природной среды (ОГСНК). Служба действует на базе наблюдательных, оперативных и научных организаций Госкомгидромета и предусматривает включение в состав получаемой информации данных наблюдений других контролирующих органов.

Пункты (станции) контроля загрязнения расположены в столицах союзных и автономных республик, краевых и областных центрах, в крупных промышленно-экономических районах, на водных объектах и в сельскохозяйственных зонах, подверженных загрязнению промышленными выбросами, сбросами сточных вод, ядохимикатами и иными активными загрязняющими веществами, а также в районах минимального загрязнения (фоновые наблюдения).

Основные принципы в организации наблюдений за состоянием окружающей среды — систематичность и комплексность, что предусматривает, в частности, одновременно с наблюдениями за загрязнением пресных и морских вод проведение сопутствующих гидрологических и гидробиологических наблюдений, учет поступлений химических веществ из атмосферы с дождем и снегом.

Основные задачи ОГСНК:

наблюдение и контроль за уровнем загрязнения атмосферы, почвы, вод и донных отложений рек, озер, водохранилищ и морей по физическим, химическим и гидробиологическим (для водных объектов) показателям с целью изучения распределения загрязняющих веществ во времени и пространстве, оценки состояния и качества окружающей среды, а также выявление источников загрязнения и определение эффективности мероприятий по защите природной среды;

обеспечение заинтересованных организаций систематической и экстренной информацией об изменении уровня загрязнения атмосферного воздуха, почвы и водных объектов под влиянием хозяйственной деятельности или гидрометеорологических условий, а также прогнозами и предупреждениями о возможных изменениях этих уровней загрязнения;

обеспечение компетентных организаций материалами для составления рекомендаций в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов, годовых и перспективных государственных планов развития народного хозяйства, выбора площадок для размещения промышленных предприятий, водохозяйственных сооружений, крупных промышленно-энергетических и сельскохозяйственных комплексов, городов и пр.

В настоящее время в СССР стационарная сеть наблюдений за загрязнением вод состоит из 3453 пунктов и охватывает более 2200 водных объектов страны.

Сеть наблюдений за уровнем загрязнения водной среды состоит из:

существующих и вновь организуемых стационарных пунктов наблюдений за уровнем загрязнения поверхностных вод по физическим, химическим и гидробиологическим показателям;

специализированной сети пунктов на загрязненных водных объектах для решения оперативных и прогностических задач, для изучения процессов накопления загрязняющих веществ в донных отложениях и влияния последних на качество воды (наблюдения проводят по специальной программе), а также оценки выноса загрязняющих веществ с речным стоком и др.;

временной экспедиционной сети пунктов для получения данных о качестве и состоянии вод различных объектов, не охваченных стационарными и специализированными наблюдениями, в том числе в районах проведения мелиоративных работ.

Гидробиологические наблюдения за состоянием водоемов и водотоков организуются в первую очередь на пунктах наблюдений, расположенных на особо важных водных объектах. В настоящее время гидробиологический контроль осуществляется на 270 водных объектах в 800 пунктах. Пункты стационарной сети в зависимости от программ наблюдений размещают:

I категории — на водных объектах (или их участках), имеющих особо важное народнохозяйственное значение; устьевых участках и замыкающих створы основных крупных речных бассейнов; местах нерестилищ и зимовий ценных пород рыб;

II категории — на водных объектах, расположенных в районах промышленных городов и рабочих поселков, население которых использует воду для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд, и на участках массового отдыха населения, имеющих большое рыбохозяйственное значение; в местах сброса коллекторно-дренажных вод, отводимых с сельскохозяйственных угодий; на пограничных створах рек, втекающих на территорию СССР из-за рубежа или вытекающих за ее пределы; на замыкающих створах больших и средних рек, впадающих в моря и внутренние водоемы, имеющих большое народнохозяйственное значение; на замыкающих створах рек, по которым составляют водохозяйственные балансы с характеристикой качества водных ресурсов; в приустьевой зоне больших притоков крупных рек, озер и водохранилищ;

III категории — на водных объектах, где антропогенное воздействие на качество воды носит умеренный и слабый характер, то есть в районах небольших городов, населенных пунктов, промышленных предприятий, местах отдыха трудящихся (дома отдыха, туристические базы и пр.), местах поступления стоков с сельскохозяйственных угодий;

IV категории — на водных объектах, не подверженных прямому воздействию (фоновые участки).

На пунктах стационарной сети перечень наблюдаемых ингредиентов и показателей качества воды определяется химическим составом и объемом сточных вод, их токсичностью и требованиями со стороны водопользователей. Это обусловливает некоторое различие программ наблюдений для разных пунктов названной сети. Обязательные показатели, характеризующие наиболее общие требования к качеству воды для санитарно-бытового и рыбохозяйственного водопользования для всех пунктов сети, входящие в общую программу: температура воды, взвешенные вещества, минерализация, цвет воды, мутность, двуокись углерода, водородный показатель, окислительно-восстановительный потенциал, растворенный кислород, ХПК, $БПК_5$, основные ионы, биогенные компоненты, нефтепродукты, детергенты, летучие фенолы, пестициды, соединения тяжелых металлов. Всего рекомендованы для сети ОГСНК методы определения более 90 ингредиентов.

Программу работ различают по категориям пунктов не только по объему наблюдаемых показателей, но и по срокам наблюдений (табл. 6.4).

*Автоматизация наблюдений за уровнем* загрязнения пресных вод — важное направление развития системы контроля качества вод суши. На автоматизированных станциях измеряют: температуру, растворенный кислород, pH, электропроводность, мутность, уровень воды. Такие станции уже созданы на Дону, Москве-реке, Енисее и т. д.

Запланировано создание датчиков на фенолы, ряд тяжелых металлов, а также датчика токсичности воды.

В настоящее время сеть контроля загрязнения морей охватывает все внутренние и омывающие моря и состоит из 65 станций I категории, 460 станций II категории и 863 станций III категории. По частоте отбора проб

### 6.4. Программа работ на пунктах наблюдений различных категорий

| Категория пункта | Сроки наблюдения | | |
|---|---|---|---|
| | ежедневно | ежедневно | ежемесячно |
| 1 | Сокращенная программа[1] | Полная | — |
| 2 | Визуальные наблюдения | — | Полная |
| 3 | — | — | » |
| 4 | Полная — в основные гидрологические сроки | | |

[1] Сокращенная программа состоит из визуального наблюдения, инструментального определения $O_2$, pH, электропроводности, а также отбора проб воды для хранения в течение 10 сут на случай подробного анализа, если это будет необходимо.

морские станции одинаковых категорий несколько отличаются от станций для рек (озер).

Наблюдения за уровнем загрязнения морских вод проводят как в отдельных районах, непосредственно подверженных влиянию хозяйственной деятельности, так и в малозагрязненных районах территориальных вод, во внутренних морях и на континентальном шельфе.

Наблюдения за загрязнением вод с помощью авиации осуществляют с целью получения материалов, дополняющих результаты гидрохимических и гидробиологических наблюдений, проводимых на прибрежных станциях и судах.

*Авиационные наблюдения* позволяют систематически следить за пространственно-временными процессами загрязнения и самоочищения водных объектов, включая и те из них, которые недоступны или труднодоступны для береговых и судовых наблюдений.

Метод авиасъемок может быть эффективно использован для контроля за загрязненностью морских вод и получения экстренной информации о резких изменениях уровня загрязнения. С его помощью можно выявлять очаги загрязнений, контролировать работу очистных сооружений, обследовать аварийные разливы нефтепродуктов и т. п. При этом производственный сброс загрязнений (а в ряде случаев и виновники его) может быть документально зафиксирован фотографированием с самолета.

Авиасъемки загрязненности водных бассейнов позволяют: выявлять источники загрязнений и оценить их мощность; определять площади распространения и пути перемещения различных видов загрязнений, сбрасываемых промышленными предприятиями и населенными пунктами: фиксировать границы самоочищения загрязненных водных масс; наметить наиболее репрезентативную схему пунктов береговых стационарных наблюдений за загрязнением, а также судовых станций в открытых районах морей, озер, водохранилищ и больших рек и в дальнейшем корректировать ее по мере изменений режима загрязнений района.

Анализ материалов авиасъемок загрязненности позволяет разрабатывать наиболее эффективные меры по охране водных ресурсов и рыбных богатств, намечать благоприятные места для строительства рыбозаводов, создания искусственных нерестилищ, выпуска молоди и т. п.

Основное внимание в зоне инспекционного облета уделяют «свежим» сбросам — пятнам загрязнений. При встрече таких загрязнений бортнаблюдатель должен определить их местоположение, вид, форму и интенсивность, а также площадь, на которую распространяется данное загрязнение.

При обнаружении сбросов промышленных вод наблюдатель должен оценить интенсивность загрязнения и площадь его распространения, а затем сравнить их с данными предшествующей авиасъемки загрязненности данного района. При этом следует учитывать, что площади и формы струй распространения загрязненных вод могут существенно изменяться под влиянием ветра, волнения, течения и других факторов.

После выполнения полета данные, полученные от командиров воздушных судов, о пространственном распределении загрязнений передают в ближайший орган водного надзора для принятия соответствующих мер к нарушителям.

## 6.8. ОТВОД ЗЕМЕЛЬ И СОГЛАСОВАНИЕ МЕСТ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОСТОЯНИЕ ВОД

Порядок выбора мест строительства объектов регламентируется нормами земельного законодательства, поскольку оно связано с изъятием земель и предоставлением их в пользование для государственных и общественных нужд.

Основами земельного законодательства Союза ССР и союзных республик (ст. 16) установлено, что предприятия и организации, заинтересованные в изъятии земельных участков для несельскохозяйственных нужд, обязаны до начала проектных работ предварительно согласовать с землепользователями и органами, осуществляющими земельный контроль, места расположения объекта и примерные размеры намечаемой к изъятию площади.

Изъятие земель в зависимости от размера площадей и вида угодий проводится на основании постановления Совета Министров союзной республики или Совета Министров автономной республики, либо решения исполнительного комитета соответствующего Совета народных депутатов в порядке, устанавливаемом земельными кодексами союзных республик. Изъятие сельскохозяйственных земель, а также земель, имеющих культурное либо научное значение, допускается в случаях особой необходимости. Только в исключительных случаях на основании постановления Совета Министров союзной республики разрешается изъятие орошаемых и осушенных земель, пашни, земельных участков, занятых многолетними насаждениями, водоохранными, защитными и другими лесами первой группы.

Возбуждение и рассмотрение ходатайств о предоставлении земельных участков в пользование проводят в соответствии с положениями, утвержденными Советами Министров союзных республик. Согласно этим положениям заказчик проекта с участием проектной организации до начала проектных работ возбуждает ходатайство в Совет Министров АССР, крайисполком, облисполком (а в республиках, не имеющих областного деления, — в Совет Министров союзной республики), в котором указывает: решение соответствующего органа о строительстве объекта, место расположения объекта и примерные размеры намечаемой к изъятию площади, обоснованные проектными проработками или нормами СНиП. По материалам ходатайств дают заключения главные инспектора по использованию и охране земель автономных республик, краев, областей, министерства (управления) лесного хозяйства, а также соответствующие территориальные геологические управления (об отсутствии на данном участке полезных ископаемых). Советы Министров автономных республик, крайисполкомы и облисполкомы в пятидневный срок рассматривают материалы ходатайства и заключения по ним государственных инспекторов по использованию и охране земель и принимают решения о начале работ по определению мест расположения объекта и выбору участка.

Материалы о согласовании места расположения объекта и примерных размерах намечаемой к изъятию площади утверждаются решениями Совета Министров автономной республики, крайисполкома, облисполкома.

Предоставляют земельные участки после утверждения в установленном порядке проекта и выделения средств на строительство на основании ходатайств заинтересованных организаций в райисполком или горисполком (по месту нахождения земельного участка).

Акт на право пользования земельным участком, утвержденный райисполкомом, выдают после выноса в натуру границ земельного участка.

Предприятия и организации, которым отводятся сельскохозяйственные

земли для строительства и иных несельскохозяйственных нужд, обязаны возместить потери сельскохозяйственного производства, а также убытки, причиняемые землепользователям в связи с изъятием земель.

Порядок определения указанных убытков и потерь установлен Советом Министров СССР. В состав подлежащих возмещению убытков входит стоимость жилых домов и иных зданий и сооружений, плодово-ягодных и других выращенных многолетних насаждений, незавершенного производства (вспашка, внесение удобрений), урожая и другие убытки землепользователей. Потери сельскохозяйственного производства определяются в размере стоимости освоения равновеликой площади новых земель по нормативам, устанавливаемым Советами Министров союзных республик.

Средства, предназначенные для возмещения потерь сельскохозяйственного производства, перечисляются на специальные счета сельскохозяйственных органов в Госбанке СССР и используются на освоение новых и повышение плодородия существующих земель. Потери не возмещаются при отводе земель для строительства мелиоративных систем, рыбных хозяйств (за исключением пашни и многолетних насаждений) и в ряде других случаев.

Предприятия и организации, проводящие работы, связанные с нарушением почвенного покрова, обязаны снимать, хранить и наносить плодородный слой почвы на рекультивируемые земли или на малопродуктивные угодья. При этом затраты, связанные с нанесением плодородного слоя на 1 га малопродуктивных угодий, не должны превышать установленных нормативов стоимости освоения 1 га новых земель. По завершении работ, связанных с нарушением почвенного покрова, должны быть проведены мероприятия по приведению земель в состояние, пригодное для их использования в сельском, лесном или рыбном хозяйстве. Затраты на возмещение убытков землепользователей, потерь сельскохозяйственного производства и рекультивацию земель предусматривают в проектах и сметах на строительство объектов.

При определении места для расположения объекта (выбора площадки для строительства) наряду с вопросами изъятия земель согласовывают и другие вопросы, в частности условий водопользования проектируемых объектов и производства работ, влияющих на состояние водных ресурсов. Органы водного надзора и другие органы госнадзора, принимающие участие в согласовании места расположения объекта, рассматривают необходимые обосновывающие материалы по рекомендуемой площадке, разработанные в составе утвержденной отраслевой (территориальной) схемы или бассейновой схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов.

Материалы представляются заказчиком проекта или по его поручению проектной организацией. В представляемых на согласование материалах должны содержаться данные об источниках водоснабжения и намечаемой величине забора воды, водоприемниках и условиях отведения сточных вод в водные объекты, канализационные сети, на поля фильтрации, поля орошения и др.

Место расположения площадки должно обеспечивать возможность для соблюдения санитарных норм по предельным концентрациям вредных выбросов в атмосферу и водные объекты, а также противопожарных норм, применения рациональных решений по водоснабжению, энергоснабжению, охране водоемов, почв и атмосферного воздуха от загрязнения сточными водами и промышленными выбросами и по отводу сточных вод, а также по наиболее целесообразному расселению работающих на данном предприятии, сооружении и доставке их к месту работы.

По представленной документации органы Минводхоза СССР устанавливают основные условия пользования водами: места забора воды и выпусков сточных вод, условия их отведения в водоем, способ очистки сточных вод, допускаемые объемы забора воды, режим эксплуатации водохозяйственных объектов и др.

Акт о выборе площадки (трассы) для строительства, подписанный представителями органов государственного надзора и утвержденный в установленном порядке министерством (ведомством) — заказчиком проекта, является документом о согласовании условий водопользования и других

решений по охране окружающей среды, а также условий на присоединение проектируемых объектов к инженерным сетям коммуникаций.

Срок действия согласования решений и условий на присоединение проектируемых объектов к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям устанавливают при выборе площадки для строительства. Указанные сроки действия согласований не должны быть менее продолжительности проектирования и строительства предприятий, зданий, сооружений, установленных соответствующими нормами (СНиП 1.1.02—01—85).

## 6.9. ВЫДАЧА РАЗРЕШЕНИЙ НА СПЕЦИАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Перечень видов специального водопользования утвержден Минводхозом СССР и включает: механический и самотечный забор поверхностных и подземных вод для нужд промышленности, коммунального хозяйства, орошения и обводнения земель и иных государственных и общественных надобностей, отведение в водные объекты промышленных, коммунально-бытовых, коллекторно-дренажных, ливневых и других сточных вод, регулирование стока рек, молевой сплав леса и др.

Оформление разрешений на специальное водопользование преследует цель не допустить водопользование, которое не обеспечено водными ресурсами или оказывает отрицательное влияние на качество вод и другие природные ресурсы, добиться экономного использования воды путем внедрения прогрессивных систем водоснабжения, сокращения непроизводительных потерь воды, стимулировать строительство водоохранных объектов, ограничить использование питьевой воды на технологические нужды и др.

Порядок согласования и выдачи разрешений на специальное водопользование установлен постановлениями Совета Министров СССР (1977 г., 1982 г.), а также инструкцией Минводхоза СССР, согласованной с Госстроем СССР (1983 г.).

Разрешения на специальное водопользование оформляют как для действующих предприятий и объектов, так и для вновь проектируемых. Разрешения выдают органы водного надзора после согласования условий водопользования с органами санитарного надзора, рыбоохраны (при водопользовании на рыбохозяйственных водоемах), геологии (при использовании подземных вод), госгортехнадзора (при использовании гидроминеральных ресурсов), ветнадзора (при заборе воды для нужд животноводства). Такие согласования для проектируемых объектов проводят при выборе площадок для строительства предприятий и других объектов.

Должностные лица, выдающие разрешения, руководствуются схемами комплексного использования и охраны водных ресурсов и водохозяйственными балансами, определяющими наличие и возможности использования вод на современном этапе и в перспективе.

В разрешениях на специальное водопользование, выдаваемых по единой форме, устанавливают: лимит забора свежей воды, обоснованный нормативными расчетами, возможное ограничение водопотребления в маловодные годы, объемы воды, подлежащие использованию в системах оборотного водоснабжения и передаваемые другим потребителям, количество сбрасываемых сточных вод и предельно допустимые сбросы веществ со сточными водами, режим эксплуатации водохранилищ и другие условия. В необходимых случаях устанавливают сроки перехода предприятий на безводную технологию, ввода очистных сооружений, оборотных систем водоснабжения и выполнения других водоохранных мероприятий (приложение 5).

В зависимости от конкретных условий разрешения выдают либо без указания срока, либо на срок до 25 лет. Для действующих предприятий и других объектов разрешения выдают на основании письменных ходатайств водопользователя. В ходатайствах указывают характеристику производственной деятельности предприятия, расчетный и фактический объем водопотребления, количество сбрасываемых вод, намечаемые мероприятия по рационализации водопользования.

Разрешения на специальное водопользование не выдают, если водохозяйственная и водоохранная деятельность не удовлетворяет действующим нормам и правилам в области использования и охраны вод (забор воды свыше установленных норм, отсутствие или неэффективная работа очистных и других водоохранных сооружений и т. п.).

Для вновь проектируемых объектов разрешения на специальное водопользование выдают в процессе разработки проекта на основе данных, содержащих: производственную характеристику проектируемого объекта; его наличие в составе отраслевой или бассейновой схемы; сведения о количестве забираемых и сбрасываемых вод, обоснованное нормативами о влиянии на водный объект (по условиям водозабора и водоотведения), а также соблюдение в проекте условий водопользования, установленных органами госнадзора при выборе площадки для строительства (см. п. 6.8). Отступления от этих условий согласовывают с соответствующими органами госнадзора, принимавшими участие в выборе площадки.

Утверждение проектов, а также финансирование строительства предприятий и сооружений или их реконструкция допускаются лишь при наличии разрешений на специальное водопользование.

Условия водопользования, установленные в разрешении для вновь строящегося предприятия, являются обязательными для него после приемки объекта в постоянную эксплуатацию. Указанное разрешение передают дирекции предприятия, принимающей на свой баланс завершенные строительством объекты.

Если в процессе проектирования или утверждения проекта, а также в процессе эксплуатации возникает необходимость изменить условия водопользования в связи с увеличением потребления воды, сброса сточных вод или ухудшением их качественного состава, то водопользователь (заказчик проекта) должен получить новое разрешение на специальное водопользование.

## 6.10. ПРИЕМКА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ОБЪЕКТОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОСТОЯНИЕ ВОД

При приемке в эксплуатацию объектов, влияющих на состояние вод, руководствуются положениями ст. 10 Основ, согласно которым должны предусматриваться мероприятия, обеспечивающие рациональное использование вод, охрану их от загрязнения, засорения и истощения, предупреждение вредного воздействия вод, ограничение затопления земель до минимально необходимых размеров, охрану земель от засоления, подтопления или иссушения, а также сохранение благоприятных природных условий и ландшафтов. На рыбохозяйственных водоемах должны быть, кроме того, осуществлены мероприятия по охране рыбных запасов и обеспечены условия для воспроизводства рыбы. К таким мероприятиям относятся: подготовка ложа водохранилищ, оборудование водозаборных сооружений рыбозащитными устройствами, строительство рыбоподъемных сооружений, рыбоходных каналов, устройство искусственных нерестилищ и т. п. Водный кодекс Украинской ССР (ст. 19), помимо этого, запрещает проектирование и строительство прямоточных систем водоснабжения промышленных предприятий, за исключением предприятий, которые по технологии производства не могут быть переведены на оборотное водоснабжение.

Запрещается ввод в эксплуатацию:

новых и реконструируемых предприятий, цехов и других объектов, не обеспеченных устройствами, предотвращающими загрязнение вод или их вредное воздействие. Согласно разъяснению Госстроя и Госплана СССР строительство очистных сооружений выделяют в титульных списках строек отдельной строкой и включают в состав пусковых комплексов. До ввода основных объектов очистные сооружения должны быть закончены строительством и пройти необходимые испытания;

оросительных и обводнительных систем, водохранилищ и каналов до проведения предусмотренных проектами мероприятий, предотвращающих вредное воздействие вод;

осушительных систем до готовности водоприемников и других сооружений в соответствии с утвержденными проектами;

водозаборных сооружений без рыбозащитных устройств в соответствии с утвержденными проектами;

гидротехнических сооружений до готовности устройств для пропуска паводковых вод и рыбы;

буровых скважин на воду без оборудования их водорегулирующими устройствами и установления в соответствующих случаях зон санитарной охраны;

гидроузлов и водохранилищ, по которым нет утвержденных правил эксплуатации. Запрещается наполнение водохранилищ до осуществления предусмотренных проектами мероприятий по подготовке ложа.

Порядок приемки законченных строительством объектов в эксплуатацию установлен Советом Министров СССР (1981 г.), СНиП III-А.10—82, СНиП III-30—82, а также правилами приемки в эксплуатацию законченных строительством или реконструкцией предприятий, цехов и производств соответствующих отраслей, утвержденными министерствами и ведомствами СССР по согласованию с Госстроем СССР.

## Приложения

*Приложение 1*

**Форма № ПОД-11**

Утверждена Минводхозом СССР 30.II.82 № 6/6-04-458 в соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 10.03.75 № 197

предприятие (организация)

цех (участок)

наименование пункта учета воды и его местонахождение

тип водомерного устройства и дата его аттестации

вид и наименование источника (приемника) воды

### Журнал учета водопотребления (водоотведения) водоизмерительными приборами и устройствами

Начат «——»——19—г.

Окончен «——»——19—г.

Настоящий журнал состоит из ——— листов

| Дата измерения расхода | Показания расходомера (прибора или № диаграммы) | Время работы расходомера, сут | Расход воды ($м^3$/сут, тыс. $м^3$/мес) | Подпись лица, осуществляющего учет |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | |

Проверил ——— ——— ———

должность подпись и. о. фамилия

«——»——19—г.

*Приложение 2*

**Форма № ПОД-12**

Утверждена Минводхозом СССР 30.II.82 № 6/6-04-458 в соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 10.03.75 № 197

предприятие (организация)

цех (участок)

наименование пункта учета воды и его местонахождение

вид и наименование источника (приемника) воды

## Журнал учета водопотребления (водоотведения) косвенными методами

Начат «——»——19—г.

Окончен «——»——19—г.

Настоящий журнал состоит из —— листов

| Число, месяц | Удельный расход воды на единицу продукции (м³), или удельный расход электроэнергии (кВт·ч/м³), или подача насосов (м³/ч) | Объем выпущенной продукции (т, шт., м³), или расход электроэнергии за отчетный период (тыс. кВт·ч), или число часов работы насоса в сутки (ч), или показания манометра (атм) | Расход воды за отчетный период, тыс. м³ | Подпись лица, осуществляющего учет |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | |

Проверил —— —— ——

должность подпись и. о. фамилия

«——»——19—г.

*Приложение 3*

**Форма № ПОД-13**

Утверждена Минводхозом СССР 30.II.82 № 6/6-04-458 в соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 10.03.75 № 197

предприятие (организация)

цех (участок)

наименование пункта учета качества сбрасываемых вод

вид и наименование приемника сточных вод

### Журнал учета качества сбрасываемых сточных вод

Начат «_____» _____ 19__ г.

Окончен «_____» _____ 19__ г.

Настоящий журнал состоит из _____ листов

| Дата, место взятия пробы | Наименование ингредиента | Концентрация ингредиента, мг/л | Расход сточных вод, тыс. $м^3$/сут | Количество сбрасываемого ингредиента, кг | Подпись лица, осуществляющего анализ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | | | | | |

Проверил _____ _____ _____

должность подпись и. о. фамилия

«_____» _____ 19__ г.

Формы первичной учетной документации (ПОД-11, ПОД-12 и ПОД-13) являются основой для составления годового статистического отчета по форме № 2-тп (водхоз). Для каждого предприятия, осуществляющего водопользование, составляется укрупненная балансовая схема водоснабжения и водоотведения с указанием и нумерацией мест измерения забора (приема) и сброса воды, а также точек передачи воды другим потребителям.

Для измерения расходов воды в открытых безнапорных водоводах применяют стандартные водосливы и лотки. При этом следует руководствоваться «Правилами измерения расхода жидкости при помощи стандартных водосливов и лотков» (М.: Госстандарт, 1977). Расходы воды в напорных трубопроводах измеряют различными средствами, рекомендованными Пособием по методам и средствам измерения для учета использования вод закрытых потоков (ЦНИИКИВР, 1985).

Первичный учет водопотребления и водоотведения на гидромелиоративных системах осуществляют в соответствии с Инструкцией по первичному учету использования вод на гидромелиоративных системах (Минводхоз СССР, 1987).

На предприятиях, не имеющих соответствующих средств измерения, расходы воды (временно, до установки средств измерения) можно рассчитывать по объему выпускаемой продукции, нормам водопотребления (водоотведения) на единицу продукции, характеристикам работающих насосов, расходу электроэнергии и другим неинструментальным методам.

Состав и свойства сбрасываемых вод определяются на каждом выпуске их в водные объекты, а также в точках закачки их в подземные горизонты и передачи сточных вод в городскую канализацию.

Концентрацию загрязняющих воду веществ определяют с помощью специальных средств измерения или проведя химические анализы сбрасываемых сточных вод. Правила отбора проб для анализов регламентируются «Инструкцией по отбору проб для анализа сточных вод» (Минводхоз, 1985).

Порядок ведомственного лабораторного контроля за сбросом сточных вод (периодичность, место отбора проб, объем и перечень ингредиентов) согласовывают с органами Госкомприроды СССР. Формы первичной учетной документации подписывают лица, на которых приказом руководителя предприятия возложена ответственность за ведение первичного учета использования вод.

Конкретные указания по заполнению форм первичной учетной документации приводятся в Инструкции «Первичный учет использования вод. Общие положения» (Минводхоз СССР, 1986).

*Приложение 4*

**ИЕ 2. Заборы и сбросы воды по речным бассейнам и их участкам, млн. м³ за ——— г.**

| Бассейн реки (озера), участок бассейна или русла реки | Забрано воды из сети | | | | Сброшено воды в речную сеть | | Изменение речного стока под влиянием заборов и сбросов | Сброшено воды в подземные горизонты | Сброшено в коллекторно-дренажную сеть, не достигающую русла реки |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | речной | | подземной | | | | | | |
| | всего | в том числе для переброски стока | всего | в том числе учтен ущерб речному стоку | всего | в том числе перераспределение стока | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |

**ИЕ 3. Забор, использование, потери, транзит и сброс воды, млн. м³ за ——— г.**

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Забрано из водных объектов | | | Использовано | | | Потери при транспортировке | Транзит без использования | Сброшено в природные водные объекты | | | Сброшено в накопители, поля фильтрации, периферийные понижения и впадины |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в том числе | | всего | в том числе | | | | поверхностные | | подземные | |
| | | поверхностных | подземных | | питьевой и технической | сточной и коллекторно-дренажной | | | всего | в том числе загрязненных | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 3. Забор, использование, потери, транзит и сброс воды (по месту забора и сброса), млн. м³ за _____ г.

| Водохозяйственный участок | Забрано из водных объектов | | | Использовано | | | Потери при транспортировке | Транзит без использования | Сброшено в природные водные объекты | | | Сброшено в накопители, поля фильтрации, периферийные понижения и впадины |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в том числе | | всего | в том числе | | | | поверхностные | | подземные | |
| | | поверхностных | подземных | | питьевой и технической | сточной и коллекторно-дренажной | | | всего | в том числе загрязненных | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 4. Использование воды на различные нужды, млн. м³ за _____ г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Использование воды | | | | | | | Расход воды в системах водоснабжения | | Полное водопотребление |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в том числе на нужды | | | | | | | | |
| | | хозяйственно-бытовые | производственные | орошения регулярного | орошения лиманного | обводнения | сельскохозяйственного водоснабжения | последовательного | оборотного | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | | | | | | | | | |

## ИЕ 4. Использование воды на различные нужды (по месту забора), млн. м³ за ——— г.

| Водохозяйственный участок | Использование воды | | | | | | | Расходы воды в системах водоснабжения | | Полное водопотребление |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в том числе на нужды | | | | | | последовательного | оборотного | |
| | | хозяйственно-бытовые | производственные | орошения регулярного | орошения лиманного | обводнения | сельскохозяйственного водоснабжения | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | | | | | | | | | |

## ИЕ 5. Сброс сточных и других вод, мощность очистных сооружений, млн. м³ за ——— г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Сброшено сточных и других вод | | | | | | | | Мощность очистных сооружений на конец года | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в том числе поверхностные водные объекты | | | | | | | всего | в том числе | | |
| | | всего | в том числе | | | | | | | механической очистки | физико-химической очистки | биологической очистки |
| | | | нормативно-чистых (без очистки) | нормативно-очищенных на сооружениях очистки | | | загрязненных | | | | | |
| | | | | механической | физико-химической | биологической | без очистки | недостаточно очищенных | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 5. Сброс сточных и других вод, мощность очистных сооружений (по месту сброса), млн. м³ за г.

| Водохозяйственный участок | Сброшено сточных и других вод | | | | | | | | Мощность очистных сооружений | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в том числе в поверхностные водные объекты | | | | | | | всего | в том числе | | |
| | | всего | в том числе | | | | | | | механической | физико-химической | биологической |
| | | | нормативно-чистых (без очистки) | нормативно-очищенных на сооружениях очистки | | | загрязненных | | | | | |
| | | | | механической | физико-химической | биологической | без очистки | недостаточно очищенных | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 6. Безвозвратное водопотребление в процессе использования и транзита воды, млн. м³ за ——— г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Использованная вода | | | Безвозвратное водопотребление | | | Транзитная вода | | | Потери при транспортировке транзитной воды | Расходы в системах повторного и оборотного водоснабжения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в том числе | | всего | в том числе | | всего | в том числе | | | |
| | | питьевой и технической | сточной и коллекторно-дренажной | | в процессе использования | при транспортировке | | в водные объекты, на ЗПО и т. д. | другим предприятиям | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 7. Сведения о заборах воды по месяцам, млн. м³ за _____ г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Источник | Количество забираемой воды | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | за год | в том числе по месяцам | | | | | | | | | | | |
| | | | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | | | | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 7. Сведения о заборах воды по месяцам, млн. м³ за _____ г.

| Бассейн, участок бассейна | Источник | Количество забираемой воды | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | за год | в том числе по месяцам | | | | | | | | | | | |
| | | | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | | | | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 8. Сведения о сбросах воды по месяцам, млн. м³ за _____ г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Источник | Количество сбрасываемой воды | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | за год | в том числе по месяцам | | | | | | | | | | | |
| | | | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | | | | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 8. Сведения о сбросах воды по месяцам, млн. м³ за _____ г.

| Река, участок | Источник | Количество сбрасываемой воды | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | за год | в том числе по месяцам | | | | | | | | | | | |
| | | | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | | | | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 9. Сведения о сбросах загрязняющих веществ в составе загрязненных, недостаточно очищенных и очищенных сточных вод в природные поверхностные водные объекты за _____ г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Объем загрязненных сточных вод, млн. м³ | Количество сбрасываемых загрязнений, тыс. т | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | БПК полный | ХПК | сухой остаток | раствор соли | взвешенные вещества | СПАВ | фосфор общий | азот общий | нефтепродукты | фенолы |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 10. Забор и сброс по источникам водоснабжения и приемникам сточных вод, млн. м³ за _____ г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Наименование источников водоснабжения и приемников сточных вод | Забрано воды | Сброшено сточных и других вод | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | всего | перераспределение стока | в том числе | | | |
| | | | | | рыбоводных прудов | коллекторно-дренажных вод | шахтно-рудничных вод | сточных вод |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | |

## ИЕ 13. Забор, использование, безвозвратное потребление и потери воды, млн. м³ за _____ г.

| Водохозяйственный участок | Забрано воды из водных объектов | | | Использование воды | | | | | Потери при транспортировке воды | | Перераспределение стока, транзит шахтных и других вод | Безвозвратное потребление, включая аккумуляцию и потери в наливных водохранилищах |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в том числе | | всего | в том числе | | | | всего | в том числе общесистемные | | |
| | | поверхностных | подземных | | питьевой | | технической | сточной и коллекторно-дренажной | | | | |
| | | | | | всего | для производственных целей | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 14. Водопотребление по источникам водоснабжения (категориям использованной воды), млн. м³ за ——— г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Источники водоснабжения (категория использованной воды) | Всего | В том числе на нужды | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | хозяйственно-бытовые | производственные | орошения регулярного | орошения лиманного | обводнения | сельскохозяйственного водоснабжения | рыбного прудового хозяйства |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |

## ИЕ 15. Сброс воды по видам очистки и приемникам сточных вод, млн. м³ за ——— г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Приемники сточных вод | Сброшено воды | Загрязненных без очистки | Недостаточно очищенных | Нормативно-очищенных на сооружениях очистки | | | Нормативно-чистых |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | биологической | физико-химической | механической | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | |

## ИЕ 16. Водопотребление по отраслям народного хозяйства, млн. м³ за _____ г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Отрасли народного хозяйства | Всего использовано | В том числе на нужды | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | хозяйственно-бытовые | производственные | орошения регулярного | орошения лиманного | обводнения | сельскохозяйственного водоснабжения | рыбного прудового хозяйства |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |

## ИЕ 17. Сброс воды по видам очистки и отраслям народного хозяйства в природные поверхностные и подземные водные объекты, млн. м³ за _____ г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Отрасль народного хозяйства | Сброшено воды | Загрязненных вод без очистки | Недостаточно очищенных | Нормативно-очищенных на сооружениях очистки | | | Нормативно-чистых |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | биологической | физико-химической | механической | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | |

## ИЕ 18. Забор, использование, безвозвратное потребление и потери воды, млн. м³ за ——— г.

| Водохозяйственный участок | Забрано воды из водных объектов | | | Использование воды | | | | | Потери при транспортировке воды | | Перераспределение стока, транзит воды | Безвозвратное потребление, включая аккумуляцию и потери воды в наливных водохранилищах |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в том числе | | всего | в том числе | | | | всего | в том числе общесистемные | | |
| | | поверхностных | подземные | | питьевой | | технической | сточной и коллекторно-дренажной | | | | |
| | | | | | всего | для производственных целей | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | |

## ИЕ 19. Забор, использование, потери, транзит и сброс воды, млн. м³ за ——— г.

| Река, участок, территория, отрасль, министерство, бассейновое управление, предприятие | Забрано воды из водных объектов | | | Использование | | | Потери при транспортировке | Транзит без использования | Сброшено в природные водные объекты | | | Сброшено в накопители, поля фильтрации, периферийные понижения и впадины |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в том числе | | всего | в том числе | | | | поверхностные | | подземные | |
| | | поверхностных | подземных | | питьевой и технической | сточной и коллекторно-дренажной | | | всего | в том числе загрязненных вод | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | |

Форма утверждена Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР
(приказ от 30.12.83 г. № 254)

Наименование органа по регулированию использования и охране вод

**Разрешение на специальное водопользование**

№_____

(наименование предприятия, объекта)

1. Выдано _____ 19__ г. №_____ на срок _____
2. Материалы, представленные на рассмотрение (ходатайство, проектные материалы) _____
3. Реквизиты-водопользователи:
   предприятие, организация, хозяйство _____
   главное управление, объединение _____
   министерство, ведомство _____
   почтовый адрес и телефон водопользователя или проектной организации, ходатайствующей о выдаче разрешения на специальное водопользование _____
4. Наименование и код водного объекта и водохозяйственного участка (источника водоснабжения и приемника сточных вод) _____
5. Характеристика водопользования:
   цель водопользования (водоснабжение и его вид, сброс сточных вод, орошение, гидроэнергетика и др.) _____
   основные показатели деятельности объекта-водопользователя или проектируемого объекта (производственная мощность, площадь орошения, численность населения и др.) _____
   наименование и местоположение водозаборных, подпорных сооружений и выпусков сточных вод (для подземных водоисточников указывают глубину и производительность скважин) _____
   способы очистки сточных вод, состав и производительность очистных сооружений ($м^3$/сут, $м^3$/год) _____
   наличие и характеристика оборудования для учета использования вод и их лабораторного анализа _____
6. Водопользование разрешается при соблюдении следующих условий:
   забор свежей воды (тыс. $м^3$/год, $м^3$/сут, $м^3$/с) из поверхностных водоемов, не более _____
   из подземных вод, не более _____
   объем и категория получаемой воды от других предприятий, не более (тыс. $м^3$/год, $м^3$/сут) _____
   сезонное водопотребление и водоотведение (тыс. $м^3$) _____
   возможное ограничение водопотребления в маловодные годы _____
   использование воды в системах оборотного водоснабжения, повторно-последовательное использование воды (тыс. $м^3$/год, $м^3$/сут) _____

объем и категория воды, передаваемой другим предприятиям и организациям, отводится на ЗПО, в накопители и т. д. (тыс. м³/год, м³/сут)

---

количество сбрасываемых сточных вод в водный объект по каждому выпуску не более (тыс. м³/год, м³/сут) ———

качественная характеристика сточных вод на выпусках (мг/л) ———

предельно допустимый сброс (ПДС) веществ со сточными водами в водный объект (г/ч, т/год) ———

требования к расходно-измерительной аппаратуре ———

режим эксплуатации водохранилищ ———

условия молевого сплава леса и сплава древесины в пучках и кошелях без судовой тяги ———

прочие условия водопользования ———

Настоящее разрешение составлено в —— экз.

Подпись должностного лица ———

———19— г.

Согласовано:

С органами государственного санитарного надзора на срок———

«——»———19—г. №———

С органами рыбоохраны на срок ———

«——»———19—г. №———

С органами геологии на срок ———

«——»———19—г. №———

С органами государственного горного надзора на срок ———

«——»———19—г. №———

С органами ветеринарной службы на срок ———

«——»———19—г. №———

С первичным водопользователем (при выдаче разрешений на использование водных объектов, предоставленных в обособленное пользование) на срок

---

«——»———19—г. №———

С владельцами водопроводно-канализационных сетей на срок ———

«——»———19—г. №———

С органами по регулированию использования и охране вод (при выдаче разрешений исполкомами местных Советов народных депутатов) на срок

---

«——»———19—г. №———

# Глава 7. ПЛАНИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Планирование использования и охраны водных ресурсов включено в общую систему народнохозяйственного планирования СССР.

Планирование строительства водохозяйственных объектов осуществляется в составе государственных планов развития отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности (сельское хозяйство, электроэнергетика, коммунальное хозяйство, речной транспорт и др.). Для ограниченного числа водохозяйственных объектов межотраслевого значения капитальные вложения на их строительство учитываются в разделе «Водное хозяйство» плана капитальных вложений.

## 7.1. ПРЕДПЛАНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ И ОХРАНЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Предплановые материалы разрабатывают в целях повышения научной обоснованности перспективных планов экономического и социального развития. Особое значение они имеют для решения перспективных задач водообеспечения отраслей народного хозяйства и повышения эффективности планирования охраны и рационального использования водных ресурсов.

**Система предплановых материалов.** В СССР действует единая система основных предплановых материалов по экономическому и социальному развитию страны на долгосрочную перспективу — схемы развития и размещения отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности (отраслевые схемы) и схемы развития и размещения производительных сил по экономическим районам и союзным республикам (территориальные схемы), которые составляют в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему улучшению проектно-сметного дела». К числу отраслевых относится схема развития и размещения водного хозяйства (схема комплексного использования и охраны водных ресурсов СССР на долгосрочную перспективу — СКИОВР СССР).

Разрабатывается также Генеральная схема развития и размещения производительных сил СССР на долгосрочную перспективу с учетом отраслевых и территориальных схем. В ней обосновываются направления и темпы экономического и социального развития единого народнохозяйственного комплекса страны, его межотраслевые и межрайонные пропорции.

Содержащиеся в составе названных выше отраслевых, территориальных схем и Генеральной схемы подразделы по вопросам охраны и рационального использования водных ресурсов и водообеспечения народного хозяйства, а также схема водного хозяйства (СКИОВР СССР) образуют систему предплановых материалов по использованию и охране водных ресурсов (рис. 7.1).

К предплановым материалам относятся также бассейновые и территориальные схемы комплексного использования и охраны вод (постановление Совета Министров СССР «О порядке разработки и утверждения схем комплексного использования и охраны вод», 1976 г.) и территориальные




Рис. 7.1. Принципиальная схема разработки предплановых материалов по использованию и охране водных ресурсов

комплексные схемы охраны природы (постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов», 1978 г.).

Утвержденные в установленном порядке предплановые материалы используют при подготовке проектов основных направлений экономического и социального развития СССР, целевых комплексных программ и утверждаемых в составе перспективных планов капитального строительства перечней вновь начинаемых строек, перечней намечаемых к реконструкции и расширению действующих объектов и сооружений по использованию и охране водных ресурсов, а также перечней разрабатываемых проектов, утверждаемых в составе пятилетних планов проектно-изыскательных работ.

**Порядок разработки основных предплановых материалов.** Порядок разработки Генеральной схемы, отраслевых, в том числе СКИОВР СССР, и территориальных схем определяется Методическими указаниями о составе, порядке разработки, согласования, утверждения и уточнения схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности и схем развития и размещения производительных сил по экономическим районам и союзным республикам и Методическими указаниями к разработке Генеральной схемы развития и размещения производительных сил СССР, утвержденными Госпланом СССР.

Общее научно-методическое руководство разработкой территориальных и отраслевых схем осуществляет СОПС с участием других научно-исследовательских институтов при Госплане СССР.

Отраслевые схемы разрабатывают министерства и ведомства СССР, являющиеся головными по развитию соответствующей отрасли народного хозяйства или промышленности, с участием министерств и ведомств, в ведении которых находятся предприятия, выпускающие такую же или взаимо-

заменяемую продукцию, а также министерств и ведомств-потребителей. СКИОВР СССР разрабатывает Минводхоз СССР.

Территориальные схемы разрабатывают Советы Министров союзных республик с учетом отраслевых схем по народному хозяйству в целом с выделением хозяйства республиканского подчинения.

Заказчики соответствующих схем — министерства и ведомства СССР, Советы Министров союзных республик — определяют головных разработчиков из числа отраслевых и территориальных научных и проектных организаций (Минводхозом СССР по СКИОВР СССР в качестве головного разработчика определен ВО «Союзводпроект») и утверждают им задания на разработку схем. В задании содержатся показатели развития и размещения отраслей, производительных сил союзных республик и экономических районов, соответствующие основным направлениям экономического и социального развития СССР на очередную пятилетку и долгосрочный период, а также концепции развития и размещения производительных сил СССР, рекомендации по вариантам развития и размещения производства, направлениям технической политики, перечень особо важных вопросов разработки схем.

Головные разработчики по согласованию с заказчиками схем определяют организации-соисполнители, составляют по согласованию с СОПСом при Госплане СССР программу, методику (включая формы и показатели) и координационный план разработки схем (Минводхоз СССР согласовывает программу и методику с Госпланом СССР), осуществляют непосредственное организационное и методическое руководство деятельностью соисполнителей и составляют схему в целом.

После подготовки проектов основных направлений экономического и социального развития на долгосрочный период и государственного плана на очередную пятилетку (контрольных цифр) в схемах необходимо уточнение и разработка перспектив развития и размещения производительных сил на следующие 5 лет.

**Общие положения разработки основных предплановых материалов.** Разработка Генеральной схемы развития и размещения производительных сил СССР, отраслевых (в том числе СКИОВР СССР) и территориальных схем основывается на программных и директивных документах партии и правительства по решению экономических и социальных задач на длительную перспективу; комплексной программе научно-технического прогресса СССР на 20 лет и других научных прогнозах, разрабатываемых научными и проектными организациями; концепции развития и размещения производительных сил на расчетный период.

Схемы разрабатывают не менее чем на 15 лет (по пятилетиям, с более подробным обоснованием первого пятилетия) по номенклатуре показателей и сетке районов, установленным для основных направлений экономического и социального развития СССР. Анализ современного состояния развития и размещения производительных сил, включая использование и охрану водных ресурсов, проводится за базовый 15-летний период, равный по продолжительности перспективному периоду и включающий истекшую, текущую и планируемую пятилетки.

Примерную структуру схем, основные показатели, а также методы их расчетов и обоснований принимают в соответствии с указанными выше типовыми методическими указаниями по разработке схем.

В целях повышения обоснованности Генеральной, отраслевых и территориальных схем в их составе разрабатывают варианты развития и размещения производительных сил, что, в свою очередь, обусловливает вариантность разработки материалов по использованию и охране водных ресурсов. Кроме того, учитывают различные возможности внедрения научно-технического прогресса, решения природоохранных проблем и осуществления крупных водохозяйственных мероприятий.

Все основные предплановые материалы по водообеспечению отраслей народного хозяйства, по охране и рациональному использованию водных ресурсов разрабатываются на единой территориальной основе: союзные республики, экономические районы, территориально-производственные комплек-

сы (перечень определяет Госплан СССР), бассейны важнейших рек (Волга, Урал, Дон, Кубань, Терек, Сулак, Кура, Днепр, Днестр, Западная Двина, Нева, Северная Двина, Печора, Амударья, Сырдарья, Обь, Енисей, Лена, Амур). При необходимости в бассейнах рек выделяют притоки (например, Северский Донец, Кама, Ока, Иртыш, Тобол, Чулым) и водохозяйственные районы в соответствии с принятым водохозяйственным районированием.

Обязательное условие разработки водохозяйственных и водоохранных разделов схем — анализ выполнения в базовом периоде постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР и республиканских директивных органов по охране водных ресурсов и разработка конкретных мероприятий по их реализации в перспективе.

**Подраздел «Охрана и рациональное использование водных ресурсов» схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности.** Назначение подраздела — разработка мероприятий по охране вод от загрязнения, засорения и истощения и по их рациональному использованию на предприятиях отрасли на основе внедрения достижений научно-технического прогресса.

При разработке подраздела рассматривают следующие вопросы:

анализ охраны и рационального использования водных ресурсов за базовый период — воздействие на водные объекты (объемы водопотребления и водоотведения, качество сточных вод), мощности систем оборотного водоснабжения, очистных сооружений, их технический уровень и эффективность использования, утилизация ценных веществ из сточных вод, капитальные вложения, диспропорции и резервы снижения воздействия на водные объекты и повышения уровня рационального использования водных ресурсов;

обоснование развития мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов — концепция и варианты перспективного развития, направления и масштабы осуществления научно-технического прогресса в охране вод, его эффективность, системы оборотного водоснабжения и замкнутые системы водоиспользования, маловодоемкие и безотходные технологические процессы, уровень воздействия на водные объекты, водоохранные мероприятия, капитальные вложения, их эколого-экономическая эффективность.

*Основные положения разработки* — вопросы охраны и рационального использования водных ресурсов разрабатывают для трех групп предприятий отрасли: 1 — действующие предприятия, на которых не предусматривается реконструкция или расширение; 2 — действующие предприятия с проведением в рассматриваемый период реконструкции или расширения и внедрением новых технологических процессов, в том числе малоотходных и безотходных; 3 — вновь строящиеся предприятия.

Основные направления водоохранной политики в отраслях принимают в соответствии с комплексной программой научно-технического прогресса СССР. Мероприятия по охране и рациональному использованию водных ресурсов предусматривают в объемах, обеспечивающих выполнение нормативных требований по уровню воздействия на водные объекты (ПДК, нормативы водопотребления и водоотведения и др.). Из числа намечаемых водоохранных мероприятий определяют первоочередные, для них выполняют технико-экономические и социально-экономические обоснования.

*Основные показатели разработки* взаимоувязаны с соответствующими системами расчетных показателей для государственных планов экономического и социального развития на пятилетие и основных направлений экономического и социального развития на долгосрочную перспективу. Они характеризуют уровень рационального использования водных ресурсов, воздействие на водную среду, объемы и эффективность водоохранной деятельности, ввод объектов охраны вод и требуемые капиталовложения.

Их объединяют в следующие шесть групп:

1. Водопотребление (использование воды), млн. м$^3$/год, в том числе хозяйственно-питьевые нужды населения и работающих на производстве, орошение и обводнение, нужды сельскохозяйственного водоснабжения, про-

**7.1. Охрана и рациональное использование водных ресурсов**

| Показатели | Единица измерения | Расчетные уровни базового периода | Расчетные уровни перспективного периода |
|---|---|---|---|
| | | | |

**7.2. Сводные данные по вводу водоохранных объектов и капитальным вложениям в водоохранные мероприятия**

| Водоохранные мероприятия | Пятилетия базового периода | Пятилетия перспективного периода |
|---|---|---|
| | | |

изводственные нужды промышленности. Объем оборотной и последовательно используемой воды.

2. Водоотведение. Объем сброса сточных вод в поверхностные воды, в том числе:

нормативно-чистые, допускаемые к сбросу без очистки, нормативно-очищенные на очистных сооружениях, загрязненные, из них недостаточно очищенные.

3. Количество загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты (приводятся данные по характерным ингредиентам), тыс. т/год.

4. Извлечение из сточных вод ценных веществ при очистке, млн. р., в том числе нефтепродуктов и нефти, получаемых при очистке балластных, льяльных (подсланевых) и сточных вод, тыс. т. Очистка акваторий рек, водоемов, портов и внутренних морей от нефти, мусора, жидких и твердых отходов, м$^2$. Подъем затонувшей при сплаве древесины, м$^3$.

5. Ввод систем оборотного водоснабжения (по пятилетиям), тыс. м$^3$/сут; ввод сооружений для очистки сточных вод, тыс. м$^3$/сут, в том числе станции биологической, физико-химической и механической очистки. Перевод предприятий на замкнутые системы водоиспользования (по пятилетиям), ед/млн. м$^3$ в год[1].

6. Капитальные вложения в водоохранные мероприятия (по пятилетиям), млн. р., в том числе сооружения по очистке сточных вод, системы оборотного водоснабжения, прочие водоохранные мероприятия.

Показатели разрабатывают по отрасли в целом и по союзным республикам, экономическим районам и территориально-производственным комплексам, а также бассейнам важнейших рек (только показатели группы 1, 2): показатели групп 1...4 — по форме таблицы 7.1, показатели групп 5, 6 — по форме таблицы 7.2.

**Схема развития и размещения водного хозяйства СССР (схема комплексного использования и охраны водных ресурсов СССР.)** Схему разрабатывают в целях определения принципиальных направлений развития водного хозяйства СССР на долгосрочный период.

Назначение схемы — обоснование основных водохозяйственных и других мероприятий, подлежащих осуществлению для удовлетворения перспективных потребностей в воде населения и народного хозяйства, а также для охраны вод и предупреждения их вредного воздействия.

В составе схемы разрабатывают следующие основные разделы.

*Водные ресурсы:* виды водных ресурсов — поверхностные и подземные, их запасы, распределение естественных ресурсов пресных вод. Современные

---

[1] Объем сэкономленной свежей воды за счет внедрения замкнутых систем водоиспользования.

располагаемые ресурсы поверхностных вод и основные пути их увеличения. Запасы подземных вод по категориям, в том числе запасы, гидравлически не связанные с речным стоком, влияние отбора подземных вод на ресурсы речного стока. Запасы минерализованных подземных вод, пригодных для использования в народном хозяйстве. Общие запасы подземных вод, возможные для использования в народном хозяйстве.

*Современное и перспективное использование водных ресурсов в народном хозяйстве:* тенденции роста и объемы водопотребления и водоотведения, использование акваторий водоемов, технология водопользования, недостатки в использовании водных ресурсов. Основные направления совершенствования технологии водопользования по отраслям народного хозяйства и отраслям промышленности, перспективные нормы водопотребления и водоотведения, требования к использованию водных ресурсов — количественные, режимные. Состав и мощности систем внеплощадочного водоснабжения, водохозяйственных объектов, капитальные вложения и текущие издержки; эффективность использования водных ресурсов.

*Водохозяйственные мероприятия по увеличению располагаемых водных ресурсов:* мероприятия по регулированию речного стока и его территориальному перераспределению. Очередность строительства и реконструкции. Возможности и масштабы пополнения запасов подземных вод. Использование возвратных пресных, минерализованных дренажных и подземных вод. Перечень объектов, технико-экономические показатели.

*Предотвращение вредного воздействия вод:* характеристика защищаемых территорий. Мероприятия по защите от затоплений, подтоплений и селей. Перечень объектов, технико-экономические показатели.

*Охрана водных ресурсов:* современное состояние качества вод рек, озер, водохранилищ, прибрежной акватории морей, а также подземных вод. Отраслевые и комплексные водоохранные мероприятия, прогноз качества поверхностных и подземных вод. Перечень отраслевых и комплексных водоохранных мероприятий и объектов, технико-экономические показатели.

*Водохозяйственные балансы:* исходные данные для расчетов, сводные показатели расчетов и их анализ, распределение располагаемых водных ресурсов по республикам и экономическим районам.

*Сводный раздел:* общие объемы водопользования, в том числе по комплексным водохозяйственным объектам, капитальные вложения, издержки, экономическая эффективность. Располагаемые водные ресурсы, перечень объектов с технико-экономическими показателями, экономическая эффективность. Мероприятия по удовлетворению потребностей в воде, охране водных ресурсов и предотвращению вредного воздействия вод.

*Основные показатели разработки* характеризуют запасы и распределение водных ресурсов, водопользование и водоотведение в отраслевом и территориальном разрезе, охрану водных ресурсов, их комплексное использование, экономическую эффективность. К ним относятся:

запасы водных ресурсов — речного стока (различной обеспеченности), подземных вод (эксплуатационные прогнозные и разведанные), статические запасы вод в озерах и ледниках — общие и удельные (в расчете на 1 км² территории и на 1 чел.);

объемы водопользования, в том числе из поверхностных и подземных источников, потребление воды из систем оборотного водоснабжения, объемы водопользования в гидроэнергетике, речном транспорте, рыбном хозяйстве и водных рекреациях; объемы водоотведения, в том числе очищенных и загрязненных сточных вод; объемы и режимы попусков различного назначения; мелиоративный фонд, гидроэнергетический потенциал, протяженность судоходных речных путей, рыбохозяйственный фонд, рекреационный фонд — масштабы и использование; водохозяйственный баланс (приходная и расходная составляющие);

технико-экономическая характеристика важнейших водохозяйственных объектов, в том числе комплексного назначения, прирост располагаемых водных ресурсов, основные производственные фонды, капитальные вложения.

**Подраздел «Охрана и рациональное использование водных ресурсов» схем развития и размещения производительных сил по экономическим районам и союзным республикам.** Назначение — взаимоувязка и уточнение отраслевых мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов на основе комплексной территориальной концепции охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

*Структура и содержание:*

анализ охраны и рационального использования водных ресурсов за базовый период — запасы водных ресурсов, их роль в развитии экономики и функционировании природно-хозяйственных комплексов республики (района), состояние водных ресурсов, его оценка как условия жизни населения (внутригородские водоемы), хозяйственное воздействие на водные объекты, водоохранные мероприятия, их технический уровень, капитальные вложения, диспропорции и резервы снижения воздействия на водные объекты и повышения уровня рационального использования водных ресурсов;

обоснование развития мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов — концепция и варианты развития на основе нормативных требований к состоянию водных объектов; направления и масштабы осуществления научно-технического прогресса, их эффективность, системы оборотного водоснабжения, замкнутые системы водоиспользования, маловодные и безводные технологические процессы, воздействие на водные объекты, основные территориальные проблемы и пути их решения, водоохранные мероприятия, капитальные вложения, их эффективность.

*Основные положения разработки:* вопросы охраны и рационального использования водных ресурсов разрабатывают по отраслям народного хозяйства и отраслям промышленности с выделением предприятий республиканского подчинения. Разработку подраздела осуществляют на основе территориальной комплексной схемы охраны природы с учетом материалов отраслевых схем. Водные ресурсы рассматривают как одну из предпосылок дальнейшего развития и размещения производительных сил республики (экономического района), как важнейшее условие жизни населения, а также как фактор функционирования природных комплексов и особо охраняемых территорий. В связи с этим дают оценку водно-ресурсного потенциала, состояния внутригородских водоемов с использованием общесанитарных показателей и экологического состояния водных объектов особо охраняемых территорий.

На основании оценки состояния водных ресурсов и уровня хозяйственного воздействия на них разрабатывают водоохранные мероприятия как часть общего комплекса мероприятий по охране и улучшению окружающей среды, а также рациональному использованию природных ресурсов и обеспечивающие выполнение нормативных требований (ПДК, нормы водопотребления и водоотведения). Особое внимание уделяют межотраслевым водоохранным объектам.

В дополнение к материалам отраслевых схем разрабатывают предложения по созданию маловодных и бессточных производств, улучшению использования действующих водоохранных мощностей (объектов) и созданию новых. Из числа отраслевых и межотраслевых водоохранных мероприятий выделяют первоочередные с выполнением для них технико-экономических обоснований.

Основные показатели разработки те же, что и для отраслевых схем.

**Раздел «Водное хозяйство» и подраздел «Охрана и рациональное использование водных ресурсов» Генеральной схемы развития и размещения производительных сил СССР.** Назначение раздела «Водное хозяйство» — разработка научно обоснованной системы мероприятий по рациональному и экономически эффективному водообеспечению народного хозяйства в соответствии с его потребностями и природоохранными требованиями на основе материалов отраслевых и территориальных схем.

Основные вопросы и показатели разработки раздела те же, что и для схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов СССР.

Назначение подраздела «Охрана и рациональное использование водных ресурсов» — обобщение мероприятий по охране и рациональному использо-

ванию водных ресурсов, разработанных в отраслевых и территориальных схемах.

Основные вопросы и показатели разработки те же, что и для аналогичных подразделов отраслевых и территориальных схем.

**Бассейновые (территориальные) схемы комплексного использования и охраны вод.** Назначение — определение основных водохозяйственных и других мероприятий, подлежащих осуществлению для удовлетворения перспективных потребностей в воде населения и народного хозяйства, а также для охраны вод и предупреждения их вредного воздействия.

*Порядок и общие положения разработки:* бассейновые схемы разрабатывают для бассейнов рек и других водных объектов на основе СКИОВР СССР, территориальные — на основе СКИОВР СССР и бассейновых схем. При этом учитывают программы работ по решению важнейших научно-технических проблем в области комплексного использования и охраны вод.

Намечаемые в схемах мероприятия должны обеспечивать наиболее эффективное для народного хозяйства использование вод путем регулирования речного стока, принятия мер к экономному расходованию воды и к прекращению сброса неочищенных сточных вод на основе совершенствования технологии производства и схем водоснабжения.

Схемы комплексного использования и охраны вод общесоюзного значения утверждает Госплан СССР по согласованию с Госстроем СССР и представлению Минводхоза СССР, а схемы республиканского значения — Советы Министров союзных республик или по их поручению Госпланы этих республик по представлению органов по регулированию использования и охране вод союзных республик.

**Территориальные комплексные схемы охраны природы (водные объекты).** Назначение — установление комплексных мероприятий по охране природы (включая водные объекты), предупреждению загрязнения и деградации окружающей природной среды (включая водные объекты), а также эффективному использованию в народном хозяйстве природных (в том числе водных) ресурсов.

Схемы охраны природы предназначены в первую очередь для сложившихся объектов, расположенных на территории, уже значительно загрязненной.

*Порядок составления, рассмотрения и утверждения* схем охраны природы определяется Методическими указаниями по составлению территориальных комплексных схем охраны природы. Функции заказчика выполняют: министерства и ведомства СССР — по городам и крупным промышленным центрам, природная среда которых загрязняется преимущественно предприятиями данного министерства и ведомства, а также по территориально-производственным комплексам (по подчиненности головного предприятия); Советы Министров союзных республик — по союзной и автономной республике, краям и областям, по отдельным природным комплексам, а также по крупным городам и промышленным центрам, природная среда которых загрязняется предприятиями нескольких министерств и ведомств; Госкомгидромет — по регионам, расположенным на территории двух или нескольких союзных республик.

Схемы охраны природы административно-территориальных единиц разрабатывают в составе схем развития и размещения производительных сил союзной республики или экономического района, территориально-производственных комплексов, промышленных узлов и городов — в составе программ их развития и схем генерального плана.

Схемы охраны природы головные разработчики согласовывают с соответствующими органами государственного надзора и заинтересованными министерствами и ведомствами СССР и союзных республик, они утверждаются заказчиками. Схемы охраны природы отдельных регионов, расположенных на территории двух или нескольких союзных республик, рассматривает и утверждает Госплан СССР по согласованию с Госстроем СССР.

Основные вопросы и показатели разработки охраны водных ресурсов те же, что и для отраслевых и территориальных схем.

## 7.2. СИСТЕМА ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПЛАНОВ ПО ОХРАНЕ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Соответствующие плановые показатели разрабатываются в составе раздела «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» государственных планов экономического и социального развития СССР.

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О широком распространении новых методов хозяйствования и усилении их воздействия на ускорение научно-технического прогресса» и другими директивными указаниями порядок планирования и перечень утверждаемых показателей подлежит уточнению.

В соответствии с Методическими указаниями к разработке Государственных планов экономического и социального развития СССР охрану вод от загрязнения, засорения и истощения планируют в целях сохранения водного фонда страны для наиболее полного удовлетворения потребностей народного хозяйства.

В этих целях в проекты пятилетних и годовых планов включают задания, обеспечивающие:

научно обоснованное распределение вод между водопользователями с учетом первоочередного удовлетворения питьевых и бытовых нужд населения;

рациональное использование водных ресурсов, охрану их от загрязнения и истощения;

внедрение достижений научно-технического прогресса для снижения воздействий хозяйственной деятельности на водные объекты и для обеспечения благоприятного состояния вод в количественном и качественном отношении;

сохранение и улучшение биологической продуктивности и рекреационно-оздоровительной ценности водного фонда;

предупреждение вредного воздействия вод;

надлежащее техническое состояние и благоустройство водных объектов.

Система показателей (директивных, расчетных, аналитических), выражающих цели, количественную и качественную стороны плана, сроки решения хозяйственных задач, ресурсы и другие параметры водоохранной деятельности, а также расчеты и обоснования этих показателей, определяется устанавливаемыми Госпланом СССР формами, состоящими из:

расчетно-аналитических показателей;

утверждаемых натуральных показателей, отражающих основные задачи и параметры водоохранной деятельности (объем водопотребления, объем оборотной и последовательно используемой воды, снижение объема сброса загрязненных сточных вод и др.);

заданий по вводу в действие сооружений для очистки сточных вод (по наиболее крупным и важным сооружениям задания устанавливают как министерствам и ведомствам-заказчикам, так и министерствам, осуществляющим строительно-монтажные работы), систем оборотного водоснабжения, береговых станций очистки балластных и подсланевых (льяльных) вод и др.;

заданий по объемам государственных капитальных вложений и строительно-монтажных работ (в пределах общих лимитов капитальных вложений, предусматриваемых непосредственно министерствам и ведомствам СССР и Советам Министров союзных республик) на строительство вновь начинаемых, переходящих и вводимых в действие водоохранных сооружений.

В разработке, согласовании и утверждении планов охраны и рационального использования водных ресурсов участвуют практически все хозяйственные звенья и уровни управления: Совет Министров СССР и Госплан СССР — на народнохозяйственном уровне; Советы Министров и Госпланы союзных республик — на республиканском уровне; отраслевые министерства

водопользователей, имеющих оборотные системы водоснабжения общей мощностью 5000 м³/сут и более независимо от количества забираемой свежей воды. Коммунальные (ведомственные) водопроводы (канализации) в отчетах по форме № 2-тп (водхоз) показывают передачу этим объектам соответствующих объемов свежей воды и (или) принимаемых от них сточных вод;

предприятия и организации сельского хозяйства (включая колхозы и совхозы), забирающие воду от организаций (управлений), оросительных систем, а также из групповых водопроводов и собственными водозаборами при заборе ими 150 м³ воды в сутки и более.

**Комплексная программа научно-технического прогресса СССР.** Это органическая часть перспективного планирования — конкретная форма обоснования единой научно-технической политики государства. Она включает прогноз основных направлений научно-технического прогресса и его влияние на социально-экономические процессы, а также разработку мероприятий по реализации указанных направлений.

Вопросы научно-технического прогресса в области охраны и рационального использования водных ресурсов разрабатываются в разделах «Природные ресурсы», «Охрана природы» и «Региональные проблемы научно-технического прогресса» Комплексной программы и включают:

общую оценку сложившегося водного фонда страны и гидрологические прогнозы;

характеристику современного состояния и сложившихся тенденций в области водопользования и состояния водной среды;

оценку состояния и уровней загрязнения водных источников в регионах страны и воздействия на них отраслей народного хозяйства;

прогноз рационального использования и воспроизводства водных ресурсов и охраны водной среды;

перспективную оценку наличия водных ресурсов и определение приоритетных направлений и мероприятий научно-технического прогресса в области рационального использования и охраны водных ресурсов (маловодные и безводные технологические процессы, замкнутые системы водоиспользования, методы очистки сточных вод и др.);

обоснование масштабов и региональной структуры дополнительного вовлечения в хозяйственный оборот водных ресурсов и требуемых для этого капитальных вложений, трудовых и материальных затрат на основе перспективных водохозяйственных балансов;

определение нормативного состояния водных источников и необходимых природоохранных затрат в территориальном разрезе;

формирование исходных элементов целевых народнохозяйственных и региональных научно-технических программ в области рационального использования и охраны водных ресурсов;

разработку первоочередных научно-технических и других мероприятий, включаемых в пятилетний план и способствующих рациональному использованию и охране водных ресурсов;

рекомендации по разработке системы взаимосогласованных экономических, хозяйственных, административных и законодательных мер, направленных на совершенствование управления водным хозяйством.

Указанные выше разделы комплексной программы являются научной основой разработки планов по охране и рациональному использованию водных ресурсов на всех других стадиях планирования экономического и социального развития СССР; используют их также при подготовке основных предплановых материалов.

**Основные направления экономического и социального развития СССР на долгосрочный период.** Исходный плановый документ для разработки основных направлений экономического и социального развития СССР — концепция экономического и социального развития СССР, разрабатываемая Госпланом СССР совместно с Госснабом СССР, Академией наук СССР и ВЦСПС с привлечением министерств и ведомств СССР, а также Советов Министров союзных республик по отдельным особо важным вопросам.

Концепция содержит постановку главной задачи, систему стратегических целей развития производительных сил и совершенствования производ-

ственных отношений, обоснование возможных путей подъема экономики и решения социальных проблем.

Подготовку материала концепции по охране и рациональному использованию водных ресурсов проводят исходя из общей социально-экономической стратегии партии, разработанной съездами КПСС и решениями Пленумов ЦК КПСС. В документе определяются важнейшие направления и узловые проблемы охраны и рационального использования водных ресурсов, реализация которых обеспечивает достижение поставленных в концепции социально-экономических целей общественного развития.

Концепцию разрабатывают на основе анализа водохозяйственной деятельности за предшествующий 15-летний период, прогнозов тенденций использования водных ресурсов отраслями народного хозяйства и отраслями промышленности, осуществления водоохранных мероприятий, масштабов внедрения и эффективности научно-технического прогресса в сфере водопользования (воспроизводства водных ресурсов) и проведения укрупненных экономических расчетов.

Раздел «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» основных направлений экономического и социального развития СССР на долгосрочный период (основные направления) разрабатывают с учетом комплексной программы научно-технического прогресса СССР, генеральной схемы развития и размещения производительных сил СССР, схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности (в том числе СКИОВР СССР) и схем развития и размещения производительных сил по экономическим районам и союзным республикам.

Для реализации задач, намечаемых в основных направлениях, министерства и ведомства СССР и Советы Министров союзных республик предусматривают мероприятия по природосберегающей рационализации хозяйственной деятельности, включая разработку и внедрение прогрессивных технологических и производственных процессов, повышающих уровень полноты и комплексности использования природных ресурсов, разработку и внедрение прогрессивных орудий труда и материалов с целью сокращения потребности в природных ресурсах, совершенствование размещения производительных сил, а также другие мероприятия, обеспечивающие относительную и абсолютную экономию всех видов природных ресурсов. Намечаемые мероприятия должны обеспечить также сохранение хозяйственного значения, биологической продуктивности и рекреационно-оздоровительной и экологической ценности водного фонда в целом по стране и по важнейшим водохозяйственным комплексам внутренних морей, крупных озер и других важных водных объектов.

В этих целях предусматривают задания по предупреждению качественного истощения поверхностных и подземных источников водоснабжения, выноса вредных примесей с водосборной площади (включая минеральные удобрения, ядохимикаты и продукты эрозии почвы с сельскохозяйственных угодий, нефтепродукты и другие загрязняющие вещества в составе дождевого стока с территорий городов); по прекращению выноса (инфильтрации) токсичных веществ в подземные горизонты из накопителей жидких стоков и ликвидации других источников загрязнения.

Мероприятия по охране и рациональному использованию водных ресурсов планируют в соответствии с Методическими указаниями к разработке государственных планов, указаниями, содержащимися в разделе 14 Методических положений к составлению проекта основных направлений, и по установленным Госпланом СССР формам и показателям.

Разрабатываемые в проекте основных направлений натуральные показатели по охране и рациональному использованию водных ресурсов устанавливают долгосрочные задания только по конечным результатам водоохранной и рационализирующей использование воды деятельности, а также по суммарным объемам негативного хозяйственного воздействия на водные ресурсы. Такие укрупнение и ориентация на конечные результаты соответствуют уровню долгосрочного плана.

Для обоснования намечаемых в проекте основных направлений мероприятий проводят расчеты показателей их социально-экономической эффективности. Эти показатели определяют как расчетные на начало и конец планового периода и включают: денежную оценку водно-ресурсного потенциала в целом по СССР и отдельным важнейшим районам; экономический эффект от мероприятий и экономическую эффективность затрат на их осуществление.

Экономический эффект водоохранных мероприятий определяют как разность между экономическим ущербом от загрязнения водоемов, предотвращаемым с помощью соответствующих мероприятий (включая и денежную оценку дополнительной продукции, полученной за счет этих мероприятий), и затратами на указанные мероприятия. Предотвращаемый экономический ущерб вычисляют в соответствии с указаниями типовой методики определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей природной среды.

**Перспективный (пятилетний) план.** Данные основных направлений и задания долгосрочных целевых комплексных и региональных программ являются основой для формирования пятилетних планов. Предварительно Госплан СССР разрабатывает контрольные цифры по основным показателям и экономическим нормативам на предстоящую пятилетку.

Основные плановые задания, определяющие развитие народного хозяйства, устанавливают на пятилетку. Они имеют директивный и адресный характер, охватывают все уровни планирования и все сферы планового управления. Плановые показатели разрабатывают для отрасли и территории и конкретизируют по годам пятилетки.

По подобной схеме формируются и пятилетние планы охраны и рационального использования водных ресурсов. Госплан СССР разрабатывает контрольные цифры по показателям, характеризующим объемы водопотребления, оборотной и последовательно используемой воды, водоотведения, нормативно-очищенных сточных вод, снижение объема сброса загрязненных сточных вод, а также задания по вводу в действие мощностей водоохранных сооружений и объему капитальных вложений, доводит эти показатели (кроме заданий по объему капитальных вложений) до министерств и ведомств СССР и Советов Министров союзных республик, которые, в свою очередь, доводят контрольные цифры до объединений, предприятий и организаций-водопользователей. Исходя из контрольных цифр, в низовом звене разрабатывают проекты пятилетних планов с выделением конкретных мероприятий, обеспечивающих выполнение заданий по конечным результатам.

На основе проектов планов, представляемых объединениями и предприятиями, а также доведенных Госпланом СССР контрольных цифр разрабатывают проекты планов по министерствам и ведомствам СССР и Советам Министров союзных республик, которые представляют в установленные сроки в Совет Министров СССР и копию в Госплан СССР. Одновременно проекты планов по министерствам и ведомствам СССР и союзным республикам представляют в Минводхоз СССР, которому поручена разработка согласованных предложений к проектам планов по охране и рациональному использованию водных ресурсов в целом по СССР с распределением заданий по министерствам, ведомствам и союзным республикам (рис. 7.2).

Основываясь на проектах планов министерств и ведомств СССР и Советов Министров союзных республик, а также материалов Минводхоза СССР, отдел охраны природы Госплана СССР с учетом предложений и заключений отраслевых отделов Госплана СССР формирует сводные плановые показатели по охране и рациональному использованию водных ресурсов, которые в составе раздела «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» представляет Госплан СССР в Совет Министров СССР. Проекты планов с необходимыми расчетами и обосновывающими материалами представляют также Комиссиям Верховного Совета СССР по охране природы.

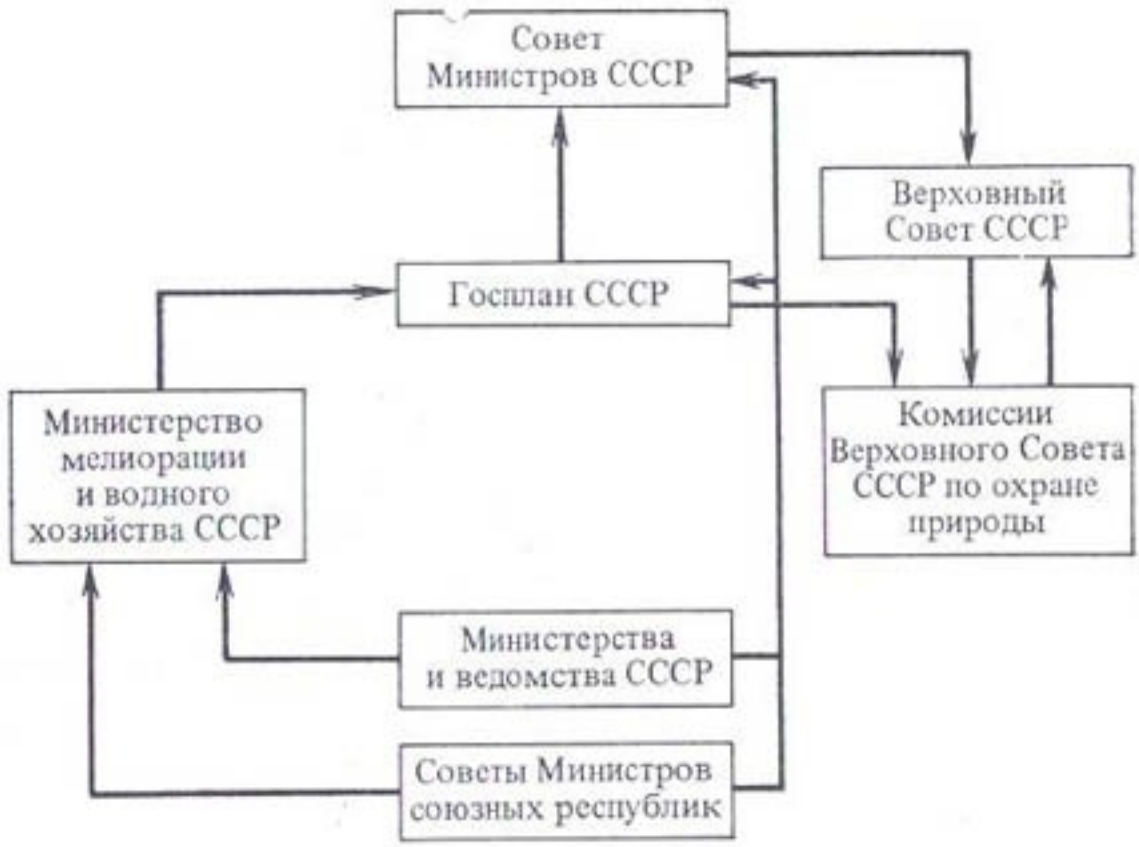



Рис. 7.2. Порядок разработки и представления на рассмотрение и утверждение проектов планов по охране и рациональному использованию водных ресурсов

**Формы и показатели разработки перспективного плана.** Охрану и рациональное использование водных ресурсов в пятилетнем плане разрабатывают по показателям форм:

№ 01 попр ПЛ — «Охрана и рациональное использование водных ресурсов (для отрасли и территории)»;

приложение к форме № 01 попр ПЛ — Охрана и рациональное использование водных ресурсов по бассейнам важнейших рек;

№ 10 попр ПЛ — «Ввод в действие природоохранных объектов за счет государственных капитальных вложений»;

приложение к форме № 10 попр ПЛ — «Баланс мощностей сооружений по очистке сточных вод»;

№ 11 попр ПЛ — «Природоохранные объекты, включенные в перечень вновь начинаемых строек и титульные списки строек за счет государственных капитальных вложений»;

№ 12 попр ПЛ — «Капитальные вложения и строительно-монтажные работы».

Министерства и ведомства СССР представляют проект плана в целом по министерству и ведомству СССР с выделением заданий по союзным республикам и планируемым территориально-производственным комплексам (ТПК), в том числе по РСФСР и Украинской ССР в целом и по экономическим районам (по форме № 01 попр ПЛ); по РСФСР, кроме того, выделяют задания по Москве, Московской области, Ленинграду, Ленинградской области и Красноярскому краю.

Советы Министров союзных республик представляют проект плана в целом по территории республики и по хозяйству республиканского подчинения; Советы Министров РСФСР и Украинской ССР — в целом по республике и по экономическим районам, а Совет Министров РСФСР — по Москве, Московской области, Ленинграду, Ленинградской области и Красноярскому краю.

**Проекты перечней и титульных списков вновь начинаемых строек.** Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР установлено, что для обеспечения непрерывности действия планов капитального строительства и повышения ответственности заказчиков и подрядчиков за своевременный ввод в действие производственных мощностей и объектов в составе пятилетних планов должны разрабатывать и утверждать перечни вновь начинае-

мых строительством предприятий и сооружений, а также перечни действующих предприятий, намечаемых к расширению и реконструкции, с указанием основных технико-экономических показателей (перечни).

Основываясь на указанных перечнях строек, лимитов капитальных вложений и строительно-монтажных работ, проектах, сметах и нормах продолжительности строительства, разрабатывают титульные списки строек за весь период строительства с разбивкой заданий по годам (титульные списки).

Титульные списки используют для планирования подрядных строительно-монтажных работ по исполнителям, финансирования строительства и его материально-технического обеспечения.

В соответствии с Методическими указаниями к разработке государственных планов экономического и социального развития СССР в перечнях и титульных списках должны быть увязаны сроки ввода в действие мощностей смежных производств, жилых домов, объектов просвещения, культуры в объеме, необходимом для нормальной эксплуатации будущих предприятий или производств. Это в равной мере относится к очистным сооружениям и другим водоохранным объектам, которые выделяют в составе стройки отдельно с указанием сроков начала и окончания строительства, заданий по вводу в действие мощностей, капитальных вложений и строительно-монтажных работ на весь период строительства (с разбивкой по годам), сроков разработки и выдачи проектно-сметной документации.

Перечни строек, а также их титульные списки — основной документ для проверки полноты представляемых министерствами и ведомствами СССР и Советами Министров союзных республик с проектами планов предложений по строительству водоохранных сооружений в составе плановой формы № 11 попр «Природоохранные объекты (предприятия, сооружения, установки), включенные в титульные списки вновь начинаемых и переходящих строек за счет государственных капитальных вложений».

Взаимоувязку натуральных показателей с заданиями по вводу в действие мощностей водоохранных объектов строек сметной стоимостью менее 4 млн. р. и объемов капитальных вложений на уровне предприятий (производственных объединений), организаций и учреждений обеспечивают местные органы по регулированию использования и охране вод в порядке, установленном и утвержденном Минводхозом СССР по согласованию с Госпланом СССР («Указание о порядке согласования с органами системы Минводхоза СССР проектов планов по разделу «Охрана и рациональное использование водных ресурсов», а также разработки проектов сводных планов по этому разделу»).

**Технико-экономические обоснования строительства крупных и сложных предприятий, сооружений и других объектов.** Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования, организации и управления капитальным строительством» в целях улучшения качества проектирования и повышения обоснованности строительства министерствам и ведомствам СССР и Советам Министров союзных республик поручено обеспечивать начиная с 1985 г., исходя из схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности, а также схем развития и размещения производительных сил по экономическим районам и союзным республикам, разработку технико-экономических обоснований (ТЭО) строительства по крупным и сложным предприятиям и сооружениям (а при необходимости и по другим объектам, определяемым Госпланом СССР и Госстроем СССР при составлении проектов планов).

ТЭО — предплановый документ, дополняющий и развивающий решения, предусмотренные в утвержденных в установленном порядке указанных схемах в части обоснования намечаемого строительства предприятия (сооружения), его производственной мощности, места размещения (для нового предприятия или сооружения с выбором площадки строительства), обеспечения сырьем, топливом, электроэнергией, водой, кадрами и т. п.

В соответствии с Указаниями о составе, порядке разработки и утверждения ТЭО при его разработке необходимо исходить, в частности, из требований рационального и экономного использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, объединения (при наличии возможности и

целесообразности) в промышленный комплекс (узел) различных предприятий с учетом специализации и кооперирования основного производства, объектов подсобно-вспомогательного и водоохранного назначения.

При этом в ТЭО выполняют сравнение возможных вариантов пунктов строительства на основе важнейших факторов, оказывающих существенное влияние на размещение предприятий: сырьевого, топливно-энергетического, водного, трудового, строительного, транспортного, экологического и др.

В составе ТЭО разрабатывают раздел, характеризующий обеспечение предприятия сырьем, материалами, электроэнергией, топливом и водой (обоснование обеспечения предприятий водой с учетом других потребителей, пользующихся выбранным источником водоснабжения).

В специальном разделе ТЭО по охране окружающей среды приводятся данные по характеристике и объему сточных вод и вредных выбросов, условия водопользования, мероприятия по предупреждению загрязнения водоемов и других природных сфер, примерные размеры санитарно-защитной зоны, направления использования отходов производства и пр. При этом указанные вопросы необходимо рассматривать с учетом влияния на окружающую среду действующих, строящихся и запроектированных производств. В заключение приводят эффективность осуществления природоохранных мероприятий и оценку экономического ущерба, рассчитанные по Временной типовой методике определения экономической эффективности затрат в мероприятия по охране окружающей среды (одобрена Госпланом СССР, Госстроем СССР и Академией наук СССР).

Порядком разработки и утверждения ТЭО определено, что в зависимости от нормативных сроков продолжительности проектирования предприятий (сооружений) разработку ТЭО начинают, как правило, за 3...5 лет до начала их основного строительства (по предприятиям и сооружениям с длительным сроком проектирования и строительства — за 6...8 лет).

Установлено, что законченное разработкой ТЭО, выполненное в соответствии с нормами, правилами, инструкциями, указаниями (что должно быть подтверждено записью в ТЭО ответственного разработчика ТЭО) не подлежит дополнительному согласованию с органами государственного надзора и заинтересованными организациями.

За достоверность технико-экономических показателей, качество и полноту разработки ТЭО отвечают заказчики и проектные организации — генеральные проектировщики и их соисполнители по соответствующим разделам, а также экспертные органы и инстанции, утверждающие ТЭО.

После прохождения государственной экспертизы решения об утверждении или отклонении ТЭО принимают в месячный срок по особо крупным и сложным предприятиям (сооружениям), транспортным и мелиоративным системам общегосударственного значения Госплан СССР, а по остальным крупным и сложным предприятиям и сооружениям, определяемым Госпланом СССР и Госстроем СССР, — министерства и ведомства по согласованию с Госпланом СССР и Госстроем СССР.

В документе об утверждении ТЭО указывают данные, показатели и требования, которые должны быть включены в задания на проектирование; стадийность проектирования; срок действия ТЭО.

Указанные основные данные и показатели ТЭО в части охраны и рационального использования водных ресурсов по крупным и сложным предприятиям и сооружениям, представляемым на согласование в Госплан СССР, берут в отделе охраны природы на учет и используют при согласовании отделом проектов перечней и титульных списков вновь начинаемых строек.

**Планирование научно-исследовательских работ.** Составной частью государственных пятилетних планов по охране и рациональному использованию водных ресурсов являются утвержденные ГКНТ, Госпланом СССР и Академией наук СССР программы научно-исследовательских работ по решению данной проблемы, предусматривающие:

разработку научно-технических основ и комплекса мероприятий по улучшению использования и охраны водных ресурсов страны, в том числе по научному обоснованию мероприятий по улучшению технического состоя-

ния, благоустройства и повышения эффективности использования действующих крупных водохранилищ, по охране водных ресурсов малых рек и природно-хозяйственных комплексов крупных озер и внутренних морей и другим актуальным вопросам;

создание и освоение прогрессивных систем рационального использования воды для питьевых и технических целей и предотвращения загрязнения водных объектов, в том числе новых технологических процессов, оборудования и химических материалов для глубокой очистки сточных вод и развития замкнутых систем водоиспользования предприятий и промышленных комплексов.

Внедрение результатов законченных научно-исследовательских и проектно-конструкторских разработок осуществляется установлением соответствующих заданий в разделе государственного плана «Развитие науки и техники» или в составе «Мероприятий по внедрению совершенных систем водоиспользования, прогрессивных установок, оборудования и методов углубленной очистки сточных вод с извлечением из них и утилизацией ценных продуктов и веществ», являющихся составной частью государственного плана по охране и рациональному использованию водных ресурсов.

Порядок внедрения разрабатываемой в составе программы научно-исследовательских работ системы научно обоснованных норм водопотребления и водоотведения устанавливает Госплан СССР.

Задания пятилетнего плана распределенные по годам, являются основанием для разработки *текущих (годовых) планов*. Показатели пятилетних планов конкретизируют в первую очередь в части более детальных, осуществляемых в течение года мероприятий, которые обеспечивают выполнение перспективного плана. Детализацию и уточнение показателей пятилетнего плана в соответствии с ходом его выполнения и учет изменившихся условий проводят в годовом плане, прежде всего выявляя дополнительные резервы, устраняя узкие места, концентрируя ресурсы на решающих участках народного хозяйства с тем, чтобы обеспечить текущие периоды и гарантировать достижение конечной цели пятилетнего плана и долговременной плановой перспективы.

Взаимосвязь пятилетних и годовых планов обеспечивается единством целей и важнейших задач водоохранной деятельности; наличием единых сквозных показателей; единством структуры планов; едиными методическими требованиями к разработке планов.

Формировать годовые планы для предприятий и объединений начинают с разработки последними встречных заданий, превышающих пятилетние на данный год.

На основе встречных планов подведомственных предприятий и организаций и заданий пятилетнего плана на очередной год министерства и ведомства СССР и Советы Министров союзных республик разрабатывают показатели годового плана для отрасли и республики. Порядок представления, согласования материалов, а также подготовки сводного проекта плана на предстоящий год аналогичен установленному порядку разработки проектов пятилетних планов.

Годовой план охраны и рационального использования водных ресурсов разрабатывают по *формам*, идентичным формам проектов пятилетних планов (№ 1 попр, 9 попр и 11 попр). Однако состав плановых показателей в них может быть расширен в основном за счет *показателей*, определяющих задания по конкретным видам деятельности и мероприятиям водоохранного характера, которые должны быть реализованы в планируемом году.

Министерства и ведомства СССР и Совет Министров союзных республик в составе годового плана утверждают задания по следующим показателям:

водопотребление (использование воды), млн. $м^3$; объем оборотной и последовательно используемой воды, млн. $м^3$; водоотведение, млн. $м^3$; объем нормативно-очищенных вод, млн. $м^3$, в том числе полученных в результате биологической (млн. $м^3$) и физико-химической (млн. $м^3$) очистки; снижение сброса загрязненных сточных вод, млн. $м^3$; ликвидация или перевод на

регулируемый режим работы самоизливающихся артезианских скважин, ед.; подъем, затонувшей при сплаве древесины, тыс. м³.

Мероприятия по внедрению совершенных систем водоиспользования, прогрессивных установок, оборудования и методов углубленной очистки сточных вод с извлечением из них и утилизацией ценных продуктов и веществ предусматривают:

задания по вводу в действие сооружений для очистки сточных вод, тыс. м³/сут (в том числе станций для биологической очистки, тыс. м³/сут; станций для физико-химической очистки, тыс. м³/сут); системы оборотного водоснабжения, тыс. м³/сут; береговых станций очистки балластных и льяльных (подсланевых) вод, ед.; установок по сбору нефти, мусора и других жидких и твердых отходов с акваторий рек, водоемов, портов и внутренних морей, ед.; задания по объему государственных капитальных вложений и строительно-монтажных работ (в пределах общих лимитов централизованных капитальных вложений, предусматриваемых непосредственно министерствам, ведомствам СССР и Советам Министров союзных республик), млн. р.

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» задания по вводу в действие очистных сооружений предусматривают в планах экономического и социального развития как министерствам-заказчикам, так и министерствам, ведомствам, осуществляющим строительно-монтажные работы.

В отличие от пятилетнего в годовом плане охраны и рационального использования водных ресурсов бассейновый разрез можно не разрабатывать.

**Планирование охраны и рационального использования водных ресурсов для производственного объединения (комбината), предприятия.** В целях охраны и рационального использования водных ресурсов «Типовая методика разработки техпромфинплана[1] производственного объединения (комбината), предприятия», одобренная постановлением Госплана СССР, устанавливает требования по планированию в техпромфинплане мероприятий, отражающих прогрессивные тенденции водопотребления и водоотведения с учетом возможностей сокращения забора свежей воды из поверхностных и подземных источников за счет внедрения систем оборотного водоснабжения, уменьшения безвозвратных и непроизводительных потерь воды, организованного сбора использованной воды с возвратом в производство, а также за счет опреснения минерализованных дренажных, шахтных и других вод и их использования.

В соответствии с Методическими указаниями к разработке министерствами, ведомствами и Советами Министров союзных республик сводных планов технического перевооружения действующих производственных объединений (комбинатов), предприятий, одобренных постановлением Госплана СССР, в планах технического перевооружения производственных объединений (комбинатов) и предприятий предусматривается комплекс мероприятий по повышению технико-экономического уровня производства или отдельных его цехов, участков, агрегатов, установок на основе внедрения передовой техники и технологии, модернизации и замены морально устаревшего и физически изношенного оборудования новым. Комплекс мероприятий, включаемый в план технического перевооружения, осуществляют, как правило, без расширения производственных площадей объединений (комбинатов), предприятий по единому для каждого объединения (комбината), предприятия плану, в который включают также мероприятия по модернизации и техническому переустройству природоохранных объектов.

---

[1] Развернутая программа всей производственной деятельности коллективов производственного объединения (комбината), предприятия, направленная на выполнение заданий пятилетнего плана при наиболее полном и рациональном использовании материальных, трудовых, финансовых и природных ресурсов.

Анализируют проект сводного плана технического перевооружения по группе показателей, включающих сокращение вредных выбросов. Значения показателей сравнивают с аналогичными показателями, достигнутыми на лучших отечественных и зарубежных предприятиях, а также с имеющимися утвержденными нормативами по отдельным показателям.

При разработке техпромфинплана учитывают прогрессивные водосберегающие тенденции.

Типовой методикой разработки техпромфинплана производственного объединения (комбината), предприятия установлены формы для планирования мероприятий по направлениям охраны природы и рационального использования природных ресурсов (№ 54-тп «Мероприятия по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов в 19... г.»), а также по использованию природных ресурсов (№ 55-тп «Использование природных ресурсов в 19... г.»).

В № 54-тп приведены основные сведения о планируемых мероприятиях, в том числе наименование мероприятия, головной исполнитель и соисполнители, сроки начала и окончания работ, сметная стоимость и др. При этом в строке «ввод мощностей в 19... г.» указывают задание по пятилетнему плану, по встречному плану, а также утвержденное задание по вводу в действие мощностей соответствующих водоохранных объектов с разбивкой по кварталам.

В группу мероприятий по использованию водных ресурсов (форма № 55-тп) включают мероприятия, направленные на сокращение водопользования (водопотребления) и водоотведения; увеличение использования воды в системах оборотного и последовательного водоснабжения, совершенствование технологических процессов с целью сокращения водопользования (водопотребления) и снижения (прекращения) сброса загрязненных сточных вод; очистку сточных вод и извлечение из них ценных веществ, снижение молевого сплава древесины и подъем затонувшей древесины.

Планирование указанных мероприятий осуществляют по 34 показателям формы № 55-тп, идентичным показателям формы № 1 попр, а также формы № 2-тп (водхоз).

В плане территориального развития [форма № 56-тп «Выписка из техпромфинплана (важнейшие показатели для учета в плане территориального развития)» раздел «Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов»] учитывают следующие показатели: водопотребление (использование воды), водоотведение (сброс сточных вод), в том числе загрязненных вод, нормативно-очищенных, из них полученных в результате биологической и физико-химической очистки, а также снижение объема сброса загрязненных сточных вод.

Указанные показатели разрабатывают с учетом характера производства и в полном соответствии с заданиями государственного плана, доведенными производственному объединению (комбинату) или предприятию вышестоящей организацией, их увязывают с данными отчетности об использовании воды.

Результаты разработки техпромфинплана по показателям, направленным на охрану и рациональное использование водных ресурсов, объединение (предприятие) по форме № 01-тп «Основные показатели техпромфинплана на 19... г.» сообщает в вышестоящие организации для использования в качестве расчетных материалов для анализа и составления плана по отрасли.

Показатели и задания техпромфинпланов детализируют и доводят до предприятий, производственных единиц, входящих в состав объединений, а затем до цехов, служб, отделов, и если возможно и целесообразно, то и других производственных подразделений, включая участки и рабочие места. Такая детализация должна нацеливать исполнителей на своевременное и качественное выполнение ими заданий, отражать вклад конкретных исполнителей в общие результаты работы предприятия.

Указанные показатели представляют также в соответствующую областную (краевую) плановую комиссию, Госплан автономной республики,

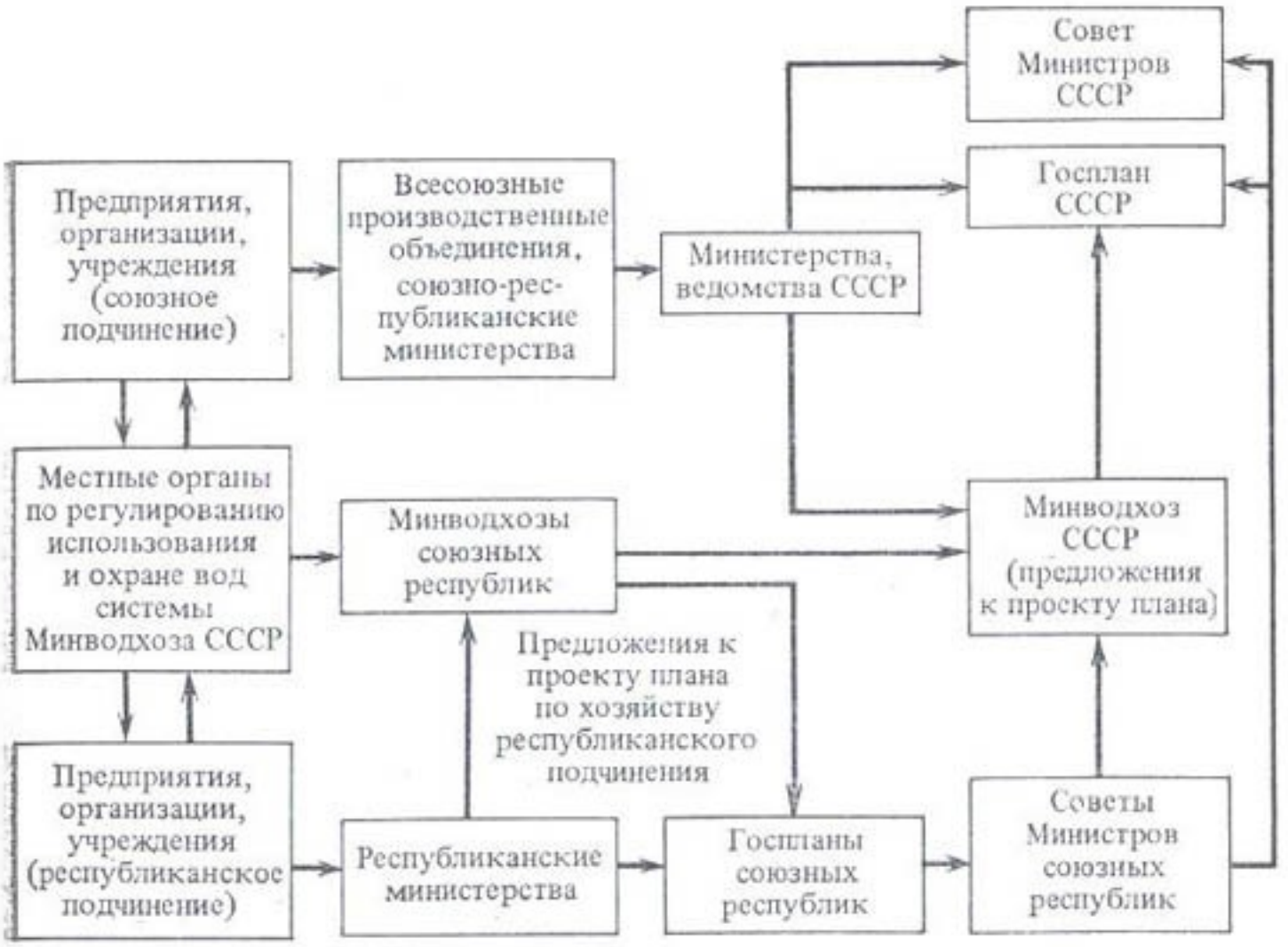



Рис. 7.3. Порядок разработки, согласования и представления в Совет Министров СССР и Госплан СССР предложений к проекту плана по охране и рациональному использованию водных ресурсов

Мосгорплан, Ленгорплан, а в союзных республиках, не имеющих областного деления, — в Госплан союзной республики для использования этих показателей при составлении сводных показателей комплексного экономического и социального развития региона, в том числе по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, жилищному, коммунальному строительству и др.

**Порядок согласования проектов планов.** ЦК КПСС и Совет Министров СССР возложили на Минводхоз СССР разработку и представление в Госплан СССР (в установленные им сроки) согласованных проектов планов по охране и рациональному использованию водных ресурсов в целом по СССР с распределением заданий по министерствам, ведомствам СССР и союзных республик.

Указанные проекты сводных планов Минводхоз СССР разрабатывает на основе проектов перспективных и годовых планов, по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов, представляемых ему министерствами и ведомствами СССР и Советами Министров союзных республик (состав представляемых плановых материалов приведен в указании к составлению форм-разделов и заданий по вводу в действие водоохранных мощностей и объектов), одновременно представляемых Совету Министров СССР и Госплану СССР.

Методические указания к разработке государственных планов экономического и социального развития СССР по разделу «Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов» предусматривают согласование объединениями (комбинатами), предприятиями, сельскохозяйственными, строительными и другими организациями и учреждениями представляемых вышестоящим организациям предложений к проектам планов с местными органами по регулированию использования и охране (рис. 7.3).

Порядок согласования проектов пятилетних и годовых планов по разделу «Охрана и рациональное использование водных ресурсов» республикан-




Рис. 7.4. Схема определения лимита забора воды предприятиям и организациям-водопользователям на основе планового задания по объему водопотребления

скими органами по регулированию использования и охране вод, их местными органами, бассейновыми (территориальными) управлениями (инспекциями) или по их поручению участками (гидрохимическими лабораториями) и Минводхозом СССР определяется утвержденным Минводхозом СССР по согласованию с Госпланом СССР соответствующим Указанием.

Местные органы проверяют взаимоувязку показателей, соответствие принятых базовых показателей с данными государственного учета использования вод по форме № 2-тп (водхоз) и статистической отчетности по формам № 3-ос, 18-кс и другим; анализируют обоснованность заявленных объемов водопотребления, соответствие их утвержденным в установленном порядке текущим балансовым нормам водопотребления и водоотведения, планируемым объемам отведения сточных вод и правильность отнесения их к соответствующим категориям; проверяют расчеты заданий по снижению объема сброса сточных вод и лимита забора свежей воды (рис. 7.4), обоснованность исходных данных, норм и нормативов, принятых при расчете плановых показателей, а также взаимоувязку натуральных показателей с заданиями по вводу в действие мощностей водоохранных объектов и по объемам планируемых капиталовложений.

При согласовании проектов планов органы системы Минводхоза СССР руководствуются решениями партии и правительства по вопросам использования и охраны вод, водным законодательством, показателями и формами к составлению проектов планов и указаниями по их заполнению, а также общими методическими материалами к разработке государственных планов экономического и социального развития СССР.

Объединения, предприятия, организации и учреждения направляют проекты планов министерству или ведомству по подчиненности, а также местным органам государственного управления после согласования их с местными органами.

Экземпляр согласованного проекта плана местные органы системы Минводхоза СССР направляют в свой республиканский орган, а копию хранят в архиве.

## 7.3. Отчеты по статистике водных ресурсов и капитальному строительству, используемые при разработке проектов планов, а также при проверке хода строительства сооружений и объектов водоохранного назначения

| Наименование и краткая характеристика работы | Периодичность | Инструментарий (форма) |
|---|---|---|
| Отчет об использовании воды | Годовая | № 2-тп (водхоз) |
| Отчет о переводе на крановый режим и ликвидации самоизливающихся и несамоизливающихся скважин | То же | № 2-ос |
| Отчет о ходе строительства водоохранных объектов и прекращении сброса загрязненных сточных вод в бассейн Черного и Азовского морей | » | № 3-ос |
| Отчет о ходе строительства водоохранных объектов и прекращении сброса загрязненных сточных вод в бассейн Балтийского моря | » | То же |
| Отчет о ходе строительства водоохранных объектов и прекращении сброса загрязненных сточных вод в бассейны Каспийского моря, арктических морей и других водоемов — Волги и Урала, Чу, Северского Донца, Ростовской области, Томи, источников питьевого водоснабжения Москвы, Иваньковского водохранилища, оз. Байкал — по предотвращению загрязнения моря с судов | Годовая | № 3-ос |
| Выполнение мероприятий по внедрению совершенных систем водопользования, прогрессивных установок и методов углубленной очистки сточных вод с извлечением из них и утилизацией ценных продуктов и веществ | То же | № 3-ос<br>№ 2-тп (водхоз) |
| Отчет о затратах на охрану природы | » | № 4-ос |
| Ввод в действие природоохранных объектов за счет государственных капитальных вложений по министерствам — исполнителям строительно-монтажных работ | За полугодие | № 1-кс (срочная) и сводный отчет по табл. № 2-п |
| Сводный отчет об использовании лимита государственных капитальных вложений на мероприятия по охране и рациональному использованию природных ресурсов | За полугодие, за год | № 18-кс и сводный отчет по табл. № 2-а |
| Выполнение плана ввода в действие производственных мощностей, основных фондов и использования лимита государственных капитальных вложений по важнейшим стройкам министерств (по водоохранным объектам, выделенным в составе строек) | Месячная | № 2 кс |

Выполнение планов проверяют органы по регулированию использования и охраны вод Минводхоза СССР под руководством Госплана СССР, Госпланов союзных республик и местных плановых органов.

Задача контроля — обеспечить своевременную и правильную комплексную реализацию плановых заданий по охране и рациональному использованию водных ресурсов, выявление и предупреждение отставания их выполнения, создание предпосылок для качественной подготовки и осуществления плана на следующий год.

Одновременно проверка планов включает: изучение опыта предприятий и организаций-водопользователей, выявление резервов и возможностей ускорения и повышения эффективности водоохранной деятельности; анализ эффективности использования выделенных капитальных вложений; изучение эффективности вновь введенных мощностей водоохранных объектов и имеющихся резервов в улучшении охраны водных ресурсов.

Начальный этап контроля — проверка правильности доведения министерствами и ведомствами плановых заданий до исполнителей (предприятий и организаций). Проверку проводит Госплан СССР по поручению Совета Министров СССР; органы по регулированию использования и охраны вод участвуют в проверке по указанию Минводхоза СССР с охватом максимально возможного числа водопользователей.

При проверке устанавливают своевременность и комплексность доведения заданий по всем утверждаемым показателям, соответствие утвержденным планам и нормативам водопотребления и водоотведения, установленному лимиту забора воды из водохозяйственных систем, условиям специального водопользования, проверяют правильность доведенных заданий годового плана по кварталам, соответствие срока ввода водохозяйственных объектов утвержденному титульному списку или пусковому комплексу стройки. При проверке учитывают показатели плановых заданий, доведенных до водопользователей, а не их встречных планов.

Результаты проверки сообщают местным плановым органам и вышестоящей организации. Органы по регулированию использования и охраны вод союзных республик направляют отчеты о проверке в Минводхоз СССР и в отдел охраны природы Госплана СССР.

На последующих этапах контроля сопоставляют плановые задания на рассматриваемый период с показателями и их фактического выполнения. При этом используют методы статистического контроля, непосредственной проверки на предприятиях и комбинированный, сочетающий первые два. Основным инструментом проверки и анализа выполнения государственных планов служит государственная статистическая отчетность предприятий и организаций об использовании воды (табл. 7.3).

Под особым контролем находятся плановые задания предприятиям (перечень их устанавливает Госкомстат по согласованию с Госпланом СССР и Минводхозом СССР), которые осуществляют мероприятия по охране и рациональному использованию водных ресурсов в соответствии с постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР по предотвращению загрязнения водоемов бассейнов Черного, Азовского, Балтийского, Каспийского и арктических морей, важнейших озер и рек, а также городов и промышленных районов с напряженной экологической обстановкой.

# Глава 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

## 8.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Задача службы эксплуатации мелиоративных систем, водохранилищ, каналов, водопроводов и других водохозяйственных объектов (ВХО) — обеспечение рационального использования водных ресурсов и достижение высоких технико-экономических показателей работы ВХО.

Порядок ввода в эксплуатацию ВХО определен законодательствами и нормативными документами.

Действующие нормативные документы по приемке ВХО в эксплуатацию включены в «Перечень действующих общесоюзных нормативных документов по строительству и государственных стандартов, утвержденных Госстроем СССР» и в «Перечень действующих ведомственных нормативных документов по проектированию, строительству и эксплуатации мелиоративных объектов Минводхоза СССР».

ВХО считают введенным в эксплуатацию после утверждения акта государственной комиссии.

## 8.2. ПРИЕМКА ВХО В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

В эксплуатацию уникальные и особо важные ВХО, включенные в план экономического и социального развития СССР, принимают государственные комиссии, назначаемые Советом Министров СССР по представлению министерств и ведомств СССР и Советов Министров союзных республик.

Для приемки в эксплуатацию ВХО или их пусковых комплексов сметной стоимостью 3 млн. р. и более государственную комиссию назначает Совет Министров союзных республик, а для объектов сметной стоимостью менее 3 млн. р. в порядке, установленном Советами Министров союзных республик.

Председателя государственной комиссии утверждает орган, назначивший государственную комиссию. В состав Государственных комиссий включают представителя заказчика (застройщика), эксплуатационной организации, местных советских органов, генерального подрядчика, генерального проектировщика, органов государственного санитарного надзора, органов государственного пожарного надзора, органов по регулированию использования и охране вод, землепользователей, в порядке, установленном Госагропромом СССР, технической инспекцией труда соответствующего ЦК или Совета профсоюзов, профсоюзной организации заказчика или эксплуатационной организации и финансирующего банка.

Государственные комиссии имеют право привлекать к участию в своей работе представителей организаций, осуществляющих эксплуатацию отдельных сооружений и тех организаций, чьи интересы затрагиваются созданием ВХО, а также экспертов для консультаций и дачи заключений по отдельным вопросам.

При приемке ВХО в эксплуатацию государственная комиссия обязана:

проверить соответствие вводимой в действие мощности и фактической стоимости ВХО, а также утвержденным в проекте показателям;

проверить устранение недоделок, выявленных рабочими комиссиями, готовность объекта к приемке в эксплуатацию. Указанную проверку проводят

по программе, составленной заказчиком (застройщиком) и утвержденной государственной комиссией;

оценить качество строительно-монтажных работ и прогрессивность технологических и архитектурно-строительных решений по объекту в целом.

Приемка в эксплуатацию объектов, законченных строительством, государственными комиссиями оформляется актами, составленными по форме, приведенной в приложении 5 к СНиП-3—81.

Полномочие государственной комиссии прекращается с момента утверждения акта приемки ВХО в эксплуатацию.

Работа государственной комиссии по приемке в эксплуатацию законченных строительством ВХО или их пусковых комплексов, как правило, должна предшествовать работа рабочих комиссий, которые принимают отдельные виды работ или объектов.

Рабочие комиссии создают титулодержатели (министерства или ведомства) ВХО в пятидневный срок после получения письменного извещения генерального подрядчика о готовности объекта к приемке.

В состав рабочих комиссий должны входить представители заказчика (застройщика), являющегося председателем комиссии, генерального подрядчика, субподрядных организаций, генерального проектировщика, технической инспекции труда соответствующего ЦК или Совета профсоюза, профсоюзной организации заказчика или эксплуатационной организации, органов по регулированию использования и охране вод, органов государственного санитарного надзора, организации, на которую возложена эксплуатация ВХО или его отдельных сооружений, и представители других заинтересованных организаций по решению заказчика.

Порядок работы, обязанности и права рабочих комиссий определяются СНиП III-3—81.

Рабочие комиссии до предъявления к приемке ВХО или пусковых комплексов государственной комиссии обязаны:

проверить качество и дать оценку соответствия выполненных строительно-монтажных и других видов работ проектно-сметной документации, стандартам, строительным нормам и правилам производства работ с проведением контрольных замеров и нивелировки, а в необходимых случаях контрольных испытаний конструкций, вскрытия скрытых элементов;

проверить готовность объекта к бесперебойной эксплуатации и готовность эксплуатирующих организаций к выполнению работ, предусмотренных правилами эксплуатации, как отдельных сооружений, так и всего объекта в целом;

проверить обеспеченность эксплуатирующих организаций кадрами, проектной и эксплуатационной документацией, жильем, служебными и подсобными помещениями, предусмотренными проектом;

при приемке объектов, которые вводят в эксплуатацию в несколько очередей, проверить наличие оформленных в установленном порядке документов о разрешении на эксплуатацию ранее принятых пусковых комплексов.

По результатам произведенных проверок составляют акт в соответствии с формой приведенной в приложении 3 к СНиП III-3—81, акт о приемке законченного строительством ВХО и подготавливают сводное заключение о готовности в целом к приемке его в эксплуатацию государственной комиссией.

Составленные рабочей комиссией материалы и документы после окончания ее работы передают заказчику, который сводит их в отдельный том для предъявления государственной комиссии.

## 8.3. ДОКУМЕНТАЦИЯ И МАТЕРИАЛЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПЕРЕДАЧЕ ПРИЕМОЧНЫМ КОМИССИЯМ

Генеральный подрядчик представляет рабочим комиссиям ВХО следующие документы и материалы:

перечень организаций, участвовавших в производстве строительно-монтажных и других работ, с указанием видов выполненных ими работ и фа-

милий инженерно-технических работников, непосредственно ответственных за их выполнение;

комплект рабочих и разбивочных чертежей (включающий исполнительные продольные профили по всем каналам, трубопроводам, защитным дамбам, дорогам и другим линейным сооружениям и устройствам) на строительство предъявленного к приемке ВХО, разработанных проектными или строительными организациями, с записями о соответствии выполненных в натуре работ этим чертежам или с показанием в них согласованных с проектной организацией изменений, сделанных лицами, ответственными за производство строительно-монтажных и других работ. Указанный комплект рабочих чертежей, согласованный с проектной организацией, является исполнительной документацией:

сертификаты, технические паспорта и другие документы, удостоверяющие качество и соответствие ГОСТам материалов, конструкций и деталей, примененных при производстве строительно-монтажных и других работ, особенно скрытых;

акты на скрытые работы и акты промежуточной приемки отдельных ответственных конструкций или их элементов;

акты испытаний и приемки закрытых осушительных и оросительных систем, оросительных и других трубопроводов, водопроводных и канализационных линий и других коммуникаций и сооружений на них;

акты индивидуального испытания смонтированного оборудования, насосных станций (приложение к СНиП III-3—81), электроустановок и электросетей, устройств автоматизации, устройств, обеспечивающих взрыво- и пожаробезопасность, молниезащиту и др.;

журналы откачек воды, забивки свай, лабораторных анализов бетона и грунтов, уложенных в насыпи, журналы укатки защитных дамб и других земляных насыпей;

журналы производства работ, авторского надзора; данные результатов обследований и проверок, проводившихся в процессе строительства органами государственного надзора, партийного и общественного контроля.

Рабочая комиссия на основании рассмотрения представленных документов и ознакомления с работой ВХО в целом в соответствии со СНиП III-3—81 после комплексного опробования составляет акты (приложения 2 и 3 к СНиП III-3—81) о приемке установленного оборудования и о готовности законченного строительством или пускового комплекса ВХО для предъявления государственной комиссии по форме соответственно приложениям 2 и 3 к СНиП III-3—81.

Для работы государственной комиссии заказчик представляет, помимо материалов, подготовленных рабочими комиссиями:

справку об устранении недоделок, выявленных рабочими комиссиями;

паспорт объекта;

утвержденную проектно-сметную документацию, а также справку об основных технико-экономических показателях принимаемого в эксплуатацию объекта;

перечень изыскательских, проектных и научно-исследовательских организаций, участвовавших в проектировании и строительстве принимаемого в эксплуатацию объекта;

документы об отводе земельных участков, на специальное водопользование;

документы на геодезическую разбивочную основу для строительства, геологию и гидрогеологию строительной площадки, о результатах испытаний грунта и анализа грунтовых вод;

паспорта на оборудование и механизмы;

справку об обеспечении принимаемого объекта эксплуатационными кадрами, санитарно-бытовыми помещениями, материально-техническими ресурсами (в том числе водой), электроэнергией и др.;

справку о фактической стоимости строительства, подписанную заказчиком и подрядчиком;

сводные материалы рабочей комиссии о готовности объекта в целом к

приемке в эксплуатацию государственной комиссией и другие документы, предусмотренные п. 4.17 СНиП III-3—81.

Государственная комиссия на основании рассмотрения представленных документов и ознакомления с работой всего ВХО представляет в назначивший ее орган:

акт приемки ВХО в эксплуатацию, составленный по форме, приведенной в приложении 5 к СНиП III-3—81;

краткую докладную записку к акту о приемке, содержащую выводы комиссии по вопросам подготовленности объекта к нормальной эксплуатации;

предложения о дальнейшем использовании опыта проектирования и строительства вводимого в эксплуатацию ВХО, а также о мерах по достижению проектной мощности вводимого объекта (его очереди, пускового комплекса) в сроки, установленные нормами продолжительности строительства и освоения проектных мощностей;

предложения (в необходимых случаях) об улучшении предусмотренных в проекте показателей и других технико-экономических данных, о путях дальнейшего повышения эффективности использования ВХО и об улучшении других проектных и строительных решений;

проект решения органа, назначившего государственную комиссию, об утверждении акта приемки ВХО в эксплуатацию.

В случае разногласий между членами рабочей или государственной комиссий отчетные документы составляют в редакции, принятой большинством членов комиссии. Члены комиссии, не согласные с решением большинства, в письменном виде излагают свое мнение, которое прилагается к этим документам.

Если по мнению государственной комиссии ВХО не может быть принят в эксплуатацию, то она представляет мотивированное заключение об этом в назначивший ее орган и в копии заказчику и генеральному подрядчику. В необходимых случаях государственная комиссия составляет докладную записку в вышестоящие организации заказчика и подрядчика, осуществляющих проектирование и строительство ВХО.

Службе эксплуатации, помимо акта приемки ВХО, должны быть переданы:

комплект исполнительной документации;

генеральный план ВХО;

документы об отводе земельных участков под объект;

акты на испытания оборудования и на скрытые работы;

технический паспорт ВХО, включающий технические паспорта на оборудование и на входящие в состав объекта сооружения;

правила (инструкции) эксплуатации ВХО, должностные инструкции;

ведомости контрольно-измерительной аппаратуры на сооружениях и в зоне объекта (репера, марки, пьезометры, расходомеры на дренажах, водосливы, закладная аппаратура — динамометры, тендизометры и др.) с указанием пикетов, даты установки, исполнительных отметок;

ведомость гидрометеорологических створов и постов;

графики уровней грунтовых вод, осадки сооружений, а также фильтрационные расходы через сооружения и в обход их, проектные и фактические положения кривой депрессии.

Для ВХО, вводимых в эксплуатацию поэтапно или при передаче объекта из одной эксплуатирующей организации в другую, кроме документов, перечисленных выше, передают отчеты о работе сооружений, журналы наблюдений и измерений, формуляры на приборы, оборудование с указанием проведенных проверок и испытаний, ведомости на проведенные ремонтно-восстановительные работы. При сдаче ВХО в эксплуатацию проектные материалы, касающиеся их, должны быть переданы всем заинтересованным земле- и водопользователям. Состав таких материалов и данных устанавливают рабочие комиссии в зависимости от характера хозяйственного использования сдаваемого в эксплуатацию ВХО.

## 8.4. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА СЛУЖБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВХО

Структуру и штаты управления эксплуатации устанавливают в соответствии с «Временными типовыми штатными нормативами руководящих инженерно-технических работников и служащих водохозяйственных эксплуатационных организаций системы Минводхоза СССР» или в зависимости от подчиненности ВХО аналогичными документами других министерств и ведомств.

Службу эксплуатации для выполнения своих функций обеспечивают необходимыми материально-техническими средствами, производственными и жилыми помещениями, системой связи, плавсредствами, автомобильным транспортом, комплектами инструментов, приборов, реактивов и другим оборудованием.

Служба эксплуатации должна руководствоваться «Правилами (инструкцией) эксплуатации ВХО», «Положением о государственном надзоре за использованием и охраной вод», Уставом эксплуатационной службы органов мелиорации и водного хозяйства СССР.

Для оповещения всех земле- и водопользователей об изменении режима работы, аварийной ситуации, пропуске половодий и паводков, ледохода и т. п. на ВХО проектом предусматривают систему оповещения.

Основным документом, определяющим режим и условия эксплуатации ВХО, являются разрабатываемые проектными организациями «Правила (инструкции) эксплуатации ВХО». Для сдаваемых объектов такие Правила разрабатывают при составлении рабочей документации, а при одностадийном проектировании — рабочего проекта.

Для функционирующих объектов Правила разрабатывают или уточняют по заказу министерства, на балансе которого находится ВХО.

Примерный состав Правил приведен в приложении 1.

## 8.5. СЛУЖБА ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

В целях решения главной задачи эксплуатации мелиоративных систем — создания необходимых условий для получения высоких и устойчивых (не ниже проектных) урожаев сельскохозяйственных культур эксплуатационный персонал осуществляет:

поддержание на мелиорированных землях оптимального водного режима;

организационные и технические мероприятия по охране, надзору, ремонту и содержанию в работоспособном состоянии всех элементов мелиоративных систем и сооружений, выполнение необходимых мероприятий по предотвращению засоления и заболачивания мелиоративных площадей;

организацию рационального водопользования на мелиоративных системах и сооружениях, своевременную и бесперебойную подачу воды колхозам, совхозам и другим предприятиям в соответствии с утвержденными планами, контроль за эффективным использованием мелиоративных земель и оросительной воды в хозяйствах, обеспечивая рост производства сельскохозяйственной продукции на единицу полученных водных ресурсов;

техническое совершенствование мелиоративных систем и сооружений, повышение технического уровня их эксплуатации, внедрение достижений науки, техники и передового опыта;

мероприятия, направленные на повышение КПД систем;

меры по снижению эксплуатационных затрат и повышению производительности труда работников, занятых на работах по эксплуатации, внедрению хозрасчета с платой за воду, коллективного, бригадного и семейного подряда в эксплуатационных организациях;

меры по оказанию колхозам, совхозам и другим предприятиям и организациям-водопользователям помощи в эксплуатации внутрихозяйственной мелиоративной сети и гидротехнических сооружений, а также в организации проведения работ по предотвращению засоления и заболачивания мелиори-

рованных земель, по внедрению в производство более совершенной техники полива сельскохозяйственных культур.

Возглавляют службу эксплуатации мелиоративных систем управления оросительных и осушительных систем и водохозяйственных сооружений межхозяйственного значения, которые в зависимости от обслуживаемой ими площади земель, числа гидротехнических сооружений, протяженности каналов и их пропускной способности и от наличия других сооружений с учетом территориального размещения объектов могут иметь эксплуатационные участки, число которых устанавливают в соответствии с нормами.

С 1985 г. внедряется «Типовой договор на высокоэффективное использование мелиорированных земель в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях», расширяются площади возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых и осушаемых землях по интенсивной технологии. Выполнение мероприятий, необходимых для получения высоких урожаев и валовых сборов продукции, устанавливается технологическими картами (программами) с конкретными видами и объемами работ для каждой из договаривающихся сторон. При невыполнении тех или иных показателей, предусмотренных технологической картой, явившихся причиной снижения предусмотренной в договоре урожайности, виновные возмещают стоимость недополученной продукции, исчисляемой по государственным закупочным ценам.

Эксплуатация оросительной, осушительной и коллекторно-дренажной сетей и гидротехнических сооружений внутрихозяйственного значения осуществляется колхозами, совхозами и другими предприятиями и организациями-водопотребителями при технической помощи эксплуатационных организаций. При согласии хозяйств внутрихозяйственная мелиоративная сеть и сооружения могут быть переданы на баланс эксплуатационных организаций системы Минводхоза СССР.

Уставом эксплуатационной службы органов мелиорации и водного хозяйства эксплуатационным организациям предоставлено право:

ограничивать подачу водопользователям воды при уменьшении водности источника орошения (с соблюдением при этом принципа уравненной водообеспеченности), вводить водообороты на оросительных системах в периоды маловодья на отдельных источниках орошения, в случае бесхозяйственного использования воды или самовольного водозабора отдельными водопользователями ограничивать подачу воды этим водопользователям;

корректировать годовые планы подачи водопользователям воды, исходя из изменившегося водного режима водоисточника, погодных условий и иных причин, вызывающих необходимость изменения сроков подачи воды, предусмотренных планами.

Изменения в планы водопользования (планы регулирования водного режима) могут вноситься только по согласованию с органами, утвердившими эти планы.

## 8.6. СЛУЖБА ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОХРАНИЛИЩ

Организация работ по эксплуатации водохранилищ регламентируется постановлением Совета Министров СССР «О порядке организации и координации мероприятий, обеспечивающих надлежащее техническое состояние и благоустройство водохранилищ, и о выполнении этих мероприятий».

Служба эксплуатации водохранилищ совместного пользования (используется несколькими отраслями хозяйства) создана в системе Минводхоза СССР. Эксплуатация водохранилищ обособленного пользования (используется одной отраслью) осуществляется министерством или ведомством, в пользовании которых они находятся.

В своей деятельности служба эксплуатации водохранилищ совместного пользования руководствуется «Типовым положением об управлении эксплуатации водохранилищ совместного пользования системы Минводхоза СССР» и правилами эксплуатации водохранилищ, составляемых министерствами и

ведомствами СССР и Советами Министров союзных республик, предприятия, организации и учреждения которых эксплуатируют водоподпорные сооружения. Примерный состав правил эксплуатации приведен в приложении 2.

Территориально сфера деятельности службы эксплуатации водохранилищ ограничивается акваторией и границей прибрежной водоохранной зоны (ВЗ), устанавливаемой для вновь создаваемых водохранилищ проектом, а для эксплуатируемых — схемой улучшения технического состояния и благоустройства водохранилищ и его прибрежной полосы, которую составляет по заказу службы эксплуатации водохранилищ проектная организация. При отсутствии указаний схемы границу определяют местные органы министерств и ведомств, в пользовании которых находится водохранилище. Границы ВЗ каждого водохранилища утверждаются Советами Министров союзных республик или по их поручению Советами Министров автономных республик, или исполкомами краевых (областных) Советов народных депутатов.

Служба эксплуатации водохранилищ должна:

обеспечивать собственными силами и с привлечением соответствующих организаций надлежащее техническое и санитарное состояние, благоустройство и повышение эффективности использования водохранилищ, выполнять функции заказчика и координатора этих работ;

контролировать соблюдение всеми водопользователями правил использования водных и других природных ресурсов в пределах акватории и водоохранной зоны;

участвовать в работе комиссии по определению убытков, причиненных в результате хозяйственной деятельности в пределах ВЗ и на акватории, а также в результате нарушения правил использования и охраны вод;

привлекать при необходимости к ответственности должностных лиц и отдельных граждан за совершение ими нарушения водного законодательства (см. 2.6).

Управления эксплуатации водохранилищ привлекают также к ответственности водопользователей при отсутствии: разрешения на специальное водопользование или на производство работ на акватории и ВЗ; записей в журналах водопользователей о фактическом водозаборе и сбросе вод; данных контрольных анализов состава сбрасываемых сточных вод и состава воды водохранилища, которые указывают на его загрязнение.

В обязанности службы эксплуатации входит:

составление годовых и перспективных планов работ, обеспечивающих надлежащее техническое и санитарное состояние водохранилищ;

управление режимом водохранилищ в строгом соответствии с правилами эксплуатации водохранилищ, подпорные сооружения которых находятся на балансе службы эксплуатации. Контроль за соблюдением правил эксплуатации на водохранилищах, где подпорные сооружения находятся на балансе этих министерств;

корректирование планов подачи воды, исходя из водности года и других причин (изменения вносят только после согласования с органами, утвердившими эти планы);

обеспечение нормальной работы гидротехнических сооружений регулярными визуальными и инструментальными наблюдениями, планирования и выполнения профилактических, ремонтно-восстановительных и других работ силами службы эксплуатации или же на подрядных началах другими организациями;

организация и координация наблюдений за переработкой берегов, заилением, зарастанием, качеством воды, температурным и ледовым режимами, поступлением древесины, всплыванием торфа и др.; своевременное проведение мероприятий по ликвидации негативного влияния этих процессов на хозяйственное использование водохранилищ;

рассмотрение и согласование проектов строительства объектов, влияющих на состояние водных ресурсов водохранилищ и их береговой зоны;

контроль за соблюдением водопользователями установленных условий спецводопользования.

## 8.7. СЛУЖБА ЭКСПЛУАТАЦИИ КАНАЛОВ

Каналы по назначению подразделяют на энергетические, судоходные, мелиоративные, рыбоходные, лесосплавные и комплексные, а по способу подачи воды — на самотечные и с машинным водоподъемом.

Вне зависимости от назначения и способа подачи в каналы воды в задачи службы эксплуатации входят:

составление годовых и перспективных планов работ, обеспечивающих техническое и санитарное состояние каналов;

обеспечение требуемого заинтересованными водопользователями бесперебойного и надежного режима работы каналов;

поддержание русла и сооружений на них в технически исправном состоянии путем проведения планово-предупредительных ремонтов;

проведение текущих и капитальных ремонтов, а также своевременное выявление и устранение аварийных дефектов;

управление работой каналов и сооружений на них, разработка и осуществление экономических режимов их эксплуатации;

планомерная борьба с потерями и нерациональным использованием воды, учет ее подачи и потребления;

проведение гидравлических, фильтрационных, гидрологических, гидрогеологических и метеорологических исследований на каналах и прилегающей территории, а также наблюдения за деформацией одежды русл и сооружений каналов;

оценка соответствия конструкций русла канала и сооружений целевому назначению и установление при необходимости путей реконструкции;

участие в приемке в эксплуатацию законченных строительством объектов или их пусковых комплексов;

ведение технической документации и отчетности.

Эксплуатационные мероприятия на каналах делят на две группы: I — наблюдение за состоянием каналов и сооружений на них и II — осуществление мероприятий, обеспечивающих нормальную работу каналов.

В первую группу работ входят:

организация систематического надзора за уровенным режимом, состоянием русл каналов и сооружений на них;

наблюдение за деформацией русл и их облицовок (оползневые процессы, просадки, вспучивание, размыв, заиление, занесение, состояние креплений откосов);

наблюдение за фильтрацией воды из каналов (положение кривых депрессий, состояние низовых откосов, работа дренажных устройств, деформация откосов в местах выклинивания грунтовых вод, определение потерь воды на фильтрацию и др.);

наблюдение за работой каналов в зимних условиях (состояние откосов, облицовки, креплений, образование донного льда, шуги);

наблюдения за состоянием сооружений (шлюзов, труб, дюкеров, аварийных водосбросов, береговой обстановки и др.);

наблюдения за соблюдением установленных режимов хозяйствования на территории зон санитарной охраны и в полосе отчуждения.

Периодичность наблюдений зависит от класса капитальности сооружений и регламентируется специальными инструкциями.

Во вторую группу работ входят текущие, периодические, специальные осмотры каналов.

Текущие осмотры проводят не менее одного раза в месяц, а при пропуске максимальных расходов и шуги чаще. При этом намечают меры, необходимые для восстановления нормальной работы каналов. Периодические осмотры проводят специалисты или комиссии не менее 3...4 раз в год. Результаты осмотров сообщаются вышестоящей организации.

Специальные осмотры проводят в случае плохой работы канала и необходимости наметить мероприятия по улучшению его состояния, а также в аварийных случаях.

## 8.8. СЛУЖБА ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОПРОВОДОВ

По основному назначению использования воды системы водоснабжения разделяют на хозяйственно-питьевые, производственные (технические) и противопожарные.

Для осуществления эксплуатации водопроводов создают специализированные эксплуатационные водопроводные организации в системе министерства или ведомства, в ведении которого находится водопровод.

Задачи службы эксплуатации:

обеспечение бесперебойной подачи воды потребителям в требуемом количестве и надлежащего качества;

поддержание сети, сооружений, устройств и оборудования водопроводов в технически исправном состоянии;

проведение текущих и капитальных ремонтов;

управление работой сооружений, разработка и осуществление экономичных режимов их эксплуатации;

планомерная борьба с потерями и нерациональным использованием воды, учет ее подачи и потребления;

ведение технической документации и отчетности;

наблюдение за напорами и пропускной способностью водопроводов;

обеспечение санитарно-гигиенических и противопожарных мероприятий.

Работы по эксплуатации водопроводов состоят из двух групп: I — наблюдения за состоянием сети и сооружений водопроводов и II — проведения мероприятий, обеспечивающих нормальную работу водопроводов.

В первую группу работ входят:

регулярный объезд магистралей, ответвлений, сетей и водозаборных точек с проверкой и осмотром состояния колодцев, задвижек, вантузов, водовыпусков, указательных столбиков, обвалований колодцев и люков с крышками; обследование дюкеров и переходов с одновременным проведением мелкого профилактического ремонта;

контроль качества подаваемой воды;

наблюдение за режимом работы и состоянием пропускной способности магистральных водопроводов путем замера давления на площадках насосных станций, трубах и водоразборных точках;

контроль работы водоразборных точек.

Во вторую группу работ входят:

проведение мероприятий по подготовке водопроводов, сетей и сооружений к работе в зимних условиях (утепление камер переключения и колодцев, сетевой арматуры, вантузов, задвижек, отключение сезонных водопотребителей и т. д.);

содержание в технически исправном состоянии и обеспечение бесперебойной работы средств электрохимической защиты водопроводов;

поддержание сооружений в надлежащем санитарном состоянии;

промывка и дезинфекция участков водопроводов, водонапорных башен и резервов;

уничтожение сорняков на земляных валиках водопроводных линий;

текущий и капитальный ремонты, которые планируют на основании описей работ, составляемых при периодических осмотрах водопроводов и выполняют в соответствии с планом, разрабатываемым управлением водопровода;

ликвидация аварий — повреждения водопроводов, сооружений, оборудования или нарушение их работы, вызывающие полное или частичное прекращение подачи воды потребителям.

Аварии устраняют в экстренном порядке специально созданными для этой цели аварийными бригадами.

Капитальный ремонт включает: ремонт, замену и восстановление отдельных участков сетей, сооружений и оборудования водопроводов.

Капитальный ремонт включает в себя следующие работы:

сооружение новых либо полная или частичная замена отдельных сооружений и оборудования;

перекладка отдельных участков линий с полной или частичной заменой труб; ликвидация повреждений дюкеров и переходов под путями и другие крупные трудоемкие работы;

очистка и защита водопроводов от обрастаний внутренней поверхности труб;

защита водопроводов от электрохимической коррозии.

Для проведения ремонтных работ создают ремонтно-эксплуатационные бригады. Структура службы эксплуатации зависит от назначения, суточной производительности, протяженности магистральных водопроводов и сетей, числа и сложности водопроводных сооружений, а также местных условий.

Для проведения эксплуатационных работ по надзору за состоянием и по содержанию водопроводов и сооружений организуют эксплуатационные (профилактические) бригады, число и численный состав которых определяются местными условиями.

Объезд водопроводов эксплуатационный персонал осуществляет по графику.

## Приложения

*Приложение 1*

### Примерный состав правил эксплуатации водохозяйственного объекта

**Введение.** Название водохозяйственного объекта (ВХО), основание для разработки правил, кем они разработаны, а также место хранения и срок действия.

**Паспортные данные.** Месторасположение ВХО, его назначение, состав и характеристика сооружений, технико-экономические показатели. Принадлежность (соподчиненность) ВХО. Для мелиоративных объектов площадь, перечень землепользователей и др.

**Режим работы.** Разрабатывают для различных хозяйственных и природных условий с максимально возможным учетом требований всех водопотребителей и водопользователей. Перевод ВХО на специальный режим работы в случае возникновения чрезвычайных ситуаций, угрожающих безопасности, сохранности основных сооружений (пропуск катастрофических расходов, ливневых паводков, сложная ледовая обстановка, пожары и т. д.).

**Природоохранные требования.** Рекомендованные мероприятия, позволяющие улучшить природную среду, снизить или предупредить отрицательные последствия взаимодействия ВХО с природной средой. Для объектов, имеющих хозяйственно-питьевое назначение, устанавливают зоны санитарной охраны, для других устанавливают водоохранные зоны, а также дают рекомендации по ограничению хозяйственной деятельности в этих зонах, проводят мероприятия по защите земель и других природных ресурсов от вредного воздействия ВХО.

**Эксплуатация сооружений, оборудования и аппаратуры.** Инструкции по эксплуатации сооружений, оборудования и аппаратуры, входящих в состав ВХО.

**Наблюдения.** Состав и порядок наблюдений, позволяющих обеспечить бесперебойную работу ВХО с высокими технико-экономическими показателями и с учетом природоохранных требований.

**Учет использования.** Формы документов, по которым ведут учет использования ВХО и правила их заполнения. Перечень документов отчетности перед вышестоящими организациями.

К правилам прилагают карты-схемы ВХО, паспорта агрегатов, схемы размещения водозаборов и сбросов вод, диспетчерские графики работы и т. д.

По мере изменения условий и накопления опыта эксплуатации ВХО правила дополняют и уточняют.

Правила согласовываются с заинтересованными министерствами и ведомствами и утверждаются минводхозом республики или по подчиненности ВХО другим министерством (ведомством).

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ИЗЛАГАЕМЫХ В ПРАВИЛАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОХРАНИЛИЩ

**Введение.** Основное назначение правил, кем и когда составлены, согласованы, утверждены, место хранения, срок действия и т. д.

**Паспортные данные.** Краткая пояснительная записка.

Основные параметры водохранилища, ГЭС, ГАЭС, АЭС, ВХО (морфологические, гидрологические, термические).

Состав и краткая характеристика гидротехнических сооружений (конструкции, расчетные расходы, кривые пропускной способности и т. д.), водопроводного гидроузла (плотины, водозаборы, водосбросы и водовыпуски гидроузла, судопропускные и другие сооружения), а также находящихся на акватории и берегах водохранилища (водозаборы, водовыпуски, насосные станции, дамбы, берегозащитные, воднотранспортные и др. сооружения) с указанием, на чьем балансе находится объект и эксплуатирующая организация.

Основные гидрологические характеристики водотока (характер питания, водосборная площадь, характерные расходы, сведения о наличии регулирующих водохранилищ выше по течению и величине безвозвратных отборов воды).

Основные экономические показатели (сметная стоимость гидроузла и водохранилища, удельные капиталовложения и т. п.).

Характеристика берегов и мелководной зоны водохранилища.

**Режим работы водохранилищ.** Состав водопользователей, их основные требования к режиму работы водохранилища. Объем водопотребления и их обеспеченность.

Водохозяйственный баланс (по проекту и данным эксплуатации для маловодного и среднего по водности года).

Диспетчерский график регулирования стока при различных гидрометеорологических ситуациях:

порядок пропуска высоких вод (условия пропуска паводка через сооружения гидроузла);

порядок использования водных ресурсов водохранилища в маловодные периоды. Ограничения, налагаемые на объемы водоподачи, и колебания уровней верхнего и нижнего бьефов в интересах комплексного использования водохранилища;

предельно допустимая интенсивность сработки и наполнения водохранилища;

графики наполнения и сработки водохранилища и порядок их согласования с органами по регулированию использования и охране вод, исполнительными комитетами Советов народных депутатов и другими заинтересованными органами;

рекомендации по использованию относительных избытков притока;

гарантированные расходы и уровни воды в нижнем бьефе гидроузла и в водохранилище;

объемы и режим специальных попусков в нижний бьеф (рыбохозяйственных, санитарных, обводнительных и других).

Работа сооружений в чрезвычайных условиях (ливневый паводок, штормовой ветер, пропуск катастрофических расходов, сложная ледовая обстановка). Работа водохранилищ в зимних условиях.

**Природоохранные требования** (ограничения и эксплуатационные мероприятия по поддержанию надлежащего санитарного и технического состояния водохранилища). Водоохранная зона (когда, кем, в каких границах установлена).

Ограничения и эксплуатационные мероприятия по акватории, водоохранной (прибрежной) зоне и нижнему бьефу в связи с использованием водохранилища в интересах водоснабжения населения, рыбного и охотничьего

хозяйства, рекреации, водного транспорта, лесосплава и других видов использования.

Эксплуатационные мероприятия по предупреждению поступления загрязняющих веществ в водохранилище.

Эксплуатационные мероприятия по предупреждению заиления (в том числе очистка от наносов), зарастания, методы борьбы с «цветением» воды.

Эксплуатационные мероприятия по борьбе с подтоплением прибрежных территорий.

Эксплуатационные мероприятия по поддержанию берегов и акватории мелководий водохранилища в состоянии, отвечающем требованиям их хозяйственного использования и охраны окружающей среды.

**Эксплуатация сооружений.** Перечень (с указанием места хранения) инструкций и правил по эксплуатации сооружений подпорного гидроузла, защитных и других сооружений, расположенных на берегах акватории водохранилища.

Перечень объектов, нарушение правил эксплуатации которых оказывает влияние на состояние и использование водохранилища.

**Гидрометеорологическое обслуживание и учет использования водохранилищ.** Перечень и порядок наблюдений за гидрометеорологическим режимом водохранилища (изменение стока, температура воды, испарение, фильтрация, химический и биологический состав воды и т. п.).

Виды и заблаговременность гидрологических прогнозов приточности воды в водохранилище, порядок и мероприятия по их использованию.

Порядок оповещения о водном режиме, качестве воды, ледовой обстановке и т. д. в водохранилище.

Составление специализированных видов прогноза качества воды в водохранилищах под влиянием хозяйственной деятельности.

**Организация службы эксплуатации водохранилищ.** Организация, структура, численность.

Основные задачи, права, обязанности и ответственность органов технической эксплуатации водохранилищ.

**Приложение.** Топографическая схема водохранилища с указанием гидротехнических сооружений (водосбросы, водозаборы, насосные станции, инженерная защита и т. п.).

Схема размещения пунктов наблюдений для получения гидрометеорологических характеристик и учета использования вод водохранилищ.

Графическое приложение к разделам «Паспортные данные и использование водных ресурсов» (диспетчерские, графики, кривые свободной поверхности, расходные характеристики водосбросов, агрегатов и т. п.).

Схематические карты прибрежной зоны с указанием ее характерных участков (интенсивной переработки берегов, подтопления рекреационного освоения мелководий и т. п.).

# Глава 9. ОХРАНА ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

## 9.1. НОРМЫ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

Возможность использования природных вод зависит от требований, предъявляемых каждым видом водопользования к качеству воды.

Единых общегосударственных норм качества используемой воды и воды в источнике водоснабжения в СССР нет, но для каждого конкретного вида использования возможно определить ее пригодность или непригодность.

В нашей стране качество поверхностных вод нормировано для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Для первых двух категорий определяющими являются санитарно-гигиенические нормы (табл. 9.1).

Хозяйственно-питьевое водопользование включает все виды забора и подачи воды для нужд населения (централизованное и нецентрализованное хозяйственно-питьевое водоснабжение), а также водоснабжение предприятий пищевой промышленности.

Культурно-бытовое водопользование включает все виды использования воды населением непосредственно в водном объекте для купания и других видов отдыха и спортивных занятий. К этому же виду водопользования относят также любое иное использование водных объектов для нужд населения в черте населенных мест.

**Санитарно-гигиеническое нормирование.** Согласно действующим Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами состав и свойства воды в водоемах и водотоках, используемых для питьевого водоснабжения и культурно-бытовых целей, должны соответствовать санитарно-гигиеническим нормам в створе, расположенном на водотоке в одном километре выше по течению от пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, место купания, организованного отдыха, территория населенного пункта и т. п.), а на водоемах — в одном километре в обе стороны от пункта водопользования.

Кроме нормативов, должны соблюдать предельную допустимую концентрацию (ПДК) вредных веществ, установленные для 959 ингредиентов, объединенных в группы по следующим лимитирующим признакам вредности (ЛПВ): санитарно-токсикологическому, общесанитарному, органолептическому (табл. 9.2). Перечень вредных веществ непрерывно расширяется, а нормируемые значения ПДК уточняются.

**Рыбохозяйственное нормирование.** Нормативы качества водных объектов, обеспечивающие нормальные условия их рыбохозяйственного использования, установлены применительно к двум категориям: первая — использование водных объектов для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к кислороду; вторая — использование водных объектов для других рыбохозяйственных целей (табл. 9.3).

Состав и свойства воды рыбохозяйственных водных объектов должны соответствовать нормам в створах, определяемых органами рыбоохраны. Ближайшие к месту выпуска сточных вод контрольные створы размещают не далее 500 м от выпуска.

ПДК вредных веществ для рыбохозяйственных водоемов и водотоков установлены для 521 ингредиента, объединенных в группы по следующим ЛПВ: токсикологическому, санитарно-токсикологическому, органолептическому, рыбохозяйственному, общесанитарному (табл. 9.4...9.7).

**9.1. Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых целей**

| Показатели | I категория | II категория |
|---|---|---|
| | хозяйственно-питьевое | культурно-бытовое |
| Взвешенные вещества | По сравнению с природными условиями содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться при сбросе сточных вод больше чем на | |
| | 0,25 мг/л | 0,75 мг/л |
| | Для водоемов и водотоков, содержащих в межень более 30 мг/л природных взвешенных веществ, допускается увеличение до 5% | |
| | Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для водотоков и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются | |
| Плавающие примеси | На поверхности воды не должно быть пленок нефтепродуктов и скоплений других примесей | |
| Запахи и привкусы | Интенсивность более 2 баллов не допускается | |
| | Обнаруживается непосредственно или при последующем хлорировании | Обнаруживается непосредственно |
| | Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу рыб | |
| Окраска | Не должно обнаруживаться в столбике воды | |
| | 20 см | 10 см |
| Температура | Летняя температура в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды в самый жаркий месяц за последние 10 лет | |
| Водородный показатель (pH) | Не должен выходить за пределы 6,5...8,5 | |
| Минерализация воды | Не должна превышать по сухому остатку 1000 мг/л, в том числе хлоридов 350 мг/л и сульфатов 500 мг/л | Нормируется по приведенному выше показателю *привкусы* |
| Растворенный кислород | Не менее 4 мг/л в любой период года в пробе, отобранной до 12 ч дня | |
| Биохимическое потребление кислорода ($БПК_{полн}$) | При 20 °С не должно превышать | |
| | 3 мг/л | 6 мг/л |
| Возбудители заболеваний | Не допускаются | |
| Ядовитые вещества | Не должны содержаться в концентрациях, оказывающих прямо или косвенно вредное влияние на здоровье людей | |

**Допускаемое содержание в воде веществ с одинаковым ЛПВ.** В контрольном створе водного объекта всегда присутствуют вещества, относящиеся к одному и тому же ЛПВ.

Допускаемые концентрации таких веществ определяют исходя из условия, что сумма отношений этих концентраций ($C_1$, $C_2$, ..., $C_n$) к соответствующим ПДК не должна превышать единицы:

$$C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + \ldots + C_n/ПДК_n \leqslant 1. \qquad (9.1)$$

## 9.2. ПДК вредных веществ в водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| Адипат натрия | Санитарно-токсиколо-гический (С.-т.) | 1,0 |
| Акриламид | С.-т. | 0,01 |
| Алкамон ОС-2 | Органолеп-тический (Орг.) | 0,5 |
| Алкиламинопропионитрил $C_{17}...C_{20}$ | Орг. | 0,05 |
| Алкиламидометансульфонат натрия | » | 0,5 |
| Алкилбензилдиметиламмоний хлорид $C_{10}...C_{16}$ | » | 0,3 |
| Алкилбензилдиметиламмоний хлорид $C_{17}...C_{20}$ | » | 0,5 |
| Алкилбензолсульфонат аммоний | С.-т. | 1 |
| Алкилбензолсульфонат кальция (таламс) | Орг. | 0,2 |
| Алкилбензолсульфонат триэтаноламина | » | 1 |
| Алкилбензолсульфонаты (хлорный сульфонол) | » | 0,5 |
| Алкилдиметиламин | С.-т. | 0,2 |
| Алкилдиметилбензиламмоний хлорид (катамин АБ) | » | 0,1 |
| Алкилполиоксиэтиленгликолевого эфира сульфо-янтарной кислоты динатриевая соль (сукцинол ДТ-2) | Орг. | 0,1 |
| Алкилпропилендиамин | Орг. | 0,16 |
| Алкилсульфаты | » | 0,5 |
| Алкилсульфонаты | » | 0,5 |
| Алкилтриметиламмоний хлорид | С.-т. | 0,2 |
| Алкилфенол сланцевые | Орг. | 0,1 |
| Аллилизотиуроний хлорид | » | 0,004 |
| Аллилмеркаптан | » | 0,0002 |
| Аллилхлористый | » | 0,3 |
| Аллилцианистый | С.-т. | 0,1 |
| Алюминий | » | 0,5 |
| Алюминия оксихлорид | Орг. | 1,5 |
| Альфапол | » | 0,1[8] |
| 5,6-Амино-/2-*n*-аминофенил/бензимидазол | С.-т. | 1 |
| 4-Аминооксиэтил-этиланилинсульфат | Орг. | 0,2 |
| 4-Амино-3,5,6-трихлорпиколинат калия (хлорамп) | С.-т. | 10 |
| 4-Амино-3,5,6-трихлорпиколинат натрия | | 10 |
| *o*-Аминофенол | Орг. | 0,01 |
| *n*-Аминофенол | » | 0,05 |
| *N*—β-Аминоэтилпиперазин | С.-т. | 0,6 |
| Амины $C_7...C_9$ | Орг. | 0,1 |
| Амины $C_{10}...C_{15}$ | » | 0,04 |
| Амины $C_{16}...C_{20}$ | » | 0,03 |
| Аммиак (по азоту) | С.-т. | 2 |
| Ампициллин | » | 0,02 |
| *o*-Анизидин | » | 0,02 |
| *n*-Анизидин | » | 0,02 |
| Анизол | » | 0,05 |
| Анилид салициловой кислоты | Орг. | 2,5 |
| Анилин | С.-т. | 0,1 |
| α-Антрахинонсульфат натрия | Общесани-тарный (Общ.) | 10 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| β-Антрахинонсульфат натрия | » | 10 |
| АПН | Орг. | 0,05 |
| Ацетальдегид | » | 0,2 |
| 2-Ацетиламинофенол | Орг. | 2,5 |
| 4-*N*-Ацетиламинофенол | » | 1,25 |
| Ацетоксим | С.-т. | 8 |
| Ацетон | Общ. | 2,2 |
| Ацетонитрил | Орг. | 0,7 |
| Ацетонциангидрин | С.-т. | 0,001 |
| Ацетофенон | » | 0,1 |
| Барий | » | 0,1 |
| Белково-витаминный концентрат (БВК) | » | 0,02 |
| Бенз(а)пирен | » | 0,000005 |
| Бензилпенициллин | » | 0,02 |
| Бензил хлористый | » | 0,001 |
| Бензил цианистый | Орг. | 0,03 |
| Бензин | » | 0,1 |
| Бензоат калия | » | 7,5 |
| Бензокоазолон-2 | С.-т. | 0,1 |
| Бензол | » | 0,5 |
| Бензолсульфамид | » | 6 |
| Бензолсульфохлорид | Орг. | 0,5 |
| Бензотриазол | С.-т. | 0,1 |
| Бериллий | » | 0,0002 |
| 1,1-бис/*п*-Хлорфенил/-2,2,2-трихлорэтанол (кельтан) | Общ. | 0,02 |
| Бис/трибутилолово/оксид | С.-т. | 0,0002 |
| 1,1-Бис(циклогексан-3(оксиметил) | Общ. | 1 |
| Бициклогептадиен (горборнадиен) | Орг. | 0,064 |
| 2,3-Бицикло/2,2,1/гептан (норборнен) | » | 0,004 |
| Бор | С.-т. | 0,5 |
| Бром | » | 0,2 |
| Бутадиен-1,3 | Орг. | 0,05 |
| 1,4-Бутандиол | С.-т. | 5 |
| Бутилакрилат | Орг. | 0,01 |
| Бутиламид *О*-этил-*S*-фенилдитиофосфорной кислоты (фосбутил) | » | 0,03 |
| 4-*п*-Бутиланилин | » | 0,4 |
| Бутилацетат | Общ. | 0,1 |
| Бутилбензол | Орг. | 0,1 |
| 2-Бутилтиобензотиазол (бутилкаптакс) | » | 0,005 |
| Бутилен | Орг. | 0,2 |
| Бутилнитрит | » | 0,05 |
| Бутил хлористый | С.-т. | 0,004 |
| Бутиловый эфир 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты | Орг. | 0,5 |
| Бутиловый эфир метакриловой кислоты | » | 0,02 |
| 1,4-Бутиндиол | С.-т. | 1 |
| ВА-2(поли-4-винил-*N*-бензилтриметиламмония хлорид) | | 0,5 |
| ВА-2-Т (поливинилтолуальный флокулянт) | » | 0,5 |
| ВА-102 (флокулянт) | » | 2 |
| ВА-212 (флокулянт) | » | 2 |
| Ванадий | » | 0,1 |
| Винилацетат | » | 0,2 |
| Винилметиладипат | Общ. | 0,2 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| Винилсиликонат натрия (ГКЖ-12) | Орг. | 2 |
| Винил хлористый | С.-т. | 0,05 |
| Висмут | С.-т. | 0,1 |
| Вольфрам | » | 0,05 |
| 2-Фтор-бутил-4,6-динитрофенил-3,3-диметилакрилат (мороцид) | » | 0,03 |
| Выравниватель А | Орг. | 0,3 |
| 3-/Гексагидро-4,7-метаниндан-5-ил/-1,1-диметилмочевина (гербан) | С.-т. | 2,0 |
| Гексаметилендиамин | » | 0,01 |
| Гексаметилендиамин-адипат (АГ-соль) | Общ. | 1 |
| Гексаметиленимина гидрохлорид | С.-т. | 5 |
| Гексаметиленимина метанитробензоат (Г-2) | » | 0,01 |
| Гексаметилентетрамин (уротропин) | » | 0,5 |
| Гексанитрокобальтиат калия | » | 1 |
| Гексахлораминопиколин | » | 0,02 |
| Гексахлорбензол | » | 0,05 |
| Гексахлорбутадиен | Орг. | 0,01 |
| Гексахлорбутан | » | 0,01 |
| 1,2,3,4,10,10-Гексахлор-1,4,4a,5,8,8a-гексагидро-1,4-эндо-экзо-5,8-диметанонафталин (альдрин) | » | 0,002 |
| 1,2,3,4,5,6-Гексахлорциклогексан (гексахлоран) | » | 0,02 |
| Гексахлорметаксилол | » | 0,008 |
| Гексахлорпараксилол | » | 0,03 |
| Гексахлорпиколин | С.-т. | 0,02 |
| Гептахлорпиколин | » | 0,02 |
| Гексахлорциклопентадиен | Орг. | 0,001 |
| Гексахлорэтан | » | 0,01 |
| 1,4,5,6,7,8,8-Гектахлор-4,7-эндометилен-3a,4,7,7e-тетрагидроинден (гектахлор) | С.-т. | 0,05 |
| Гидразин | С.-т. | 0,01 |
| Гидролизованный полиакрилнитрил (гипан IV 6-01-166-74) | » | 6,4 |
| Гидролизованный бутиловый аэрофлот | Орг. | 0,001 |
| Гидроперекись изопропилбензола | С.-т. | 0,5 |
| ω-Гидроперфторпеларгоновой кислоты аммонийная соль | » | 2 |
| Гидрохинон | Орг. | 0,2 |
| Глифтор (смесь α,γ-дифторгидрина, глицерина и α-хлор-γ-фторгидрина глицерина, 3 : 1) | С.-т. | 0,006 |
| ДД | » | 0,4 |
| ДДБ | » | 0,4 |
| β-Дегидрогептахлор (дилор) | Орг. | 0,1 |
| Дефос | » | 2 |
| Диалкилдиметиламмоний хлорид $C_{17}...C_{20}$ (флотореагент-ДМ-2) | С.-т. | 0,1 |
| Ди/алкилфенилполигликоль/фосфит (бисфосфит) | Орг. | 0,02 |
| Диамид малоновой кислоты | Общ. | 1 |
| 4,4-Диаминодифенилсульфон | С.-т. | 1 |
| Дибензтиазолдисульфид (альтакс) | Орг. | Отсутствие |
| 1,2-Дибромпропан | С.-т. | 0,1 |
| Дибутиладипат | Общ. | 0,1 |
| Дибутиламин | Орг. | 1 |
| Дибутилдилауратолово | С.-т. | 0,01 |
| Дибутилдитиофосфат калия | Орг. | 27 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| Дибутилдитиофосфат натрия (бутиловый аэрофлот) | С.-т. | 0,2 |
| Дибутилмонотиофосфат калия | Орг. | 0,1 |
| Дибутилнафталинсульфат натрия (некаль) | То же | 0,5 |
| Дибутилоловооксид | С.-т. | 0,004 |
| Дибутилфенилфосфат | Общ. | 1,5 |
| Дибутилфталат | » | 0,2 |
| Дивиниладипат | » | 0,2 |
| Дивинилсульфид | Орг. | 0,5 |
| Дигидроперекиси *м*-диизопропилбензола натриевая соль | С.-т. | 0,5 |
| Дигидроперекиси *п*-диизопропилбензола натриевая соль | » | 1 |
| Дигидроперекись *м*-диизопропилбензола | » | 1 |
| Дигидроперекись *п*-диизопропилбензола | » | 1 |
| 1,1-Дигидроперфторгептилакрилат | Орг. | 1 |
| Диизобутиламин | » | 0,007 |
| Диизобутилтиофосфат натрия (изобутиловый аэрофлот) | С.-т. | 0,2 |
| Диизобутилмалеатдиоктилолово | » | 0,02 |
| Диизооктилтиогликолятдибутилолово | » | 0,01 |
| Диизопропаноламин | » | 0,5 |
| Диизопропиламин | » | 0,5 |
| *м*-Диизопропилбензол | » | 0,05 |
| *м*-Диизопропилбензола натриевая соль | » | 0,5 |
| *п*-Диизопропилбензол | » | 0,05 |
| *п*-Диизопропилбензола натриевая соль | » | 1 |
| Диизопропилгуанидин | Общ. | 1 |
| Диизопропилгуанидин солянокислый | » | 1 |
| N-/β-0,0-Диизопропилдитиофосфорилэтил/бензосульфонамид (префар) | С.-т. | 1 |
| Диизопропилдитиофосфат калия | Орг. | 0,02 |
| Дикотекс | » | 0,25 |
| 1,3-Ди/ксилилимино/-2-метил-2-азопропан (митак) | » | 0,05 |
| Диметиламин | С.-т. | 0,1 |
| Диметилацетамид | » | 0,1 |
| 0,0-Диметил-*S*-2-ацетиламиноэтилдитиофосфат (амифос) | Орг. | 0,1 |
| 1,2-Диметил-5-винилпиридиний метилсульфат | С.-т. | 4 |
| 5,5-Диметилгидантоин | Орг. | 1 |
| 0,0-Диметил-*S*-/4,6-диамино-1,3,5-триазин-2-илметил/дитиофосфат (сайфос, меназон) | С.-т. | 0,1 |
| 0,0-Диметил-*S*-/1,2-дикарбэтоксиэтил/дитиофосфат (карбофос) | Орг. | 0,05 |
| Диметилдиоксан | С.-т. | 0,005 |
| 1,1-Диметил-4,4-дипиридилдиметилфосфат | Орг. | 0,3 |
| Диметилдисульфид | » | 0,04 |
| Диметилдитиокарбамат аммония | С.-т. | 0,5 |
| Диметилдитиокарбаминовой кислоты кальциевая соль | Общ. | 0,5[2] |
| *N,N*-Диметил-α,α-дифенилацетамид (дифенамид) | С.-т. | 1,2 |
| 0,0-Диметил-2,5-дихлор-4-бромкренилтиофосфат (бромофос) | Орг. | 0,01 |
| 0,0-Диметил-0-/2,2-дихлорвинилфосфат/ (ДДВФ) | » | 1 |
| 0,0-Диметил-0-/2,5-дихлор-4-иодофенил/-тионофосфат (иодофенфос) | » | 1 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| /0,0-Диметил-0-1-карбо/-1-фенилэтилпропен-1-ил-2-фосфат (циодрин) | С.-т. | 0,05[2] |
| 0,0-Диметил-*S*-карбатоксиметилтиофосфат (метилацетофос) | Орг. | 0,03 |
| 0,0-Диметил-*S*-/*N*-метилкарбамидометил/дитиофосфат (фосфамид, рогор) | То же | 0,03 |
| 0,0-Диметил-*S*-2/1-*N*-метилкарбамоилэтилмеркапто/этилтиофосфат (кильваль) | » | 0,3 |
| 0,0-Диметил-0-/3-метил-4-метилтиофенил/тиофосфат (сульфидофос, байтекс) | » | 0,001 |
| 0,0-Диметил-0-/3-метил-4-нитрофенил/тиофосфат (метилнитрофос) | » | 0,25 |
| 0,0-Диметил-*S*-/*N*-метил-*N*-формилкарбамоилметил/дитиофосфат (антио) | » | 0,004 |
| 0,0-Диметил-0-/4-нитрофенил/тиофосфат (метафос) | » | 0,02 |
| Диметиловый эфир тетрахлортерефталевой кислоты (дактал W-75) | С.-т. | 1 |
| 2,2-Диметилолпропандиол-1,3 (пентаэритрит) | » | 0,1 |
| Диметилсульфид | Орг. | 0,01 |
| Диметилсульфоксид | Общ. | 0,1 |
| Диметилтерефталат | Орг. | 1,5 |
| 3,5-Диметилтетрагидро-1,3,5-тиадиазинтион-2 (милон) | » | 0,01 |
| 0,0-Диметил-/2,2,2-трихлор-1-оксиэтил/фосфат (хлорофос) | » | 0,05 |
| Диметилфенилкарбинол | С.-т. | 0,05 |
| Диметилфенол | Орг. | 0,25 |
| Диметилформамид | Общ. | 10 |
| Диметилфосфит | Орг. | 0,02 |
| 0,0-Диметил-*S*-фталимидометилдитиофосфат (фталофос) | » | 0,2 |
| Диметилхлортиофосфат | » | 0,07 |
| *N,N*-Диметил-*N*-/м-хлорфенил/гуанидин (ФДН) | » | 0,003 |
| 0,0-Диметил-0/4-цианфенил/тиофосфат (цианокс) | » | 0,05 |
| 0-Диметил-*S*-этилмеркаптоэтилдитиофосфат (М-81) | » | 0,001 |
| 0,0-Диметил-*S*-этилмеркаптоэтилтиофосфата и 0,0-диметил-0-этилмеркаптоэтилтиофосфата смесь (метилсистокс) | » | 0,01 |
| Динитрил адипиновой кислоты | С.-т. | 0,1 |
| Динитрил изофталевой кислоты (изофталонитрил) | » | 5 |
| 2,4-Динитроанилин | Орг. | 0,05 |
| 2,5-Динитроанилин | » | 0,05 |
| 3,4-Динитроанилин | » | 0,05 |
| Динитробензол | » | 0,5 |
| 2,4-Динитро-2,4-диазопентан | С.-т. | 0,02 |
| 3,5-Динитро-4-дипропиламинобензотрифторид (трефлан) | Орг. | 1 |
| 3,5-Динитро-4-диэтиламинобензотрифторид (нитрофор) | » | 1 |
| Динитродиэтиленгликоль | С.-т. | 1 |
| Динитронафталин | Орг. | 1 |
| Динитророданбензол | Общ. | 0,5 |
| 2,4-Динитротолуол | С.-т. | 0,5 |
| Динитротриэтиленгликоль | » | 1 |

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| 2,4-Динитрофенол | » | 0,03 |
| Динитрохлорбензол | Орг. | 0,5 |
| Диоктилфталат | Общ. | 1 |
| 4,4′-Дипиридилдигидрат | Орг. | 0,03 |
| 4,4′-Дипиридил-γ,γ′-дипиридил | » | 0,03 |
| Дипиридилфосфат | » | 0,3 |
| Дипропиламин | » | 0,5 |
| Диспергатор НФ | Общ. | 1 |
| Дисульфофталоцианин кобальта | Орг. | 0,35 |
| Дитиофосфат крезиловый | » | 0,001 |
| Дифенамид | С.-т. | 1,2 |
| Дифениламин | Орг. | 0,05 |
| Дифенилгуанидин | Общ. | 1 |
| Дифенилгуанидин солянокислый | » | 1 |
| 0,0-Дифенил-1-окси-2,2,2-трихлорэтилфосфонат | Орг. | 0,3 |
| Дифенилолпропан | » | 0,01 |
| Дифторхлорметан (фреон-22) | С.-т. | 10 |
| Дифтордихлорметан (фреон-12) | » | 10 |
| *S*-(2,3-Дихлораллил)-*N*,*N*-диизопропилтиокарбамат (авадекс) | Орг. | 0,03 |
| Дихлорангидрид изофталевой кислоты (изофталоилхлорид) | » | 0,08 |
| Дихлорангидрид терефталевой кислоты (терефталеилхлорид) | » | 0,02 |
| Дихлорангидрид 2,3,5,6-тетрахлортерефталевой кислоты | » | 0,02 |
| 2,5-Дихлоранилин | » | 0,05 |
| 3,4-Дихлоранилин | » | 0,05 |
| *о*-Дихлорбензол | » | 0,002 |
| *п*-Дихлорбензол | » | 0,002 |
| /3,3-Дихлор-бицикло-2,2,1-гептан-2-спиро/2,4,5-дихлор-4-циклопентан-1,3-дион (эф-2) | Общ. | 0,01 |
| 2,3-Дихлорбутадиен-1,3 | С.-т. | 0,03 |
| Дихлорбутан | Орг. | 0,05 |
| Дихлордибутилолово | С.-т. | 0,002 |
| 4,4-Дихлордифенилсульфон | » | 0,4 |
| Дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) | » | 0,1 |
| 2,3-Дихлор-5-дихлорметилен-2-циклопентен-1,1-дион (дикетон) | Орг. | 0,1 |
| 1,2-Дихлоризобутан | С.-т. | 0,4 |
| 1,3-Дихлоризобутилен | » | 0,4 |
| 3,3-Дихлоризобутилен | » | 0,4 |
| Дихлормалеиновый ангидрид | » | 0,1 |
| Дихлорметан | Орг. | 7,5 |
| 2,3-Дихлор-1,4-нафтохинон | С.-т. | 0,25 |
| 2,6-Дихлор-4-нитроанилин | Орг. | 0,1 |
| 2,5-Дихлорнитробензол | С.-т. | 0,1 |
| 3,4-Дихлорнитробензол | » | 0,1 |
| 1,2-Дихлорпропан | » | 0,4 |
| 1,3-Дихлорпропан | » | 0,4 |
| 2,3-Дихлорпропан | » | 0,4 |
| 3,4-Дихлорпропионанилид (пропанид) | Общ. | 0,1 |
| α,α-Дихлорпропионат натрия (далапон) | Орг. | 2 |
| 2,5-Дихлор-*п*-трет-бутилтолуол | » | 0,003 |
| *N*-/3,4-Дихлорфенил/аланин | Общ. | 0,1 |

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| *N*-/3,4-Дихлорфенил/-*N'*,*N'*-диметилмочевина (диурон) | Орг. | 1 |
| *N*-3,4-Дихлорфенил-*N'*-метокси-*N*-метилмочевина (линурон) | С.-т. | 1 |
| 2,4-Дихлорфенил-4-нитрофениловый эфир (нитрохлор) | » | 4 |
| 3,4-Дихлорфенил-*N'*-оксимочевина | » | 0,8 |
| Дихлорфенилфосфат | Общ. | 0,5 |
| Дихлорфеноксиацетат аммония/2,4-Д (аминная соль) | Орг. | 0,2 |
| Дихлорфеноксиацетат натрия | » | 1 |
| Дихлорфенол | » | 0,002 |
| Дихлорциклогексан | » | 0,02 |
| Дициандиамид | » | 10 |
| Дициклогексиламина нитрит | С.-т. | 0,01 |
| Дициклопентадиен | Орг. | 0,026 |
| Диэтаноламин | » | 0,8 |
| Диэтиламид 2/α-нафтокси/пропионовой кислоты (ДЭПРА) | С.-т. | 1 |
| Диэтиламин | » | 2 |
| Диэтиламин азотнокислый | Общ. | 0,1 |
| Диэтиламинометиловый эфир синтетических жирных спиртов $C_{10}$...$C_{18}$ (алкамон ДС) | С.-т. | 0,15 |
| Диэтиламинометиловый эфир этилмочевины (этамон ДС) | Орг. | 4 |
| *N*,*N*-Диэтиланилин | » | 0,15 |
| Диэтилацеталь (ацеталь) | » | 0,1 |
| *м*-Диаэтилбензол | » | 0,04 |
| *N*,*N*-Диэтилгуанидин | Общ. | 0,3 |
| Диэтилдикаприлатолово | С.-т. | 0,01 |
| *N*,*N*-Диэтил-2,5-диметилбензамид | Общ. | 0,06 |
| Диэтилдитиофосфат калия | Орг. | 0,5 |
| Диэтилдихлоридолово | С.-т. | 0,002 |
| Диэтиленгликоль | » | 1 |
| Диэтилендиамин (пиперазин) | Орг. | 9 |
| Диэтилентриамин | » | 0,2 |
| 0,0-Диэтил-0-/2-изопропил-4-метилпиримедин-6/ тиофосфат (базудин) | » | 0,3 |
| *N*,*N*-Диэтилкарбамилхлорид | С.-т. | 6 |
| 0,0-Диэтил-*S*-карбэтоксиметилтиофосфат (ацетофос) | Орг. | 0,03 |
| /0,0-Диэтил-0-0/4-нитрофенил/тиофосфат (тиофос) | » | 0,003 |
| Диэтиловый эфир | » | 0,3 |
| Диэтиловый эфир малеиновой кислоты | С.-т. | 1 |
| Диэтилртуть | » | 0,0001 |
| 0,0-Диэтилтиофосфорил-2-цианбензол (фоксим) | Орг. | 1 |
| Диэтилфенилмочевина (централит) | » | 0,5 |
| 0,0-Диэтил-*S*-6-хлорбензоксазолинилметилдитиофосфат (фозалон) | » | 0,001 |
| Диэтилхлортиофосфат | » | 0,05 |
| 0,0-Диэтил-0-2-/этилтио/этилтиофосфат 70% + 0,0-диэтил-*S*-2/этилтио/этилфосфат 30% (меркаптофос) | » | 0,01 |
| ДКS 703 (неногеn ЕА-140) | » | 0,1 |
| ДН-75 (диспергатор) | » | 0,1 |
| 1,12-Додекаметилендиамин | С.-т. | 0,05 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| ДЦМ (закрепитель) | Орг. | 0,5 |
| ДЦУ (закрепитель) | Общ. | 1 |
| Енамин | Орг. | 0,05 |
| Железо | » | 0,3 |
| Железо хлорное | » | 0,9 |
| Замасливатель А-1 | » | 0,43 |
| Замасливатель Б-73 | » | 3 |
| Замасливатель БВ | » | 1 |
| 1-Изоамилксантогенат калия | » | 0,005 |
| Изобутилацетат | Общ. | 0,5 |
| Изобутилен | Орг. | 0,5 |
| Изобутилксантогенат калия | » | 0,005 |
| Изокротононитрил | С.-т. | 0,1 |
| Изопентиловый эфир *п*-толуолсульфоновой кислоты | Общ. | 5 |
| Изопрен | Орг. | 0,005 |
| Изопропаноламин | С.-т. | 0,3 |
| Изопропиламин | » | 2 |
| Изопропилбензол | Орг. | 0,1 |
| Изопропилксантогенат калия | » | 0,05 |
| 0-Изопропил-*N*-метилтиокарбамат (флотореагент ИТК) | С.-т. | 0,05 |
| Изопропиловый эфир молочной кислоты | » | 1 |
| Изопропилоктадециламин | Орг. | 0,1 |
| Изопропилфенилкарбамат (ИФК) | » | 0,2 |
| Изопропилхлорфенилкарбамат (хлор ИФК) | » | 1 |
| ИМ-50 (флотореагент) | Общ. | 0,1 |
| 7-(2-Имидазолинил)перфтор-4, 7-диметил-3,6-диоксагептил-сулфамид этилендиамина (оксамид) | С.-т. | 1 |
| 7-(2-Имидазолинил)перфтор-4,7-диметил-3,6-диоксагептилсульфонат калия (диоксалим) | » | 1 |
| Ингибитор атмосферной коррозии АНСК-50 | » | 0,5 |
| Индотолуидин | » | 1 |
| ИОМС-1 (ТУ 6-05-211-1153—81) | Орг. | 4 |
| К-4 (гидролизованный полиакрилнитрил, флокулянт) | С.-т. | 2 |
| К-6 (гидролизованный полиакрилнитрил, флокулянт) | » | 2 |
| Кадмий | » | 0,001 |
| Капролактам | Общ. | 1 |
| Карбозолин СПД-3 | С.-т. | 0,2 |
| Карбозон-0 | Общ. | 1 |
| Карбомол | » | 1 |
| Карбомол ЦЭМ | » | 10 |
| Керосин: | | |
| окисленный | Орг. | 0,01 |
| осветительный (ГОСТ 4753—68) | » | 0,05 |
| сульфированный (ТУ 38-1-115—67) | » | 0,1 |
| технический | » | 0,001 |
| тракторный (ГОСТ 1842—52) | » | 0,01 |
| Кислота: | | |
| 4,4-азобис-4-цианпентановая | » | 0,25 |
| акриловая | С.-т. | 0,5 |
| алкилсульфоянтарная | » | 0,1 |
| 2-аминобензойная (антраниловая) | Общ. | 0,1 |
| 3-аминобензойная | Орг. | 10 |

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| аминобензол-3-сульфокислота (метаниловая) | » | 0,7 |
| 5-аминосалициловая | » | 0,5 |
| 4-амино-3,5,6-трихлорпиколиновая | С.-т. | 10 |
| β-аминоэтилдитиокарбаминовая (препарат 275) | » | 0,8 |
| антрахинон-1,5-дисульфокислота | Общ. | 5 |
| антрахинон-1,8-дисульфокислота | » | 5 |
| бензойная | » | 0,6 |
| гидроперфторэнантовая | С.-т. | 1,2 |
| 1,5-декандикарбоновая (адипиновая кислота) | » | 2 |
| 1,8-декандикарбоновая (себациновая кислота) | » | 2,5 |
| диаминостильбендисульфокислота | Общ. | 2 |
| диметилдитиофосфорная | Орг. | 0,1 |
| динитростильбендисульфокислота | Общ. | 3 |
| дифенилуксусная | » | 0,5 |
| 2,5-дихлор-3-аминобензойная (амибен) | » | 0,5 |
| 2,5-дихлор-3-нитробензойная | С.-т. | 2 |
| 2,4-дихлорфенокси-γ-масляная (2,4-ДМ) | » | 0,01 |
| 2,4-дихлорфенокси-α-пропионовая (2,4-ДП) | Орг. | 0,5 |
| α,β-дихлор, β-формилакриловая (мукохлорная) | С.-т. | 1 |
| ди(2-этилгексил)дитиофосфорная | » | 0,001 |
| диэтилдитиофосфорная | Орг. | 0,2 |
| изофталевая | Общ. | 0,1 |
| каприлгидроксамовая | » | 0,1 |
| капрингидроксамовая | » | 0,1 |
| капронгидроксамовая | » | 0,1 |
| маленновая | Орг. | 1 |
| масляная | Общ. | 0,7 |
| метакриловая | С.-т. | 1 |
| 2-метил-4-хлорфеноксиуксусная (2М-4Х дикотекс) | » | 2 |
| 2-метокси-3,6-дихлорбензойная (дианат) | » | 15 |
| молочная | Общ. | 0,9 |
| 7-моногидроперфторэнантовая | С.-т. | 1,2 |
| α-монохлорпропионовая | Орг. | 0,8 |
| монохлоруксусная | С.-т. | 0,06 |
| муравьиная | Общ. | 3,5 |
| оксиэтилидендифосфоновая | Орг. | 0,6 |
| нафталин-1,5-дисульфокислота | Общ. | 1 |
| 1-нафтиламин-4-8-дисульфокислота (амино-С-кислота) | » | 5,5 |
| 2-нафтил-4,8-дисульфокислота (амино-Ц-кислота) | » | 10 |
| 2-(α-нафтокси)пропионовая | С.-т. | 2 |
| 3-нитроанилин-4-сульфокислота | Орг. | 0,9 |
| 3-нитробензойная | » | 0,15 |
| 2-окси-3,6-дихлорбензойная | » | 0,5 |
| пелларгонгидроксамовая | Общ. | 0,1 |
| перфторвалериановая | С.-т. | 0,75 |
| перфторэнантовая | » | 1,4 |
| терефталевая | Общ. | 0,1 |
| тетрахлортерефталевая | » | 10 |
| толуолсульфиновая | С.-т. | 1 |
| 3,5,6-трихлор-4-аминопиколиновая (хлорамп) | » | 10 |
| трихлорбензойная | » | 1 |

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| α,α,β-трихлорпропионовая | Орг. | 0,01 |
| уксусная | Общ. | 1,2 |
| феноксиуксусная | С.-т. | 1,2 |
| фталевая | Общ. | 0,5 |
| 2-хлор-5-аминобензойная | » | 2 |
| 2-хлорбензойная | Орг. | 0,15 |
| 4-хлорбензойная | » | 0,2 |
| 2-хлор-5-нитробензойная | » | 0,3 |
| 4-хлор-3-нитробензойная | » | 0,25 |
| хлорпеларгоновая | » | 0,3 |
| хлорундекановая | » | 0,1 |
| хлорэтантовая | » | 0,05 |
| хризантемовая | С.-т. | 5 |
| циануровая | Орг. | 6 |
| энантгидроксамовая | Общ. | 0,1 |
| Кислоты жирные синтетические $C_5...C_{20}$ | » | 0,1 |
| Кислоты нафтеновые | Орг. | 0,3 |
| Кислоты полихлорбензойные (2 КФ) | С.-т. | 5 |
| Кобальт | » | 0,1 |
| Краситель: | | |
| дибензантранил (кубовый ярко-зеленый С) | Орг. | 0,3 |
| 1,8-диокси-5-амино-4,3-сульфамидофениламиноантрахинон (дисперсный синий полиэфирный светопрочный) | » | 0,4 |
| кислотный антрахиноновый чисто-голубой 2, 3 | » | 0,1 |
| кислотный антрахиноновый ярко-синий | » | 0,02 |
| кислотный хром желтый К | » | 0,01 |
| кислотный черный С | » | 0,01 |
| коричневый б/м | » | 0,8 |
| нигрозин водорастворимый марки А | » | 0,1 |
| нигрозин водорастворимый марки Б | » | 0,1 |
| основной фиолетовый К | » | 0,4 |
| прямой бордо светопрочный СМ | » | 0,1 |
| прямой желтый светопрочный К | » | 0,1 |
| прямой розовый светопрочный С | » | 0,1 |
| прямой синий светопрочный КУ | » | 0,2 |
| прямой темно-зеленый | » | 0,1 |
| прямой черный 2С | » | 0,1 |
| прямой черный З для кожи | » | 0,1 |
| родамин Ж | » | 0,1 |
| синий З | Общ. | 10 |
| тиозоль коричневый БС | Орг. | 0,5 |
| уранин А (динатриевая соль флуоресцеина) | » | 0,0025 |
| 7-фенилазо-1/4,6-дихлор-1,3,5-триазинил-2-амино-8-нафтол-3,6-дисульфокислоты динатриевая соль/ краситель активный ярко-красный 5 СХ | » | 0,003 |
| флуоресцеин (3,6-диоксифлуоран) | » | 0,0025 |
| хризофенин | » | 0,1 |
| хромовый бордо С | » | 0,05 |
| *м*-Крезол | С.-т. | 0,004 |
| *п*-Крезол | » | 0,04 |
| Кремний | » | 10 |
| 3-Кротилизотиуроний хлорид (флотореагент ИР-70) | Орг. | Отсутствие |
| Кротонитрил | С.-т. | 0,1 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| Ксантогенат бутиловый | Орг. | 0,001 |
| Ксилол | » | 0,05 |
| КФ-6 (*N*-диметиламинометилакриламид) | С.-т. | 2 |
| Лак КО-075 | Орг. | 0,1 |
| Лак 40-921 | » | 0,03 |
| Лапрол 503 | » | 0,3 |
| Лапрол 402-2-100 | » | 0,3 |
| Лапрол 1502-2-70 | » | 0,1 |
| Лауриламинопропионитрил | » | 0,07 |
| Лаурилпропилендиамин | » | 0,13 |
| Литий | С.-т. | 0,03 |
| 2,5-Лутидин | То же | 0,05 |
| Магния хлорат | Общ. | 20 |
| Малононитрил | С.-т. | 0,02 |
| Марганец | Орг. | 0,1 |
| Медь | » | 1 |
| 2-Меркаптобензтиазол (каптакс) | » | 5 |
| β-Меркаптодиэтиламин | » | 0,1 |
| Метазин | » | 0,3 |
| Метакриамид | С.-т. | 0,1 |
| Метанол | » | 3 |
| Метилакрилат | Орг. | 0,02 |
| β-Метилакролеин (кротоновый альдегид) | С.-т. | 0,3 |
| Метилацетат | » | 0,1 |
| Метил-*N*-(2-бензимидазолил) карбамат (БМК) | Орг. | 0,1 |
| α-Метилбензиловый эфир 2-хлорацетоуксусной кислоты | С.-т. | 0,15[2] |
| α-Метилбензиловый эфир ацетоуксусной кислоты | Общ. | 0,8 |
| Метилбензоат | Орг. | 0,001 |
| Метил-1-бутилкарбамоил-2-бензимидазолкарбамат (арилат) | » | 0,5 |
| 2,2-Метиленбис/3,4,6-трихлорфенол/ (гексахлорофен) | Общ. | 0,03 |
| 2-Метил-4,6-динитрофенол (ДНОК) | С.-т | 0,06 |
| Метилдитиокарбамат натрия (карбатион) | Орг. | 0,02 |
| Метилмеркаптан | » | 0,0002 |
| Метилметакрилат | С.-т. | 0,01 |
| 3-Метил-4-метилмеркаптофенол | Орг. | 0,01 |
| Метиловый эфир феноксиуксусной кислоты | Общ. | 0,5 |
| Метилолметакриламид | С.-т. | 0,1 |
| Метилпиридиний хлорид | Орг. | 0,01 |
| Метилпирролидон | Общ. | 0,5 |
| 1-Метил-*н*-пропил-4,6-динитрофенилкарбонат (акрекс, динобутон) | Орг. | 0,2 |
| 2-/Т-метилпропил/-4,6-динитрофенол (диносеб) | » | 0,1 |
| 5-Метилрезорцин | » | 1 |
| Метилсиликонат натрия (ГКЖ-11) | » | 2 |
| α-Метилстирол | » | 0,1 |
| Метилсульфат натрия | » | 0,1 |
| 2-Метилтио-4,6-бис-/изопропиламино/сим-триазин (прометрин) | » | 3 |
| 2-Метилтио-*о*-/метилкарбомоил/бутанон оксим-3 (дравин 755) | » | 0,1 |
| Метилтриалкиламмоний метилсульфат | С.-т. | 0,01 |
| 2-Метилфуран (сильван) | Орг. | 0,5 |
| Метилэтилкетон | » | 1 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| 0-Метил-0-этил-/2,4,5/-трихлорфенилтиофосфат (трихлорметафос-3) | Орг. | 0,4 |
| *N*-Метоксиэтилхлорацетат-*о*-толуидид (толуин) | » | 0,05 |
| Модификат полиэтиленимина мол. м. 30 000 | С.-т. | 2 |
| Модификатор 113-63 | Орг. | 0,2 |
| Молантин Р (производное феноксибензола) | С.-т. | 0,05 |
| Молибден | » | 0,25 |
| Моноалкилсульфоянтарной кислоты динатриевая соль | Орг. | 0,5 |
| Монобутиламин | » | 4 |
| Моногидроперекись-*м*-диизопропилбензола | Общ. | 0,6 |
| Моногидроперекись-*п*-диизопропилбензола | » | 0,3 |
| Моноизобутиламин | Орг. | 0,04 |
| Монометиламин | С.-т. | 1 |
| Монохлорацетат натрия | С.-т. | 0,05 |
| Монохлоргидрин | Орг. | 0,7 |
| Монохлорпропионат натрия | » | 2 |
| Моноэтаноламин | С.-т. | 0,5 |
| Моноэтиламин | Орг. | 0,5 |
| Мочевина | Общ. | [1] |
| МСДА (соль дициклогексиламина и технических жирных кислот $C_{10}...C_{13}$ и $C_{17}...C_{20}$) | С.-т. | 0,01 |
| Мышьяк | » | 0,05[3] |
| Натрий | » | 200 |
| Натрия хлорат | Орг. | 20 |
| Нафталин | » | 0,01 |
| 1-Нафтил-*N*-метилкарбамат (севин) | » | 0,1 |
| α-Нафтол | » | 0,1 |
| β-Нафтол | С.-т. | 0,4 |
| Неонол АФ-14 | Орг. | 0,1 |
| Неонол 2В-1317-12 | » | 0,1 |
| Нефть многосернистая | » | 0,1 |
| Нефть прочая | » | 0,3 |
| Никель | С.-т. | 0,1 |
| Ниобий | » | 0,01 |
| Нитраты (по $NO_3$) | » | 45 |
| Нитриты (по $NO_2$) | » | 3,3 |
| Нитрил акриловой кислоты | » | 2 |
| *о*-Нитроанизол | Орг. | 0,3 |
| *п*-Нитроанизол | » | 0,1 |
| 2-Нитроанилин | » | 0,01 |
| 3-Нитроанилин | » | 0,15 |
| 4-Нитроанилин | С.-т. | 0,05 |
| 4-Нитроанилин-2-сульфокислоты аммонийная соль | Орг. | 0,08 |
| Нитробензол | С.-т. | 0,2 |
| *м*-Нитробензолсульфонат натрия (лудигол) | Общ. | [1] |
| Нитрогуанидин | С.-т. | 0,1 |
| 4-Нитро-*N,N*-диэтиланилин | Орг. | 0,002 |
| *N*-Нитрозодифениламин | » | 0,1 |
| Нитрозофенол | » | 0,1 |
| Нитрометан | » | 0,005 |
| Нитропропан | С.-т. | 1 |
| *п*-Нитрофенетол | » | 0,002 |
| *п*-Нитрофениламиноэтанол (оксиамин) | Орг. | 0,5 |
| *п*-Нитрофенилацетиламиноэтанол (оксиацетиламин) | » | 1 |

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| *п*-Нитрофенилхлорметилкарбинол (карбинол) | Орг. | 0,2 |
| *о*-Нитрофенол | С.-т. | 0,06 |
| *м*-Нитрофенол | » | 0,06 |
| *п*-Нитрофенол | » | 0,02 |
| Нитрохлорбензол | » | 0,05 |
| Нитроциклогексан | » | 0,1 |
| Нитроэтан | » | 1 |
| Норсульфазол | Общ. | 1 |
| Оксалаты | | 0,2 |
| Оксаль-Т-80 | С.-т. | 0,01 |
| Оксамат | Общ. | 1,5 |
| Оксанол КШ-9 | Орг. | 0,1 |
| Оксанол Л-7 | » | 0,1 |
| Оксациллин | С.-т. | 0,02 |
| Оксигексилидендифосфонат натрия | » | 0,5 |
| Оксигептилидендифосфонат натрия | » | 0,5 |
| Оксид алкилдиметиламина | » | 0,4 |
| Оксид диоктилизопентилфосфина | » | 1 |
| Оксид пропилена | » | 0,01 |
| Оксид триизопентилфосфина | » | 0,3 |
| /4-Окси-2-метилфенил/-диметилсульфоний хлорид | Орг. | 0,007 |
| Оксинонилидендифосфонат натрия | С.-т. | 0,5 |
| Оксиоктилидендифосфонат натрия | » | 0,5 |
| 1-/2-Оксипропил/-1-метил-2-пентадецил-2-имидазо-2-имидазолиний метилсульфат (карбозолин, СПД-3) | » | 0,2 |
| Оксифенилметилмочевина (метурин) | » | 1 |
| Оксиэтилидендифосфоновой кислоты медьаммонийный комплекс | » | 0,6 |
| Оксиэтилидендифосфоновой кислоты цинковый комплекс | » | 5 |
| Оксиэтилпиперазин | » | 6 |
| Октанол | Орг. | 0,05 |
| Октиловый эфир дихлорфеноксиуксусной кислоты | » | 0,2 |
| Олефинсульфонат натрия | » | 0,5 |
| Олефинсульфонат $C_{12}...C_{14}$ | » | 0,4 |
| ОП-7 | » | 0,1 |
| ОП-10 | » | 0,1 |
| ОПС-Б | Общ. | 2 |
| ОПС-М | С.-т. | 0,5 |
| Пентадециламин соляно-кислый (АНП-2) | Орг. | 0,4 |
| Пентахлораминопиколин | С.-т. | 0,02 |
| Пентахлорбифенил | » | 0,001 |
| Пентахлорбутан | Орг. | 0,02 |
| Пентахлорпропан | То же | 0,03 |
| Пентахлорфенол | С.-т. | 0,01 |
| Пентахлорфенолят натрия | Орг. | 5 |
| Пентахлорфенолят терпеномелеинового аддукта | С.-т. | 1 |
| Первичный алкилсульфат | Орг. | 0,5 |
| Перфторгептаналь гидрат | С.-т. | 0,5 |
| Перхлорат аммония | » | 5 |
| Перхлорбутан | Орг. | 0,02 |
| Перхлорэтиленциклопентен | » | 0,05 |
| α-Пиколин | С.-т. | 0,05 |
| Пиколина α-гидрохлорид | » | 0,05 |
| Пиперидин | » | 0,06 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| Пиридин | С.-т | 0,2 |
| Пирогаллол | Орг. | 0,1 |
| Пирокатехин | » | 0,1 |
| Пиролизат древесной смолы | » | 0,02 |
| Полиакрилат натрия | С.-т. | 15 |
| Полиакриламид | » | 2 |
| Поли-/1,2-диметил-5-винил-пиридиний/метил сульфат | » | 4 |
| Полиоксиалкилированный глицерин (лапрол-5003-2-Б10) | Орг. | 10 |
| Полиоксипропилендиол (лапрол-702) | » | 0,2 |
| Полиоксипропиленпентол (лапрол-305) | Общ. | 10 |
| Полиоксипропилентриол (лапрол-3003) | » | 10 |
| Полиоксиэтилен мол. м. 2...3 млн. | » | 0,1 |
| Полиоксиэтилен мол. м. 5 млн. | » | 0,02 |
| Политрибутилоловометакрилат (флокулянт ППС) | С.-т. | 0,09 |
| Полифосфаты | Орг. | 3,5 |
| Полихлорпинен | С.-т. | 0,2 |
| Полиэтиленамин | » | 0,1 |
| Полиэтиленовая эмульсия (водная дисперсия 25%-ного полиэтилена) | Орг. | 0,3 |
| Полиэтиленполиамин | С.-т. | 0,005 |
| Полиэтилентиурамдисульфид цинка (поликарбацин) | Орг. | 2 |
| Превоцел 12 | » | 0,1 |
| Превоцел W-OFP | » | 0,025 |
| Препарат АМ | Общ. | [1] |
| Препарат Д-11 (ТУ 3840830—79) | С.-т. | 0,2 |
| Препарат ДА-52 (ТУ 3840831—79) | » | 0,6 |
| Препарат ОС-20 | Орг. | 0,1 |
| Проксамин 385 | » | 0,1 |
| Проксанол 186 | » | 0,1 |
| Пропилбензол | » | 0,2 |
| Пропилен | » | 0,5 |
| Пропиленгликоль | Общ. | 0,6 |
| *о*-Пропилфенол | Орг. | 0,01 |
| *п*-Пропилфенол | » | 0,01 |
| *S*-Пропил-*N*-этил-*N*-бутилтиокарбамат (тиллам) | » | 0,01 |
| Пропионат натрия | Общ. | 0,8 |
| Резорцин | » | 0,1 |
| Роданиды | С.-т. | 0,1 |
| Ртуть | » | 0,0005[3] |
| Сапонин | Орг. | 0,2 |
| Свинец | С.-т. | 0,03 |
| Селен | » | 0,001 |
| Сернокислого эфира 2-этилгексанола натриевая соль (сульфирол-8) | Орг. | 5 |
| Сероуглерод | » | 1 |
| Силанол лака КО-075 | » | 0,5 |
| Силанол лака КО-116 | » | 0,015 |
| Силанол лака КО-921 | » | 0,05 |
| Силикат натрия (по $SiO_3$) | С.-т. | 50 |
| Силоксаны: | | |
| гекса/γ-трифтор-пропил/полидиметил(полиметил)трифторпропилсилоксан (жидкость 169 1п) | Орг. | 5 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| гексаметилполидиметилполиметил/γ-трифторпропил/силоксан (ФСТ-5) жидкость 187 | » | 10 |
| метилизобутилполисилоксан (М-И-С) | » | 5 |
| нитрилполисилоксан (НПС-50) | » | 2 |
| полиметилгидросилоксан (ГКЖ-94М) | » | 5 |
| полиметилдихлорфенилсилоксан (ХС-2-1) | » | 2 |
| полиметилфенилсилоксан (ФМ-5) | » | 10 |
| полиметилфенилсилоксан (ФМ-1322/30) | » | 2,5 |
| полиэтилгидросилоксан (ГКЖ-94) | » | 10 |
| полиэтилсилоксановая жидкость (смазка № 3) | » | 10 |
| Синтамид | » | 0,1 |
| Синтанол ВН-7 | » | 0,1 |
| Синтанол ВТ-15 | » | 0,1 |
| Синтанол ДТ-7 | » | 0,1 |
| Синтанол МЦ-10 | » | 0,1 |
| Синтанол ДС-10 | » | 0,1 |
| Скипидар | » | 0,2 |
| Смесь эфиров щавелевой кислоты и высших спиртов | Общ. | 1 |
| Смола древесная лиственных пород | Орг. | 0,01 |
| Спирт: | | |
| аллиловый | » | 0,1 |
| амиловый | » | 1,5 |
| γ-ацетопропиловый | Общ. | 5 |
| бензиловый | » | 0,4 |
| бутиловый нормальный | С.-т. | 0,1 |
| бутиловый вторичный | » | 0,2 |
| бутиловый третичный | » | 1 |
| гексиловый вторичный | » | 0,1 |
| гексиловый нормальный | » | 0,01 |
| гексиловый третичный (флотореагент ТГС) | » | 0,01 |
| гептиловый | » | 0,005 |
| 1,1-дигидроперфторгептиловый | » | 4 |
| β,β-дихлоризопропиловый (дихлоргидрин) | Орг. | 1 |
| изобутиловый | С.-т. | 0,15 |
| изопропиловый | Орг. | 0,25 |
| α-метилбензиловый | Общ. | 0,4 |
| нониловый | С.-т. | 0,01 |
| пропиловый | Орг. | 0,25 |
| тетрагидрофуриловый | Общ. | 0,5 |
| Смола КС-35 | С.-т. | 0,1 |
| Смола МКС-10 | » | 3 |
| Стеарокс-6 | Орг. | 1 |
| Стеарокс-920 | » | 0,5 |
| Стирол | » | 0,1 |
| Стрептоцид | Общ. | 0,5 |
| Стронций (стабильный) | С.-т. | 7 |
| Сукцинонитрил | » | 0,2 |
| Сульгин | Общ. | 0,01 |
| Сульфамид $C_{12}...C_{17}$ | » | 0,1 |
| Сульфаты (по $SO_4$) | Орг. | 500 |
| Сульфенамид БТ | » | 0,05 |
| Сульфиддибутилолово | С.-т. | 0,02 |
| Сульфиды | Общ. | Отсутствие |
| Сульфодимезин | » | 1 |
| Сульфокарбоновых кислот натриевые соли | Орг. | 3 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| 2,4,6-Тригидрокси-1,3,5-триазина мононатриевая соль (циануровой кислоты мононатриевая соль) | » | 25 |
| 1,1,5-Тригидрооктафторпентанол (п-2) | » | 0,25 |
| 1,1,3-Тригидротетрафторпропанол (п-1) | » | 0,25 |
| 1,1,13-Тригидротетраэйкозафтортридеканол (п-6) | » | 0,25 |
| 1,1,11-Тригидроэйкозафторундеканол (п-5) | » | 0,5 |
| Тризооктиламин | С.-т. | 0,025 |
| Триизопропаноламин | » | 0,5 |
| Трикрезилфосфат | » | 0,005 |
| *с*-Триксиленилфосфат | Орг. | 0,05 |
| Триметиламин | » | 0,05 |
| 2,4,6-Триметиланилин (мезидин) | С.-т. | 0,01 |
| Триметилфосфат | Орг. | 0,3 |
| Триметилфосфит | » | 0,005 |
| 2,4,4′-Тринитробензанилид | С.-т. | 0,02 |
| Тринитробензол | » | 0,4 |
| Тринитрометан (нитроформ) | Орг. | 0,01 |
| Тринитротолуол | Общ. | 0,5 |
| 2,4,6-Тринитрофенол (пикриновая кислота) | Орг. | 0,5 |
| Трифенилфосфит | С.-т. | 0,01[2] |
| *м*-Трифторметиланилин | » | 0,02 |
| *м*-Трифторметилмочевина | Орг. | 0,03 |
| *м*-Трифторметилнитробензол | » | 0,01 |
| *N*-(Трифторметилфенил)-*N*′,*N*′-диметилмочевина (которан) | » | 0,3 |
| *м*-Трифторметилфенилмочевина | » | 0,03 |
| Трифторпропилсилан (AsSiH) | » | 1,5 |
| Трифторхлорпропан (фреон 253) | С.-т. | 0,1 |
| 2,4,5-Трихлоранилин | Орг. | 1 |
| Трихлорацетат натрия | Общ. | 5 |
| Трихлорбензоксазолинон-2 (трилан технический) | Орг. | 1 |
| Трихлорбензол | » | 0,03 |
| Трихлорбифенил | С.-т. | 0,001 |
| 2,3,4-Трихлорбутен-1 | » | 0,02 |
| 1,1,5-Трихлор-1,2-дибромгентен (бромтан) | Орг. | 0,04 |
| *N*-Трихлорметилтиотетрагидрофталимид (каптан) | » | 2 |
| *N*-Трихлорметилтиофтамид (фталан) | » | 0,04 |
| 1,1,5-Трихлорпентен | » | 0,04 |
| Трихлорпропан | » | 0,07 |
| Трихлорпропионат натрия | » | 1 |
| 2,3,6-Трихлортолуол | » | 0,03 |
| 2,3,6-Трихлор-*п*-трет-бутилтолуол | » | 0,1 |
| 2,4,5-Трихлорфеноксиэтилтрихлорацетат (гексанат) | С.-т. | 5 |
| Трихлорфенол | Орг. | 0,004 |
| 2,4,5-Трихлорфеноксиэтил-α,α-дихлорпропионат (пентанат) | С.-т. | 2,5 |
| Триэтаноламин | Орг. | 1,4 |
| Триэтиламин | С.-т. | 2 |
| Триэтиленгликоль | Общ. | 0,5 |
| Триэтилендиамин | С.-т. | 6 |
| Универсин-компаундированный жидкий битум (ТУ 38-3028—75) | Орг. | 0,01 |
| Феназепам | С.-т. | 0,8 |
| *п*-Фенетидин | » | 0,02 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| 1-Фенил-4-амино-5-хлорпиридазон-6 (феназон) | С.-т. | 2 |
| Фенилгидразин | » | 0,01 |
| Фенилгидроксиламин | » | 0,1 |
| *N*-Фенил-*N'*,*N'*-диметилмочевина (фенурон) | Общ. | 0,2 |
| 1-Фенил-4,5-дихлорпиридазон-6 | С.-т. | 2 |
| *п*-Фенилендиамин (урсол) | » | 0,1 |
| *м*-Фенилендиамин | » | 0,1 |
| Фенилметилмочевина | Общ. | 5 |
| 1-Феноксиацетил-2-метоксикарбониламинобензимидазол (бенацил) | » | 10 |
| Фенол | Орг. | 0,001[5] |
| Ферроцианиды | С.-т. | 1,25 |
| Флотол $C_7$...$C_9$ (ТУ 6-09-4426—77) | » | 0,5 |
| Флотореагент ААР-1 (ТУ 38 УССР 201221—77) | Орг. | 0,001 |
| Флотореагент ААР-2 (газойль) (ТУ 38 УССР 101765—78) | » | 0,005 |
| Формальдегид | С.-т. | 0,05 |
| Фосфор элементарный | » | 0,0001 |
| Фтор | » | 1,5[6] |
| Фуран | » | 0,2 |
| Фурфурол | Орг. | 1 |
| *п*-Хинондиоксим | С.-т. | 0,1 |
| Хлор активный | Общ. | Отсутствие[7] |
| Хлораль | С.-т. | 0,2 |
| 3-Хлор-4-аминофенол | Орг. | 0,1 |
| Хлорангидрид дифенилуксусной кислоты | Общ. | 0,1 |
| *м*-Хлоранилин | С.-т. | 0,2 |
| *п*-Хлоранилин | » | 0,2 |
| Хлорат натрия | Орг. | 20 |
| Хлорацетат амина канифоли | » | 0,5 |
| α-Хлорацетоуксусный эфир | Общ. | 0,5 |
| 6-Хлорбензоксазолон | Орг. | 0,2 |
| Хлорбензол | С.-т. | 0,02 |
| *п*-Хлорбензолсульфонат натрия | » | 2 |
| 2-Хлор-4,6-бис-/изопропиламино/-симтриазин (пропазин) | Орг. | 1 |
| 2-Хлор-4,6-бис-/этиламино/-сим-триазин (симазин нерастворенный) | » | Отсутствие |
| 2-Хлор-4,6-бис-/этиламино/-сим-триазина 2-окси-производное (оксипроизводное симазина) | » | Отсутствие |
| 4-Хлор-2-бутинил-*N*-3-хлорфенилкарбамат (карбин) | » | 0,03 |
| 1-Хлор-2,3-дибромпропан (немагон) | » | 0,01 |
| 3-Хлор-2,4-диметилвалеранилид (солан) | » | 0,1 |
| Хлориды (по $Cl^-$) | » | 350 |
| 2-Хлор-*N*-изопропилацетанилид (рамрод) | Общ. | 0,01 |
| Хлорит натрия | С.-т. | 0,2 |
| γ-Хлоркротиловый эфир дихлорфеноксиуксусной кислоты (кротилин) | Орг. | 0,02 |
| 3-Хлор-2-метилпропен (металлилхлорид) | С.-т. | 0,01 |
| 0-/2-Хлор-4-метилфенил/-*N'*/изопропил/-амидохлорметилтиофосфонат (изофос-3) | Орг. | 0,4 |
| 3-Хлорметил-6-хлорбензоксазолон | С.-т. | 0,4 |
| Хлорнафталин | Орг. | 0,01 |
| 4-Хлор-2-нитроанилин | » | 0,025 |
| Хлорнитрозоциклогексан | » | 0,005 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| β-Хлоропрен | С.-т. | 0,01 |
| 2-Хлортиофен | Орг. | 0,001 |
| Хлор-*п*-трет-бутилтолуол | » | 0,002 |
| *о*-Хлортолуол | С.-т. | 0,2 |
| *п*-Хлортолуол | » | 0,2 |
| 2-Хлор-1-/2,4,5-трихлорфенил/винилдиметилфосфат (гардона) | Общ. | 0,3 |
| *N*-/4-Хлорфенил/-*N'*,*N''*-диметилмочевина (монурон) | Орг. | 5 |
| *N*-4-Хлорфенил-*N'*-метил-*N'*-метоксимочевина (арезин) | Общ. | 0,05 |
| *N*-/*п*-Хлорфенил/-*N''*-оксимочевина | Орг. | 0,1 |
| 4-Хлорфенил-2,4,5-трихлорфенилазосульфид | » | 0,2 |
| 4-Хлорфенил-4-хлорбензолсульфонат (эфирсульфонат) | » | 0,2 |
| Хлорфенол | » | 0,001 |
| Хлорхолинхлорид | С.-т. | 0,2 |
| Хлорциклогексан | Орг. | 0,05 |
| 2-Хлор-4-этиламино-6-изопропиламино-сим-триазин (атразин) | Общ. | 0,5 |
| Хлорэндиковый ангидрид | Орг. | 1 |
| β-Хлорэтилтрис/диэтиламино/фосфоний хлорид (дефос) | То же | 2 |
| Хризантемат натрия | Общ. | 0,8 |
| Хром ($Cr^{3+}$) | Орг. | 0,5 |
| Хром ($Cr^{6+}$) | » | 0,1 |
| Цианамид кальция | » | 1 |
| Хромолан | Общ. | 0,5 |
| Цакс | С.-т. | 2 |
| Целатокс | Орг. | 0,5 |
| Цианбензальдегида оксимнатриевая соль | » | 0,03 |
| Цианиды | С.-т. | 0,1[8] |
| Циануровой кислоты мононатриевая соль | Орг. | 25 |
| Циклогексан | С.-т. | 0,1 |
| Циклогексанол | » | 0,5 |
| Циклогексанон | » | 0,2 |
| Циклогексаноноксим | » | 1 |
| Циклогексен | » | 0,02 |
| Циклогексиламин | Общ. | 0,1 |
| Циклогексиламина карбонат | С.-т. | 0,01 |
| Циклогексиламина хромат | » | 0,01 |
| Циклогексилимид дихлормалейновой кислоты (цимид) | Орг. | 0,04 |
| Циклогексилмочевина | Общ. | 3 |
| 3-Циклогексил-5,6-триметиленурацил (гексилур) | С.-т. | 0,2 |
| Циклопентанон-2-карбоксибутан-1 | Общ. | 0,1 |
| Циклотетраметилентетранитроамин (октаген) | С.-т. | 0,2 |
| Циклотриметилентринитроамин (гексоген) | » | 0,1 |
| Цинк | Общ. | 1 |
| Эмукрил С | Орг. | 5 |
| Эпамин 06 | Общ. | 2 |
| Эпихлоргидрин | С.-т. | 0,01 |
| ЭПН-5 | Орг. | 0,2 |
| Этилакрилат | » | 0,005 |
| *N*-Этиланилин | » | 1,5 |
| Этилацетат | С.-т. | 0,2 |
| Этилбензол | Орг. | 0,01 |

*Продолжение*

| Вещества | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| Этилбутиламин | Орг. | 0,5 |
| *S*-Этил-*N*-гексаметилентиокарбамат (ялан) | » | 0,07 |
| *S*-Этил-*N*,*N*-дипропилтиокарбамат (эптам) | » | 0,1 |
| *O*-Этилдихлортиофосфат | С.-т. | 0,06 |
| *O*-Этил-0,2,4-дихлорфенилхлортиофосфат | Общ. | 0,05 |
| Этилен | Орг. | 0,5 |
| Этилен-бис-дитиокарбамат цинка (цинеб) | » | 0,03 |
| Этилен-бис-тиогликолятдиоктилолово | С.-т. | 0,002 |
| Этилен-бис-тиокарбамат аммония (ЭДТК) | Орг. | 0,04 |
| Этиленгликоль | С.-т. | 1 |
| Этилендиамин | Орг. | 0,2 |
| Этилендиаминтетрауксусной кислоты динатриевая соль (трилон Б) | С.-т. | 4 |
| Этиленхлоргидрин | » | 0,1 |
| Этилидендиацетат | » | 0,6 |
| Этилксантогенат калия | Орг. | 0,1 |
| Этилмеркурхлорид | С.-т. | 0,0001 |
| *O*-Этил-0-4-(метилтио)фенил-*S*-пропилдитиофосфат (болстар) | Орг. | 0,003 |
| *O*-Этил-0-метилхлортиофосфат (диэфир) | » | 0,002 |
| Этиловый эфир *N*-бензоил-*N*/3,4-дихлорфенил/-2-аминопропионовой кислоты (суффикс) | С.-т. | 1 |
| Этиловый эфир β,β-диметилакриловой кислоты | Орг. | 0,4 |
| Этиловый эфир *N*,3,4-дихлорфенилаланина | Общ. | 0,1 |
| Этиловый эфир диэтиленгликоля (карбитол) | » | 0,3 |
| Этиловый эфир молочной кислоты | С.-т. | 0,4 |
| Этиловый эфир триэтиленгликоля | Общ. | 0,08 |
| Этиловый эфир этиленгликоля | » | 1 |
| *O*-Этил-*S*-пропил-0,2,4-дихлорфенилтиофосфат (этафос) | Орг. | 0,05 |
| Этилсиликонат натрия (ГКЖ-10) | » | 2 |
| Этилциклогексиламин | Общ. | 0,5 |
| Этилциклогексиламинная соль этилциклогексилтиокарбаминовой кислоты | С.-т. | [4] |
| Этоксилат первичных спиртов $C_{12}...C_{15}$ | Орг. | 0,1 |
| Эфир этиленгликоля и жирных кислот | Общ. | 0,7 |
| Эфир этилкарбитола и жирных кислот | » | 0,8 |

[1] В пределах, допустимых расчетом на содержание органических веществ в водоемах и по показателям БПК и растворенного кислорода. [2] Опасно при попадании через кожу. [3] Для неорганических соединений. [4] С учетом кислородного режима для зимних условий. [5] ПДК фенола (0,001 мг/л) указана для суммы летучих фенолов, придающих воде хлорфенольный запах при хлорировании (метод пробного хлорирования). Эта ПДК относится к водным объектам хозяйственно-питьевого водопользования при условии применения хлора для обеззараживания воды в процессе ее очистки на водопроводных сооружениях или при определении условий сброса сточных вод, подвергающихся обеззараживанию хлором. В иных случаях допускается содержание суммы летучих фенолов в водных объектах 0,1 мг/л. [6] Имеется в виду фтор также в соединениях. [7] С учетом хлорпоглощаемости водоемов. [8] Цианиды простые и комплексные (за исключением цианоферратов) в расчете на циан.

**9.3. Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей**

| Показатели | I категория | II категория |
|---|---|---|
| Взвешенные вещества | По сравнению с природными условиями содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться при сбросе сточных вод более чем на 0,25 мг/л | 0,75 мг/л |
| | Для водоемов (водотоков), содержащих в межень более 30 мг/л природных взвешенных веществ, допускается увеличение до 5 % | |
| | Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для водотоков и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются | |
| Плавающие примеси | На поверхности воды не должно быть пленок нефтепродуктов | |
| Окраска, запахи и привкусы | Вода не должна приобретать посторонних запахов, привкусов и окраски и сообщать их мясу рыбы | |
| Температура | Не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водоема или водотока более чем на 5 °С, допускается общее повышение температуры не более чем до 20 °С летом и 5 °С зимой для водных объектов, в которых обитают холодноводные рыбы (лососевые и сиговые), и не более чем до 28 °С летом и 8 °С зимой — для остальных водных объектов. В местах нерестилищ налима запрещается повышение температуры воды зимой более чем до 2 °С | |
| Водородный показатель (pH) | Не должен выходить за пределы 6,5...8,5 | |
| Растворенный кислород | В зимний (подледный) период не должен быть ниже 6 мг/л | 4 мг/л |
| | В летний (открытый) период во всех водных объектах должен быть не ниже 6 мг/л в пробе, отобранной до 12 ч дня | |
| Биохимическое потребление кислорода ($БПК_{полн}$) | При 20 °С не должно превышать 3 мг/л. Если в зимний период содержание растворенного кислорода в воде водных объектов I категории рыбохозяйственного водопользования снижается до 6 мг/л, а второй — до 4 мг/л, то допускается сброс в них только тех сточных вод, которые не изменяют БПК | |
| Ядовитые вещества | Не должны содержаться в концентрациях, оказывающих прямо или косвенно вредное воздействие на рыб и водные организмы, служащие кормовой базой для них | |

## 9.2. ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД

**Факторы, влияющие на формирование качества природных вод.** Качество природных вод формируется под воздействием природных (естественных) и антропогенных факторов.

Естественное загрязнение водных объектов возможно при поступлении примесей в период половодий и ливневых паводков, накоплении органических веществ за счет отмирания растительных и животных организмов, водопое и купании животных.

*Продолжение*

| Вещество | ПДК |
|---|---|
| Гетерофос (ядохимикат) | Отсутствие (0,00001) |
| Гидразингидрат | 0,00025 |
| Гидрохинон | 0,001 |
| Гликолят натрия | 0,15 |
| Гомелин | 10 |
| Дактал | 0,08 |
| Далапон | 3 |
| ДДВФ (диметилдихлорвинилфосфат) | Отсутствие |
| ДДТ технический | Отсутствие |
| ДДТ в соляровом масле | Отсутствие |
| Дендробациллин | 10 |
| Дибутилдитиофосфат натрия | 0,0006 |
| Дибутилсебацинат (ДБС) | 0,0001 |
| Дилор 80% | 0,0005 |
| Диметакриловый эфир триэтиленгликоля (ТГМ-3) | 0,01 |
| Диметиламин | 0,005 |
| Диметилформамид | 0,25 |
| ДНС (динатриевая соль моноалкилсульфоянтарной кислоты на основе вторичных спиртов и малеинового ангидрида) | 0,2 |
| Динитрометилфенол (ДНОК) | 0,002 |
| 2,4-Динитрохлорбензол | 0,01 |
| Ди-*н*-пропиламин | 0,01 |
| Диспергатор ДН-75 | 0,15 |
| Диспергатор ДН-75* | 0,005 |
| Диспергатор ОМ-6* | 0,005 |
| Диспергатор НФ | 0,25 |
| Диспергатор ХЕОС (АВ-3000) | 0,008 |
| Диспергент 124(д) | Отсутствие |
| Диспергент 124(и) | Отсутствие |
| Дисперсный краситель алый Ж | 0,007 |
| Диссольван 4411 | 0,9 |
| Диурон | 0,0015 |
| Диформаль пентаэритрита | 10 |
| Дифторэтилен | 0,25 |
| 2,5-Дихлорнитробензол | 0,01 |
| Дицетилпероксидикарбонат | 0,01 |
| Диэтаноламин | 0,01 |
| Диэтилдитиокарбамат натрия | 0,0001 |
| Дурсбан | Отсутствие |
| Железо* | 0,05 |
| Железо сернокислое закисное | 0,1 |
| Желтый железоокисный пигмент (ГОСТ 18172—72) | 0,1 |
| Извиоль-3 | Отсутствие |
| Изобутилен | 0,025 |
| Изопропиловый спирт | 0,01 |
| Изофос | Отсутствие |
| ИКБ-4 с ОП-7 | 0,02 |
| Инсектин | 10 |
| Иодид ($J^-$)* | 0,2 в дополнение к естественному содержанию йодидов |
| ИОТ-1 | 0,1 |
| Кадмий* | 0,01 |

| Вещество | ПДК |
|---|---|
| Кадмий ($Cd^{2+}$) | 0,005 |
| Калий* | При 13...18% 390 |
| Калий железосинеродистый | 0,1 |
| Калий иодистый | 0,1 |
| Кальций* | При 13...18% 0,61 г/л |
| Кальций фосфорнокислый однозамещенный $Ca(H_2PO_4)_2$ | 7,5 |
| Кальциевая соль диметилдитиокарбаминовой кислоты (Са-соль ДМДТ) | Отсутствие |
| Камфен (ГОСТ 15.3.9—69) | 0,25 |
| Канифоль солевая | 0,01 |
| Канифоль солевая с сульфатом алюминия (комплекс) | 0,05 |
| Канифоль антивибрационная смазка (КАВС-45) | 0,08 |
| Каолиновое волокно | 0,025 |
| Каптакс | 0,05 |
| Каптан | 0,0006 |
| Карбамидная смола КС-35 (ТУ 6-05-011-18—77) | 5 |
| Каратан (ядохимикат) | Отсутствие (0,00007) |
| Карбанокс ФТ-15 | 0,5 |
| Карбозолин СПД-3 | 0,003 |
| Карбофос (0,0-диметил-δ-(1,2-дикарбэтоксиэтил)-дитиофосфат) | Отсутствие |
| Кельтан | Отсутствие |
| Кобальт ($Co^{2+}$) | 0,01 |
| Кобальт* | 0,005 |
| Корексит 9527* | 0,05 |
| Которан (ядохимикат) | 0,0007 |
| Котофор | 0,0003 |
| Краситель дисперсный желтый прочный 2К | 0,1 |
| Краситель дисперсный сине-зеленый | 0,0025 |
| Краситель дисперсный синий К | 0,002 |
| Краситель кислотный ярко-синий антриахиновый | 0,002 |
| Краситель органический прямой голубой ТУ 6-14 | 0,01 |
| Краситель прямой алый (азокраситель) ТУ 6-14-45—75 | 0,01 |
| Краситель хромовый черный — О | 0,03 |
| *о*-Крезол | 0,003 |
| Кремнеорганическая смола К-9 | 0,1 |
| Кремнеземное стекловолокно КВ-11 | 0,1 |
| Кремнийорганический лак (КО-926) | 0,05 |
| Кюмене (смола) | 0,01 |
| Лак битумный | 5 |
| Лак пекосмоляный | 1 |
| Лапрол 3003 (полиоксипропилентриол) | 0,03 |
| Лапрол 5003-2Б-10 (полиоксиалкилированный глицерин) | 0,02 |
| Лапромол-294 | 0,02 |
| Ласет-1 | 0,05 |
| Ласет-2 | 0,05 |
| Латекс СКН-40 ИХМ | 0,1 |
| Лепидоцид (бакпрепарат) | 10 |
| Линурон* (ядохимикат) | 0,001 |

*Продолжение*

| Вещество | ПДК |
|---|---|
| Магний ($Mg^{2+}$) | 50 |
| Магний* | При 13...18% 0,94 г/л |
| Малеиновый ангидрид | 0,01 |
| Марганец ($Mn^{2+}$) | 0,01 |
| Масло соляровое | 0,01 |
| Масло легкое талловое (ТУ 81-05-100—70) | 0,1 |
| Медь | 0,001 |
| Медь* | 0,005 |
| Меланиноформальдегидная смола | 0,1 |
| Метакриловая кислота | 0,005 |
| Метатион (ядохимикат) | Отсутствие (0,0000001) |
| Метиленхлорид | 9,4 |
| Метилметакрилат | 0,001 |
| Метилинитрофос, сумитион | Отсутствие |
| Метиловый эфир акриловой кислоты | 0,001 |
| Метиловый эфир метоксипропионовой кислоты | 0,005 |
| Метол | 0,0006 |
| Модифицированный нефелиновый антипирен (марка Б, ТУ 6-08-340—76) | 0,1 |
| Модифицированный полиэтиленимин | 0,5 |
| Модифицированная мочевиноформальдегидная смола | 0,05 |
| Молибден ($Mo^{6+}$) | 0,0004 |
| Монопентахлорфеноловый эфир терпеномалеинового аддукта | 0,0005 |
| Моносорбитовый эфир лауриновой кислоты (шпан 20) | 0,01 |
| Мочевиноформальдегидная смола МФ-17 | 1,5 |
| Мочевиноформальдегидная смола КА-11 (ТУ 6-05-1375—75) | 0,1 |
| МЛ-6 моющий препарат (смесь сульфоната, сульфонала, ДБ-уайт-спирита) | 0,5 |
| Мышьяк | 0,05 |
| Мышьяк* | 0,01 |
| Натриевая соль пентахлорфенолята аминоканифоли | 0,01 |
| Натриевая соль 2,4-Д | 0,62 |
| Натрий* | 7100 |
| Нафталин | 0,004 |
| Нафтенат натрия* | 0,15 |
| 2-Нафтол | 0,05 |
| Неонол 2В1315-12 | 0,32 |
| Неонол 2В1317-12 | 0,32 |
| Неонол П1215-12 | 0,26 |
| Неонол АФ-12 | 0,25 |
| Неонол АФ-14 | 0,25 |
| Нефтеполимерная смола, водно-щелочная дисперсия | 0,1 |
| Нефтепродукты растворенные* | 0,05 |
| Нефтяной сульфонат натрия | 0,1 |
| Никель ($Ni^{2+}$) | 0,01 |
| Нитрат-ион ($NO_3^-$) | 0,08 (0,02 мг/л N) |
| Нитробензол | 0,01 |

*Продолжение*

| Вещество | ПДК |
|---|---|
| Нитрафан (натриевая соль нитроалкилфенолов) | 0,09 |
| «Новость» — стиральная паста | 0,1 |
| ОЖК (оксилированные жирные кислоты) | 3,9 |
| Окись пропилена | 0,005 |
| Оксиамин* | 0,05 |
| α-Оксиизомасляная кислота | 0,005 |
| Оксипропиленцеллюлоза | 0,001 |
| Оксипропилцеллюлоза | 3 |
| 1-Оксиэтилидендифосфоновая кислота | 0,9 |
| Оксиэтилированные амины жирного ряда $C_{10}...C_{16}$ (ОЖА) | 0,2 |
| Оксиэтилцеллюлоза | 9 |
| Олефинсульфонат натрия $C_{12}..C_{14}$ | 0,5 |
| Олефинсульфонат натрия $C_{15}...C_{18}$ | 0,15 |
| Олово четыреххлористое $SnCl_4$ | 0,02 |
| Ордран | 0,0025 |
| ОП-7 | 0,3 |
| ОП-10 | 0,5 |
| ОП-10* | 0,1 |
| ПБ-5 | 0,0015 |
| Паранитрохлоргидринстирол | 0,005 |
| ПАФ-13А | 0,1 |
| Пентахлорфенолят натрия | 0,0005 |
| Пентахлорфенолят терпеномалеинового аддукта (ТУ ОП-42—75) | 0,0005 |
| Первичный натрий алкилсульфат $C_{10}...C_{12}$ | 0,5 |
| Перекись водорода | 0,01 |
| Перхлорат аммония $NH_4ClO_4$ | 0,044 |
| Петролатум | 6,5 |
| Пикраминовая кислота | 0,01 |
| Пикриновая кислота | 0,01 |
| Пиридин | 0,01 |
| Пиримор (бакпрепарат) | 0,0007 |
| Пирор-400 | 0,005 |
| Пирор-70 | 0,005 |
| ПО-1Д (пенообразователь) | 1,1 |
| Поливинилацетатная эмульсия | 0,3 |
| Поликарбацин (ядохимикат) | 0,00024 |
| Политерпен | 0,001 |
| Полихлоркамфен (токсафен) | Отсутствие |
| Полихлорпинен | Отсутствие |
| Полиэтиленимин | 0,001 |
| Полиэтиленовая эмульсия | 0,75 |
| Полиэтиленгликоль | 5 |
| Полиэтиленоксид | 10 |
| Превоцел | 0,02 |
| Превоцел 100* | 0,1 |
| Проксамин 385 | 7,5 |
| Прометрин | 0,05 |
| Рамрод* (ядохимикат) | 0,001 |
| Рамрод | Отсутствие |
| Резорцин | 0,004 |
| Роданид калия | 0,15 |
| «Роса» — тормозная жидкость | 0,5 |
| Ртуть* | 0,0001 |
| Сайфос (ядохимикат) | 0,0002 |

*Продолжение*

| Вещество | ПДК |
|---|---|
| Сатурн | 0,0002 |
| Свинец ($Pb^{2+}$) | 0,1 |
| Свинец* | 0,01 |
| Севин | 0,0005 |
| Семерон | 0,0005 |
| Сера | 10 |
| Сероуглерод | 1 |
| Силикат калия | 2 |
| Сильван ($\alpha$-метилфуран) | 0,01 |
| Симазин | 0,0024 |
| Синтанол АЛМ-7 | 0,002 |
| Синтанол ДС-10 | 0,0005 |
| Смолистые вещества, вымытые из хвойных пород древесины | 2 |
| Смола для получения активных углей (ТУ 81-05-91) | 0,5 |
| СНПХ-91 | 0,01 |
| СНПХ-44 | 0,1 |
| СНПХ-5306 | 0,2 |
| СНПХ-102 | 0,07 |
| Сополимер-1 (алкилированный сополимер диэтиламиноэтилметакрилата и метакриламида) | 0,05 |
| Сополимер-2 (производное метилтиоэтилметакрилата и амидметакриловой кислоты) | 0,05 |
| Сополимер диэтиламиноэтилметакрилата и амидметакриловой кислоты, модифицированный с добавкой диметакрилата триэтиленгликоля | 0,01 |
| Сосновое флотомасло (ТУ 81-05-141—77) | 0,1 |
| Стеарокс 920 | 0,06 |
| Стронций* | 10 |
| Сукцинол ДТ-2 | 0,01 |
| Сульфатное мыло (ТУ 81-05-118—71) | 0,1 |
| Сульфонат на керосиновой основе (натриевая соль алкилсульфокислот) | 0,5 |
| Сульфонат на синтине (натриевая соль алкилсульфокислот) | 1 |
| Сульфонол НП-5 (натриевая соль алкилсульфокислот с алкильными остатками) | 0,5 |
| Сульфонол НП-1 | 0,2 |
| Сульфонол НП-3 | 0,1 |
| Сульфонол хлорный | 0,1 |
| Сульфоэтоксилат натрия $C_{10}...C_{13}$ | 0,3 |
| Супарамин-30 | 0,1 |
| Суперкварцевое волокно (СКВ) (ТУ 6-11-15-60—78) | 0,005 |
| Супертонкое кремнеземное волокно (СТВК-99) (ТУ 6-11-15-81—76) | 0,01 |
| Танниды | 10 |
| Тетраборат натрия (бура) | 0,05 (0,017 $B^{3+}$) |
| Тетрагидрофуран | 0,01 |
| Тетрафторэтилен | 0,036 |
| Тилозин | 0,08 |
| Тиомочевина | 1 |
| ТМТД | Отсутствие |
| Тиосульфат натрия | 3,1 |
| Трефлан | 0,0003 |

*Продолжение*

| Вещество | ПДК |
|---|---|
| Четвертичная аммониевая соль полигликолиевых эфиров (выравниватель А) | 0,1 |
| Эмукрил С | 1,6 |
| Эмульсо-диспергатор (Е-3096) | 0,01 |
| ЭПН-5 | 0,09 |
| Этафос (ядохимикат) | Отсутствие (0,00006) |
| Этилбензол | 0,001 |
| Этиловый эфир акриловой кислоты | 0,0001 |
| Этилцеллюлоза | 7 |
| Этил-β-этоксипропионат | 0,001 |
| Этиодихлорсилен (основной компонент ГКЖ-94) | Отсутствие |
| Эфир сахарозы и высших жирных кислот $C_{10}...C_{16}$ | 0,01 |
| Ялан | 0,0007 |
| *Санитарно-токсикологический ЛПВ* | |
| Алкилсульфат первичный | 0,2 |
| Алкилсульфонат | 0,5 |
| Анкрас* | 0,15 |
| 1,4-Бутандиол | 0,1 |
| Двухромовокислый натрий | 0,05 ($Cr^{6+}$—0,02) |
| Закрепитель ДЦУ | 0,5 |
| Закрепитель ДДУ | 0,5 |
| Замасливатель А-1 | 0,05 |
| Изопрен | 0,01 |
| ИКБ-8 | 0,01 |
| Калий фосфорнокислый однозамещенный ($KH_2PO_4$) | 5 |
| Калий ($K^+$) | 50 |
| Кальций ($Ca^{2+}$) | 180 |
| Карбомол ЦЭМ | 0,01 |
| Карбомол | 1 |
| Красящие компоненты ЗП-10 м | 0,1 в присутствии органических веществ; в остальных случаях в водоемах I категории — 0,25; II категории — 0,75 |
| Кубовый краситель золотисто-желтый ЖХП | 0,5 |
| Лапрол 503 (полиоксипропилированный глицерин) | 0,1 |
| Лапрол 805 (полиоксипропиленпентол) | 0,1 |
| Лимонная кислота | 1 |
| Магний ($Mg^{2+}$) | 40 |
| Метанол | 0,1 |
| Метилфенидон | 0,01 |
| Метилфенилкарбинол | 0,01 |
| Моноэтаноламин | 0,1 |
| Мочевина | 80 (37,7 мг/л N) |
| Na-Карбоксиметилцеллюлоза | 20 |
| Натрий ($Na^+$) | 120 |
| Нитрат-ион ($NO_3^-$) | 40 (9,1 мг/л N) |
| Полиэфир П-6 | 0,05 |
| Полиэфир П-514 | 10 |
| Препарат ОС-20 | 0,01 |
| Синтамид | 0,1 |
| Стеарокс-6 | 0,01 |

*Продолжение*

| Вещество | ПДК |
|---|---|
| Сульфирол-8 | 1 |
| Сульфаты ($SO_4^{2-}$) | 100 |
| Сульфосид-31 | 0,1 |
| СУ-1 (закрепитель) | 0,1 |
| Трилон-Б | 0,5 |
| Фосфор пятихлористый | 0,1 |
| Фосфор треххлористый | 0,1 |
| Фосфорно-кислый калий двузамещенный | 0,31 |
| Хлориды ($Cl^-$) | 300 |
| Этилацетат $CH_3COOC_2H_5$ | 0,2 |
| *Рыбохозяйственный ЛПВ* | |
| Латекс синтетический | 1,6 |
| Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии | 0,05 |
| Фенолы | 0,001 |
| *Общесанитарный ЛПВ* | |
| Калий бромистый | 2 |
| Экзотоксин | 4 |
| Этамон ДС | 0,5 |
| *Санитарный ЛПВ* | |
| Воверин | 10 |
| Гликазин | 0,1 |
| Краситель прямой синий светопрочный | 0,08 |
| СНПХ-5301 | 1,5 |
| СНПХ-103 | 0,05 |
| *Органолептический токсикологический ЛПВ* | |
| Ацетофенон | 0,04 |
| *Органолептические ЛПВ* | |
| Барий* | 2 |
| 3,5-Динитросалициловая кислота | 0,2 |
| ДБ-препарат (полигликолевые эфиры) | 0,3 |
| Дипроксамин 157 | 3,2 |
| ДНС на основе вторичных спиртов из вторых неомыляемых (паста) | 0,2 |
| Закрепитель ДЦМ (смесь продукта конденсации дициандиамина и формальдегида с добавкой 10% кристаллического ацетата меди) | 0,5 |
| Карбомол | 1 |
| Ксилол | 0,05 |
| Метазин | 1 |
| 4-Нитро-2-аминоанизол | 0,5 |
| НЧК (нейтрализованный черный контакт) | 0,01 |
| Препарат АМ | 1 |
| Проксанол 305 | 6,3 |
| Стирол | 0,1 |
| Сульфоспирты из 2 неомыляемых | 0,1 |
| Толуол | 0,5 |
| Хромалан | 0,5 |

* ПДК — установлены для морских акваторий. Ионные и молекулярно-дисперсные формы (фильтруемые через фильтр с порами 0,5 мкм). ** ПДК аммония солевого объединяет ПДК хлорида аммония, сульфата аммония и нитрата аммония.

**9.5. Дополнительный перечень ПДК вредных веществ в водных объектах, используемых для рыбохозяйственных целей, мг/л**

| Вещество | ЛВП | ПДК |
|---|---|---|
| А-41 | Токсикологический | 0,0001 |
| Базагран (ядохимикат) | » | 1,4 |
| БИП (бакпрепарат) | » | 5 |
| Бор-ион* | » | 10 при 12...18‰ |
| Вирин-ХС | » | 5 |
| Вирин-ОС | » | 5 |
| Волан | » | 0,01 |
| 2В-1317-12* | » | 0,1 при 34‰ |
| Гербицид 2М-4Х | » | 0,02 |
| Гидроокись лития | » | 0,0007 |
| Дибутилоловохлорид | » | 0,001 |
| Краситель прямой бирюзовый светопрочный К | » | 0,04 |
| Кармидол* | » | 0,5 при 34‰ |
| КССБ* (компонент бурового раствора) | » | 12 при 10...13‰ |
| Лапрол 2502 | » | 0,25 |
| Лапроксид 503 (триглицидиловый эфир полиоксипропилентриола) | » | 0,1 |
| Метафос (ядохимикат) | » | Отсутствие (0,000026) |
| Медный комплекс нитрилотриметилфосфоновой кислоты | » | 0,1 |
| Монохлорацетат натрия | » | 0,01 |
| Морпен (СПАВ)* | » | 0,001 при 10...13‰ |
| Неонол АФ-14* | » | 0,1 при 34‰ |
| Омайт (ядохимикат) | » | 0,004 |
| Пропанид (ядохимикат) | » | 0,0003 |
| СН-5* | » | 0,25 при 34‰ |
| Сульфат бария | » | 2 |
| СНПХ-1002, марка Б (растворитель флотореагент) | » | 0,05 |
| СНПХ-1002, марка Б (растворитель бутилкарбитол) | » | 0,01 |
| СНПХ-41-01 | » | 0,1 |
| СНПХ-6002, марка Б | » | 0,1 |
| Сульфат-ион* | » | 3,5 г/л при12...18‰ |
| ТЭГ-1 | » | 0,01 |
| Тетрабутилолово | » | 0,0001 |
| Хлор-ион* | » | 11,9 г/л при 12...18‰ |
| Хлористый литий | » | 0,15 |
| Эптам (ядохимикат) | » | Отсутствие (0,00008) |
| ЭС-1 | » | 0,01 |
| Эфасол* | » | 0,001 при 10...13‰ |
| Витамицин | Санитарно-токсикологический | 0,25 |
| Комплексон-ДЛФ-1 | То же | 1 |
| Нитрилотриметилфосфоновая кислота (НТФ) | » | 0,05 |
| Полиэфир А-515 | » | 2,5 |
| Превоцел NQ-12 | » | 0,5 |
| Превоцел WOF P-100 NF | » | 0,2 |
| СНПХ-7202 | » | 0,1 |

| Вещество | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| Латекс сополимера винилиденхлорида с бутилакрилатом и итаконовой кислотой ВД БАИк 73Е-ПАЛ | Токсикологический | 0,01 |
| Латекс сополимера винилиденхлорида, винилхлорида, бутилакрилата и итаконовой кислоты ВД ВХ БАИк 63-Е-ПАЛ | » | 0,01 |
| Оксиацетильное соединение * | » | 0,1 |
| Полиэтиленгликоль (ПЭГ-35) | » | 0,001 |
| Прогалит НМ 20-40 | » | 0,5 |
| Превоцел NCE 10/16 (ингибитор) | » | 0,05 |
| Пиперазин | » | 0,01 |
| Поливинилхлорид суспензионный | » | 0,01 |
| Полиэтиленгликоль-115* | » | 10 |
| Полиоксипропилендиамин (ДА-502) | » | 0,01 |
| Полиоксипропилентриамин | » | 0,005 |
| СНПХ-7215 (оксиалкилированные алкилфенолы и азотсодержащая добавка в бутилбензольном растворителе) | » | 0,01 |
| Суффикс (ядохимикат) | » | Отсутствие (0,00003) |
| Сополимер марки «Метакрил 90» | » | 0,1 |
| Сополимер М-14 ВВ метакриловой кислоты с метилметакрилатом | » | 0,05 |
| Сернокислый алюминий | » | 0,5 (в пересчете на $Al^{+3}$ 0,08 мг/л в дополнение к естественному фоновому содержанию) |
| Тетраэтиленпентамин | » | 0,01 |
| Триэтилентетрамин | » | 0,1 |
| Триэтиламин | » | 1 |
| Хладон-113 | » | 0,01 |
| Хладон-22 | » | 1 |
| Этилендиамин | » | 0,001 |
| Этманит-ОПЭ | » | 2 |
| Эмульсол-Т | » | 0,001 |
| Абсорбент «тощий» (смесь ароматических углеводородов до 50%: бензол — 5%, толуол — 20...25%, ксилол — 15...20%) | Санитарно-токсикологический | 0,01 |
| Ацетонитрил | То же | 0,7 |
| Бутилацетат | » | 0,3 |
| Гуминовые кислоты для воды водоемов умеренной и высокой жесткости: растворимые легкие фракции | » | 2 |
| Общее содержание (включая тяжелые фракции) | » | 3,7 |
| Краситель прямой черный З | » | 0,2 |
| Полиэтиленполиаминполи-*N*-метиленфосфоновой кислоты мононатриевая соль (ПАФ-13А З) | » | 0,2 |

| Вещество | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| СНПХ-7410 (смесь азотсодержащего блоксополимера окиси этилена и окиси пропилена с ароматическим растворителем в соотношении 1 : 1) | Санитарно-токсикологический | 0,01 |
| Сульфаминовая кислота | » | 0,3 |
| Скипидар | » | 0,2 |
| Торфяная крошка | » | 57 (в пересчете на сухое вещество) |
| Этиленгликоль | » | 0,25 |
| Аминогексаметилен-аминометилтриэтоксисилан (АДЭ-3) | Органолептический токсикологический | 0,0001 |
| Спирт поливиниловый | То же | 1 |

* ПДК установлены для морских водоемов.

### 9.7. Дополнительный перечень № 5 ПДК вредных веществ для рыбохозяйственных водоемов, мг/л

| Вещество | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| Ацетат-ион (натрий уксуснокислый) | Санитарный (Сан.) | 0,4 |
| Авироль | То же | 0,001 |
| Бромистые соли гептилактилнонилпиридиния (смесь)* | Токсический (Токс.) | 0,8 |
| Валексон (ядохимикат) | То же | Отсутствие (0,00000001) |
| Глицерин ($C_3H_7O_3$) | С.-т. | 1 |
| Гидролизат водорастворимый полимерный ТУ ОП-6-01-8-70—83 | » | 2 |
| Диметилсульфоксид | Орг. | 10 |
| 1,3-Диаминопропанол-2 | Токс. | 0,45 |
| Декабромбифенилоксид* | » | 10 |
| Декстрин | Орг. | 1 |
| Инкредол | Токс. | 0,06 |
| ИСБ-500 | С.-т. | 0,1 |
| Корнецин (бакпрепарат) | Токс. | 0,1 |
| Карбозолин | » | 0,01 |
| Метабисульфит-ион (калий пиросернистокислый $K_2S_2O_5$) | » | 2,6 |
| Калий углекислый** | — | — |
| Краситель прямой черный 2С | Токс. | 0,5 |
| Краситель активный черный К | Сан. | 0,5 |
| Марганец двухвалентный* | Токс. | 0,05 |
| Неонол 1020-3* | » | 0,0001 |
| Нитрилотриметилфосфоновая кислота цинкового комплекса тринатриевой соли трехводного | » | 0,06 |
| Натрий углекислый** | — | — |
| Оксил* | » | 6 |
| ОМ-84 (диспергент)* | » | 0,25 |
| Препарат-318 (производное полиоксиалкиленгликоля) | Сан. | 0,1 |

*Продолжение*

| Вещество | ЛПВ | ПДК |
|---|---|---|
| Рубидий-катион | Токс. | 0,1 (к природному фоновому содержанию) |
| Реглон (ядохимикат) | » | 0,00043 |
| Рипкорд (ядохимикат) | » | Отсутствие (0,000005) |
| Селен-ион | » | 0,0016 (к природному фоновому содержанию) |
| Саломас | Орг. | 0,01 |
| Теллур-ион | Токс. | 0,0028 (к природному фоновому содержанию) |
| Туринпгин (бакпрепарат) | » | 0,1 |
| Тиосульфат-ион (аммоний серноватисто-кислый 35% раствор) | С.-т. | 1,6 |
| Углеродное волокно высокомодульное ТУ 48-20-48—76 | Токс. | 0,01 |
| Фитолавин (бакпрепарат) | » | 0,12 |
| Фталевые кислоты* | » | 2 |
| Цезий-катион | » | 1 (к природному фоновому содержанию) |
| Этилен диаминтетрауксусной кислоты железный (III) комплекс, мононатриевая соль $C_{10}H_{12}FeN_2NaO_5$ | » | 4 |
| Молибден ион шестивалентный | » | 0,0012 (к природному фоновому содержанию) |

* ПДК установлены для морских водоемов. ** Сброс в водоем до полного завершения процесса гидролиза запрещен.

В составе большей части попадающих в водные объекты примесей содержится примерно 40% минеральных и 60% органических веществ (табл. 9.8).

**Микробное загрязнение природных вод.** Под микробным загрязнением природных вод понимают случаи, когда в воде обнаруживают возбудителей инфекционных заболеваний.

Непременное условие пригодности водного объекта для использования его воды в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения, водоснабжения пищевых предприятий или использования для купания, спорта и отдыха населения — полное отсутствие в воде возбудителей инфекционных заболеваний. Это же требование распространяется и на участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

Угроза поступления болезнетворных бактерий может исходить из сбрасываемых в водные объекты необеззараженных бытовых сточных вод, поверхностного стока с территорий городов и населенных пунктов, производственных площадок боен, мясокомбинатов, утильзаводов, животноводческих комплексов, птицефабрик, сточных вод кожевенных заводов, площадок выпаса и выгула скота, коммунальных и земледельческих полей орошения.

Безопасность воды в эпидемиологическом отношении (табл. 9.9) оценивают по содержанию в ней бактерий группы кишечных палочек (БГКП). Содержание их в 1 л воды называют колииндексом.

**Радиоактивное загрязнение природных вод.** Использование радионуклидов в промышленности, научных исследованиях, медицине и других областях

## 9.8. Примеси в воде и их влияние на водный объект

| Примеси | Состав | Влияние на объект |
|---|---|---|
| Механические (взвеси) | Песок, глина, шлак, рудные включения | Обмеление рек, заиливание водохранилищ, замедление развития водных организмов, дефицит кислорода |
| Минеральные химические (растворы, коллоиды, взвеси) | Тяжелые металлы: ртуть, медь, кадмий, свинец, цинк, марганец, никель | Токсическое действие на водные организмы |
| | Минеральные удобрения, содержащие биогенные элементы: азот, фосфор, углерод, кремний | Евтрофирование, вызывающее «цветение» воды |
| Органические (растворы, коллоиды, взвеси): | | |
| легкоокисляемые | Органические вещества сточных вод пищевых предприятий и другие биологически мягкие вещества | Дефицит кислорода, изменяется pH, ухудшаются органолептические свойства, бурно развиваются сине-зеленые водоросли |
| трудноокисляемые | Нефть и нефтепродукты, фенольные соединения, жесткие синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), стойкие пестициды | Высокая стойкость и токсичность придают воде неприятный запах и привкус, ограничивают пригодность воды для питья и водопоя, трудно удаляются из воды |
| Биологические | Бактерии, водоросли, простейшие, черви, яйца гельминтов, грибы и др. | Образуют устойчивые взвеси, обрастания подводных предметов, участвуют в самоочищении и вторичном загрязнении водного объекта |

## 9.9. Пригодность воды для использования по содержанию в ней бактерий группы кишечной палочки (БГКП)

| Водный объект | Содержание БГКП в 1 л воды, колииндекс | Использование |
|---|---|---|
| Подземные воды | Не более 3 (число микроорганизмов в 1 мм³ воды не более 100) | Для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (без водоподготовки, ГОСТ 2874—82) |
| Район водопользования моря | Не более 1000 | Для купания людей (Правила санитарной охраны прибрежных вод морей № 1210—74) |
| Поверхностные воды | Не более 1000 | Для купания людей (ГОСТ 17.1.5.02—80) |
| То же | Не более 10 000 | Для лодочно-парусного спорта (ГОСТ 17.1.5.02—80) |
| » | Не более 10 000 | Для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (с водоподготовкой, ГОСТ 17.1.3.03—77) |

**9.10. Предельные температуры выживания и нереста рыб**

| Виды рыб | Температурный порог, °С | |
|---|---|---|
| | выживания | нереста |
| Криофильные (сиги, налим, ряпушка, снеток, лососевые) | 23...28 | 4...7 |
| Эвритермные с ранневесенним нерестом (щука, язь, окунь, ерш, минога ручьевая) | 30 | 10...12 |
| Эвритермные с поздневесенним нерестом (лещ, судак, плотва, елец, голавль, жерех, подуст, синец, подкаменщик) | 32...33 | 16...17 |
| Термофильные (красноперка, линь, пескарь, верховка, уклея, чустера, чехонь, карась, карп, толстолобик, белый амур, вьюн) | 34...35 | 16...18 |

народного хозяйства создает опасность радиоактивного загрязнения природных вод.

Естественный радиоактивный фон водных объектов зависит от поступления в них радионуклидов естественного происхождения.

Превышение радиоактивного фона за счет антропогенных радиоактивных примесей расценивают как радиоактивное загрязнение, если их сумма превышает предельно допустимые уровни, утвержденные Министерством здравоохранения СССР.

Основными источниками поступления радиоактивных отходов в водные объекты могут быть предприятия, добывающие радиоактивное сырье, обогатительные фабрики радиоактивных руд, атомные электростанции, а также различные предприятия и учреждения, использующие в своей работе радионуклиды.

**Тепловое загрязнение природных вод.** Возможно при сбросе в водные объекты подогретых вод ТЭС, АЭС или сточных вод производств в тех случаях, когда не соблюдаются действующие нормы качества воды.

Исследованиями влияния сбрасываемых подогретых вод на термический и биологический режимы водоемов установлены опасность образования *теплового барьера* для ихтиофауны и предельные значения для температурного порога выживания и нереста рыб (табл. 9.10).

Вредное воздействие *теплового барьера* можно исключить рациональным размещением сброса, чтобы поток подогретой воды занимал не более $^2/_3$ ширины реки или водохранилища, не препятствуя миграции рыб.

## 9.3. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОХРАНЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Для охраны природных вод от загрязнения осуществляют комплексные мероприятия, в состав которых входят правовые (юридические), организационные (административные), экономические и технические водоохранные меры. Их цель — соблюдение установленных норм качества воды в местах водопользования при наименьших затратах материальных, трудовых и энергетических ресурсов. Это достигается с помощью комплекса мероприятий по предотвращению или снижению попадания загрязняющих веществ в водные объекты, а также путем рационального использования их ассимилирующей способности (регулирования качества воды в водном объекте). Применяемые на практике методы и средства охраны вод от загрязнения должны быть оптимальными (или близкими к ним) с позиций экономических и социальных критериев эффективности.

Водоохранные мероприятия предусматривают в отраслевых и территориальных планах экономического и социального развития на различных стадиях постоянно протекающего процесса *хозяйственной деятельности — ухудшение качества воды — восстановление ее качества*: при производстве товаров и услуг, обезвреживании образовавшихся отходов производства и быта, улучшении качества загрязненной природной воды. Их надежность и эффективность тем выше, чем на более ранней стадии указанного процесса они осуществлены.

**Регулирование поступления примесей в водный объект и его ассимилирующей способности.** Формирование качества природных вод происходит под влиянием многих факторов. Различные растворенные, коллоидные и взвешенные в воде вещества поступают в реки, водохранилища или озера с хозяйственно-бытовыми и производственными сточными водами, возвратными водами оросительных систем, шахтными и дренажными водами, поверхностным стоком с городских и сельских территорий, выпадают из атмосферы и т. д.

В природных водах всем воздействиям, ухудшающим качество воды, противостоит ассимилирующая способность водного объекта, его естественная способность принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения нормативного качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования.

Ассимилирующая способность (имеющая размерность массового расхода) зависит от разбавляющей и самоочищающей способности водного объекта, она непрерывно изменяется в пространстве и времени, как и вынос в водный объект нормированных веществ.

Расчет полной ассимилирующей способности на $j$-м участке реки между створами $j$ и $(j+1)$ ведут в зависимости от того, в каких местах нормировано качество воды.

*Первый случай.* Качество воды на участке нормировано в нижнем по течению контрольном створе $(j+1)$. Такие требования выдвигают при хозяйственно-питьевом и культурно-бытовом водопользовании, осуществляемом в одном километре ниже данного створа вне черты города или другого населенного пункта.

Для неконсервативных нормированных веществ наибольшая масса биохимически деградируемых соединений при фиксированном значении их концентраций в выходном створе $(j+1)$ будет биохимически окислена при наибольшем времени прохождения этого процесса, то есть в случае поступления в водоток всей массы этих веществ во входном створе $j$.

Тогда полную ассимилирующую способность по $i$-му показателю качества воды на $j$-м участке для равномерного движения определяют по формуле:

$$A_{п(ij)} = \bar{Q}\tilde{C}_i\, 10^{kt}, \qquad (9.2)$$

где $\bar{Q}$ — средний расход воды на участке; $\tilde{C}_i$ — норма качества воды по $i$-му показателю; $k$ — коэффициент неконсервативности нормированного по $i$-му показателю вещества; $t$ — время добегания от створа $j$ до створа $(j+1)$.

Коэффициент неконсервативности $k$ характеризует скорость потребления кислорода органическим веществом в процессе биохимического окисления и зависит от температуры воды, гидрологических характеристик водотока, состава сбрасываемого вещества, исходных концентраций микроорганизмов и т. д.

При натурных измерениях динамика $БПК_{полн}$ в реках $k$ изменяется от 0,01 до 1,3 1/сут. Для различных веществ он может быть вычислен по формуле

$$k = k_1 k_д, \qquad (9.3)$$

где $k_1$, $k_д$ — статистическая и динамическая составляющие коэффициента неконсервативности.

$k_1$ для отдельных веществ определяют по таблице 9.11 (при основании логарифма 10):

$$k_д = 10 - 9\cdot 10^{-(3+35v)v}, \qquad (9.4)$$

## 9.11. Коэффициенты неконсервативности органических веществ в статических условиях при температуре 20 °С

| Вещество | $k_1$, сут$^{-1}$ | Вещество | $k_1$, сут$^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| *Биологически мягкие вещества* | | | |
| Формальдегид | 0,61 | Ялан | 0,174 |
| Алкилсульфат (АС) без наполнителя | 0,43 | Фенол | 0,17 |
| | | Синтанол МЦ-10 | 0,16 |
| Паста АС-1 | 0,42 | Алкилсульфонат керосиновый | 0,05 |
| Паста АС-2 | 0,33 | | |
| Глюкоза | 0,31 | Сульфанол НП-3 | 0,05 |
| *е*-Сорбоза | 0,31 | Гваякол | 0,05 |
| Мальтоза | 0,27 | Резорцин | 0,05 |
| «Новость» | 0,26 | Пирогаллол | 0,043 |
| Метиловый спирт | 0,25 | α-Нафтол | 0,043 |
| Гептиловый спирт | 0,24 | β-Нафтол | 0,04 |
| Фурфурол | 0,23 | Альфапол-9, образец 1 | 0,04 |
| Этиловый спирт | 0,22 | *м*-Ксиленол | 0,035 |
| Уксусный альдегид | 0,21 | Диметилалкилбензиламмоний хлорид | 0,03 |
| Амиловый спирт | 0,2 | | |
| Алкилсульфонат (ДНС) | 0,2 | *п*-Крезол | 0,026 |
| «Прогресс» | 0,19 | Альфапол-9, образец 2 | 0,026 |
| Бутиловый спирт | 0,19 | Лигносульфаты | 0,0026 |
| Паста ДНС-2 | 0,18 | | |
| Оксанол Л-2 | 0,18 | | |
| Пропиловый спирт | 0,18 | | |
| *Биологические жесткие вещества* | | | |
| *п*-Ксиленол | 0,02 | Вторичный пропиловый спирт | 0,16 |
| Карвакрол | 0,02 | | |
| Альфапол-8 | 0,02 | Оксанол КШ-9 | 0,16 |
| Триметилоктадециламмоний хлорид ($C_{17}$...$C_{20}$) | 0,02 | Изобутиловый спирт | 0,15 |
| | | Пропанид | 0,15 |
| Метилмеркаптан | 0,02 | Синтанол ВТ-7 | 0,13 |
| *Промежуточные вещества* | | | |
| Синтанол ВТ-15В | 0,13 | Триметилоктадециламмоний хлорид | 0,017 |
| Синтанол ДТ-7 | 0,12 | | |
| Синтанол ВН-7 | 0,1 | Сероводород | 0,013 |
| *м*-Крезол | 0,09 | Сульфанол ДС-РАС | 0,0087 |
| Синтанол ДС-10 | 0,1 | Сульфанол НП-1 | 0,0087 |
| *м*-Этилфенол | 0,08 | Диметилбензилоктадециламмоний хлорид | 0,0087 |
| *о*-Крезол | 0,008 | | |
| Адипиновая кислота | 0,008 | Дисольван-4411 | 0,0087 |
| Синтанол ВТ-15А | 0,008 | Проксанол-186 | 0,0087 |
| Паста ДНС-1 | 0,07 | Капролактам | 0,0044 |
| Пирокатехин | 0,06 | Препарат ОП-7 | 0,003 |
| Хлорный сульфанол | 0,06 | Препарат ОП-10 | 0,026 |
| Тимол | 0,02 | Триметилалкиламмоний хлорид ($C_{10}$...$C_{16}$) | 0,0009 |
| Циклогексанон | 0,02 | | |
| Гидрохинон | 0,017 | Циклогексанонооксим | 0,0009 |
| Диметилдисульфид | 0,017 | Циклогексанол | 0,00045 |

где $v$ — скорость движения воды, м/с.

Для консервативных веществ $k=0$, в этом случае

$$A_{п(ij)} = \overline{Q}\,\widehat{C}_i. \qquad (9.5)$$

*Второй случай.* Нормы качества воды должны соблюдаться на протяжении всего участка между двумя контрольными створами $j$ и $(j+1)$. Такие требования выдвигают при рыбохозяйственном водопользовании в пределах данного участка, а также при сбросе сточных вод в черте города или другого населенного пункта через эффективные конструкции рассеивающих выпусков, гарантирующие быстрое разбавление сточных вод в водном объекте в створе выпуска.

Выражение для полной ассимилирующей способности в рассматриваемом случае для неконсервативного вещества имеет вид

$$A_{п(ij)} = \overline{Q}\,\widehat{C}_i\,(1+2{,}3kt). \qquad (9.6)$$

По своему физическому смыслу $A_{п(ij)}$ в уравнении (9.6) представляет массовый расход вещества, характеризуемого $i$-м нормированным показателем качества воды, который предельно можно допускать на $j$-м участке между створами $j$ и $(j+1)$. Распределение массового расхода, принимаемого водным потоком по длине участка, должно быть равномерным и непрерывным.

Для консервативных веществ уравнение (9.6) приводят к уравнению (9.5).

Для соблюдения действующих норм качества воды в местах водопользования необходимо синхронизировать массоотведение в водный объект с его ассимилирующей способностью. Эта задача формулируется как многоуровневая в зависимости от расчетных временных интервалов. Верхний уровень — долгосрочный водоохранный прогноз на 10...15 лет и более; средний — перспективное планирование на 5 лет; нижний — годовое планирование водоохранных мероприятий. Исходя из задачи нижнего уровня, могут быть поставлены задачи управления качеством воды в реальном времени с разбивкой на такие интервалы, как внутригодовой сезон (весеннее половодье, летняя межень, осенние паводки, зимняя межень), календарный месяц, неделя, сутки.

Совокупность технических средств, предназначенных для соблюдения норм качества воды в местах водопользования, представляет собой водоохранный комплекс бассейна реки или его участка. В него могут входить бессточные (замкнутые) производственные технологические системы всех видов, очистные и охладительные сооружения, земледельческие поля орошения, прибрежные водоохранные зоны, накопители-регуляторы и накопители-испарители сточных вод, речные попусковые водохранилища, рассеивающие выпуски сточных вод, устройства и сооружения для извлечения из водного объекта всплывающих, растворенных и выпавших в осадок веществ (биоплато, нефтемусоросборщики, механизмы для удаления донных отложений), аэраторы воды и т. д.

Мероприятиям профилактического характера принадлежит ведущая роль в охране вод. Своевременно предупредив образование веществ, способных вызывать загрязнение воды, или предотвратив неблагоприятные условия в водном объекте, которые могут возникнуть в результате гидротехнического строительства, можно достичь большего эффекта, чем последующей очисткой сточных вод или борьбой с «цветением» воды сине-зелеными водорослями.

В промышленности в условиях постоянного возрастания валового общественного продукта увеличивается объем материалов, обрабатываемых в сфере производства. Если при этом будет расти и масса отходов, часть из них может попадать в водные объекты и вызывать их загрязнение. Для предотвращения этого водопользователи проводят следующие мероприятия:

размещают промышленные предприятия с учетом лучшего использования ассимилирующей способности водных объектов;

заменяют отдельные виды продукции с большим выходом загрязняющих веществ на такие, производство которых связано с более низким содержанием примесей в сточных водах;

выбирают сырье, уменьшающее содержание примесей в сточных водах;

совершенствуют технологические процессы (замена оборудования или изменение характера процесса, приводящие к прекращению образования или уменьшению отходов производства, в том числе массы примесей в сточных водах);

создают *чистые* конечные продукты (например, производство быстроразлагающихся пестицидов, продукты распада которых при их использовании не опасны для гидробионтов и не загрязняют воду);

снижают потребление свежей воды (рационализация использования, замена прямоточных систем водоснабжения оборотными, использование отработанной воды, переход на безводные или маловодные технологические процессы, применение воздушного охлаждения).

В теплоэнергетике объем отводимых подогретых вод ТЭС и АЭС уже в настоящее время составляет по стране десятки млрд. м$^3$/год, а в перспективе возрастет в несколько раз.

Сброс подогретых вод конденсационных станций в реки и водоемы приводит к существенным изменениям теплового баланса и термического режима этих водных объектов по сравнению с естественными. В связи с исчерпанием способности многих водных объектов общего пользования к приему подогретых вод (в первую очередь в густонаселенных промышленно развитых районах) необходимо переходить от прямоточных систем водоснабжения к оборотным системам с наливными водохранилищами-охладителями, хотя и более дорогим, но не влияющим на природные воды, градирням и воздушно-конденсационным установкам.

Для крупных ТЭС и АЭС возникает проблема рационального использования избыточного тепла. В качестве перспективных мер в этом направлении заслуживает внимания отеплительное орошение подогретыми водами сельскохозяйственных культур в открытом грунте, использование таких вод в теплицах, для отопления в городах, рыборазведения в водохранилищах-охладителях.

Большой эффект может дать усовершенствование систем водоснабжения тепловых и атомных электростанций, такое, как установка более совершенного охладительного оборудования, использование на нужды гидрозолоудаления и для других целей продувочных вод системы охлаждения, применение испарительных установок для высокоминерализованных вод и т. п.

В сельском хозяйстве опасным источником загрязнения вод являются животноводческие комплексы. В связи с этим необходимо решать задачу удаления, обеззараживания и утилизации больших количеств жидкого навоза. Наиболее распространенный метод его обработки состоит в следующем: жидкий навоз смывается в отводные каналы и динамическими виброфильтрами разделяются на твердую и жидкую фракции; твердая фракция подвергается сушке и дегельминтизации и затем используется в качестве удобрения; жидкая фракция подвергается механической и биологической очистке, затем используется для полива кормовых и технических культур.

Для предупреждения загрязнения водных объектов радионуклидами рекомендуется использовать прежде всего безотходные технологии и замкнутые циклы оборотных систем водоснабжения.

Высокоактивные жидкие отходы с содержанием радионуклидов с длительным периодом распада необходимо захоронять в специальных контейнерах с предварительным отвердением. Для средне- и слабоактивных отходов используют могильники с предварительной концентрацией или без нее. Концентрированные шламы рекомендуется предварительно подвергать отверждению для более надежной фиксации в бетонных, битумных, керамических, а в некоторых случаях — в стеклянных блоках. Места захоронения отходов необходимо охранять, чтобы не создавать угрозу случайного загрязнения подземных вод.

Сточные воды, содержащие короткоживущие радионуклиды, можно выдерживать в специальных емкостях, достаточных для распада радионуклидов.

Для извлечения и концентрирования радионуклидов можно использовать традиционные методы осаждения с применением химических реагентов, методы коагуляции с последующим осаждением хлопьев коагулянта с фиксиро-

ванными на них радионуклидами. Эффективность этих методов различна. Лучше всего фиксируются и осаждаются ионы тяжелых металлов. Катионы щелочных и щелочно-земельных металлов коагуляцией не фиксируются и не осаждаются. Незначительный эффект удаления и в отношении анионов. Применяют также и методы фильтрации через песчаные фильтры. Наиболее эффективен ионный обмен. Электродиализ и электрокоагуляция, несмотря на свою высокую эффективность, широкого распространения не получили. Экстракцию и дистилляцию используют для получения концентратов, которые в дальнейшем подлежат захоронению. Радионуклиды могут быть задержаны и на сооружениях искусственной биологической очистки с достаточно высокой эффективностью (70...80%).

**Способы ликвидации загрязненности и регулирование качества поверхностных вод.** В результате профилактических мер, предупреждающих образование веществ, способных загрязнять воду, и очистки сточных вод предотвращается вынос в водные объекты основной массы примесей. Однако остающиеся в сбрасываемых сточных водах вещества представляют собой неподдающиеся очистке или трудноокисляемые соединения, которые могут приводить к загрязнению природных вод. Кроме этого, вода в реках и водоемах может загрязняться в результате аварий на очистных сооружениях, через атмосферу, вследствие склонового стока, накопления вредных донных отложений, сплава леса, образования мелководий при создании водохранилищ и по другим причинам.

Методы и технические средства, восстанавливающие и поддерживающие на заданном уровне качество воды, направлены на повышение ассимилирующей способности природных вод, на снижение пиковых концентраций примесей и на извлечение из водного объекта загрязняющих веществ.

Искусственная аэрация водоемов и водотоков повышает их ассимилирующую способность. При этом снижается кислородный дефицит и создаются благоприятные условия для интенсификации биохимического окисления органических веществ. Современные системы аэрации подразделяют на гидротурбинную, механическую, пневматическую, а также аэрацию на водосливах. Кроме того, возможны смешанные системы аэрации.

*Гидротурбинную аэрацию* применяют для улучшения кислородного режима нижних бьефов водохранилищ.

*Аэрация на водосливах* целесообразна на водотоках, имеющих на ограниченном протяжении большие перепады высот. При этом насыщение воды кислородом может повышаться от 10 до 55%.

*Аэрацию сжатым воздухом (пневматическую)* и *механическую* применяют как на озерах и водохранилищах, так и на водотоках. Основное преимущество механических аэраторов — значительное повышение содержания растворенного кислорода в воде на единицу расходуемой электроэнергии — 1,6... 2,8 кг/кВт·ч (эффективность аэрации). Эффективность при пневматической аэрации относительно невысокая (0,9...1,3 кг/кВт·ч).

Использование санитарных попусков из водохранилищ для улучшения качества воды приобретает все большее значение как водоохранное мероприятие. В СССР водоохранный комплекс, где предусматривают попуски для улучшения качества воды, сооружают на р. Томь. Санитарные попуски также осуществляют на Кубани, Белой, Дону, Волге и др. Это мероприятие заключается в том, что на участках рек, загрязненных трудноочищаемыми примесями, в меженные периоды создают повышенный расход воды, увеличивающий разбавление. Экономическую эффективность попусков определяют в результате сравнения затрат на попуски с затратами на доочистку сточных вод.

Как показывает опыт эксплуатации водохозяйственных систем, в которых осуществляют попуски, и расчеты по обоснованию размеров попусков на ряде рек, это мероприятие может быть экономически эффективно на участках рек, интенсивно используемых для приема очищенных сточных вод, дальнейшая доочистка которых связана с применением специальных дорогостоящих методов.

Для борьбы с антропогенным евтрофированием водоемов применяют искусственную аэрацию воды, альгициды и гербициды, скашивание и перера-

ботку на корма высшей водной растительности, заселение подверженных евтрофии водоемов растительноядными рыбами. Однако более действенны меры профилактического характера — предотвращение поступления в водоемы биогенных элементов азота и фосфора, снижение площади мелководий при проектировании водохранилищ и т. п.

Засорение и загрязнение водных объектов плавающими примесями в результате судоходства и лесосплава ликвидируют соответственно нефтемусоросборщиками, которыми оснащают речной флот, и рабочими механизированными бригадами по очистке русл от топляка. Эти работы будут сведены до минимума при выполнении профилактических мероприятий: оснащении судов сепараторами и другими устройствами для очистки сбрасываемых вод, строительстве береговых очистных сооружений, прекращении молевого сплава леса.

Очистка дна рек от отходов различного происхождения на интенсивно используемых участках малых и средних рек — мера, имеющая первостепенное значение. В настоящее время в створах сброса сточных вод накоплена масса донных отложений, пагубно влияющих на качество воды; здесь ясно вырисовываются загрязненные зоны с восстановительными процессами. Распад органической части осадка протекает непрерывно и длительное время со значительным потреблением растворенного в воде кислорода. Нефтепродукты, ионы тяжелых металлов и другие отходы промышленности угнетают жизнедеятельность организмов, населяющих грунты. Все это приводит к тому, что процессы самоочищения в донных отложениях прекращаются и происходит вторичное загрязнение водоема или водотока.

Для удаления накопившихся отходов необходимо:

на зарегулированных реках периодически организовывать гидравлическую промывку русл попусками;

на незарегулированных реках в период половодий и паводков проводить искусственное взмучивание донных отложений с целью освобождения их от илистых органических примесей;

в водоемах, где расположены выпуски канализации, дно очищать землечерпанием.

Процессы формирования качества воды (путем допусков из водохранилищ, аэрации вод и т. д.) целесообразно регулировать с помощью автоматизированных систем управления водоохранными комплексами (АСУ ВК). К ним могут быть также подключены очистные и регулирующие сбросы сточных вод сооружения.

АСУ ВК должны обеспечить автоматизированный сбор и обработку информации о состоянии водного объекта, расходе и составе сточных вод, а также оптимальное управление работой сооружений комплекса с целью обеспечения заданного качества воды в нужных пунктах. Объединение сооружений водоохранного комплекса с помощью АСУ ВК в единую систему позволит оперативно реагировать на изменение ассимилирующей способности водного объекта.

Опыт эксплуатации с 1980 г. первой в стране АСУ ВК на Северском Донце показывает, что управляемые водоохранные комплексы способны обеспечить целесообразное использование ассимилирующей способности речного потока для безопасного отведения предельно допускаемой массы нормированных веществ, содержащихся в сточных водах, давая при этом существенный экономический эффект.

## 9.4. СТОЧНЫЕ ВОДЫ И ИХ ОЧИСТКА

**Состав и свойства сточных вод.** Сточные воды — это воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека; по условиям образования подразделяют на бытовые, производственные, городские (смесь бытовых и производственных сточных вод, поступающих в городскую канализационную сеть). Сточные воды содержат разнообразные примеси, определяющие их состав и свойства.

**9.12. Состав сточных вод некоторых химических производств**

| Показатели | Концентрация в сточных водах, мг/л | |
|---|---|---|
| | малоконцентрированных, не более | концентрированных, более |
| Взвешенные вещества | 100 | 100 |
| Минерализация | 2000 | 2000 |
| Химическое потребление кислорода (ХПК) | 200 | 200 |
| Биохимическое потребление кислорода ($БПК_{полн}$) | 160 | 160 |
| Окисляемость | 20 | 20 |

Производственные сточные воды в зависимости от количества содержащихся в них примесей делят на концентрированные и малоконцентрированные.

К концентрированным относятся сточные воды: образующиеся в ходе реакций, протекающих с образованием воды; содержащиеся в сырье и исходных продуктах; промывные воды от сырья и продуктов, применяемых и получаемых в технологических процессах; маточные растворы, образующиеся в результате процессов получения или переработки продуктов; водные экстракты и абсорбционные жидкости, образующиеся при использовании воды для растворения и извлечения веществ; продувочные воды от оборотных систем водоснабжения.

Малоконцентрированные сточные воды — это воды от охлаждения продуктов синтеза и аппаратов. Воду, не соприкасающуюся с технологическими продуктами, используют в системах оборотного водоснабжения (табл. 9.12).

Фазово-дисперсная характеристика примесей в сточных водах, а также способность их отрицательно воздействовать на качество воды и водные организмы определяют необходимую степень и методы их очистки. В зависимости от отношения примесных веществ к дисперсной среде сточные воды разделяют на четыре группы: I — содержащие нерастворимые в воде примеси; II — представляющие собой коллоидные растворы; III — содержащие растворенные газы и молекулярно-растворимые органические вещества; IV — содержащие вещества, диссоциирующие на ионы.

Выбор схем очистки зависит также от объема сточных вод, возможности и экономической целесообразности извлечения примесей, требований к степени очистки. Технологическая схема очистки должна обеспечивать минимальный сброс сточных вод в реку или водоем, максимальное использование очищенных сточных вод в технологических процессах и системах оборотного водоснабжения, более полное извлечение ценных примесей. Сброс в водный объект сточных вод после очистки (нормативно-очищенные сточные воды) не должен приводить к нарушению норм качества воды в контролируемых створах и пунктах водопользования.

**Методы очистки сточных вод.** Для очистки сточных вод применяют в основном *механический, физико-химический* и *биологический методы,* а также их сочетания. Выбор метода и технологической схемы зависит от отношения примесных веществ в дисперсной среде (табл. 9.13).

*Регулируемые сооружения очистки сточных вод* путем управления режимом процесса очистки обеспечивают достижение заданной степени очистки в условиях колебания входных параметров — количества примесей и расходов сточных вод, поступающих на очистку. Необходимость управления сооружениями очистки связана не только с изменением входных параметров, но и с возможным нарушением технологии процесса очистки, а также с изменением ассимилирующей способности водоприемника.

В качестве управляющих воздействий для сооружений физико-химической очистки могут быть использованы дозы коагулянта, время отстаивания; для сооружений биологической очистки — дозы воздуха, активного ила, биогенных добавок, подаваемых в аэротенки, время аэрации сточных вод. При

**9.13. Методы очистки сточных вод**

| Принцип действия | Сооружения и вещества | Результат |
|---|---|---|
| | *Механический* | |
| Отстаивание | Отстойники: вертикальные (при пропускной способности менее 10 тыс. м³/сут); горизонтальные (15...20 тыс. м³/сут); радиальные (более 30 тыс. м³/сут) | Удаление нерастворенных грубодисперсных, эмульгированных и плавающих примесей |
| Осветление под влиянием центробежной силы | Гидроциклоны: открытые — для оседающих и всплывающих примесей; напорные — для оседающих примесей. Центрифуги — для легковсплывающих примесей (в том числе масел, нефтепродуктов) | То же |
| Фильтрация | Фильтры с загрузкой из песка, керамзита, шлака, гранул полистирола и других для мелкодисперсных примесей. Аэрируемые фильтры для глубокого удаления органических веществ | » |
| Флотация | Флотаторы с турбинами лопастного типа, напорные и многокамерные флотационные установки с применением флотореагентов | » |
| | *Химический* | |
| Нейтрализация | Камеры взаимной нейтрализации кислых и щелочных вод. Станции реагентной нейтрализации. Реагенты: известь (негашеная, гашеная), сода (кальцинированная, каустическая), аммиак. Фильтры-нейтрализаторы. Загрузка: доломит, известняк, магнезит, мел, мрамор и др. | Доведение реакции сточной воды до нейтральной. Предупреждение коррозии материалов канализационных сооружений, нарушения биохимических процессов в биологических окислителях и водных объектах, а также осаждение из сточных вод солей тяжелых металлов |
| Окисление | Установки химического окисления. Окислители: хлор, гипохлорит кальция и натрия, хлорная известь, диоксид хлора, озон, технический кислород, кислород воздуха и др. Установки электрохимического окисления. Анод: уголь, графит, магнетит, диоксиды свин- | Очистка промышленных сточных вод (цехи гальванических покрытий, варки целлюлозы, обогатительные фабрики свинцово-цинковых и медных руд, нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы) от |

*Продолжение*

| Принцип действия | Сооружения и вещества | Результат |
|---|---|---|
| | ца, магния, рутения, нанесенные на титановую основу. Катод: свинец, цинк, легированная сталь. Установки радиационного окисления. Источники излучения: радиоактивные кобальт и цезий, тепловыделяющие элементы, радиационные контуры, ускорители электронов | цианидов, комплексных цианидов меди и цинка, сероводорода, сульфидов |
| | *Физико-химический* | |
| Химическое осаждение (коагуляция, флокуляция) | Коагулянты: соли алюминия, железа и магния, известь, шламовые отходы. Флокулянты: крахмал, полиальгиновый натрий, полиакриламид, активированная кремниевая кислота и др. | Освобождение воды от мути и окрашенных веществ; удаление фтора, цинка, меди, мышьяка, фосфора, СПАВ, нефтепродуктов, смол, сажи |
| Сорбция | Сорбенты: активированный уголь, зола, коксовая мелочь, торф, силикагели, алюмогели, активные глины и др. | Глубокая очистка от растворенных органических веществ сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной, химической, нефтехимической, текстильной и других отраслей промышленности. Утилизация полезных веществ, содержащихся в сточных водах |
| Экстракция | Экстрагенты: бутилацетат, толуол, амиловый спирт, бензол, хлороформ и др. | Извлечение и утилизация ценных растворенных органических веществ (фенолов, жирных кислот и др.) |
| Ионный обмен | Катиониты: сульфоуголь СМ-1, СК-1; катионит КУ-1, КУ-2. Аниониты: АН-2ФН, АН-18-8, АВ-17-8 | Извлечение и утилизация ценных примесей (соединения мышьяка, фосфора, а также хром, цинк, свинец, медь, ртуть и другие металлы, ПАВ и радиоактивные вещества) |
| | *Электрохимический* | |
| Электродиализ | Мембранный аппарат постоянного тока с чередующимися катионитовыми и анионитовыми мембранами, образующими концентрирующие и обессоливающие камеры. Анионитовые мембраны: МА-40, МА-100, А-4, РМА. Катионитовые мемб- | Опреснение высокоминерализованных сточных вод |

*Продолжение*

| Принцип действия | Сооружения и вещества | Результат |
|---|---|---|
| | раны: МК-40, МК-100, К-2, РМК-10 | |
| Электрокоагуляция | Электролизер, снабженный анодом из алюминия или железа, которые под действием постоянного тока ионизируются и переходят в сточную воду, образуя в ней коагулянт | Очистка сточных вод от эмульгированных частиц масел, жиров, нефтепродуктов, хроматов, фосфатов без увеличения минерализации воды |
| | *Биологический* | |
| Адсорбция примесей на активном компоненте (активный ил, биологическая пленка, септический ил и т. п.) с последующей минерализацией органического вещества микроорганизмами | Сооружения, использующие аэробные процессы: аэротенки, биофильтры, биологические пруды, поля орошения, поля фильтрации. Сооружения, использующие анаэробные процессы: септики, двухярусные отстойники, метантенки | Удаление из воды широкого класса неконсервативных органических веществ |

этом необходимо оснащение сооружений очистки комплексом контрольно-измерительных приборов и устройств, обеспечивающих автоматическое измерение контролируемых параметров с целью установления требуемого режима протекания процесса очистки.

**Состав и концентрация примесей в поверхностном стоке, отводимом с территории населенных мест и промышленных предприятий.** С расширением и благоустройством городов, увеличением площади водонепроницаемых покрытий постоянно возрастает объем отводимого с застроенных территорий поверхностного стока (дождевых, талых, моечных вод).

Во время выпадения дождей, снеготаяния, при мойке дорожных покрытий в водные объекты смываются накопившийся на поверхности уличный смет, продукты разрушения дорожных покрытий и почвы, осевшие выбросы в атмосферу промышленных производств, отопительных систем, двигателей внутреннего сгорания транспортных средств.

Поступление неочищенного поверхностного стока приводит к зарлению и засорению водных объектов, повышению содержания в воде нефтепродуктов, ухудшению кислородного режима и органолептических показателей воды. Этот источник загрязнения — одна из основных причин неудовлетворительного санитарного состояния многих малых рек.

Состав и концентрация примесей в поверхностном стоке с городской территории зависят от функционального назначения, степени благоустройства территории, организации технологии уборки дорог и удаления городских отходов, плотности населения, интенсивности движения транспорта, гидрометеорологических параметров и могут изменяться в широких пределах.

Поверхностный сток отличается высокой концентрацией взвешенных веществ в стоке дождевых вод с различных участков городской территории.

Основная масса взвешенных веществ в поверхностном стоке представлена мелкодисперсными частицами (около 80% частиц по массе имеют размер, не превышающий 0,05 мм, из них не менее 15% — до 0,005 мм). Высокая концентрация и малая способность к агломерации обусловливает низкую скорость осветления данной категории сточных вод при отстаивании.

Образующийся при осветлении дождевого стока осадок характеризуется высокой зольностью (70...80%); влажность его после естественного уплотне

| Участки | Концентрация, г/л |
|---|---|
| Селитебная территория с высоким уровнем благоустройства и регулярной механизированной уборкой дорожных покрытий вакуумными подметальными машинами | 0,3...1 |
| Современная жилая застройка (микрорайоны) | 1,4...1,5 |
| Центральные благоустроенные районы города с интенсивным движением транспорта и пешеходов (жилые кварталы с зелеными насаждениями, участки общественных и торговых учреждений) | 1,7...2,2 |
| Районы, включающие крупные промышленные предприятия металлообрабатывающей и машиностроительной отраслей промышленности | 1,7...2,5 |
| Недостаточно благоустроенные территории с преобладанием усадебной застройки | 1,8...2,5 |
| Селитебная территория с наличием эродируемых склонов или строительных площадок | 4...6 |

ния в течение 0,5...2 ч колеблется от 89 до 96%. На долю твердой фазы стока приходится основное количество органических примесей: около 70% эфирорастворимых и около 90% общего количества окисляемых веществ.

Растворенных примесей в дождевой воде, стекающей с городской территории, около 300 мг/л.

При использовании минеральных солей для противоледной обработки дорожных покрытий содержание растворенных примесей в талых водах может достигать нескольких десятков граммов в литре.

Показатель ХПК в поверхностном стоке составляет 300...750 мг/л, при этом около 90% окисляющихся веществ входит в состав взвешенных примесей.

$БПК_{полн}$ дождевого стока составляет 60...100 мг/л, скорость биохимического окисления растворенных органических веществ в поверхностном стоке такая же, как и в бытовых сточных водах после отстаивания.

В поверхностном стоке содержится нефтепродуктов в среднем 20...30 мг/л, из них около 70% в твердой фазе; присутствуют биогенные элементы (фосфор — около 1 мг/л, азот — 2,5...6 мг/л в дождевом стоке и 20...30 мг/л в талом), бактерии (численность колиформ на 2...3 порядка ниже, чем в бытовых сточных водах).

Химический состав и концентрация примесей в поверхностном стоке с территории промышленных предприятий в значительной степени зависят от уровня культуры производства, организации складирования и транспортировки сырья, промежуточных продуктов и отходов производства, состояния дорожных покрытий, режима уборки территории.

В зависимости от характера примесей, накапливающихся на территории промышленных площадок и смываемых атмосферными водами, промышленные предприятия подразделяют на две группы.

К первой группе относят предприятия, сток с территории которых при выполнении мер по упорядочению источников его загрязнения по химическому составу близок к поверхностному стоку с селитебных зон и не содержит специфических примесей с токсичными свойствами. Основные загрязняющие примеси — взвешенные вещества, нефтепродукты, минеральные соли и органические примеси естественного происхождения. Это предприятия легкой, пищевой, машиностроительной, электротехнической, угольной отраслей промышленности, приборостроения, черной металлургии (за исключением коксохимпроизводств), некоторых подотраслей химической промышленности (серной, содовой).

В стоке, отводимом с территории этих предприятий, в среднем содержится 500...2000 мг/л взвешенных веществ, 10...70 мг/л нефтепродуктов; показатели ХПК и $БПК_{полн}$ соответственно составляют 100...150 и 20...30 мг/л в пе-

ресчете на растворимые примеси, а с учетом диспергированных примесей они увеличиваются в 2...3 раза.

Ко второй группе относятся предприятия, на которых по условиям производства на современном этапе невозможно в полной мере исключить поступление в сток специфических примесей с токсичными свойствами. Это предприятия цветной металлургии, нефтехимии, коксохимической, лесохимической отраслей промышленности.

Так, в поверхностном стоке с территории коксохимических заводов присутствуют фенолы (до 3 мг/л), роданиды (до 5 мг/л), аммиак (до 20 мг/л), масла и смолы (до 200 мг/л).

В поверхностном стоке, отводимом с территории заводов фосфорных удобрений, в значительных концентрациях присутствуют соединения азота (до 200 мг/л в пересчете на $NH_4$), фосфора (до 100 мг/л и более в пересчете на $P_2O_5$), фтора (10 мг/л и более).

Поверхностный сток с территории предприятий цветной металлургии в зависимости от характера производств может содержать ионы тяжелых металлов (медь — до 100 мг/л, цинк — до 15, кадмий — до 40, алюминий — до 5, титан — до 3, свинец — до 3 мг/л), мышьяк (до 75 мг/л), фтор (до 200 мг/л) и другие примеси.

Поверхностный сток, образующийся на площадках лесохимических производств, отличается высокими ХПК (средние значения 700...1400 мг/л), $БПК_{полн}$ (150...400 мг/л); содержит смолы до 300 мг/л, фенола до 30 мг/л, терпинеола до 3 мг/л, скипидара до 5 мг/л.

Выбор схемы отведения и обезвреживания вод, стекающих с территории промышленных предприятий, зависит от площади водосбора, характеристики водоприемника и определяется в основном составом примесей в воде, особенностями системы водопотребления и водоотведения, требованиями к качеству воды, используемой для производственных целей.

Воды, стекающие с городской территории, можно очищать либо совместно с бытовыми и производственными сточными водами на общих очистных сооружениях, либо отдельно на сооружениях для очистки только поверхностного стока. Выбор технологической схемы очистки зависит от системы отвода сточных вод населенного пункта.

Наиболее эффективна с точки зрения охраны водных объектов от загрязнения поверхностным стоком городов — полураздельная система отвода сточных вод, которая предусматривает отведение на очистку всех производственно-бытовых сточных вод города и большей части поверхностного стока, образующегося на его территории. Полностью на очистку поступает вода от мойки дорожных покрытий, большая часть талых вод и сток при дождях, интенсивность которых не превышает некоторое предельное значение, принятое для расчета пропускной способности коллектора, отводящего сток на очистку. Без очистки в водный объект сбрасывают лишь незначительную часть талых вод и часть дождевой воды при интенсивности дождя, превышающей это предельное значение.

Конструктивно полураздельная система канализации состоит из двух самостоятельных уличных и внутриквартальных сетей трубопроводов (для отведения производственно-бытовых сточных вод и для отведения поверхностного стока) и главного отводного коллектора, общего для всех сточных вод.

Присоединяют дождевую сеть к главному коллектору через специальные разделительные камеры, в которых при сильных дождях, создающих большие расходы дождевых вод, часть воды отделяется с помощью водосливной стенки и сбрасывается в водный объект.

В нашей стране наибольшее распространение получила раздельная система канализации, состоящая из двух самостоятельных сетей трубопроводов: производственно-бытовой — для отведения хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод на очистные сооружения — и дождевой (водостоков), отводящей дождевые и талые воды, а также воды от мойки дорожных покрытий в ближайший водный объект. При раздельной системе канализации возможны следующие пути предотвращения загрязнения водных объектов поверхностным стоком: устройство очистных сооружений непосредственно на выпусках дождевых коллекторов, перехват и отведение стока на очистные со-

9.14. **Время отстаивания поверхностного стока, отводимого с территории населенных мест, в отстойниках в зависимости от глубины зоны осаждения, ч**

| Эффект осветления, % | Проточные | | | Периодического действия | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 м | 3 м | 4 м | 2 м | 3 м | 4 м |
| 50 | 3 | 3,4 | 3,6 | 1,5 | 1,7 | 1,8 |
| 60 | 6 | 6,6 | 7,2 | 3 | 3,3 | 3,6 |
| 70 | 13 | 15 | 16,4 | 6,5 | 7,5 | 8,2 |
| 80 | — | — | — | 15 | 15 | 15 |
| 85 | — | — | — | 24 | 24 | 24 |
| 90 | — | — | — | 48 | 48 | 48 |

оружения и реконструкция раздельной системы на наиболее загрязненных участках городской территории в полураздельную.

В случае самостоятельной очистки стока на локальных сооружениях, расположенных непосредственно на устьевых участках водостоков, применяют отстойные сооружения проточные и периодического действия, включающие также решетки и приспособления для удаления всплывающих нефтепродуктов и осадка. Ввиду того что основная масса взвешенных веществ в поверхностном стоке представлена тонкодиспергированными частицами с малой гидравлической крупностью, эффект очистки в проточных отстойниках, рассчитанных на незначительное время пребывания в них воды (от 0,5 до 1 ч), невелик, и эти сооружения можно использовать только для предотвращения сброса в водные объекты мусора, части нефтепродуктов и взвешенных веществ с гидравлической крупностью свыше 4 мм/с.

Для более глубокой очистки применяют отстойники периодического действия с длительным (в течение суток и более) пребыванием в них очищаемой воды (табл. 9.14).

Уменьшение выноса загрязняющих веществ в водные объекты поверхностным стоком с территории промышленных предприятий может быть достигнуто за счет улучшения санитарного состояния территории и воздушного бассейна на объекте, упорядочения складирования и транспортировки сырья и материалов, локализации отдельных участков территории, на которых неизбежна утечка различных продуктов.

Организация самостоятельной очистки поверхностного стока целесообразна только на промышленных предприятиях первой группы, где можно ограничиться устройством несложных отстойных сооружений и аккумулирующих емкостей. Для уменьшения размеров очистных сооружений рекомендуется предварительное разделение поверхностного стока с помощью устраиваемых непосредственно на коллекторе дождевой канализации разделительных камер, аналогичных применяемым при полураздельной системе канализации, или отстойных сооружений в виде секционных аккумулирующих емкостей периодического действия, рассчитанных на прием поверхностного стока после выпадения осадков, обеспечивающих смыв основной массы примесей с поверхности водосбросной площади. Ориентировочный расчетный слой атмосферных осадков принимают 5...15 мм. Аккумулирующую емкость используют не только для сбора поверхностного стока, но также для усреднения его состава, регулирования расхода и очистки.

При очистке поверхностного стока с территории предприятий второй группы предварительное разделение не допускается, и весь объем воды, поступающей по дождевой канализационной сети, после регулирования необходимо подавать на очистку совместно с производственными сточными водами.

При возможности очищенный поверхностный сток целесообразно направлять на нужды технического водоснабжения предприятий с водоемкими про-

изводствами и оборотным использованием воды (машиностроительные, металлургические, горнообогатительные, коксохимические, нефтеперерабатывающие, нефтехимические и др.).

## 9.5. ОХРАНА ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УДОБРЕНИЯМИ И ПЕСТИЦИДАМИ

**Интенсификация сельскохозяйственного производства и загрязнение вод удобрениями и пестицидами.** Интенсификация сельскохозяйственного производства на современном этапе его развития предусматривает широкое применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений, что в ряде случаев может оказывать негативное влияние на качество воды водных объектов, принимающих сточные воды сельскохозяйственных угодий. Однако исключение применения минеральных удобрений в сельскохозяйственной практике вызывает резкое снижение урожайности выращиваемых культур истощение почв и другие отрицательные последствия.

В районах с развитым земледелием количество загрязняющих веществ (пестицидов и удобрений), поступающих в водные объекты, в значительной мере определяется режимом осадков и условиями формирования стока на водосборе.

Основная часть поверхностного стока формируется на неорошаемых землях и характеризуется значительными объемами, изменчивостью стока, его случайным распределением во времени и рассредоточенностью по площади.

В районах орошаемого земледелия загрязнение водных объектов связано в первую очередь с приемом больших сосредоточенных объемов возвратных вод, а также с агротехническими особенностями выращивания сельскохозяйственных культур при орошении.

Загрязнение водных объектов возможно вследствие поступления в них биогенных веществ (азота, фосфора, калия), входящих в состав почвы и вносимых в виде удобрений (табл. 9.15). Пестициды в почвах не содержатся, и попадание их в водные объекты связано с хозяйственной деятельностью на водосборе.

**9.15. Состав загрязняющих веществ, выносимых с сельскохозяйственных угодий, и их влияние на водный объект**

| Загрязняющие вещества | Состав | Влияние на объект |
|---|---|---|
| Удобрения | Минеральные (азотные, фосфорные, калийные), органические | Развитие нежелательных форм водной растительности, приводящей к появлению дефицита кислорода и гибели водных организмов. Ухудшение качества воды для различных видов водопользования |
| Пестициды | Инсектициды, гербициды, фунгициды и др. | Токсичны для водных организмов, аккумулируются в элементах экосистемы водоема, опасны для здоровья человека и животных |
| Продукты эрозии почв | Частицы почвы | Засорение и заиление рек, озер, водохранилищ, водных путей. Ухудшение местообитаний рыб и дичи, снижение ценности водных объектов как источников водоснабжения |

**Мероприятия, направленные на предотвращение загрязнения водных объектов удобрениями и пестицидами.** Разнообразие почвенно-климатических условий районов интенсивного земледелия не позволяет ограничиваться использованием какго-либо универсального метода по защите водных объектов от загрязнения пестицидами и удобрениями, в связи с чем необходим комплекс водоохранных мероприятий (табл. 9.16). Их выбор и назначение должны осуществляться применительно к конкретным почвенно-климатическим и гидрогеологическим условиям, исходя из видов применяемых удобрений и пестицидов, степени дренированности территории, протяженности коллекторно-дренажной сети, водного режима, характера засоления почвогрунтов и др.

Существующие мероприятия по предотвращению загрязнения водных объектов остаточными количествами пестицидов и удобрений условно могут быть разделены на мероприятия по локализации и детоксикации агрохимикатов в пределах сельскохозяйственных угодий и мероприятия по обезвреживанию коллекторно-дренажных вод и поверхностного стока.

## 9.6. ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИЕ ПОЛЯ ОРОШЕНИЯ

В мероприятиях по охране водных ресурсов от загрязнения важное место принадлежит использованию земледельческих полей орошения (ЗПО). В соответствии с Инструкцией по проектированию ЗПО (ВСН 11-28—78) они определяются как «специализированные системы для приема предварительно очищенных сточных вод в целях использования их для орошения и удобрения сельскохозяйственных угодий, а также доочистки в естественных условиях».

ЗПО рекомендуются для обезвреживания сточных вод с учетом местных условий (почвы, рельефа, климата и т. д.) в следующих случаях:

для доочистки сточных вод сел, дачных и рабочих поселков, отдельных объектов социально-бытового назначения (дома отдыха, больницы и т. д.);

для доочистки сточных вод небольших городов и индустриальных центров при отсутствии в сточных водах ингредиентов, оказывающих вредное воздействие на почву и растительность, опасных с точки зрения возможного загрязнения атмосферы и подземных вод;

для крупных городов при наличии неокультуренных песчаных почв с недостаточным увлажнением;

для крупных, средних и малых городов, а также для предприятий, очищающих сточные воды искусственными методами с последующей доочисткой их на ЗПО.

Типы ЗПО:

с круглогодичным приемом сточных вод и круглогодичным орошением;

с круглогодичным приемом сточных вод в регулирующие емкости и орошением сельскохозяйственных культур только в вегетационный период;

с приемом сточных вод и орошением только в вегетационный период.

В зависимости от типов ЗПО применяют различные варианты очистки сточных вод с их использованием (табл. 9.17).

На ЗПО возделывают кормовые, технические, зерновые культуры, высаживают древесно-кустарниковые насаждения. Не допускается выращивание овощных, бахчевых культур и ягод, употребляемых в свежем виде.

Высокая гигиеническая и экономическая эффективность использования сточных вод на ЗПО может быть обеспечена в районах, имеющих длительный вегетационный период и количество осадков 200...300 мм/год (Молдавия, большая часть Украины, Среднее и Нижнее Поволжье, Краснодарский и Ставропольский края, Средняя Азия и Казахстан).

**Требования к качеству сточных вод, используемых на ЗПО.** Для орошения сельскохозяйственных культур на ЗПО могут быть использованы хозяйственно-бытовые, производственные и смешанные сточные воды.

Возможность и целесообразность использования сточных вод на ЗПО определяется их составом и свойствами, включая удобрительную ценность

**9.16. Водоохранные мероприятия в сельском хозяйстве**

| Мероприятия | Назначение | Область применения | Эффективность |
|---|---|---|---|
| Организационно-хозяйственные: | | | |
| использование наименее опасных для водных объектов форм и видов пестицидов и минеральных удобрений | Предупреждение кумуляции токсичных веществ и их метаболитов в объектах окружающей среды | Орошаемое и неорошаемое земледелие | Уменьшение выноса химических средств защиты растений и удобрений в водные объекты |
| строгое соблюдение технологической дисциплины при использовании средств химизации | Максимальное повышение урожайности сельскохозяйственных культур | То же | То же |
| совершенствование технических приемов хранения, транспортировки и применения агрохимикатов | Исключение непроизводительных потерь пестицидов и удобрений в технологической цепи | » | » |
| организация полевых и почвозащитных севооборотов | Снижение объемов агрохимикатов и предупреждение эрозии почв | » | » |
| Агротехнические: | | | |
| приемы обработки почвы, обеспечивающие условия максимального поглощения осадков на месте их выпадения и снижение засоренности полей (снегозадержание, рыхление, поперечная вспашка, кротование, щелевание, лункование и др.) | Увеличение водопоглощения почвы, создание на склонах противоэрозионного рельефа, борьба с сорной растительностью | » | Уменьшение поверхностного стока, уменьшение смыва почвы, сокращение масштабов применения химического метода борьбы с сорной растительностью, предотвращение выноса пестицидов и удобрений с сельскохозяйственных угодий в водный объект |
| Агролесомелиоративные: | | | |
| взаимоувязанная система насаждений на водосборе (полезащитные лесные полосы, водорегулирующие защитные лесонасаждения на овражно-балочных системах, орошаемых землях, по берегам рек, каналов, вокруг во- | Снегозадержание, предотвращение или снижение эрозионных процессов, увеличение инфильтрационной способности почв | » | Преобразование склонового стока, направленное на снижение почворазрушительного действия вод, увеличение подземной составляющей стока, снижение загрязнения водных объектов |

| | | | |
|---|---|---|---|
| дохранилищ, прудов и других водоемов, осушаемых землях, пастбищах и малопригодных для сельскохозяйственного использования землях) | | | |
| Гидротехнические: | | | |
| водозадерживающие и водорегулирующие канавы и распылители стока | Водорегулирование на склонах с помощью простейших гидротехнических устройств, безопасное водоотведение склоновых вод | » | Экономия воды, предотвращение загрязнения, засорения и истощения водных объектов |
| вершинные и донные сооружения в ложбинах и оврагах | | | |
| использование прудов, водоемов, лиманов для задержания талых вод и предупреждения размыва нижерасположенных площадей | | | |
| выполаживание оврагов и балок, заравнивание промоин | | | |
| строительство противоселевых берегоукрепительных сооружений | | | |
| террасирование крутых склонов | | | |
| Специальные: | | | |
| создание водоохранных зон и прибрежных полос | Предотвращение размыва распаханных участков поймы и выноса продуктов эрозии в русло в период прохождения паводка | Неорошаемое земледелие | Снижение загрязнения водных объектов агрохимикатами и продуктами эрозии почв, улучшение ландшафта, микроклимата местности и условий рекреации |
| использование аккумулирующих емкостей, прудов-деструкторов | Задержание наиболее концентрированной части стока и выдерживание в течение времени, необходимого для детоксикации химических веществ, содержащихся в воде. Внесение специальных добавок, интенсифицирующих разложение пестицидов | Орошаемое и неорошаемое земледелие | Снижение загрязнения и заиления водоемов и водотоков, создание резерва воды для хозяйственных нужд, улучшение полелесолугового ландшафта и микроклимата местности |

*Продолжение*

| Мероприятия | Назначение | Область применения | Эффективность |
|---|---|---|---|
| повторное использование воды на орошение | Экономия воды, регулирование величины выноса пестицидов, биогенных элементов и минеральных солей с оросительных систем в водный объект | Орошаемое земледелие | Предотвращение или снижение загрязнения водных объектов пестицидами, биогенными веществами и минеральными солями |
| увлажнение верхнего горизонта почвы до влажности 90...95% полевой влагоемкости | Локализация и интенсификация разложения пестицидов непосредственно в месте их применения | Орошаемое земледелие (рисовые системы) | Уменьшение выноса гербицидов с возвратными водами рисовых оросительных систем |
| подъем уровня грунтовых вод до полного насыщения водой почвы пахотного горизонта | Снижение фильтрационных потерь воды слоя затопления | То же | Уменьшение выноса гербицидов с дренажными водами, предотвращение загрязнения грунтовых вод гербицидами |
| создание экрана пластового типа под корнеобитаемым слоем рисового чека | Локализация и детоксикация пестицидов, мигрирующих с дренажной составляющей стока | » | Предотвращение загрязнения дренажных и грунтовых вод гербицидами |

9.17. Характеристика различных вариантов очистки сточных вод с использованием ЗПО

| Общая характеристика | Расчетные средневзвешенные нагрузки сточных вод, м³/сут | | Модули водоподачи в оросительную систему, л/(с·га) | Вспомогательные сооружения и мероприятия | Хозяйственное использование земли и воды |
|---|---|---|---|---|---|
| | зимой | летом | | | |
| ЗПО с круглогодичным приемом сточных вод | 5...25 | 5...25 | 0,1...0,3 | Резервные поля, увеличение удельного веса многолетних трав до 50% | Специальные кормовые севообороты с преобладанием трав, технические культуры, сенокосы, пастбища |
| То же с суточным регулированием подачи сточных вод на поля | 5...25 | 5...25 | 0,4...0,8 | То же и регулирующие емкости, рассчитанные на прием 30...100% суточного объема сточных вод | То же |
| ЗПО с сезонным регулированием подачи сточных вод | 0...10 | 10...35 | 0,4...0,8 | Пруды-накопители емкостью 2...8-месячного объема сточных вод | » |
| То же с биологической доочисткой сточных вод | 0...10 | 10...35 | 0,4...0,8 | То же в сочетании с биологическими прудами | То же, возможно возделывание овощных культур, если в вегетационный период их будут орошать биологически очищенной водой |
| ЗПО с сезонной добавкой обычных или сточных вод, не требующих очистки | 5...20 | 5...20 | 0,3...0,6 | Резервные поля, система перекачки сточных вод, не требующих очистки, или обычных вод в общую оросительную сеть | Специальные кормовые севообороты, технические культуры, сады, сенокосы, пастбища |
| То же с раздельной подачей на поля очищенных, не требующих очистки (обычных) сточных вод | 5...20 | Сточных вод 5...20, сточных вод, не требующих очистки, 10...20 | Сточных вод 0,1...0,3, сточных вод, не требующих очистки, 0,3...0,6 | То же с системой раздельной подачи на поля обычных и сточных вод | То же, но возможно возделывание овощных культур при условии их орошения летом только чистыми водами |
| ЗПО с сезонной разгрузкой полей | 0...15 | 10...35 | 0,4...0,8 | Система подачи сточных вод другим потребителям, в рыбоводные пруды, лесопосадки | Специальные кормовые севообороты, лесные угодья, рыборазведение |
| ЗПО с использованием поверхностного и дренажного стока | 5...10 | 10...30 | 0,3...0,6 | Буферные пруды для аккумуляции местного стока | То же |

## 9.18. Классификация сточных вод по удобрительной ценности

| Удобрительная ценность | Сточные воды | | Дополнительное внесение удобрений |
|---|---|---|---|
| | состав | источники поступления | |
| Высокая | Содержание азота, калия и кальция — 100 мг/л и выше, фосфора — 30 мг/л. При оросительной норме, соответствующей биологическим особенностям сельскохозяйственных культур, вынос питательных веществ с урожаем компенсируется на 100% (кроме фосфора по некоторым культурам) | Крахмальные, молочные, дрожжевые, сахарные заводы, мясокомбинаты и некоторые предприятия химической промышленности | Не требуется дополнительного внесения минеральных удобрений, кроме фосфорных |
| Средняя | Содержание азота не превышает 30...40 мг/л, калия — 7...12 мг/л, кальция — 50...70 мг/л, фосфора нет. При оросительной норме, соответствующей биологическим особенностям возделываемых сельскохозяйственных культур, степень обеспеченности питательными веществами не превышает 50% | Предприятия текстильной промышленности (суконное и ковровое производство), предприятия тяжелой и химической промышленности, коммунальное хозяйство | Требуется дополнительное внесение минеральных удобрений, особенно азотных, калийных и фосфорных |
| Низкая | Содержание азота и калия не превышает 10...20 мг/л, кальция — 50 мг/л. При оросительной норме, соответствующей биологическим особенностям сельскохозяйственных культур, вынос питательных веществ с урожаем компенсируется на 15...25% | Предприятия химической промышленности, некоторые предприятия текстильной промышленности | Требуется внесение полной нормы азотных и калийно-фосфорных удобрений и периодическое внесение извести |

**9.19. Классификация сточных вод по пригодности их для орошения** (по В. Т. Додолиной)

| Группа | Характеристика | Сточные воды | На каких типах почв можно использовать для орошения | Подготовка для орошения |
|---|---|---|---|---|
| I — сточные воды, пригодные для орошения | Низкая минерализация (0,5...2 г/л), слабокислая или слабощелочная реакция, хлоридно-сульфатный или бикарбонатно-сульфатный состав. Низкое содержание органических веществ, БПК не выше 200 мг/л. Соотношение Na : Ca благоприятное (не выше 1 : 2). Сода отсутствует | Текстильная промышленность (суконное и ковровое производства), ряд отраслей предприятий тяжелой промышленности, хозяйственно-бытовые | На всех | Не требуется |
| II — сточные воды, пригодные для орошения с небольшой предварительной подготовкой | Повышенная минерализация (2...3 г/л), слабокислая реакция, бикарбонатно-сульфатный состав. Благоприятное соотношение Na : Ca. Высокое содержание органических веществ естественного происхождения. Сода отсутствует. Содержат много осадка — 5...50 г/л | Пищевая промышленность (крахмальные, сахарные, дрожжевые, консервные заводы и мясокомбинаты) | Дерново-подзолистые, серые лесные (оподзоленные), каштановые, черноземы после предварительной подготовки | Предварительное удаление осадка, небольшое разбавление в период вегетационных поливов |
| III — сточные воды, пригодные для орошения с небольшой предварительной подготовкой | Невысокая минерализация (до 2 г/л), щелочная реакция, карбонатно-сульфатный состав. Содержится в большом количестве сода (200...300 мг/л). Органических веществ почти нет | Текстильная промышленность (хлопчатобумажное, ситцепечатное и отбельно-красильное производства) | Дерново-подзолистые, серые лесные (оподзоленные), осушенные торфяники | Максимальное снижение содержания соды, изоляция агрессивных сточных вод |
| IV — сточные воды, пригодные для орошения после глубокой предварительной подготовки | Повышенная минерализация (3...5 г/л), кислая или щелочная реакция, сульфатно-хлоридный состав. Неблагоприятное соотношение Na : : Ca. Высокое содержание органических веществ искусственного происхождения | Химическая и химико-фармацевтическая промышленности (заводы синтетического волокна и каучука) | Дерново-подзолистые. На других почвах только после предварительной подготовки | Нейтрализация, разбавление до минерализации 1...2 г/л. Снижение содержания натрия и органических веществ |
| V — сточные воды, условно непригодные для орошения | Сильнощелочные и минерализованные (5...15 г/л и выше). Хлоридного и карбонатно-сульфатного состава. Соотношение Na : Ca крайне неблагоприятное. Содержание органических веществ искусственного происхождения высокое, $БПК_5$=3000 мг/л | Химическая промышленность (заводы по производству ядохимикатов, заводы органического синтеза) | — | Предварительная подготовка возможна, но экономический эффект ее низкий |

9.20. **Примерные нормы ПДК отдельных ингредиентов сточных вод, используемых для орошения, мг/л**[1]

| Ингредиенты | Рекомендуемые для стран — членов СЭВ | Ингредиенты | Рекомендуемые для стран — членов СЭВ |
|---|---|---|---|
| Ацетон | 40 | Нитриты | 0,5 |
| Барий | 4 | Нитрил акриловой кислоты | 100 |
| Бор | 0,5 | Роданиды | 2 |
| Вольфрам | 10 | Свинец | [2] |
| Детергенты | 30 | Смолы растительные | 5 |
| ДДТ | 0,5 | Сульфаты | 500 |
| Железо | 20 | В том числе: | |
| Капролактам | 200 | сульфат кобальта | 2 |
| Кобальт | 1 | сульфат меди | 7 |
| Магний | 300 | Фенол | 40 |
| Марганец | 1 | Формальдегид | 50 |
| Медь | 2 | Хлориды | 300 |
| Метанол | 200 | Хром | [2] |
| Метиловый эфир метакриловой кислоты | 50 | Цианистые соединения, кроме КС | 10 |
| Мышьяк | 0,2 | Цианид калия (KCN) | 0,2 |
| Натрий карбонат (сода): | | Цинк | 2 |
| в гумидной зоне | 200 | Кадмий | [2] |
| в аридной зоне | 100 | Литий | [2] |
| Никель | 0,5 | Ванадий | [2] |

[1] Общая концентрация веществ: на легких почвах — 5000; на средних — 3000; на тяжелых — 1500; азотсодержащие вещества по общему объему — 250 кг за вегетационный период. [2] ПДК не установлены.

9.21. **Бактериологические показатели качества воды**

| Показатель | Норма |
|---|---|
| Общее число бактерий в 1 мл неразбавленной воды, не более | 100 |
| Число бактерий группы кишечной палочки: | |
| определяемой на плотной элективной среде с применением концентраций бактерий на мембранных фильтрах в 1 л воды (колииндекс), не более | 3 |
| при использовании жидких сред накопления (колититр), не менее | 300 |

Особенно опасны фильтрующие действующие и захороненные хранилища промышленных сточных вод. Размеры хранилищ могут достигать сотен гектаров. Глубина их колеблется от 5...10 до 30...50 м. Емкость достигает 5...10 млн. м³. Длительное существование фильтрующих накопителей промышленных сточных вод приводит к образованию крупных очагов загрязнения, достигающих сотен и тысяч гектаров.

*Бактериальное загрязнение* характеризуется наличием в подземных водах болезнетворных бактерий и вирусов, источником поступления которых в подземные воды могут быть:

поля фильтрации коммунальных сточных вод; территории животноводческих ферм, мясокомбинатов, боен, откормочных пунктов и предприятий, разрабатывающих животное сырье; места складирования жидких и твердых

*Механическое загрязнение* проявляется при повышенном содержании в воде механических примесей — взвешенных частиц, коллоидов. В подземных водах оно встречается редко. При сложении фильтрующей толщи песками механические примеси улавливаются уже на первых сантиметрах пути фильтрации, в трещиноватых породах они распространяются несколько больше и лишь в сильно закарстованных отложениях механические примеси могут мигрировать на большие расстояния.

*Тепловое загрязнение* подземных вод выражается в увеличении их температуры. Сопутствующими процессами могут быть уменьшение содержания кислорода в воде, ее «цветение» и увеличение содержания в ней микроорганизмов.

**Взаимосвязь загрязнения подземных вод с общим загрязнением окружающей среды.** Загрязнение подземных вод в значительной степени обусловлено загрязнением окружающей среды в целом — поверхностного слоя земли, поверхностных вод, атмосферных осадков.

Накопление загрязняющих веществ в поверхностном слое земли превращает его во вторичный источник загрязнения подземных вод. Даже при ликвидации непосредственного источника загрязнения (например, шламонакопителя, отстойника) загрязненный поверхностный слой еще долго может быть причиной поступления загрязняющих веществ в подземные воды.

К загрязнению подземных вод могут приводить и газодымовые выбросы промышленных предприятий в атмосферу, которые загрязняют дождевые осадки и снежный покров. В отличие от локального интенсивного загрязнения подземных вод непосредственно на участке промышленного предприятия и особенно вблизи поверхностных хранилищ отходов загрязнение атмосферы приводит к загрязнению подземных вод на значительно больших площадях, хотя и с меньшей интенсивностью. Загрязняющее воздействие атмосферы на подземные воды связано с инфильтрацией загрязненных дождевых осадков и тающего снега.

Загрязнение подземных вод может быть следствием загрязнения поверхностных вод. Особенно это характерно для речных долин при эксплуатации водоносных горизонтов аллювиальных отложений. Загрязненные речные воды проникают в водоносный горизонт за счет боковой фильтрации со стороны берега и вертикальной фильтрации с поверхности земли при затоплении поймы и низких террас в паводковый период. Загрязнение подземных вод, обусловленное влиянием реки, прослеживается вдоль ее долины и носит вытянутый характер.

**Мероприятия по охране подземных вод.** Мероприятия по охране подземных вод от загрязнения по своему назначению могут быть профилактическими и специальными (локализационного и реставрационного характера).

Профилактические мероприятия представляют собой комплекс приемов, направленных на предотвращение загрязнения подземных вод.

Наиболее радикальны *профилактические мероприятия*, связанные с очисткой промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, созданием бессточных производств, замкнутых систем водоснабжения, изоляцией коммуникаций со сточными водами, ликвидацией или очисткой газодымовых выбросов, контролируемым ограниченным использованием пестицидов и удобрений на сельскохозяйственных угодьях.

В промышленных районах для предотвращения инфильтрации сточных вод в водоносные горизонты коммуникации промышленной канализации должны иметь надежную гидроизоляцию и дренаж. Гидроизоляцию выполняют в виде экрана из глинобетона или полиэтиленовой пленки. Скапливающиеся на поверхности экрана сточные воды и технологические растворы перехватываются фильтрующими элементами дренажа и отводятся на очистные сооружения. Наиболее часто используют пластовый и линейный дренаж.

Для промышленных резервуаров, содержащих сточные воды и отходы производства, применяют противофильтрационную защиту (противофильтрационные устройства плотины и чаши хранилищ).

Для предотвращения вторжения морских вод в подземные может быть использован метод создания гидравлических завес путем закачки через скважины в эксплуатируемый водоносный горизонт пресных поверхностных

вод. При этом создается водный барьер, препятствующий проникновению морских вод в подземные, и происходит искусственное увеличение запасов последних.

*Специальные мероприятия* локализационного характера предусматривают в районах действующих источников загрязнения или ликвидированных (но при оставшемся очаге загрязнения, который может явиться вторичным источником загрязнения). Цель мероприятий — прекращение поступления загрязняющих примесей к защищаемому объекту (обычно к водозабору или водотоку).

Необходимость в таких мероприятиях возникает в случае, если за время существования защищаемого объекта произойдет *добегание* к нему загрязняющих примесей с концентрацией, нарушающей качество воды. Применяют различного рода дренаж (вертикальный, горизонтальный) и противофильтрационные завесы.

Основное требование к дренажу — создание депрессионной воронки на пути между очагом загрязнения и защищаемым объектом. Место его расположения и режим работы определяются гидрогеологическими условиями района на основании гидродинамических расчетов с учетом действующих и проектируемых водозаборов, а также наличия участков усиленной инфильтрации. При применении перехватывающих дренажей должен быть решен вопрос использования или безопасного сброса откачиваемых загрязненных вод.

Противофильтрационные завесы нужно обязательно доводить до подстилающего защищаемый горизонт водоупора. Располагают завесы на границе раздела чистых и загрязненных вод со стороны защищаемого объекта.

Завесы устраивают либо нагнетанием через скважины растворов, заполняющих норы и трещины и придающих породе водонепроницаемость (инъекционные завесы), либо путем устройства в водоносном горизонте на всю его мощность узкой траншеи и заполнения ее водонепроницаемым материалом (способ *стена в грунте*).

Специальные мероприятия реставрационного характера направлены на восстановление качества подземных вод и проводятся как в условиях действующего, так и ликвидированного источника загрязнения. В первом случае прежде всего решают задачу изоляции источника загрязнения устройством по его периметру противофильтрационной завесы либо перехватывающего дренажа. Реставрация качества воды в пределах очага загрязнения осуществляется действием водозаборов. Для ее ускорения можно дополнительно применять дренажные устройства временного действия.

При большом накоплении в пласте загрязняющих примесей, слабой их десорбируемости и низких фильтрационных свойствах пород время, необходимое для полного извлечения примесей из них и подземных вод, может составлять десятки лет.

Для ускорения *стягивания* очага загрязнения можно применять наряду с дренажем промывки пород чистой водой, подаваемой в пласт через нагнетательные скважины.

При ликвидированном источнике загрязнения задачу реставрации качества воды осуществляют аналогично описанному способу, но без изоляции источника загрязнения.

Защита подземных вод от загрязнения должна основываться на строгом соблюдении водного законодательства; осуществлении технических мер, направленных на очистку сточных вод и уменьшение утечек загрязняющих веществ с поверхности земли; осуществлении профилактических защитных мер.

**Охрана подземных вод на водозаборах.** С целью защиты подземных вод от загрязнения на эксплуатируемых водозаборах создают зоны санитарной охраны, которые состоят из двух поясов: первого — зона строгого режима и второго — зона ограничений.

Проект зоны санитарной охраны разрабатывают и согласовывают как составную часть общего проекта водозаборного сооружения.

*Зона строгого режима* предназначается для предотвращения случайного загрязнения воды непосредственно на водозаборном сооружении. В нее

включают участок водоприемного сооружения, насосную станцию, установку для обработки воды и т. д. Территорию первого пояса ограждают и за ней осуществляют постоянный контроль.

Границы первого пояса зоны санитарной охраны от водозаборного сооружения устанавливают для надежно защищенных горизонтов (артезианских)— 30...40 м; для незащищенных или недостаточно защищенных водоносных горизонтов (грунтовые воды, первые от поверхности горизонты напорных вод с ненадежным водоупором, инфильтрационные водозаборы)— 50...70 м.

Для одиночных скважин, располагаемых в местах, где исключена возможность загрязнения почв, расстояние от водозаборного сооружения до границы первого пояса может быть уменьшено до 15...20 м в случае защищенных и 25...30 м в случае незащищенных или недостаточно защищенных водоносных горизонтов.

В пределах второго пояса зоны санитарной охраны не должно быть источников загрязнения. Здесь ограничивается проведение земляных и строительных работ, не допускается сооружение шламонакопителей, хвостохранилищ, соле- и золоотвалов, запрещается сброс промышленных и бытовых сточных вод.

Границы второго пояса устанавливают в зависимости от гидрогеологических условий участка, типа водозаборного сооружения и режима его эксплуатации. Обязательным является установление границ второго пояса для централизованных водозаборов грунтовых вод и инфильтрационных водозаборов.

Для напорных вод необходимость установления границ второго пояса определяется конкретными условиями защищенности водоносного горизонта. Не допускается проведения работ, нарушающих целостность перекрывающего водоносный горизонт водоупора.

Границу второго пояса определяют расчетом по положению водораздельной линии тока, ограничивающей область питания водозабора, или по положению условного контура, время движения подземных вод от которого к водозаборному сооружению будет равно или больше проектного срока его эксплуатации.

**Естественная защищенность подземных вод.** Знание условий защищенности подземных вод необходимо при проектировании хозяйственного освоения территории, водоохранных мероприятий, выборе местоположения водозаборного сооружения, размещении промышленных или сельскохозяйственных объектов.

Под естественной защищенностью подземных вод понимают совокупность гидрогеологических условий, обеспечивающую предотвращение проникновения загрязняющих веществ в водоносные горизонты (ГОСТ 17.1.1.01—77). Естественную защищенность оценивают качественно и количественно.

Качественную оценку проводят по сумме баллов, которую определяют по совокупности следующих показателей: глубине залегания уровня грунтовых вод, мощности слабопроницаемых отложений в разрезе зоны аэрации, литологии и фильтрационным свойствам слабопроницаемых отложений.

Под слабопроницаемыми понимают отложения, коэффициент фильтрации которых менее 0,1 м/сут. К ним относятся супеси, глинистые пески, легкие суглинки. Еще меньший коэффициент фильтрации ($10^{-3}$ м/сут и менее) имеют тяжелые суглинки и глины.

Выделяют пять градаций глубин залегания грунтовых вод. Этим градациям соответствуют баллы — от 1 до 5.

| Балл | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Глубина, м | $\leqslant$11 | $>$10...20 | $>$20...30 | $>$30...40 | $>$40 |

Мощности слабопроницаемых отложений (табл. 9.25) подразделены на 11 градаций. По литологии и фильтрационным свойствам выделяют три группы слабопроницаемых отложений: а — супеси, легкие суглинки (коэффициент фильтрации 0,1...0,01 м/сут); б — суглинки, песчанистые глины (0,01...0,001 м/сут); в — тяжелые суглинки и глины (менее 0,001 м/сут).

9.25. Градации слабопроницаемых отложений по мощности (м) и соответствующие им группы и баллы

| | <2 | | | >2...4 | | | >4...6 | | | >6...8 | | | >8...10 | | | >10...12 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Группа | а | б | в | а | б | в | а | б | в | а | б | в | а | б | в | а | б | в |
| Балл | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 | 5 | 8 | 5 | 7 | 10 | 6 | 9 | 2 |

| | >12...14 | | | >14...16 | | | >16...18 | | | >18...20 | | | >20 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Группа | а | б | в | а | б | в | а | б | в | а | б | в | а | б | в |
| Балл | 7 | 10 | 14 | 8 | 12 | 16 | 9 | 13 | 18 | 10 | 15 | 20 | 12 | 18 | 25 |

Сумма баллов, обусловленная градациями глубин залегания грунтовых вод, мощностями слабопроницаемых отложений и их литологией, определяет степень защищенности грунтовых вод, которая имеет шесть категорий.

| | I | II | III | IV | V | VI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Сумма баллов | $\leqslant 5$ | $<5...10$ | $>10...15$ | $>15...20$ | $>20...25$ | $<25$ |

Наиболее благоприятными по защищенности являются условия, соответствующие категории VI, наименее благоприятными — категории I.

Количественную оценку условий защищенности проводят по времени фильтрации загрязненных вод с поверхности земли до уровня грунтовых вод.

## 9.8. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКИХ ВОД

Требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения регламентируются Правилами санитарной охраны прибрежных вод морей, распространенными на районы морей, используемые в настоящее время и предусматриваемые на перспективу для рекреационных целей и в качестве водозаборов опреснительных установок хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Требования к сбросу вредных веществ с судов и других плавучих средств регламентируются Международной конвенцией по предотвращению загрязнения моря с судов (1973 г.), Конвенцией по защите морской среды района Балтийского моря (1974 г.) с учетом перечня веществ, вредных для здоровья людей или для живых ресурсов моря, сброс которых запрещается, и норм ПДК этих веществ в сбрасываемых смесях, утвержденных в 1974 г. Минводхозом СССР, Минздравом СССР и Минрыбхозом СССР.

**Нормы качества морской воды.** Прибрежный охраняемый район моря определяется границами района фактического и перспективного морского водопользования для нужд населения и двух поясов зоны санитарной охраны. Границы по береговой протяженности — зоной фактического и перспективного организованного морского водопользования при ширине в сторону моря не менее 2 км.

*I пояс санитарной охраны* предназначен для предотвращения превышения установленных норм качества воды по микробным и химическим показателям сбросами сточных вод в пределах районов фактического и перспектив-

ного водопользования. Границы этого пояса по береговой протяженности и ширине в сторону моря должны быть не менее 10 км от границы района водопользования.

*II пояс санитарной охраны* предназначен для предотвращения загрязнения воды района водопользования и I пояса зоны санитарной охраны со стороны моря морскими судами и промышленными объектами по добыче полезных ископаемых. Границы пояса в сторону моря определяются границами территориальных вод.

При использовании морской воды для хозяйственно-питьевых (после опреснения) и оздоровительно-лечебных целей границы зоны санитарной охраны морского водозабора определяют в соответствии со СНиП II-31—74 и по акватории во всех направлениях принимают не менее 200 м.

При организации морского водопользования необходимо придерживаться общих требований к составу и свойствам морской воды района водопользования и I пояса зоны санитарной охраны, должны быть ограничения на вещества или концентрацию веществ, сбрасываемых в морские воды с судов и других плавучих средств, не должны превышаться ПДК вредных веществ.

Общие требования к составу и свойствам морской воды в районе водопользования и I пояса зоны санитарной охраны относятся к плавающим примесям, запаху, прозрачности, окраске, биохимическому потреблению кислорода ($БПК_5$), колииндексу. Количественные показатели указаны в Правилах санитарной охраны прибрежных вод морей.

ПДК контролируемых веществ в морской воде, установленные для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного использования поверхностных вод, распространяются соответственно на водозаборы хозяйственно-питьевого, оздоровительно-лечебного, рекреационного, а также рыбохозяйственного использования морских вод.

**Источники загрязнения морских вод.** Морские воды загрязняются такими веществами, как нефть, нефтепродукты, фенолы, детергенты, ионы тяжелых металлов, пестициды, аммонийный азот и др.

К антропогенным источникам загрязнения морских вод относятся: сброс неочищенных и не полностью очищенных промышленных и хозяйственно-бытовых вод в прибрежную зону, вынос вредных веществ с речным стоком и поверхностным стоком с территории приморских городов и сельскохозяйственных угодий, сброс вредных веществ с судов и других плавающих средств, загрязнение при добыче полезных ископаемых из месторождений, расположенных под морским дном. В районах морей, примыкающих к городам и поселкам, а также при массовом использовании пляжей возникает опасность бактериологического загрязнения. Тепловое загрязнение связано с использованием прибрежных вод морей для систем водяного охлаждения электростанций и промышленных предприятий, а также со сбросом нагретых вод в русла рек.

Степень влияния отдельных источников загрязнения на качество воды Мирового океана показана ниже.

| Источники | Доля, % |
|---|---|
| Морские перевозки | 38 |
| Добыча из месторождений в открытом море | 2 |
| Прибрежные нефтеочистительные предприятия | 3 |
| Промышленные отходы | 5 |
| Городские сточные воды | 5 |
| Вынос примесей с речным стоком | 27 |
| Естественное поступление веществ из расположенных под дном месторождений | 10 |
| Поступление примесей с атмосферными осадками | 10 |

Мелкозернистые осадки береговой зоны способны накапливать содержащиеся в воде вредные примеси, подвергаться радиоактивному загрязнению.

Наиболее загрязненными оказываются участки прибрежных районов (устья рек, эстуарии), воспринимающие основную часть вредных веществ, поступающих с суши. Загрязненные донные отложения, а также очаги загрязнения, развившиеся в прибрежной зоне, становятся источниками вторичного загрязнения морей.

Распространение примесей в морской воде определяется закономерностями гидродинамики, распространение твердых загрязненных осадков — закономерностями изменения дна береговой зоны морей.

При большом объеме сточных вод разбавление их до безопасной концентрации в береговой зоне моря не достигается: от вершины заплеска прибоя до линии разрушения волн существует относительно замкнутая система циркуляции вод, которая нарушается лишь разрывными течениями. Перенос воды в поверхностном и придонном слоях мористее зоны разрушения направлен в сторону берега. Все сбрасываемые воды, имеющие плотность больше или меньше, чем у морской воды, перемещаются в сторону берега. Так как компенсационные противотечения мористее зоны разрушения захватывают обычно по вертикали среднюю часть волнового потока и характеризуются общим затуханием с удалением от берега, возможности снижения концентраций нормируемых примесей в береговой зоне под действием компенсационных течений ограничены даже для вод с плотностью, близкой к плотности морской воды.

Для береговых зон морей относительная доля различных источников загрязнения меняется в зависимости от конкретных особенностей рассматриваемого региона (степени промышленного и аграрного развития, урбанизации, величины речного стока). В отличие от открытого моря характерной особенностью формирования качества воды в береговой зоне является комплексный эффект действия различных видов загрязнения.

**Ограничения на сброс сточных вод в прибрежные зоны морей.** Общие ограничения на сброс сточных вод в прибрежные зоны морей установлены действующими Правилами санитарной охраны прибрежных вод морей, исходя из принципа приоритета гигиенических интересов морского водопользования и обеспечения здоровья населения.

Правилами запрещается сбрасывать в море сточные воды, которые могут быть ликвидированы применением рациональной технологии, путем максимального использования в системах оборотного и повторного водоснабжения или устройства бессточных производств, и содержащие ценные отходы, которые могут быть утилизированы на данном или других предприятиях: производственное сырье, реагенты, полупродукты и конечные продукты в количествах, превышающих установленные нормативы технологических потерь, вещества, для которых не установлены ПДК.

Полностью запрещен сброс очищенных промышленных и бытовых сточных вод, включая судовые, в границах района водопользования.

При необходимости отведения сточных вод в прибрежные воды моря вследствие недостаточной эффективности водоохранных мероприятий или невозможности их выполнения по обоснованным технико-экономическим соображениям по согласованию с санитарно-эмидемиологической службой, органами по регулированию использования и охране вод и охране рыбных запасов могут быть разрешены сбросы биологически очищенных и обеззараженных сточных вод в границах I пояса зоны санитарной охраны при условии соблюдения норм качества воды.

При обосновании строительства выпусков сточных вод в прибрежные воды моря, выборе месторасположения выпусков на основе расчетов процесса переноса и трансформации вредных веществ должны учитываться гидрологические условия (океанографические факторы ассимилирующей способности). Возможность отведения и условия спуска сточных вод в море подлежат обязательному согласованию с контролирующими органами санитарно-эпидемиологической службы.

Для прибрежных районов морей со специфическими гидрологическими условиями и неудовлетворительными с гигиенической точки зрения санитарными, гидрофизическими, топографо-гидрологическими особенностями района, обусловливающими застойные явления или формирование очагов загряз-

нения в прибрежных водах, нормы качества воды для 1 пояса зоны санитарной охраны следует относить к сточным водам без учета возможного смешения и разбавления их морской водой.

Сбрасывают, удаляют и обезвреживают сточные воды, содержащие радиоактивные вещества, в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности и санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений.

Требования к условиям спуска сточных вод в прибрежные воды морей распространяются на проектируемые, реконструируемые и существующие выпуски производственных и бытовых сточных вод населенных пунктов, промышленных предприятий, коммунальных, лечебно-профилактических, транспортных, совхозно-колхозных и других учреждений и объектов независимо от их ведомственной принадлежности.

Действующие правила устанавливают, что состав и свойства воды в устьях рек, впадающих в море в районе водопользования, должны отвечать требованиям к воде водоемов, используемых для купания, спорта и отдыха населения, предъявляемым Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

Сбрасывать с судов сточные воды, происхождение и состав которых определены Международной конвенцией по предотвращению загрязнения с судов (приложение IV, правило 1, п. 3), можно в пределах I пояса зоны санитарной охраны при одновременном соблюдении таких условий:

на судне действует установка для очистки и обеззараживания сточных вод, согласованная с Минздравом СССР, степень очистки сточных вод обеспечивает их последующее обеззараживание до колииндекса не более 1000;

сброс не приводит к появлению видимых плавающих твердых частиц и не вызывает изменения цвета воды в водном объекте.

Допускается сброс всех видов бытовых сточных вод с судов во время портовых и рейдовых стоянок при условии их очистки и обеззараживания в соответствии с приведенными выше условиями. Сбросы неочищенных и не прошедших обеззараживания судовых сточных вод вышеуказанного происхождения и состава допускаются за пределами I пояса зоны санитарной охраны, но на расстоянии не менее 12 миль (22 км) от береговой полосы района водопользования при условии постепенного выпуска сточных вод при движении судна со скоростью не менее 4 узлов (около 7 км/ч).

Порядок согласования условий отведения в море сточных вод и контроль эффективности их очистки, обезвреживания и обеззараживания определяется Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

Ответственность лиц, виновных в нарушении установленных Правилами ограничений на сброс сточных вод в прибрежные районы моря, определяют в соответствии с законодательством Союза ССР и союзных республик.

**Методы регулирования качества воды в прибрежных зонах морей.** С целью обеспечения нормативного качества воды в прибрежных зонах морей можно использовать различные организационно-технические методы регулирования условий водопользования в зависимости от характеристик источников загрязнения и морских районов.

Действующие правила санитарной охраны устанавливают, что с целью предупреждения ухудшения состава и свойств морской воды в районе водопользования под влиянием поверхностного стока с территории приморских населенных пунктов должны предусматриваться необходимые водоохранные мероприятия (благоустройство пляжей и прибрежных мест отдыха в соответствии с действующими нормативами и требованиями СНиП на проектирование пионерских лагерей, учреждений отдыха, санаториев; организованный отвод поверхностного стока за границы района водопользования и др.).

Для предотвращения загрязнения прибрежного охраняемого района моря сбросами сточных вод с судов в портах, портовых пунктах, стоящих на рейдах, должна обеспечиваться возможность их сброса через сливные устройства и ассенизационные суда в общегородскую канализацию. Твердые сбросы, отходы и мусор подлежат сбору в специальные емкости на борту судна и сдаче на берег для последующей утилизации и обезвреживания.

Для очистки акватории моря от случайно попавшей нефти, в том числе и при авариях, порты и портовые пункты должны быть оборудованы специальными механизмами, оснащены судами или другими плавсредствами, обеспечивающими сбор нефти и последующую утилизацию нефтяных остатков.

При систематическом сезонном развитии и скоплении водорослей предусматривают очистку от них района водопользования.

При исследованиях, разведке и разработке естественных богатств континентального шельфа СССР предусматривают необходимые меры по предотвращению ухудшения условий морского водопользования вследствие загрязнения шельфа и водной среды над ним.

Наиболее интенсивное загрязнение прибрежной зоны моря с берега устраняют с помощью инженерно-технических средств, включающих очистку сточных вод и сброс очищенных сточных вод таким образом, чтобы смешать их с морской водой для снижения концентрации вредных веществ и достигнуть в локальных областях акватории моря полного их распада в результате естественных биохимических процессов самоочищения. Для этого можно устраивать глубоководные выпуски различных конструкций.

Анализ формирования качества воды в морских акваториях (сброс сточных вод осуществлялся в СССР, США, Франции, Англии, Греции с помощью сосредоточенных или рассеивающих глубинных выпусков, удаленных от берега на расстояние от 1 до 13 км с глубиной погружения оголовка от 18 до 324 м) показал, что наилучшее качество воды формируется при биологической очистке сточных вод и устройстве рассеивающих выпусков (перфорированная труба большой протяженности) с удалением их от берега в зону глубин на 40...60 м. Для сброса сточных вод, плотность которых выше плотности морской воды, когда задача их разбавления не ставится, возможно затопление сточных вод на глубинах 10 м и более.

Глубинные сверхдальние морские выпуски могут обслуживать одновременно несколько городов или населенных пунктов.

Показатели необходимой для обеспечения нормативного качества морских вод степени очистки, обезвреживания и обеззараживания сточных вод, характеристики других водоохранных мероприятий можно определять по заданному предельно допустимому сбросу (ПДС).

Цели регулирования влияния сбросов на качество морских вод в прибрежных районах изложены в Правилах регистрации операций по приему с судов и последующей очистке вод, загрязненных нефтью, нефтепродуктами или другими химическими веществами, вредными для здоровья людей или для живых ресурсов моря, производимых на плавучих или стационарных очистных сооружениях, а также в Руководстве о порядке осмотра и задержания судов и других плавучих средств для выяснения причин и обстоятельств произведенного сброса или потерь веществ, вредных для здоровья людей или для живых ресурсов моря, и установления фактов нарушения Правил по предотвращению загрязнения моря.

## 9.9. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ВОД

Охрана вод, представляя собой составную часть охраны всей окружающей человека среды, вместе с тем является важной функцией водного хозяйства.

В системе мер по охране вод в качестве первичного (низового) звена выступают отдельные сооружения и устройства, предназначенные для поддержания требуемого количества и качества воды в заданных створах или пунктах водных объектов.

Определившиеся в последние годы направления технической политики в области охраны вод указывают на тенденцию объединения отдельных водоохранных сооружений и устройств в централизованно управляемые водо-

охранные комплексы, создаваемые в пределах речного бассейна или его отдельных частей.

Для выработки и реализации управляющих воздействий на водоохранный комплекс в соответствии с принятым критерием управления наиболее целесообразно использовать автоматизированную систему управления водоохранным комплексом (АСУ ВК). Дальнейший научно-технический прогресс предполагает интеграцию ВК в функции охраны и рационального использования в составе бассейновых и региональных водохозяйственных комплексов.

**Техническая политика в сфере технологии производства.** Основным направлением технической политики при использовании воды в промышленности следует считать создание замкнутых систем водообеспечения предприятий, их групп, целых промышленных районов. Первостепенное внимание должно уделяться комплексному использованию всех видов сырья и отходов, применению безводных и маловодных технологических процессов, использованию промышленных и городских сточных вод для целей технического водоснабжения и охлаждения. Прием промышленных сточных вод в городские канализации должен быть ограничен, исходя из требований обеспечения надежной очистки городских сточных вод, последующего их использования и утилизации образующегося осадка.

Максимальная экономия и повторное использование воды в сельскохозяйственном производстве — также важная мера водоохранной политики. Особенно ускоренного развития требует использование очищенных до необходимой степени хозяйственно-бытовых и некоторых производственных сточных вод (в том числе сточных вод животноводческих комплексов) на ЗПО.

Выполняя мелиоративные и водоохранные функции (биологическую очистку сточных вод в естественных условиях), ЗПО способствуют повышению продуктивности растениеводства и охране вод.

**Техническая политика в сфере водоотведения.** Основным направлением технической политики в сфере водоотведения следует считать планомерное снижение массы вещества и тепла, отводимых со сточными водами в водные объекты, нормы качества воды в которых не соблюдаются. Управление водоотведением должно синхронизировать поступление нормированных веществ и тепла в водный объект с его ассимилирующей способностью.

Решение этих задач должно существляться в соответствии с нормами ПДС вредных веществ со сточными водами.

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» на министерства и ведомства возложена разработка проектов норм ПДС загрязняющих веществ для подведомственных предприятий, учреждений и организаций, в первую очередь для действующих, расположенных в зонах повышенного загрязнения природной среды. Постановлением предусмотрен пересмотр указанных норм ПДС в дальнейшем, вплоть до полного прекращения в перспективе выбросов загрязняющих веществ в водные объекты.

В соответствии с ГОСТ 17.1.1.01—77 (п. 39) под ПДС веществ в водный объект понимают массу вещества в сточных водах, максимально допустимую к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. ПДС устанавливают с учетом ПДК веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды.

Проекты ПДС разрабатывают в увязке с разрешениями на специальное водопользование, выдаваемыми на основании постановления Совета Министров СССР «О порядке согласования и выдаче разрешения на специальное водопользование», и утверждают органы по регулированию использования и охране вод по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы Минздрава СССР и рыбоохраны Минрыбхоза СССР.

При этом необходимо учитывать, что для сбросов сточных вод в черте города или любого населенного пункта в соответствии с п. 19 Правил охра-

ны поверхностных вод от загрязнения сточными водами требования к составу и свойствам воды водного объекта для установленной категории водопользования должны относиться к самим сбрасываемым сточным водам каждого предприятия; для сброса сточных вод вне черты города в соответствии с пп. 10, 18, 24 этих же Правил ПДС для отдельных предприятий рассчитывают с учетом степени возможного разбавления сточных вод из водного объекта и качества воды выше места сброса сточных вод, а также с учетом процессов естественного самоочищения вод от поступающих в них веществ, если процесс самоочищения ярко выражен и его закономерности достаточно изучены.

ПДС устанавливают на определенный срок органы по регулированию использования и охране вод Минводхоза СССР, по истечении которого их пересматривают. Для вновь проектируемых объектов ПДС устанавливают с учетом изменения условий водопользования на участке водного объекта, принимающего сточные воды проектируемого объекта.

ПДС для действующих предприятий, расположенных в зонах повышенного загрязнения водных объектов, определяют с учетом требований, установленных к составу и свойствам водных объектов в местах водопользования, которые распространяются на сами сточные воды, поскольку в зонах повышенного загрязнения исчерпана ассимилирующая способность водных объектов. Такой подход позволяет различным министерствам и ведомствам независимо друг от друга в сжатые сроки организовать подготовку проектов ПДС, заведомо обеспечивающих нормативное качество водных объектов. Последовательное достижение указанных ПДС осуществляют с учетом технико-экономических возможностей и в соответствии с перспективными годовыми планами по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов.

Сроки проведения комплекса водоохранных мероприятий, обеспечивающих снижение сброса загрязняющих веществ до установленных норм, должны быть согласованы с ГКНТ и Госпланом СССР. Перечень предприятий и участков водных объектов, относящихся к зонам повышенного загрязнения, устанавливают органы по регулированию использования и охране вод и органы Госкомгидромета СССР.

ПДС с учетом требований к составу и свойствам воды в водных объектах определяют для всех категорий водопользования как произведение расхода сточных вод $q_{ст}$ (м³/ч) на концентрацию веществ $C_{ст}$ (г/м³) в сточной воде

$$\text{ПДС} = q_{ст}C_{ст}. \qquad (9.7)$$

Обязательным является требование сброса массы вещества, соответствующей ПДС, с расходом сточной воды не менее $q_{ст}$, принятой для расчета по формуле (9.7), так как уменьшение расхода $q_{ст}$ при сохранении величины ПДС будет приводить к концентрации в сточной воде, превышающей $C_{ст}$, что недопустимо. Порядок расчета ПДС регламентирован методическими указания, утвержденными главным государственным инспектором по регулированию использования и охране вод СССР.

Для отдельных речных бассейнов или их участков в случае необходимости оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между предприятиями ПДС можно определять централизованно с привлечением научных и проектных институтов системы Минводхоза СССР. По этим предприятиям необходимо представление общих водохозяйственных характеристик, а также информации об используемых водных объектах.

Для водопользователей, имеющих управляемые водоохранные сооружения с переменным режимом работы, позволяющим синхронизировать сброс примесей с изменяющейся ассимилирующей способностью водных объектов, проект ПДС должен быть увязан с режимом работы таких сооружений по сбросу примесей с учетом изменения состояния водных объектов, а также с учетом возможностей автоматизированных систем управления такими сооружениями.

Соблюдение ПДС должно быть гарантировано повсеместно за счет применения унифицированных систем контроля сброса сточных вод, включающих

автоматизированные пробоотборники-сигнализаторы и другие устройства, обеспечивающие непрерывный объективный контроль состава и свойств отводимой воды. Эту работу проводят под наблюдением и при содействии государственных органов по регулированию использования и охране вод.

Должно также планомерно уменьшаться вредное влияние на качество природных вод поверхностного стока с территорий городов, производственных предприятий и сельскохозяйственных угодий.

С этой целью следует развивать очистку поверхностного стока в прудах-отстойниках и наливных водохранилищах, оборудованных аэраторами. В крупных городах, расположенных на малых реках, возможно применение комбинированных систем канализации с очисткой наиболее концентрированной части стока на городских станциях аэрации.

Большое значение для охраны вод имеет дальнейшее развитие системы мероприятий по борьбе с эрозией почв, в первую очередь создание защитных лесных насаждений.

**Техническая политика при эксплуатации водных объектов.** Главным требованием при эксплуатации водных объектов должно стать проведение единой технической политики в пределах всего бассейна реки, за что должна отвечать одна организация, осуществляющая управление эксплуатацией речного бассейна. Выполнение этого требования сопряжено с рядом трудностей и потребует определенного времени, поэтому первоочередная задача — усиление контроля за соблюдением водопользователями основ водного законодательства со стороны государственных органов водного надзора, улучшение водоохранного планирования и координации водоохранной деятельности водопользователей.

Важной мерой нужно считать оснащение организаций, отвечающих за правильную эксплуатацию водных объектов, необходимыми техническими средствами (нефтемусоросборщиками, аэраторами, земснарядами, землечерпалками и т. д.).

Должны быть установлены хозрасчетные отношения между водопользователями и производственными управлениями по эксплуатации речных бассейнов, что позволит привести в действие рычаги экономического стимулирования деятельности водопользователей по экономии воды и охране вод от загрязнения, засорения и истощения.

Конкретные направления технической политики при эксплуатации водных объектов определяют на ближайший плановый период и перспективу с учетом региональных особенностей, природных факторов формирования стока и гидрохимического режима водных объектов, а также основных направлений экономического и социального развития региона.

# Глава 10. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ

## 10.1. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Изложенные ниже методы и схемы расчета средних годовых, максимальных расходов и объемов стока весеннего половодья и дождевых паводков, внутригодового распределения стока, гидрографов стока, отметок наивысших уровней воды рек и озер, минимальных расходов воды не распространяются на определение расчетных гидрологических характеристик при инженерных изысканиях и проектировании объектов, подлежащих строительству на устьевых участках рек, находящихся в зоне влияния морских приливов и отливов, а также на селеопасных реках.

При выполнении гидрологических расчетов, кроме рекомендаций настоящего справочника, можно также использовать соответствующие документы, утвержденные или согласованные с Госстроем СССР.

Определение расчетных гидрологических характеристик должно основываться на данных гидрометеорологических наблюдений, включая регулярные наблюдения последних лет, опубликованных в официальных документах Госкомгидромета СССР; дополнительно учитывают данные инженерно-гидрометеорологических изысканий, проводимых при недостаточной гидрометеорологической изученности исследуемого района. Состав и методы инженерно-гидрометеорологических изысканий определяют ведомственными документами.

Кроме того, следует использовать достоверные данные наблюдений за гидрологическими характеристиками по архивным, литературным источникам и другим материалам, относящимся к периоду до начала регулярных наблюдений. При этом необходимо указать источник, на основании которого установлена гидрологическая информация до начала регулярных наблюдений, и провести тщательную оценку достоверности и точности полученных материалов.

Надежность данных гидрометрических наблюдений при необходимости проверяют, анализируя:

полноту и надежность наблюдений за уровнями и расходами воды, наличия данных о наивысших (мгновенных и средних суточных) и наинизших уровнях воды за время наблюдений при свободном ото льда русле, ледяном покрове, ледоходе, заторе льда, заросшем водной растительностью русле, подпоре от нижерасположенной плотины, сбросах воды выше гидрометрического створа и др.;

увязку высотных отметок гидрологических постов и уровней за весь период наблюдений;

увязку годового и сезонного стока воды, максимальных и минимальных расходов и уровней воды в пунктах наблюдений по длине реки;

полноту учета стока воды на поймах и в протоках;

обоснование способов подсчета стока воды по осредненным или ежегодным кривым расходов воды или же другими методами;

обоснование экстраполяции кривых расходов воды до наивысших и наинизших уровней воды, а также точности расчета стока воды по кривым расходов воды за год, сезон, месяц, сутки;

необходимость восстановления наблюдений, пропущенных за отдельные годы, месяцы, сутки;

точность расчетов стока воды за зимний и переходные периоды, обоснованность принятых при расчете стока воды коэффициентов, учитывающих зарастание русла водной растительностью, правильность учета деформации русла и переменного подпора;

однородность данных наблюдений;

частоты наблюдений, обеспечивающих регистрацию наивысшего и наинизшего уровней (расходов) воды.

Гидрометрические наблюдения низкого качества при невозможности их уточнения исключают из расчетного ряда. В необходимых случаях пересчитывают сток воды за отдельные сутки, месяцы, годы.

При определении расчетных гидрологических характеристик необходимо предусматривать в зависимости от наличия гидрометрической информации о режиме рек в районе (на участке) проектируемых сооружений следующие расчетные схемы:

при наличии данных гидрометрических наблюдений — непосредственно по ним;

при недостаточности данных гидрометрических наблюдений — приводя их к многолетнему периоду по данным рек-аналогов с более длительными рядами наблюдений;

при отсутствии данных гидрометрических наблюдений — по формулам, используя данные рек-аналогов, или интерполяцией, основанной на совокупности данных наблюдений всей сети гидрометрических станций и постов данного района или более обширной территории, включая материалы инженерно-гидрометрических изысканий.

В качестве критерия при определении расчетной гидрологической характеристики для каждого вида строительства принимают ежегодную вероятность ее превышения (обеспеченность), устанавливаемую нормативными документами, утвержденными или согласованными с Госстроем СССР.

Однородность рядов гидрометрических наблюдений оценивают на основе генетического анализа условий формирования речного стока, выявляя причины, обусловливающие неоднородность исходных данных наблюдений. При необходимости количественной оценки однородности данных наблюдений применяются статистические критерии однородности средних значений и дисперсий с учетом внутрирядных и межрядных корреляционных связей.

Оценку однородности рядов начинают с оценки однородности выборочных дисперсий, которую осуществляют по критерию Фишера $F$. Гипотезу однородности выборочных дисперсий отвергают, если имеет место неравенство $F > F_\alpha$, где $F_\alpha$ — критическое значение статистики, или принимают, если знак неравенства меняется на противоположный, то есть $F \leqslant F_\alpha$. В последнем случае считают, что данные наблюдений не противоречат выдвигаемой гипотезе. Статистику Фишера рассчитывают по уравнению

$$F = \hat{\sigma}^2_x / \hat{\sigma}^2_y, \qquad (10.1)$$

где $\hat{\sigma}_x^2$ и $\hat{\sigma}_y^2$ — выборочные дисперсии; в числителе берут большую из дисперсий. Значение $F_\alpha$ определяют по таблице 1 «Пособия по определению расчетных гидрологических характеристик» (Л.: Гидрометеоиздат, 1984) в зависимости от объема выборок $n_x = n_y$ принятого уровня значимости $\alpha$, внутрирядной $[r(1)]$ и межрядной $(R)$ корреляций. При оценке однородности гидрологических характеристик, как правило, используют уровни значимости от 1 до 20%. Поскольку эффективность критерия Фишера уменьшается с ростом асимметрии, рекомендуют предварительно нормализовать исходные совокупности.

Однородность выборочных средних оценивают по критерию Стьюдента. Статистику Стьюдента рассчитывают по уравнению

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{n_x \hat{\sigma}^2_x + n_y \hat{\sigma}^2_y}} \sqrt{\frac{n_x n_y (n_x + n_y - 2)}{n_x + n_y}}, \qquad (10.2)$$

где $\bar{x}$ и $\bar{y}$ — выборочные средние; $n_x$ и $n_y$ — объемы выборок. Критические значения статистики Стьюдента определяют по пособию или рассчитывают по уравнению

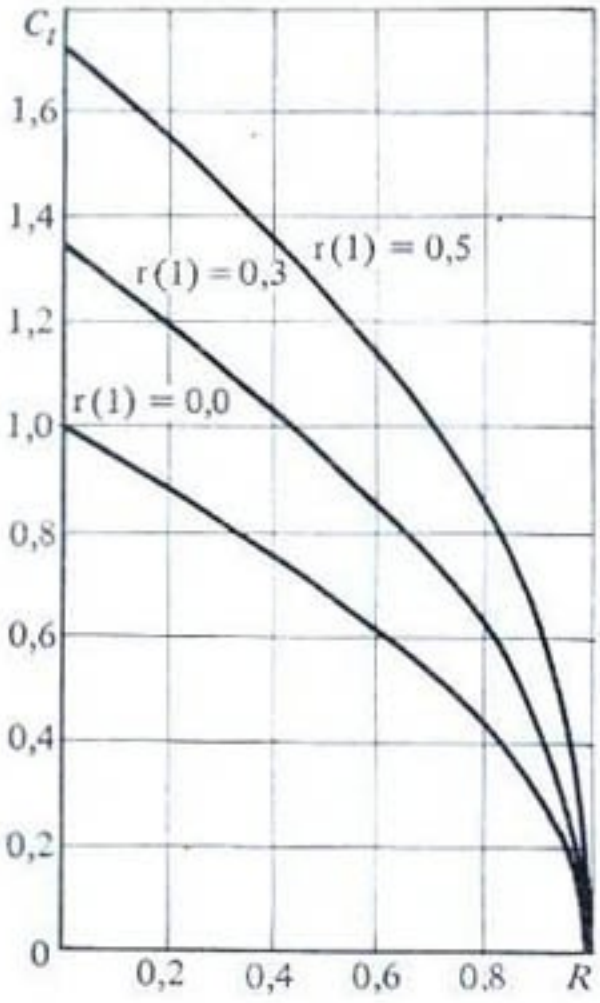



Рис. 10.1. Номограмма расчета переходного коэффициента $C_t$

$$t'_\alpha = C_t t_\alpha, \qquad (10.3)$$

где $t'_\alpha$ — критическое значение статистики Стьюдента при наличии корреляции; $C_t$ — переходный коэффициент, определяемый по номограмме (рис. 10.1); $t_\alpha$ — критическое значение статистики для случайной совокупности ($r_{(1)}=0$; $R=0$) при том же числе степеней свободы $k=n_x+n_y-2$.

Оценку однородности выборочных средних из асимметрично распределенных совокупностей выполняют аналогично при тех же значениях $t_\alpha'$.

При выборе рек-аналогов необходимо соблюдение следующих условий: более близкое географическое расположение водосборов; сходство климатических условий; однородность условий формирования стока, однотипность почв (грунтов) и гидрогеологических условий, по возможности близкая степень озерности, залесенности, заболоченности и распаханности; различие площади водосборов не должно быть более чем в 10 раз, а их средние высоты (для горных рек) более чем на 300 м; отсутствие факторов, существенно искажающих естественный речной сток (регулирование стока, сбросы и другие нужды).

Эти условия при выборе рек-аналогов могут несколько различаться в зависимости от определяемой гидрологической характеристики и метода ее расчета.

Основные гидрологические характеристики имеют вид: расход воды $Q$ (м³/с), объем стока воды $W$ (м³), модуль стока воды $q$ л/(с·км²), слой стока воды $h$ (мм), уровень воды $H$ (м).

Основные гидрографические и физико-географические параметры рек и их водосборов до расчетного створа на реках-аналогах, требующиеся при расчетах стока малоизученной или неизученной реки:

площадь водосбора $A$ (км²);

гидрографическая длина водотока $L$ (км);

средневзвешенный уклон водотока $I$ (‰), представляющий условный выравненный уклон ломаного профиля, эквивалентный сумме частных средних уклонов профиля водотока;

средняя высота водосбора $H_в$ (м) над уровнем моря, определяют непосредственно по графику кривой водосбора;

лесистость водосбора $f_л$ (% общей площади водосбора). Лес и кустарники на непроходимых и труднопроходимых болотах в лесные угодья не включают;

заболоченность водосбора $f_б$ (% общей площади водосбора) с разделением болот на верховые и низинные;

озерность водосбора $f_{оз}$ (%) — отношение суммы площадей всех озер на водосборе к площади водосбора реки;

средневзвешенная озерность $f'_{оз}$ (%), вычисляют с учетом расположения озер и их водосборов на водосборе реки;

закарстованность бассейна $f_к$ (%) — отношение закарстованной площади водосбора ко всей площади водосбора;

распаханность водосбора $f_п$ (%) — отношение площади распаханных земель на водосборе ко всей площади водосбора;

характеристика почвогрунтов, слагающих поверхность водосбора, определяют по почвенным картам. Выделяют пять групп почвогрунтов по механическому составу: глинистые, суглинистые, песчаные, супесчаные и каменистые породы;

глубина уровня грунтовых вод (первого водоносного горизонта), определяют по гидрогеологическим картам;

зарегулированность речной системы искусственными водоемами (число, расположение и регулирующие емкости из проектных записок);

характеристика рельефа (равнинный — относительное колебание высот в пределах водосбора $<200$ м; горный $>200$ м).

По малым рекам ($A<200$ км$^2$) дополнительно определяют:

средний уклон склонов водосбора $I_{ск}$ (‰) по картам и планам в горизонталях;

густоту речной сети водосбора $\rho_р$ (км/км$^2$) — отношение суммарной длины всех водотоков (рек, каналов, канав) на водосборе к общей площади водосбора;

густоту русловой сети водосбора $\rho_0$ (км/км$^2$) — отношение суммарной длины речных долин, сухих русл, оврагов, балок и логов к общей площади водосбора.

Гидрографические характеристики реки и ее водосбора определяют по топографическим картам, масштабы которых выбирают в зависимости от размера реки и рельефа водосбора; характер почвогрунтов, степень закарстованности, глубину залегания уровня грунтовых вод определяют по специальным картам (почвенно-грунтовым и гидрогеологическим).

Категорию рек (большие, средние, малые) принимают в зависимости от площади водосбора по ГОСТ 19179—73 «Гидрология суши. Термины и определения».

## 10.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ НАЛИЧИИ ДАННЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Расчетные гидрологические характеристики при наличии данных гидрометрических наблюдений достаточной продолжительности определяют, применяя аналитические функции распределения ежегодных вероятностей превышения.

Продолжительность периода наблюдений считают достаточной, если он репрезентативен (представителен), а относительная средняя квадратическая ошибка исследуемой гидрологической характеристики не превышает 10%.

Репрезентативность ряда наблюдений за $n$ лет оценивают по рекам-аналогам с числом лет наблюдений $N$ ($N>n$ при $N>50$ лет). Репрезентативность ряда наблюдений за гидрологической характеристикой определяют по разностным интегральным кривым речного стока или сопоставлением кривых распределения речного стока по реке-аналогу за $n$ и $N$ лет.

Если относительная средняя квадратическая ошибка превышает указанное значение и период наблюдений нерепрезентативен, то необходимо приведение рассматриваемой гидрологической характеристики к многолетнему периоду.

Средние квадратические ошибки исследуемой гидрологической характеристики устанавливают по специальным таблицам, полученным методом статистических испытаний или по формулам (10.22)...(10.24).

Эмпирическую ежегодную вероятность превышения $P_m$ гидрологических характеристик вычисляют по формуле

$$P_m = [m/(n+1)] \cdot 100\ \%, \qquad (10.4)$$

где $m$ — порядковый номер членов ряда гидрологической характеристики, расположенных в убывающем порядке; $n$ — общее число членов ряда.

Эмпирические кривые распределения ежегодных вероятностей превышения строят на клетчатках вероятностей, тип которых выбирают в соответствии с принятой аналитической функцией распределения вероятностей и полученного отношения коэффициента асимметрии $C_s$ к коэффициенту вариации $C_v$.

Для сглаживания и экстраполяции эмпирических кривых распределения ежегодных вероятностей превышения, как правило, применяют трехпараметрическое гамма-распределение при любом отношении $C_s/C_v$. При надлежащем обосновании допускается применение биномиальной кривой распределения (при $C_s \geqslant 2C_v$) или других функций распределения вероятностей. При неоднородности рядов гидрометрических наблюдений (различные условия формирования стока) применяют усеченные и составные кривые распределения ежегодных вероятностей превышения.

Параметры аналитических кривых распределения — средний многолетний расход $\overline{Q}$, коэффициент вариации $C_v$ и отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации — рассчитывают по гидрометрическим рядам наблюдений за рассматриваемой гидрологической характеристикой методом наибольшего правдоподобия или методом моментов.

Расчетный коэффициент вариации $C_v$ и коэффициент асимметрии $C_s$ для трехпараметрического гамма-распределения методом наибольшего правдоподобия следует определять в зависимости от статистик $\lambda_2$ и $\lambda_3$, вычисляемых по формулам:

$$\lambda_2 = \left(\sum_{i=1}^{n} \lg k_i\right) \Big/ (n-1); \tag{10.5}$$

$$\lambda_3 = \left(\sum_{i=1}^{n} k_i \lg k_i\right) \Big/ (n-1), \tag{10.6}$$

где $k_i$ — модульный коэффициент рассматриваемой гидрологической характеристики, определяемый по формуле

$$k_i = Q_i/\overline{Q}, \tag{10.7}$$

где $Q_i$ — расход воды по годам; $\overline{Q}$ определяют в зависимости от числа лет гидрометрических наблюдений $n$ по формуле

$$\overline{Q} = \left(\sum_{i=1}^{n} Q_i\right) \Big/ n. \tag{10.8}$$

Расчетный коэффициент вариации и коэффициент асимметрии определяют согласно полученным значениям статистик $\lambda_2$ и $\lambda_3$ по номограммам, представленным в пособии.

Расчетный коэффициент вариации $C_v$ и коэффициент асимметрии $C_s$ для трехпараметрического гамма-распределения и биномиального распределения определяют методом моментов по формуле

$$C_v = (a_1 + a_2/n) + (a_3 + a_4/n)\,\widetilde{C}_v + (a_5 + a_6/n)\,\widetilde{C}^2_v; \tag{10.9}$$

$$C_s = (b_1 + b_2/n) + (b_3 + b_4/n)\,\widetilde{C}_s + (b_5 + b_6/n)\,\widetilde{C}^2_s, \tag{10.10}$$

где $a_1, \ldots, a_6$; $b_1, \ldots, b_6$ — коэффициенты, находят по таблицам 10.1 и 10.2; $\widetilde{C}_v$ и $\widetilde{C}_s$ — смещенные оценки соответственно коэффициентов вариации и асимметрии, вычисляют по формулам

$$\widetilde{C}_v = \sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n} (k_i - 1)^2\right] \Big/ (n-1)}; \tag{10.11}$$

$$\widetilde{C}_s = \left[n \sum_{i=1}^{n} (k_i - 1)^3\right] \Big/ \left[\widetilde{C}^3_v\,(n-1)\,(n-2)\right]. \tag{10.12}$$

**10.1. Коэффициенты автокорреляции $r_{(1)}$ между соседними членами ряда и регрессии $(a_1, \ldots, a_6)$ для определения $C_v$**

| $C_s/C_v$ | $r_{(1)}$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ | $a_5$ | $a_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | 0,19 | 0,99 | —0,88 | 0,01 | 1,54 |
| 2 | 0,3 | 0 | 0,22 | 0,99 | —0,41 | 0,01 | 1,51 |
| | 0,5 | 0 | 0,18 | 0,98 | +0,41 | 0,02 | 1,47 |
| | 0 | 0 | 0,69 | 0,98 | —4,34 | 0,01 | 6,78 |
| 3 | 0,3 | 0 | 1,15 | 1,02 | —7,53 | —0,04 | 12,38 |
| | 0,5 | 0 | 1,75 | 1,00 | —11,79 | —0,05 | 21,13 |
| | 0 | 0 | 1,36 | 1,02 | —9,68 | —0,05 | 15,55 |
| 4 | 0,3 | —0,02 | 2,61 | 1,13 | —19,85 | —0,22 | 34,15 |
| | 0,5 | —0,02 | 3,47 | 1,18 | —29,71 | —0,41 | 58,08 |

**10.2. Коэффициенты регрессии $b_1, \ldots, b_6$ для определения $C_s$**

| $r_{(1)}$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | $b_4$ | $b_5$ | $b_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0,03 | 2,00 | 0,92 | —5,09 | 0,03 | 8,10 |
| 0,3 | 0,03 | 1,77 | 0,93 | —3,45 | 0,03 | 8,03 |
| 0,5 | 0,03 | 1,63 | 0,92 | —0,97 | 0,03 | 7,94 |

Расчетные значения отношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации, а также коэффициента автокорреляции принимают как среднее из значений, установленных по данным для группы рек с наиболее продолжительными наблюдениями за рассматриваемой гидрологической характеристикой в гидрологически однородном районе.

Допускается применение графоаналитического и графического методов. Параметры биномиального распределения графоаналитическим методом вычисляют по формулам

$$S = (Q_{5\%} + Q_{95\%} - 2Q_{50\%}) / (Q_{5\%} - Q_{95\%}); \qquad (10.13)$$

$$\sigma = (Q_{5\%} - Q_{95\%}) / (\Phi_{5\%} - \Phi_{95\%}); \qquad (10.14)$$

$$\overline{Q} = Q_{50\%} - \Phi_{50\%}\sigma, \qquad (10.15)$$

где $S$ — коэффициент скошенности; $Q_{5\%}$, $Q_{50\%}$, $Q_{95\%}$ — расходы воды вероятностью превышения соответственно 5, 50, 95%, установленные по сглаженной эмпирической кривой распределения; $\Phi_{5\%}$, $\Phi_{50\%}$, $\Phi_{95\%}$ — нормированные ординаты биномиальной кривой распределения, соответствующие вычисленному коэффициенту $S$.

Коэффициент асимметрии вычисляют по функциональной зависимости от коэффициента $S$.

При определении параметров графическим методом используют набор клетчаток вероятностей при фиксированном отношении $C_s/C_v$.

В случае неоднородности исходных данных гидрометрических наблюдений, когда рассматриваемый ряд состоит из неоднородных гидрологических характеристик, эмпирические и аналитические кривые распределения устанавливают отдельно для каждой однородной совокупности.

Обобщенную кривую распределения вероятностей превышения независимо от условий формирования членов ряда рассчитывают на основе однородных кривых, установленных по однородным данным, одним из двух способов:

при наличии наблюдений в каждом году всех однородных элементов режима реки ($n_1=n_2=n_3=n$) ежегодную вероятность превышения $p$, %, рассматриваемой гидрологической характеристики при любом ее значении определяют по формуле

$$p = [1 - (1 - p_1)(1 - p_2)(1 - p_3)] \cdot 100\,\%, \qquad (10.16)$$

где $p_1$, $p_2$, $p_3$ — ежегодные вероятности превышения однородных элементов.

При двух однородных гидрологических характеристиках формула (10.16) принимает вид

$$p = (p_1 + p_2 - p_1 p_2) \cdot 100\,\%. \qquad (10.17)$$

Вероятности превышения $p_1$, $p_2$, $p_3$ однородных элементов в формулах (10.16), (10.17) выражают в долях единицы.

Если в каждом году имеется лишь одно значение рассматриваемой гидрологической характеристики, ежегодные вероятности превышения $p$, %, при любом ее значении определяют по формуле

$$p = (n_1 p_1 + n_2 p_2 + n_3 p_3)/(n_1 + n_2 + n_3), \qquad (10.18)$$

где $n_1$, $n_2$, $n_3$ — число членов однородных совокупностей.

При двух генетически однородных элементах формула (10.18) принимает вид

$$p = (n_1 p_1 + n_2 p_2)/(n_1 + n_2). \qquad (10.19)$$

При наличии в ряду наблюдений нулевых значений рассматриваемой гидрологической характеристики (например, минимальные расходы воды) ежегодные вероятности превышения находят по формуле

$$p = n_1 p_1/(n_1 + n_2). \qquad (10.20)$$

Вероятности превышения $p_1$, $p_2$, $p_3$ в формулах (10.18)...(10.20) выражают в процентах.

Параметры кривых распределения однородных элементов устанавливают согласно требованиям, изложенным на с. 342, 343.

Случайные средние квадратические ошибки выборочных средних вычисляют по приближенной зависимости

$$\sigma_{\bar{Q}} = (\sigma_Q/\sqrt{n})\sqrt{(1 + r)/(1 - r)}, \qquad (10.21)$$

которую применяют при коэффициенте автокорреляции между смежными членами ряда $r$, меньшем 0,5. При больших коэффициентах автокорреляции рекомендуют следующую формулу

$$\sigma_{\bar{Q}} = \frac{\sigma_Q}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1 + \frac{2r}{n(1-r)}\left(n - \frac{1 - r^n}{1 - r}\right)}{1 - \frac{2r}{n(n-1)(1-r)}\left(n - \frac{1 - r^n}{1 - r}\right)}}. \qquad (10.22)$$

Случайные средние квадратические ошибки коэффициентов вариации при $C_s = 2C_v$ вычисляют по зависимости

$$\sigma_{C_v} = \frac{C_v}{n + 4C_v^2} \sqrt{\frac{n(1 + C_v^2)}{2}\left(1 + \frac{3C_v r^2}{1 + r}\right)}. \qquad (10.23)$$

При наличии достоверных сведений о случайных относительных средних квадратических ошибках исходных данных гидрометрических наблюдений оценки коэффициентов вариации и асимметрии уточняют по формулам

$$C_v = \sqrt{(C_{vH}^2 - \sigma_0^2)/(1 + \sigma_0^2)}; \qquad (10.24)$$

$$C_s = \frac{1}{1 + 3\sigma_0^2} \sqrt{\frac{1 + \sigma_0^2}{C_{vH}^2 - \sigma_0^2}\left[\frac{C_{vH}^3 (1 + \sigma_0^2)}{(C_{vH}^2 - \sigma_0^2)} \cdot C_{sH} - 6\sigma_0^2\right]}, \qquad (10.25)$$

где $C_{vH}$, $C_{sH}$ — соответственно коэффициенты вариации и асимметрии, рассчитанные по наблюденным значениям; $\sigma_0$ — случайная относительная средняя квадратическая ошибка исходных данных гидрометрических наблюдений.

Параметры кривых распределения гидрологических характеристик при наличии обоснованных сведений о выдающихся величинах речного стока определяют таким образом.

I. При учете одного редко повторяющегося значения гидрологической характеристики, не входящего в непрерывный $n$-летний ряд данных гидрометрических наблюдений:

методом наибольшего правдоподобия в зависимости от статистик $\lambda_2$ и $\lambda_3$, определяемых по формулам:

$$\lambda_2 = \frac{1}{N}\left(\lg\frac{Q_N}{\overline{Q}} + \frac{N-1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\lg\frac{Q_i}{\overline{Q}}\right); \qquad (10.26)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{N}\left(\frac{Q_N}{\overline{Q}}\lg\frac{Q_N}{\overline{Q}} + \frac{N-1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\frac{Q_i}{\overline{Q}}\lg\frac{Q_i}{\overline{Q}}\right); \qquad (10.27)$$

методом моментов, вычисляемых по формулам:

$$\overline{Q} = \frac{1}{N}\left(Q_N + \frac{N-1}{n}\sum_{i=1}^{n}Q_i\right); \qquad (10.28)$$

$$C_v = \sqrt{\frac{1}{N}\left[\left(\frac{Q_N}{\overline{Q}}-1\right)^2 + \frac{N-1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{Q_i}{\overline{Q}}-1\right)^2\right]}. \qquad (10.29)$$

II. При учете двух редко повторяющихся значений гидрологической характеристики, не входящих в непрерывный $n$-летний ряд данных гидрометрических наблюдений по рекомендациям пособия.

III. При учете одного редко повторяющегося значения гидрологической характеристики, входящего в $n$-летний ряд данных гидрометрических наблюдений:

методом наибольшего правдоподобия в зависимости от статистик $\lambda_2$ и $\lambda_3$, определяемых по формулам:

$$\lambda_2 = \frac{1}{N}\left(\lg\frac{Q_N}{\overline{Q}} + \frac{N-1}{n-2}\sum_{i=1}^{n-1}\lg\frac{Q_i}{\overline{Q}}\right); \qquad (10.30)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{N}\left(\frac{Q_N}{\overline{Q}}\lg\frac{Q_N}{\overline{Q}} + \frac{N-1}{n-2}\sum_{i=1}^{n-1}\frac{Q_i}{\overline{Q}}\lg\frac{Q_i}{\overline{Q}}\right); \qquad (10.31)$$

методом моментов, вычисляемых по формулам:

$$\overline{Q} = \frac{1}{N}\left(Q_N + \frac{N-1}{n-1}\sum_{i=1}^{n-1}Q_i\right); \qquad (10.32)$$

$$C_v = \sqrt{\frac{1}{N}\left[\left(\frac{Q_N}{\overline{Q}}-1\right)^2 + \frac{N-1}{n-2}\sum_{i=1}^{n-1}\left(\frac{Q_i}{\overline{Q}}-1\right)^2\right]}. \qquad (10.33)$$

IV. При учете двух выдающихся значений гидрологической характеристики, входящих в $n$-летний ряд данных гидрометрических наблюдений, — также по рекомендациям пособия.

В формулах (10.26)...(10.33) $\bar{Q}$ — среднее арифметическое значение рассчитано с учетом редко повторяющегося значения расхода воды; $n$ — число лет непрерывных наблюдений; $N$ — число лет, в течение которых редко повторяющегося значения гидрологической характеристики не было превышено.

Формулы (10.26)...(10.33) используют лишь в том случае, когда исторические сведения о выдающемся гидрологическом значении и числе лет его непревышения обоснованы архивным материалом или получены опросом местных жителей. Произвольное задание $Q_N$ и $N$ недопустимо.

Боковую приточность между смежными створами определяют суммированием расходов воды притоков, впадающих на участке между двумя створами, с учетом времени добегания по разности средних расходов воды в нижнем и верхнем створах участка реки; методом водного баланса; по модулю стока, определенному по карте для частной площади водосбора между смежными створами на главной реке.

Определение боковой приточности по разности расходов воды в нижнем и верхнем створах целесообразно в тех случаях, когда ее вычисляют с заданной средней квадратической ошибкой. Случайную абсолютную среднюю квадратическую ошибку расчета боковой приточности σ, определяемой по разности расходов воды в нижнем и верхнем створах, рассчитывают по формуле

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2_1 + \sigma^2_2}, \qquad (10.34)$$

где $\sigma_1$ и $\sigma_2$ — абсолютные средние квадратические погрешности исходных гидрометрических данных в нижнем и верхнем створе реки соответственно.

Для определения боковой приточности расходы воды в верхнем и нижнем створах должны быть приведены к одному и тому же календарному периоду.

При наличии значительных притоков, впадающих между двумя створами главной реки, суммарный расход которых составляет не менее 50% расхода с площади бассейна между створами, боковую приточность вычисляют по среднему модулю стока этих притоков по формуле

$$Q_б = [(A_в - A_н)/1000]\,\bar{q}_п, \qquad (10.35)$$

где $Q_б$ — расход боковой приточности, м³/с; $\bar{q}_п$ — средний многолетний модуль стока притоков, л/(с·км²); $A_в$, $A_н$ — площади водосборов до верхнего и нижнего створов главной реки, км².

При резком различии модулей стока отдельных притоков боковую приточность между двумя створами на реке находят по средневзвешенному модулю стока, вычисляемому по формуле:

$$q_б = (q_1A_1 + q_2A_2 + \ldots + q_nA_n)/A, \qquad (10.36)$$

где $q_1, q_2, \ldots, q_n$ — средние модули стока отдельных притоков; $A_1, A_2, \ldots, A_n$ — площади водосборов этих притоков, км²; $A$ — суммарная площадь притоков.

При отсутствии данных наблюдений о притоках между створами или больших сосредоточенных притоков на данном участке главной реки средневзвешенный модуль стока боковой приточности определяют по карте среднего годового стока, используя формулу (10.36).

**Годовой сток воды рек и его внутригодовое распределение.** При определении расчетных характеристик годового стока рек необходимо выполнять требования, изложенные на с. 341 ... 346.

Внутригодовое распределение стока при наличии данных гидрометрических наблюдений не менее чем за 15 лет определяют методом распределения стока по аналогии с распределением реального года и методом компоновки сезонов.

Внутригодовое распределение стока следует рассчитывать по водохозяйственным годам, начиная с многоводного сезона. Границы сезонов назначают едиными для всех лет с округлением до месяца.

Год на периоды и сезоны делят в зависимости от типа режима реки и преобладающего вида использования стока. Сроки основных сезонов для разных физико-географических районов приведены в справочниках «Ресурсы поверхностных вод СССР». Продолжительность многоводного периода назначают так, чтобы в принятые его границы включалось половодье за все годы.

Период года и сезон, в котором естественный сток может лимитировать водопотребление, принимают за лимитирующий период и лимитирующий сезон. В лимитирующий период входят два смежных сезона, из которых один является наиболее неблагоприятным в отношении использования стока (лимитирующий сезон).

Для рек с весенним половодьем за лимитирующий период принимают два маловодных сезона: лето — осень и зима, при преобладании водопотребления на сельскохозяйственные нужды — лето — осень, а для гидроэнергетики и в целях водоснабжения — зиму.

Для высокогорных рек с летним половодьем, где сток используют в основном на орошение, за лимитирующий период принимают осень — зиму и весну, а за лимитирующий сезон — весну.

При отводе избыточных вод для борьбы с наводнениями или при осушении болот и заболоченных земель за лимитирующий период берут многоводную часть года (например, весну и лето — осень), а за лимитирующий сезон — самый многоводный сезон (например, весну).

Сток за отдельные сезоны и периоды года выражают либо суммой средних месячных расходов воды, либо слоем стока.

Расчетную вероятность превышения стока за год, за лимитирующие период и сезон определяют по кривым распределения ежегодных вероятностей превышения (эмпирическим или аналитическим, см. с. 341...346). Расчетную вероятность ежегодного превышения назначают в соответствии с задачами водохозяйственного использования стока реки.

При незначительном регулировании или отсутствии регулирования стока в расчетную схему включают кривую обеспеченности лимитирующего (наиболее маловодного) месяца или декады в лимитирующем сезоне. Для повышения точности расчета внутригодового распределения стока наряду с анализом исходных данных рекомендуется проводить оценку репрезентативности имеющегося короткого ряда ($n<20$ лет) годового и сезонного стока.

Внутригодовое распределение стока за конкретный год наблюдений принимают за расчетное, если вероятности превышения стока за этот год и за лимитирующие период и сезон близки между собой и соответствуют заданной по условиям проектирования ежегодной вероятности превышения. Отклонения вероятностей превышения стока за расчетные интервалы конкретного выбранного года от требуемой вероятности превышения не должны быть более 20%. Расчеты этим методом выполняют в соответствии с рекомендациями пособия.

Внутригодовое распределение стока при расчете по методу компоновки определяют из условий равенства вероятности превышения стока за год, лимитирующий период и внутри его за лимитирующий сезон. Сток за год, лимитирующий период и лимитирующий сезон рассчитывают по следующим градациям водности: многоводная (вероятность превышения 25%), средняя (50%), маловодная (75%) и очень маловодная (95%). В районах, где распространены наводнения или проводят осушительные работы, добавляется градация — очень многоводная (5%).

Сток сезона, не входящего в лимитирующий период, определяют по разности между стоком за год и стоком за этот период, а сток за нелимитирующий сезон, входящий в лимитирующий период, — по разности стока этого периода и сезона.

Расчет по методу компоновки проводят в соответствии с рекомендациями пособия.

При близких значениях коэффициентов вариации и асимметрии речного стока за год и лимитирующие период и сезон расчетное внутригодовое распределение определяют как среднее для всех лет распределение стока воды

по месяцам (декадам) в процентах от годового стока воды исследуемой реки.

При незначительном изменении водопотребления в течение года допускается замена календарного распределения стока по сезонам и месяцам кривой продолжительности суточных расходов воды за год.

При изменении стока под влиянием хозяйственной деятельности необходимо привести его к естественному стоку реки и по этим данным определять расчетное внутригодовое распределение стока рек, внеся в результаты расчетов соответствующие изменения.

**Максимальный сток воды весеннего половодья и дождевых паводков.** Расчетные гидрологические характеристики максимального стока весеннего половодья и дождевых паводков определяют согласно требованиям, изложенным на с. 341 . . . 346.

Для рек с продолжительностью стояния максимальных расходов воды сутки и более расчет проводят по среднесуточным расходам воды, менее суток — по мгновенным.

В случае прохождения максимального расхода воды между сроками наблюдений необходимо исследовать соотношения среднесуточных и мгновенных максимальных расходов воды.

При невозможности разделения максимальных годовых расходов воды на максимумы дождевых и талых вод допускается построение кривых распределения ежегодных вероятностей превышения максимальных расходов воды независимо от их происхождения.

Расчетные максимальные расходы воды зарегулированных рек определяют исходя из расчетного максимального расхода реки в естественном незарегулированном состоянии с изменением его в результате хозяйственной деятельности в бассейне реки и трансформации проектируемыми или действующими водохранилищами.

На реках с каскадным расположением гидроузлов расчетные максимальные расходы воды определяют с учетом влияния вышележащих гидроузлов на приток к нижерасположенным и с учетом боковой приточности между гидроузлами. В тех случаях, когда максимальные расходы воды уменьшаются в результате частичной аккумуляции стока в водохранилище, в качестве расчетных следует принимать максимальные зарегулированные расходы воды.

Режим пропуска высоких вод через гидроузлы, образующие каскад, должен учитывать влияние вышележащих гидроузлов на приток воды к нижерасположенным.

Расчетную ежегодную вероятность превышения максимальных расходов воды устанавливают на основании норм проектирования речных гидротехнических сооружений, защитных сооружений на водохранилищах и в нижнем бьефе гидроузлов, гидротехнических сооружений оросительных систем и систем водоснабжения, включая насосные станции.

К расчетным максимальным расходам воды $Q_p\%$ вероятностью превышения 0,01% прибавляют гарантийную поправку $\Delta Q_p\%$, определяемую по формуле:

$$\Delta Q_{p\%} = aE_{p\%}Q_{p\%}/\sqrt{N}, \qquad (10.37)$$

где $a$ — коэффициент, характеризующий гидрологическую изученность рек, принимают $a=1$ для гидрологически изученных рек, $a=1{,}5$ — для слабоизученных; $E_p\%$ — величина, характеризующая случайную среднюю квадратическую ошибку расчетного расхода воды ежегодной вероятности превышения $p=0{,}01\%$, определяют по таблицам 10.3 и 10.4; $N$ — число лет наблюдений с учетом приведения к многолетнему периоду.

Гарантийную поправку $\Delta Q_p\%$ принимают не более 20% максимального расхода воды $Q_p\%$. Принимаемый расчетный расход с учетом гарантийной поправки не должен быть меньше наибольшего наблюденного расхода.

Гидротехнические сооружения, разрушение которых приводит к катастрофическим последствиям со значительным ущербом, необходимо проверять на пропуск максимального расхода воды вероятностью превышения $p=0{,}01\%$ с учетом гарантийной поправки.

**10.3. Значения $E_{p\%}$ для трехпараметрического гамма-распределения**

| $C_s/C_v$ | $C_v$ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| *Метод наибольшего правдоподобия* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0,25 | 0,45 | 0,60 | 0,75 | 0,88 | 0,96 | 1,05 | 1,14 | 1,22 | 1,30 | 1,38 | 1,46 | 1,54 | 1,60 | 1,67 |
| 3 | 0,30 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,18 | 1,30 | 1,43 | 1,55 | 1,68 | 1,78 | 1,90 | 2,00 | 2,10 | 2,24 | 2,33 |
| 4 | 0,40 | 0,70 | 1,00 | 1,30 | 1,48 | 1,60 | 1,74 | 1,88 | 2,00 | 2,15 | 2,27 | 2,40 | 2,58 | 2,65 | 2,77 |
| *Метод моментов* | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0,25 | 0,45 | 0,60 | 0,75 | 0,88 | 0,96 | 1,05 | 1,14 | 1,22 | 1,30 | 1,38 | 1,46 | 1,54 | 1,60 | 1,67 |
| 3 | 0,30 | 0,57 | 0,84 | 1,10 | 1,34 | 1,55 | 1,74 | 1,93 | 2,11 | 2,28 | 2,42 | 2,56 | 2,68 | 2,80 | 2,92 |
| 4 | 0,40 | 0,77 | 1,11 | 1,43 | 1,73 | 2,00 | 2,22 | 2,42 | 2,60 | 2,77 | 2,94 | 3,10 | 3,26 | 3,41 | 3,57 |

**10.4. Значение $E_{p\%}$ для биномиального распределения методом моментов**

| $C_s/C_v$ | $C_v$ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| 2 | 0,25 | 0,45 | 0,62 | 0,78 | 0,92 | 1,05 | 1,16 | 1,27 | 1,39 | 1,49 | 1,60 | 1,70 | 1,80 | 1,91 | 2,01 |
| 3 | 0,28 | 0,52 | 0,75 | 0,97 | 1,19 | 1,35 | 1,59 | 1,63 | 1,96 | 2,14 | 2,31 | 2,49 | 2,66 | 2,84 | 3,01 |
| 4 | 0,30 | 0,61 | 0,91 | 1,20 | 1,49 | 1,66 | 2,04 | 2,30 | 2,56 | 2,82 | 3,09 | 3,35 | 3,62 | 3,89 | 4,15 |

Для временных водопропускных гидротехнических сооружений расчетные ежегодные вероятности превышения максимальных расходов воды принимают согласно условиям, приведенным на с. 339.

При пропуске весенних половодий (дождевых паводков) через гидроузлы, образующие каскад, расчетные сбросные расходы воды нижележащих гидроузлов определяют с учетом влияния вышележащего гидроузла, а также боковой приточности с частных водосборов между гидроузлами, соответствующей расчетной вероятности превышения для рассматриваемого нижележащего гидроузла. Расчет максимальных расходов воды боковой приточности (см. с. 346).

**Минимальный сток рек.** Расчетные минимальные расходы воды рек определяют согласно требованиям, приведенным на с. 341...346. При значительных расхождениях аналитической кривой и фактических данных наблюдений применяют эмпирические кривые распределения вероятностей превышения.

Расчетные минимальные расходы воды рек определяют для зимнего и летне-осеннего сезонов и включают следующие характеристики: минимальный среднесуточный расход, минимальный среднемесячный расход за календарный месяц или за 30 сут с наименьшим стоком.

**Наивысшие уровни воды рек и озер.** Расчетные наивысшие уровни воды рек в створе поста определяют (при неоднородности данных) по эмпирической кривой распределения ежегодных вероятностей превышения наивысших срочных уровней воды, относящихся к фазово-однородным условиям режима реки. Эмпирическую ежегодную вероятность превышения наивысших уровней воды рек определяют согласно требованиям, изложенным на с. 341...346. Значительную экстраполяцию эмпирических кривых распределения наивысших уровней ($p<1\%$) можно проводить лишь при наличии сведений о высоких исторических уровнях воды и вероятности их превышения. При определении вероятности превышения выдающегося уровня воды необходимо соблюдать требования, приведенные на с. 345.

Для рек, на которых наивысшие уровни воды наблюдаются в разные сезоны и обусловлены различными фазами режима (например, снеговыми половодьями, дождевыми паводками и др.), кривые распределения ежегодных вероятностей превышения рассчитывают для обеих групп фазово-однородных уровней воды согласно требованиям, указанным на с. 343. Ежегодную вероятность превышения наивысших годовых уровней независимо от генезиса их формирования вычисляют по формуле (10.4).

При наличии на реке ледовых явлений для определения наивысших уровней воды применяют две кривые распределения ежегодных вероятностей превышения: одну — для наблюденных наивысших уровней воды, вторую — для наивысших уровней воды при свободном состоянии русла, которые находят по кривой расходов воды $Q=f(H)$, где $Q$ — максимальный расход воды весеннего половодья, м³/с; $H$ — отметка уровня воды в реке, м.

Наивысшие уровни воды при свободном состоянии русла в случае однозначной связи их и расходов воды вычисляют с увязкой равнообеспеченных значений наивысших уровней воды, определенных согласно условиям, изложенным на с. 350, и расходов воды — на с. 341...346.

Расчетные наивысшие уровни воды с одного пункта в другой при свободном состоянии русла переносят в зависимости от наличия данных гидрометрических наблюдений одним из следующих способов:

по кривым расходов воды $Q=f(H)$ для бесприточных и малоприточных участков;

по кривым связи соответствующих уровней воды;

по уклону или продольному профилю водной поверхности.

При переносе на соседние створы расчетных наивысших уровней воды на горных участках рек учитывают влияние местных искривлений поверхности воды в результате скоростного напора.

Расчетные наивысшие уровни воды в пределах участков рек, находящихся в подпоре, переносят по кривым подпора.

Для ориентировочных расчетов схематическую кривую подпора можно строить, соединяя плавной вогнутой кривой точки продольного профиля, со-

ответствующие расчетному наивысшему бытовому уровню воды в месте выклинивания подпора и уровню в устье реки. Дальность распространения подпора $L$ (км) при этом приближенно определяют по формуле

$$L = \alpha (h_0 + Z)/I, \qquad (10.38)$$

где $\alpha$ — коэффициент, зависящий от отношения $z/h_0$, приведен ниже:

| $Z/h_0$ | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,05 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 0,96 | 0,91 | 0,85 | 0,76 | 0,68 | 0,58 | 0,41 | 0,24 |

$h_0$ — средняя глубина при отсутствии подпора, м; $Z$ — подпор в устье, м; $I$ — средний уклон водной поверхности при отсутствии подпора, ‰.

На другие створы расчетные наивысшие уровни воды в период ледохода при отсутствии заторов льда на участке реки переносят по графикам связи соответствующих уровней воды или по кривым расходов воды $Q=f(H)$ и расходам воды $Q'_{p\%}$, определяемым по формуле:

$$Q'_{p\%} = Q_{p\%}/K_{зим}, \qquad (10.39)$$

где $Q_{p\%}$ — расход воды расчетной ежегодной вероятности превышения, м³/с; $K_{зим}$ — коэффициент, учитывающий изменение гидравлики потока во время ледохода, принимаемый по данным наблюдений в опорном пункте.

Расчетные наивысшие заторные уровни воды в пределах участков до 3 км на малых и средних реках и до 10 км на больших реках переносят по уклону водной поверхности при высоком уровне. На большие расстояния расчетные заторные уровни воды переносят при наличии данных о продольном профиле водной поверхности.

Расчетные наивысшие уровни воды озер определяют по кривым распределения ежегодных вероятностей превышения уровней воды озер теми же приемами, что и для рек. При назначении расчетных уровней воды озер, полученных по кривым распределения ежегодных вероятностей превышения этих гидрологических характеристик, необходимо учитывать высоту ветрового нагона $\Delta H_в$, определяемую по СНиП 2.06.04—82.

Наивысшие уровни воды озер от опорного водомерного поста к другим постам переносят по графикам связи уровней воды с учетом волнения и ветрового нагона.

## 10.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ДАННЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

При недостаточности данных гидрометрических наблюдений параметры кривых распределения ежегодных вероятностей превышения гидрологических характеристик $(Q, H, h)$ к многолетнему периоду приводят, применяя парную и множественную регрессии при соблюдении следующих условий:

$$n' \geqslant 10: \quad r \geqslant 0,7; \quad k/\sigma_k \geqslant 2,$$

где $n'$ — число совместных лет наблюдений в приводимом пункте и пункте-аналоге; $r$ — коэффициент корреляции между гидрологическими характеристиками исследуемой реки; $k$ — коэффициент регрессии; $\sigma_k$ — средняя квадратическая ошибка коэффициента регрессии.

Приведение рассматриваемой гидрологической характеристики проводят в случаях, когда средняя квадратическая ошибка расчетного значения гидрологической характеристики превышает 5...10%. В пункте-аналоге период наблюдений должен быть больше, чем в приводимом, так как только в этом случае приведение имеет смысл.

Уравнение регрессии с двумя переменными (один аналог) имеет вид

$$Q = k_0 + k_1 Q_{a_1}, \qquad (10.40)$$

где

$$k_1 = r_{01}\sigma/\sigma_{a_1}; \tag{10.41}$$

$$k_0 = \overline{Q} - k_1\overline{Q}_{a_1}; \tag{10.42}$$

$$\sigma_{k_1} = \frac{\sigma}{\sigma_{a_1}}\sqrt{\frac{1-r_{01}}{n-1}}; \tag{10.43}$$

здесь $r_{01}$ — парный коэффициент корреляции между стоком в приводимом пункте и пункте-аналоге; $\overline{Q}$ и $\overline{Q}_{a_1}$ — средний сток в приводимом пункте и пункте-аналоге за совместный период наблюдений; $k_1$ — коэффициент регрессии; $k_0$ — сводный член уравнения регрессии. Для случая двух и трех переменных уравнения регрессии приведены в пособии.

Среднее квадратическое отклонение наблюденных данных от вычисленных по уравнению регрессии может быть найдено по зависимости

$$\sigma_{\overline{Q}} = \sigma\sqrt{1-r^2_{01}}, \tag{10.44}$$

где $\sigma_{\overline{Q}}$ — ошибка уравнения регрессии; $\sigma$ — среднее квадратическое отклонение ряда, приводимого к многолетнему периоду.

При использовании уравнений регрессии необходимо выполнять следующие условия:

число совместных лет наблюдений в пункте приведения и пунктах-аналогах должно быть равно 10 годам или более ($n \geqslant 10$); для максимального дождевого стока амплитуда колебания расходов воды реки-аналога должна быть освещена параллельными наблюдениями не менее чем на 70...80%;

коэффициент корреляции между стоком в приводимом пункте и пунктах-аналогах должен быть равен 0,7 или более ($r \geqslant 0{,}7$);

отношение каждого из коэффициентов регрессии к его средней квадратической ошибке должно быть равно 2 или более ($k_j/\sigma_{kj} \geqslant 2$).

Параметры кривых распределения можно оценивать графическими и графоаналитическими методами приведения к многолетнему периоду, а также использовать метеорологические факты, период наблюдений за которыми превышает период наблюдений за рассматриваемой гидрологической характеристикой.

Параметры кривых распределения ежегодных вероятностей превышения рассматриваемой гидрологической характеристики (например, расходов воды $Q$) к многолетнему периоду приводят двумя вариантами:

среднюю многолетнюю величину $\overline{Q}$ определяют по формуле

$$\overline{Q} = \overline{Q}_{n'} + r\,(\sigma_{n'}/\sigma_{n'a})\,(\overline{Q}_a - \overline{Q}_{n'a}), \tag{10.45}$$

где $\overline{Q}_{n'}$, $\overline{Q}_{n'a}$ — средние арифметические значения гидрологической характеристики, вычисленные за $n'$ лет совместных наблюдений, соответственно для исследуемой реки и реки-аналога; $\overline{Q}$, $\overline{Q}_a$ — средние многолетние значения гидрологической характеристики за $N$ лет соответственно для исследуемой реки и реки-аналога; $\sigma_{n'}$, $\sigma_{n'a}$ — средние квадратические отклонения гидрологической характеристики за $n'$ лет соответственно для исследуемой реки и реки-аналога.

Коэффициент вариации определяют по формуле

$$C_{v,N} = \sigma_{n'}/[\overline{Q}\sqrt{1 - R^2\,(1-\sigma^2_{n'a})/\sigma^2_{Na}}], \tag{10.46}$$

где $\sigma_{Na}$ — среднее квадратическое отклонение гидрологической характеристики за $N$-летний период для реки-аналога.

Относительную среднюю квадратическую ошибку приведенного среднего многолетнего годового стока (%) вычисляют по уравнению

$$\varepsilon_{\overline{Q}} = \frac{100\sigma_n}{\overline{Q}\sqrt{n}}\sqrt{1 + r^2\left(\frac{n}{N}\frac{\sigma^2_{Na}}{\sigma^2_{na}} - 1\right)}; \tag{10.47}$$

рассчитывают параметры кривых распределения по значениям стока, восстановленным по уравнениям регрессии за каждый год совместно с данными гидрометрических наблюдений согласно требованиям, изложенным на с. 351, 352.

Значения стока, рассчитанные по уравнениям регрессии, систематически преуменьшают колебания рассматриваемой гидрологической характеристики по сравнению с наблюдениями. Чем выше коэффициент корреляции, тем меньше занижение дисперсий, рассчитанных по уравнению регрессии, по сравнению с наблюденными данными.

Систематическое преуменьшение коэффициента вариации исключается путем дополнительного расчета погодичных $Q_i'$ по формуле

$$Q'_i = [(Q_i - \bar{Q}_{n'})/R] + \bar{Q}_{n'}, \qquad (10.48)$$

где $Q_i$ — погодичные гидрологические характеристики, рассчитанные по уравнению регрессии.

По восстановленному ряду $Q'_i$ совместно с наблюденными данными рассчитывают параметры распределения $\bar{Q}$, $\sigma$, $C_v$, $C_s$ и коэффициент автокорреляции между стоком смежных лет.

При наличии нелинейных связей между гидрологическими характеристиками восстанавливать их ежегодные значения необходимо за период гидрометрических наблюдений на реке-аналоге. Параметры распределения определяют по восстановленным значениям стока совместно с данными гидрометрических наблюдений.

Криволинейные связи стока учитывают лишь в тех случаях, когда они объясняются не случайным расположением точек, а характером колебаний стока в сравниваемых пунктах.

Расчетные отношения коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации $C_s/C_v$ принимают согласно требованиям, приведенным на с. 343.

## 10.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

**Годовой сток и внутригодовое распределение.** При отсутствии данных гидрометрических наблюдений средний многолетний сток и коэффициент вариации определяют интерполяцией между значениями, полученными для рек-аналогов по данным наиболее продолжительных рядов гидрометрических наблюдений или приведенными к многолетнему периоду в рассматриваемом районе, с учетом влияния местных факторов [наличие карста, выходов подземных вод, особенности геологического строения бассейна, характер почв (грунтов), промерзание и пересыхание рек, различия в средних высотах водосборов и др.].

Средний многолетний (норма годового стока) годовой сток и коэффициент вариации определяют по современным картам этих параметров, опубликованным в официальных документах Госкомгидромета (СНиП 2.01.14—83 и пособие) в области гидрологии.

По картам определяют сток рек с площадями водосборов до 50 000 км², а при отсутствии резких изменений в рельефе и климатических условий — и для больших площадей.

Средний многолетний сток по карте находят для центра водосбора неизученной реки прямолинейной интерполяцией между изолиниями стока. В случае пересечения водосбора несколькими изолиниями вычисляют средневзвешенный сток по формуле

$$\bar{q} = (q_1 A_1 + q_2 A_2 + \ldots + q_n A_n)/A, \qquad (10.49)$$

где $q_1, q_2, \ldots, q_n$ — средний сток между соседними изолиниями, пересекающими водосбор ; $A_1, A_2, \ldots, A_n$ — соответствующие площади между изолиниями; $A$ — общая площадь водосбора до расчетного створа.

10.5. Значения соотношения $C_s/C_v$

| Район | $C_s/C_v$ |
|---|---|
| Кольский полуостров | $C_s=0$ |
| Прибалтика и Калининградская область | $C_s=2{,}5\,C_v$ |
| Западное и Восточное Закавказье, Армения, Дагестан | $C_s=2{,}5\,C_v$ |
| Бассейн оз. Балхаш и Средняя Азия | $C_s=2{,}5\,C_v$ |
| Нижний Амур и Приморье | $C_s=2{,}5\,C_v$ |
| О. Сахалин | $C_s=C_v$ |

Примечание. Для всех рек СССР за исключением перечисленных районов принимают $C_s=2C_v$.

Сток, полученный по карте (рис. 10.2), принимают для малых водотоков с учетом поправочных коэффициентов на неполное дренирование реками подземных вод или потери стока на испарение с поверхности водосборов.

Средний многолетний сток неизученных горных рек определяют по районным зависимостям стока от средней высоты водосбора $q=f(\bar{H}_в)$, установленным по данным изученных рек.

Коэффициент вариации годового стока $C_v$ находят по карте (рис. 10.3) или по формуле

$$C_v = A'/[\bar{q}^{0,4}\,(A+1000)]\,, \qquad (10.50)$$

где $A'$ — параметр, определяемый по данным рек-аналогов обратным пересчетом, л/с; $\bar{q}$ — средний многолетний годовой модуль стока, л/(с·км²); $A$ — площадь водосбора реки до расчетного створа, км².

Коэффициенты вариации годового стока горных районов можно также определять по районным эмпирическим формулам, которые должны быть обоснованы данными по изученным рекам (см. с. 343).

Расчетное отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации $C_s/C_v$ вычисляют согласно требованиям, приведенным на с. 343.

Если невозможно установить соотношение $C_s/C_v$, то значение $C_s$ для неисследованных рек принимают по таблице 10.5.

В связи с необходимостью учета внутрирядной корреляции при расчете параметров распределения годового стока вводят коэффициенты автокорреляции (табл. 10.6).

Для неизученной реки границы сезонов и лимитирующего периода, среднее распределение стока по сезонам в долях от годового, соотношение между коэффициентами вариации сезонного и годового стока, распределение стока маловодных сезонов по месяцам для определенной группы водности сезона принимают по данным реки-аналога.

При отсутствии надежных аналогов внутригодовое распределение стока рассчитывают по районным схемам или по региональным зависимостям статистических параметров сезонного стока от определяющих факторов [площадь водосбора, его средняя высота, характер почв (грунтов), озерность и др.].

**Максимальный сток.** Для обоснования комплексов водохозяйственных мероприятий и гидротехнических проектов значительное место в перечне гидрологических характеристик занимает расчетный максимальный сток половодий и паводков.

Расчетные характеристики максимального стока определяют как при наличии, так и при отсутствии данных наблюдений за стоком воды.

*Расчет максимального стока рек весеннего половодья.* Применительно к задаче расчета максимальных расходов весеннего половодья реки СССР условно делят на две группы: I — равнинные реки, II — горные реки.

К первой группе относятся реки, бассейны которых расположены в пределах равнин и плоскогорий, где относительные высоты колеблются в преде-

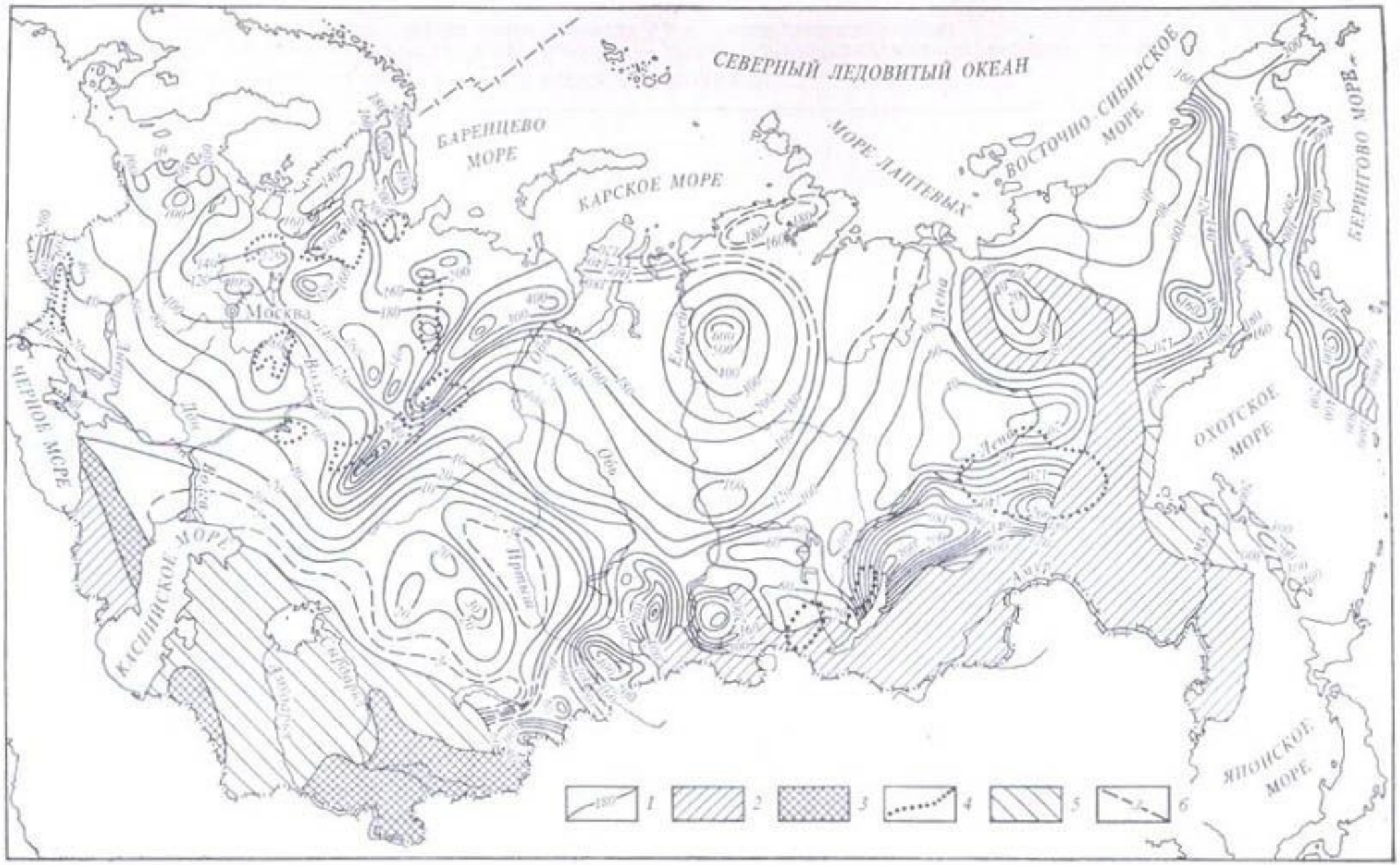



Рис. 10.2. Среднемноголетний слой стока половодья рек, мм:

*1* — изолинии среднемноголетнего слоя стока половодья; *2* — районы со слабовыраженным половодьем; *3* — горные районы, в которых половодье не выделяется; *4* — районы интенсивного развития карста; *5* — данные отсутствуют; *6* — среднемноголетний слой стока половодья в малоизученных районах

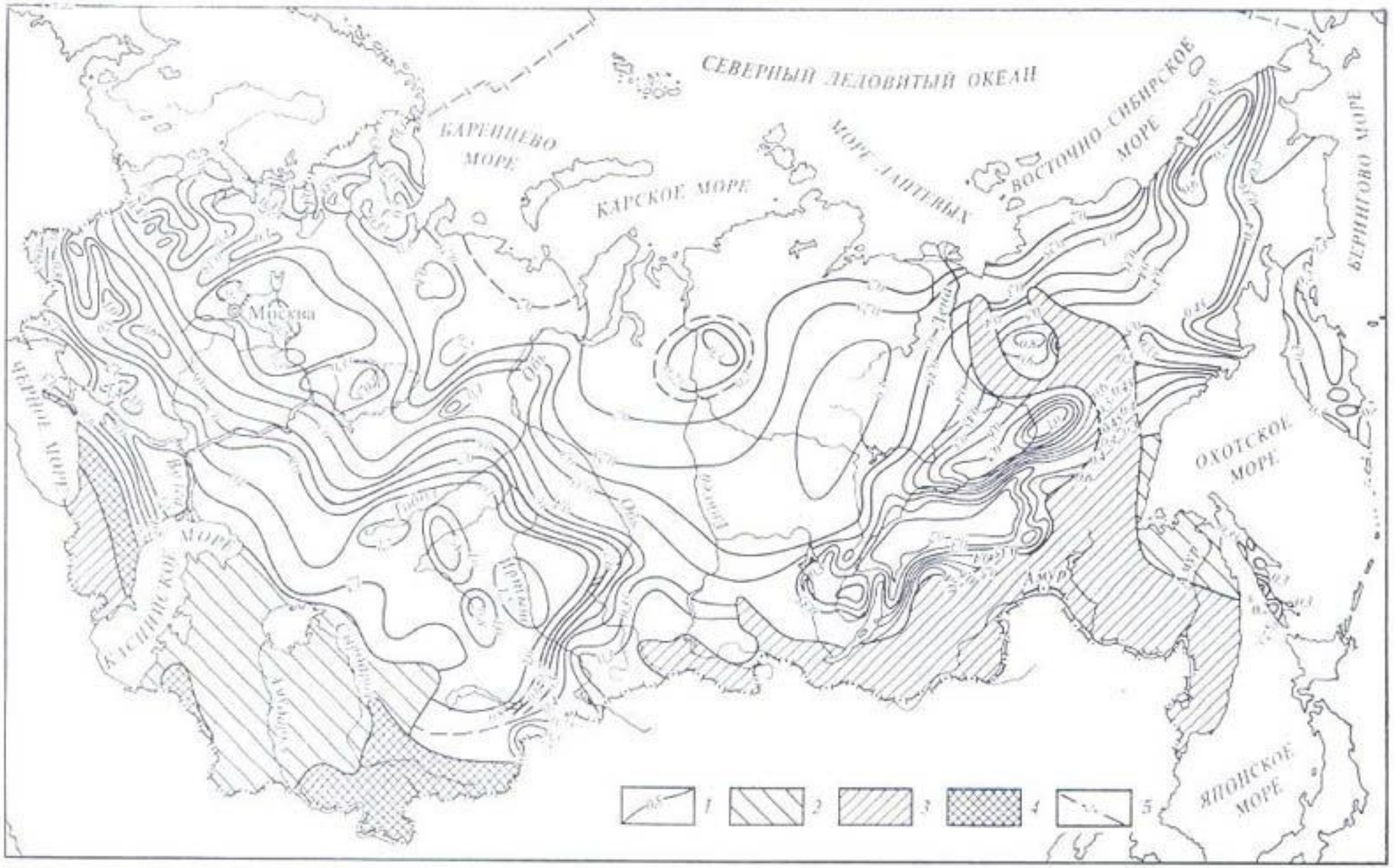



Рис. 10.3. Коэффициент вариации $C_v$ среднего слоя стока половодья рек:

*1* — изолинии коэффициента вариации; *2* — данные отсутствуют; *3* — районы со слабовыраженным весенним половодьем; *4* — районы с невыраженным весенним половодьем; *5* — изолинии коэффициента вариации $C_v$ в малоизученных районах

**10.6. Коэффициент автокорреляции годового стока для различных районов СССР**

| Район | Коэффициент автокорреляции $r(1)$ |
|---|---|
| Кольский полуостров, Карелия | 0,24 |
| Северо-Запад и Север европейской территории Союза | 0,21 |
| Прибалтика | 0,20 |
| Белоруссия, Верхнее Поднепровье, Верхне-Волжский район, Средний Урал, бассейн Камы и Приуралье, Нижнее Поволжье и Западный Казахстан | 0,23 |
| Украина, Молдавия, Донской район, Северный Кавказ | 0,22 |
| Закавказье и Дагестан | 0,17 |
| Средний Урал и Приуралье (бассейн р. Тобол), Западная Сибирь и Северный Казахстан | 0,31 |
| Урало-Эмбинский район, Актюбинская, Кустанайская области, Центральный и Южный Казахстан, Средняя Азия | 0,24 |
| Ангаро-Енисейский; Лено-Индигирский районы, Северо-Восток, Дальний Восток, Камчатка | 0,14 |

лах 400 м и снеготаяние поэтому охватывает почти одновременно весь бассейн или бо́льшую его часть.

Реки первой группы делят: на реки лесной зоны и зоны тундры; реки лесостепной и степной зон; реки засушливых степей и полупустынь.

Ко второй группе относятся реки горных районов СССР с колебаниями высот, превышающими 400 м, обусловливающими неравномерный приток воды с различных частей бассейна в русло.

Реки второй группы делят на реки с весенне-летним половодьем, формирующимся в основном за счет таяния сезонных снегов, многолетних снежников и осадков в виде дождей; реки с летним половодьем, вызванным таянием высокогорных снегов и ледников, а также осадков в виде дождей.

Методы расчета максимальных расходов рек за период весеннего половодья при отсутствии гидрометрических данных следует применять при расчете рек с площадями водосборов от менее 1 до 20 000 км² на европейской и до 50 000 км² на азиатской частях СССР.

Наряду с рекомендациями по расчету максимального стока на малых и средних водотоках равнинных и горных районов, изложенными ниже, можно рекомендовать другие региональные формулы при надлежащем их обосновании и опубликованные во временных указаниях, методических рекомендациях и инструкциях различных ведомств.

Расчетный максимальный расход воды весеннего половодья равнинных рек $Q_p\%$, м³/с заданной ежегодной вероятности превышения $p\%$, определяют по формуле

$$Q_{p\%} = \frac{\overline{i}K_0 h_{p\%}\mu\delta\delta_1\delta_2}{(A + A_1)^n} A, \qquad (10.51)$$

где $K_0$ — параметр, характеризующий дружность весеннего половодья, вычисляемый по формуле (10.51) путем расчета относительно $K_0$ на реках-аналогах с наблюдениями за стоком; $h_p\%$ — расчетный слой (мм) суммарного весеннего стока (без срезки грунтового питания), определяемый с ежегодной вероятностью превышения $p\%$ в зависимости от коэффициента вариации $C_v$, отношения $C_s/C_v$ ($C_s$ — коэффициент асимметрии) и среднего многолетнего слоя стока $h_0$, устанавливаемого по рекам-аналогам или интерполяцией (см. рис. 10.2); $\mu$ — коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды, принимаемый по таблице 10.7; $\delta$ — коэффициент, отражающий влияние проточных озер, водохранилищ и прудов; $\delta_1$ — коэффициент, учитывающий снижение максимального расхода воды под влиянием залесенности; $\delta_2$ — коэффициент,

**10.7. Коэффициент μ для максимальных расходов воды различной обеспеченности**

| Природная зона | p, % | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,1 | 1 | 3 | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 95 |
| Тундра и лесная зона | 1,02 | 1,0 | 0,97 | 0,96 | 0,93 | 0,90 | 0,86 | 0,82 | 0,82 |
| Лесостепная | 1,04 | 1,0 | 0,96 | 0,93 | 0,89 | 0,80 | 0,72 | 0,64 | 0,58 |
| Степная | 1,04 | 1,0 | 0,97 | 0,96 | 0,93 | 0,88 | 0,79 | 0,64 | 0,42 |
| Зона засушливых степей и полупустынь | 1,02 | 1,0 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,92 | 0,80 | 0,70 | 0,50 |

**10.8. Поправочные коэффициенты к расчету слоя стока весеннего половодья равнинных рек**

| Природная зона | Степень редукции $n$ | Эмпирический параметр $A_1$, км² |
|---|---|---|
| Зона тундры и лесная зона (европейская территория СССР, Западная и Восточная Сибирь) | 0,17 | 1 |
| Лесостепная зона (европейская территория СССР и Западная Сибирь) | 0,25 | 2 |
| Степная зона, зона засушливых степей и полупустынь (европейская территория СССР, Западная Сибирь, Западный и Центральный Казахстан) | 0,35 | 10 |

Примечания. 1. Параметры $n$ и $A_1$ на границе природных зон определяют интерполяцией, а в пределах выделенных районов эти параметры уточняют по опубликованным официальным документам Госкомгидромета. 2. Для бассейнов рек Припяти и Западного Буга принимают $n=0{,}2$, $A_1=1$ км².

учитывающий снижение максимального расхода воды под влиянием заболоченности; $A$ — площадь водосбора исследуемой реки до расчетного створа, км²; $A_1$ — эмпирический параметр, характеризующий интенсивность редукции модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, принимают по таблице 10.8 как дополнительную площадь водосбора, в км²; $n$ — показатель степени редукции (табл. 10.8).

В формулу (10.51) при надлежащем обосновании допускается введение дополнительных параметров, учитывающих естественное и искусственное регулирование стока рек.

Расчет максимальных расходов равнинных рек по формуле (10.51) проводят методом аналогии, подбором водосборов с наличием данных наблюдений по стоку в соответствии с разделом 10.2 и расчета параметра $K_0$ по формуле (10.50) обратным путем, то есть

$$K_0 = \frac{Q_{p\%}\,(A + A_1)^n}{h_{p\%}\mu A \delta \delta_1 \delta_2}\,. \qquad (10.52)$$

Для получения более достоверного значения $K_0$ рекомендуют расчет проводить по нескольким смежным рекам с данными наблюдений по стоку и принимать его среднее значение. Если в числе рек имеется река с однородными условиями формирования стока (раздел 10.1) и по этому пункту значение $K_0$ наибольшее, то за окончательную величину для расчета максимального расхода неизученной реки принимают это значение.

Слой стока половодья заданной вероятности превышения определяют по биномиальной кривой и кривой трехпараметрического гамма-распределения.

**10.9. Поправочный коэффициент к значениям среднего многолетнего слоя весеннего стока**

| Средний многолетний слой весеннего стока $h_0$, мм | Площадь водосбора, км² | | | |
|---|---|---|---|---|
| | <200 | 500 | 1000 | 3000 |
| Менее 10 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,0 |
| 20 | 1,6 | 1,3 | 1,2 | 1,0 |
| 30 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| 50 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,0 |

Примечание. Для промежуточных площадей водосборов и средних многолетних слоев весеннего стока поправочные коэффициенты определяют интерполяцией.

Статистические параметры слоя стока половодья $h_0$, $C_v$, $C_s$ определяют таким образом.

Средний многолетний слой весеннего стока $h_0$ вычисляют по данным рек-аналогов или интерполяцией (см. рис. 10.2) с учетом поправок на влияние местных факторов (площади водосбора, уклонов склонов на водосборе, озерности, залесенности, заболоченности и распаханности), отличающихся от их зональных значений, с учетом которых проведены изолинии слоя весеннего стока.

В степной зоне СССР и в полупустынной зоне Западной Сибири и Казахстана для рек с площадями водосборов менее 3000 км² в значения среднего многолетнего слоя весеннего стока, вычисленного по карте, следует вводить поправочные коэффициенты (табл. 10.9). Более точно их устанавливают по районным зависимостям $h_0=f(A)$.

Для малых равнинных рек ($A<200$ км²) лесостепной, степной и полупустынной зон средний многолетний слой стока, определенный по карте, следует исправлять, вводя поправки на уклон водосбора ($i_в$) по формулам:

для лесостепной зоны при средних уклонах водосборов $i_в \leqslant 70‰$

$$K' = 0{,}18\,(i_в + 1)^{0{,}45}. \qquad (10.53)$$

для рек со средними уклонами водосборов, $i_в > 70‰$ $K'=1$;

для засушливых степей и полупустынной зоны

$$K' = 0{,}15\,(i_в + 1)^{0{,}86}. \qquad (10.54)$$

При наличии озер в бассейне реки со средней взвешенной озерностью более 2% в средний многолетний слой стока весеннего половодья, определенный по карте, вводят коэффициенты снижения слоя стока: 0,8...0,6 при средней взвешенной озерности бассейна соответственно 2...6,5% и более. Эти рекомендации не распространяются на реки с озерами в бассейне, расположенными среди болот (Западная Сибирь).

В дополнение к рекомендациям СНиП 2.01.14—83 в лесостепной и степной зонах к стоку, вычисленному по карте, вводят поправки, учитывающие влияние агротехнических мероприятий. Поправки вычисляют для водосборов, распаханность $f_п$ которых (в два раза и более) отличается от средней $F_п$ в пределах района определяемой по ближайшим изученным рекам.

Поправку вычисляют по формуле

$$\Delta h_{p\%} = \frac{h_0 \Delta \bar{y}_п}{k \cdot 100}\,\lambda_{p\%}, \qquad (10.55)$$

где $h_0$ — средний слой весеннего стока по карте, мм; $\Delta\bar{y}_п$ — уменьшение слоя весеннего стока, %; $k$ — коэффициент перехода от склонового стока к суммарному в русле реки на водосборах с $A<200$ км² (табл. 10.10); $\lambda_{p\%}$ — переходный коэффициент от поправки в средние по водности годы более редкой повторяемости (табл. 10.11).

10.10. **Поправочный коэффициент перехода от склонового стока к суммарному русловому**

| Природная зона | Вероятность ежегодного превышения $p$, % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 5 | 50 | 75 | 95 |
| Лесная | 1,3 | 1,4 | 2,5 | 3 | 5 |
| Лесостепная и степная зоны | 1,2 | 1,3 | 2 | 2,5 | 4 |

10.11. **Переходный коэффициент $\lambda_p$%**

| Природная зона и характерные почвогрунты | Вероятность ежегодного превышения $p$, % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 10 . . . 25 | 50 | 75 . . . 90 | 95 |
| Лесостепная (суглинистые) | 0,4/0,2 | 0,5/0,3 | 1 | 0,8 | 0,6 |
| Степная ЕТС (суглинистые) | 0,5/0,3 | 0,6/0,4 | 1 | 0,3 | 0,2 |
| Степная — Западная Сибирь и Казахстан (супесчаные и легкосуглинистые) | 0,6 | 0,7 | 1 | 1,2 | 1,3 |
| Степная зона — Западная Сибирь и Казахстан (суглинистые) | 0,6/0,2 | 0,8/0,7 | 1 | 0,5/0,8 | 0,3/0,6 |

Примечание. Числитель — для временных водотоков; знаменатель — для водосборов с постоянным в течение года стоком.

Величину $\pm\Delta\bar{y}_п$ вычисляют по формуле

$$\pm\Delta\bar{y}_п = \Delta y_п \left(\frac{F_п - f_п}{100}\right). \qquad (10.56)$$

$\Delta y_п$ при сплошной распашке водосборов определяют по таблице 10.12 для временных водотоков и по таблице 10.13 для рек с постоянным стоком и глубиной распашки больше 25 см (при этом $k=1$).

В дополнение к рекомендациям СНиП 2.01.14—83 для водосборов, залесенность $f_л$ которых отличается от средней (районной) залесенности $f_{л.р}$, вводят поправочный коэффициент $k_л$ (табл. 10.14), который определяют по соотношению $f_л/f_{л.р}$, где $f_л$ — залесенность расчетного водосбора, %; $f_{л.р}$ — районная залесенность бассейнов по ближайшим изученным рекам, данные по стоку которых были приняты для построения карты изолиний весеннего стока.

В районах интенсивного развития карста для бассейнов с площадями более 500 км² и расположенных вне зоны вечной мерзлоты к расчетному слою стока вводят поправочные коэффициенты, равные 1 . . . 0,6 при закарстованности бассейнов от 0 до 100% или по рекам-аналогам в этом районе. Степень закарстованности бассейна определяют в процентах как отношение площади водосбора с карстовыми породами к его общей площади.

Для уточнения расчетного слоя стока на неизученных закарстованных реках необходимы специальные полевые гидрогеологические исследования.

Коэффициент вариации слоя стока весеннего половодья определяют по рекам-аналогам или по карте (см. рис. 10.3). Для рек с площадями водосборов менее 200 км² в значения, полученные по карте, вводят поправочные коэффициенты.

| Площадь водосбора, км² | 0...50 | 51...100 | 100...150 | 150...200 |
|---|---|---|---|---|
| Поправочный коэффициент $m'$ | 1,25 | 1,25...1,2 | 1,2...1,15 | 1,15...1,05 |

## 10.12. Поправка $\Delta\bar{y}_п$ для временных водотоков

| Средний годовой сток по карте, л/(с·км²) | Почвогрунты | Уклон склонов, ‰ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 |
| *Лесостепная зона* | | | | | | | | | | | | |
| ⩽3 | Суглинистые | — | 32 | 26 | 23 | 21 | 19 | 19 | 18 | 16 | 12 | 10 |
| >3 | То же | — | 26 | 22 | 19 | 18 | 17 | 17 | 16 | 15 | 11 | 9 |
| *Степная зона* | | | | | | | | | | | | |
| ⩽1 | » | — | 48 | 39 | 38 | 36 | 33 | 31 | 28 | 26 | 22 | 19 |
| >1 | » | — | 10 | 33 | 30 | 28 | 26 | 25 | 23 | 20 | 20 | — |
| *Степная зона Западной Сибири и Северного Казахстана* | | | | | | | | | | | | |
| <0,5 | Супесчаные | 49 | 41 | 31 | 29 | 27 | 24 | 24 | — | — | — | — |
| | Суглинистые | 72 | 59 | 46 | 44 | 43 | 42 | 41 | — | — | — | — |
| >0,5 | Супесчаные | 40 | 27 | 25 | 22 | 21 | 19 | 17 | — | — | — | — |
| | Суглинистые | 66 | 42 | 40 | 39 | 37 | 36 | 36 | — | — | — | — |

Примечания. 1. Для склонов с глубиной вспашки 25 см и более необходимо вычисленную поправку $\Delta y_п$ умножить на коэффициент 1,5 для суглинистых и на 1,2 для супесчаных почвогрунтов. 2. Для склонов с глубиной вспашки 25 см и более в сочетании с противоэрозионными мероприятиями коэффициенты равны 1,7 (для суглинистых почвогрунтов) и 1,4 (супесчаных). 3. В степной зоне ЕТС для супесчаных почвогрунтов $\Delta y_п$ принимают по степной зоне Северного Казахстана.

## 10.13. Поправка $\Delta\bar{y}_п$ для рек с постоянным стоком

| Уклон склонов, ‰ | Средний годовой сток по карте, л/(с·км²) | Глубина до уровня грунтовых вод, м | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2 и менее | 5 | 10 и более |
| *Лесостепная зона* (преобладают суглинистые почвогрунты) | | | | |
| >50 | ⩾3 | 9 | 14 | 14 |
| | <3 | 10 | 16 | 17 |
| <50 | ⩾3 | 13 | 17 | 19 |
| | <3 | 16 | 21 | 23 |
| *Степная зона ЕТС* (преобладают суглинистые почвогрунты) | | | | |
| >50 | ⩾1 | 19 | 26 | 39 |
| | <1 | 21 | 29 | 44 |
| <50 | ⩾1 | 20 | 29 | 39 |
| | <1 | 22 | 32 | 44 |
| *Степная зона Западной Сибири и Северного Казахстана* (преобладают супесчаные почвогрунты) | | | | |
| >50 | ⩾0,5 | 9 | 11 | 11 |
| | <0,5 | 10 | 17 | 19 |
| <50 | ⩾0,5 | 10 | 13 | 17 |
| | <0,5 | 11 | 19 | 22 |
| *Степная зона Западной Сибири и Северного Казахстана* (преобладают суглинистые почвогрунты) | | | | |
| >50 | ⩾0,5 | 23 | 24 | 34 |
| | <0,5 | 24 | 30 | 39 |
| <50 | ⩾0,5 | 26 | 28 | 87 |
| | <0,5 | 29 | 32 | 41 |

Примечание. Скобки указывают на малое исчезающее питание рек грунтовыми водами.

**10.14. Поправочный коэффициент $k_л$**

| | $f_л/f_{л.р}$ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,6 | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 2 и более |
| Реки I группы (уменьшение стока под влиянием леса) | 1,2 | 1,1 | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 |
| Реки II группы (увеличение стока под влиянием леса) | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,6 |

Поправочные коэффициенты к $C_v$ уточняют по региональным зависимостям $C_v=f(A)$ для равнинных рек и $C_v=f(H_1)$ — для горных рек, где $H_1$ — средняя высота водосбора, м.

Расчетное отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации устанавливают в соответствии с требованиями раздела 10.2 или принимают по соотношению $C_s/C_v$ и определяют по карте (рис. 10.4). Для районов, где в формировании максимального стока половодья в значительной степени участвуют дождевые осадки, принимают $C_s=3C_v$.

Коэффициент $\delta$, учитывающий снижение максимального расхода, вычисленного по формуле (10.50), за счет зарегулированности проточными озерами, находят по формуле

$$\delta = 1/(1 + cf'_{оз}), \qquad (10.57)$$

где $c$ — коэффициент, зависящий от среднего многолетнего слоя весеннего стока, $c=0{,}2$ при $h_0 \geqslant 100$ мм, 0,3 — при $h_0=99 \ldots 20$ мм и 0,4 — при $h_0<20$ мм; $f'_{оз}$ — средневзвешенная озерность, %:

$$f'_{оз} = \sum_{i=1}^{n} \left(100 \frac{S_i A_i}{A^2}\right), \qquad (10.58)$$

где $\sum_{i=1}^{n}$ — сумма произведений $S_iA_i$ по числу озер $n$ в бассейне; $S_i$ и $A_i$ — площадь зеркала и водосбора озера, км²; $A$ — площадь водосбора в расчетном створе, км².

Коэффициент $\delta$, учитывающий снижение максимального стока рек, зарегулированных водохранилищами, определяют с учетом проектных материалов и эксплуатационных данных.

Влияние прудов при расчете максимальных расходов воды вероятностью превышения $p<5\%$ не учитывают, а при $p>5\%$ допускается уменьшение расчетного расхода воды до 10%.

Коэффициент $\delta_1$, учитывающий снижение максимальных расходов воды под влиянием залесенности в бассейнах, вычисляют по формуле

$$\delta_1 = a/(f_л + 1)^{n'}, \qquad (10.59)$$

где $a$ — параметр, учитывающий расположение леса на водосборе (табл. 10.15); $f_л$ — заселенность водосбора, %; $n'$ — коэффициент редукции (табл. 10.16).

При залесенности менее 3% или при проточной озерности более 20% принимают $\delta_1=1$.

Коэффициент $\delta_2$, учитывающий снижение максимального расхода воды под влиянием болот и заболоченных земель, определяют по формуле

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg(0{,}1f_б + 1), \qquad (10.60)$$

где $\beta$ — коэффициент, учитывающий тип болот и преобладающий механиче-

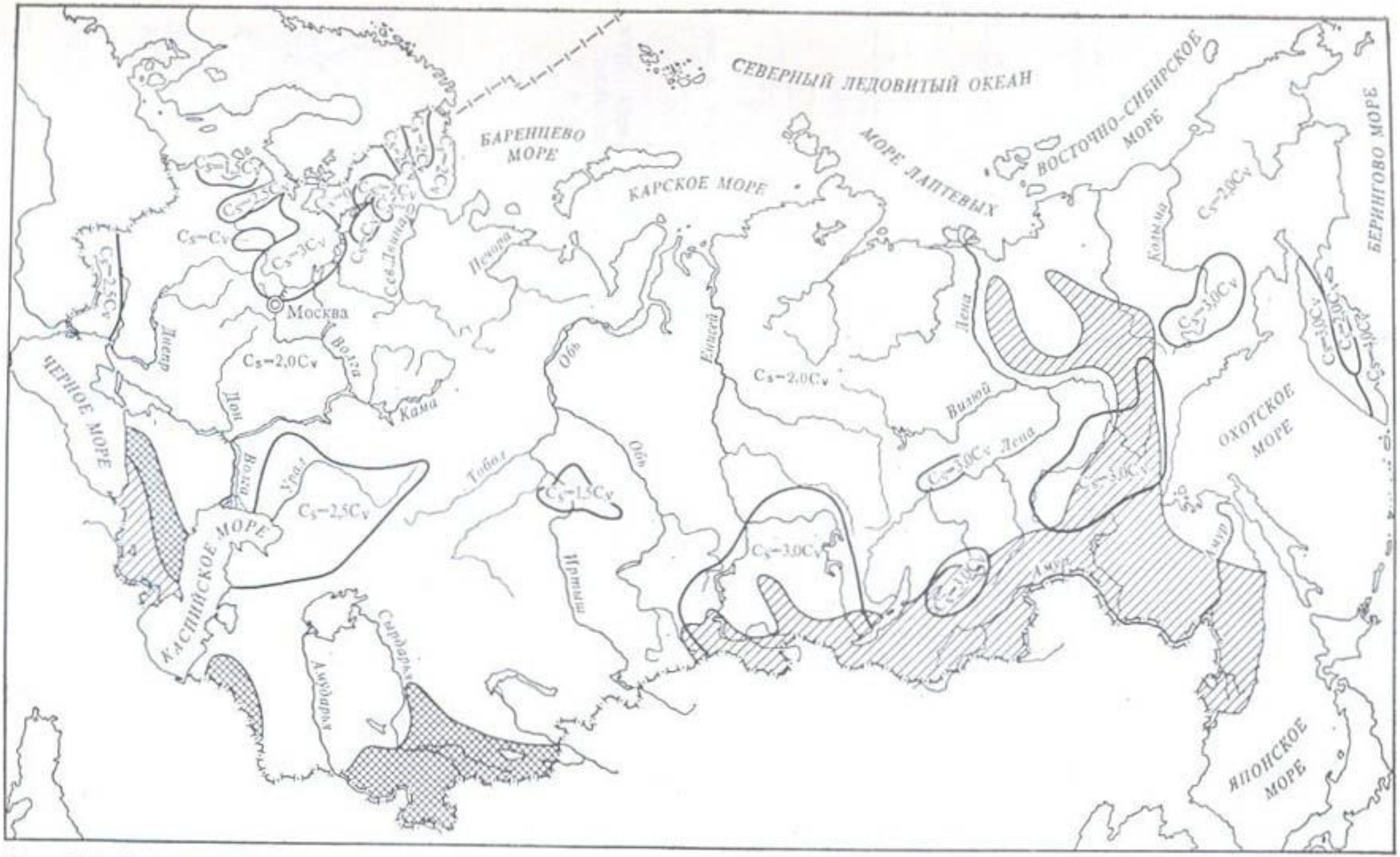



Рис. 10.4. Районирование соотношения $C_s/C_v$ весеннего половодья:
*1* — граница района соотношения $C_s/C_v$ (остальные обозначения см. рис. 10.3)

10.15. Значения параметра $a$

| Природная зона | Расположение леса на водосборе | Залесенность водосбора $f_д$, % | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 3...9 | 10...19 | 20...30 |
| Лесная | I | 1 | 1 | 1 |
| | II | 0,85 | 0,8 | 0,75 |
| | III | 1,2 | 1,25 | 1,3 |
| Лесостепная | I, III | 1 | 1 | 1 |
| | II | 1,25 | 1,3 | 1,4 |

Примечания. 1. В таблице условно принято расположение леса: I — равномерное; II — в верхней части водосбора (приводораздельные леса); III — в нижней прирусловой части водосбора. 2. При залесенности $f_д$=30%, $a$=1.

10.16. Коэффициент редукции $n'$

| Природная зона | Расположение леса на водосборе | Почвогрунты под лесом | | |
|---|---|---|---|---|
| | | различного механического состава | супесчаный | суглинистый |
| Лесная | I | 0,22 | — | — |
| | II | 0,22 | — | — |
| | III | 0,22 | — | — |
| Лесостепная | I, III | 0,16 | 0,2 | 0,1 |
| | II | 0,16 | 0,2 | 0,1 |

Примечание. В лесной зоне из-за отсутствия сведений о преобладающих почвогрунтах принимают $n'$=0,22 независимо от почвогрунтов под лесом.

ский состав почвогрунтов вокруг болот и заболоченных земель (леса, луга избыточно увлажненные со слоем торфа не менее 30 см), приведен ниже:

| | |
|---|---|
| низинные болота и заболоченные леса и луга на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвогрунтами | 0,8 |
| водосборы, включающие болота разных типов | 0,7 |
| Верховые болота на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвогрунтами | 0,5 |
| верховые болота на водосборах, сложенных среднесуглинистыми и глинистыми почвогрунтами | 0,3 |

$f_б$ — относительная площадь болот и заболоченных лесов и лугов в бассейне, %; при наличии внутриболотных озер, рассредоточенных по бассейну и расположенных вне главного русла и основных притоков (Западная Сибирь, зона тундры, северо-запад ЕТС), последние включают относительную площадь болот.

При заболоченности менее 3% или при проточной относительной озерности более 20% принимают $\delta_2$=1.

Максимальные расходы талых вод горных рек с весенне-летним половодьем (Кавказ, Урал, Карпаты, Алтай, Саяны, Казахский мелкосопочник и Мугоджары, Камчатка, Сахалин, горные районы Восточной Сибири и Северо-Востока СССР) рассчитывают по формуле

$$Q_{p\%} = q_{p\%}A = \frac{K_0 \delta h_{p\%} \mu A}{(A+1)^n}. \qquad (10.61)$$

Параметр $K_0$ определяют по реке-аналогу с наличием данных наблюдений по стоку по формуле (10.61) относительно $K_0$.

10.17. Параметры $K_0$ и $n$ для горных районов

| Географические районы | Средняя высота бассейна $H$ над уровнем моря, м | $K_0$ | $n$ |
|---|---|---|---|
| Урал | До 500 | 0,0025 | 0,15 |
| Урал | >500 | 0,0018 | 0,15 |
| Карпаты: | | | |
| Закарпатье (юго-западный склон Украинских Карпат) | >400 | 0,02 | 0,17 |
| Северо-восточный и юго-восточный склон Украинских Карпат (Днестр, Прут, Серет) | >400 | 0,01 | 0,25 |
| Казахский мелкосопочник и Мугоджары: | | | |
| Центральный Казахский мелкосопочник | 100...1000 | 0,002 | 0,25 |
| Мугоджары | 100...1000 | 0,008 | 0,17 |
| Алтай | До 1000 | 0,0025 | 0,15 |
| Северо-восток СССР | 1000...2000 | 0,0015 | 0,15 |
| | >2000 | 0,001 | 0,15 |
| П-ов Камчатка | <2000 | 0,003 | 0,15 |
| | >100 | 0,001 | 0,15 |
| О. Сахалин: | | | |
| северный | >100 | 0,0014 | 0,15 |
| южный | <100 | 0,002 | 0,15 |

Примечания. 1. Для бассейнов рек Центрального Алтая (засушливые Чуйские степи) принимают $K_0=0{,}0007$ при $n=0{,}15$. 2. Во всех остальных горных районах принимают $K_0=0{,}15$.

При отсутствии рек-аналогов $K_0$ и $n$ приближенно принимают по таблице 10.17 в зависимости от географического положения рассматриваемого бассейна. Коэффициент $\mu$ определяют по таблице 10.7 в зависимости от природной зоны, в которой расположен исследуемый водосбор. Значения $h_0$ и $C_v$ находят по картам (см. рис. 10.2; 10.3), коэффициент асимметрии принимают $C_s=3C_v$ или $C_s=4C_v$ (при большом участии дождевых осадков в формировании максимального расхода).

Максимальные расходы воды $Q_p\%$ на реках высокогорных районов Средней Азии и Кавказа со средней высотой водосборов более 2000 м рассчитывают по рекам-аналогам по формуле

$$Q_p\% = q_{p\%,\text{а}}\frac{h_{p\%,\text{г}}}{h_{p\%,\text{г,а}}}\left(\frac{A_\text{а}+1}{A+1}\right)^{0,15}\frac{\delta}{\delta_\text{а}}A, \qquad (10.62)$$

где $q_{p\%,\text{а}}$ — модуль максимального расхода воды вероятностью превышения $p$ % реки-аналога, м³/(с·км²); $h_{p\%,\text{г}}$; $h_{p\%,\text{г,а}}$ — расчетный слой годового стока вероятностью превышения $p$ % соответственно для исследуемой реки и реки-аналога, мм; $A$ и $A_\text{а}$ — площадь водосбора исследуемой реки и реки-аналога, км²; $\delta$ и $\delta_\text{а}$ — коэффициенты, учитывающие снижение максимального расхода воды проточными озерами и водохранилищами, определяемые по формуле (10.57), соответственно для исследуемой реки и реки-аналога.

**Максимальный сток дождевых паводков.** Методы расчета максимального стока дождевых паводков, применяемые в настоящее время в практике инженерно-гидрологических расчетов при отсутствии или недостаточности данных гидрометрических наблюдений, можно разделить на две группы:

методы, основанные на учете средней за время добегания максимальной интенсивности дождя. К ним относятся генетические формулы стока, структура которых отражает определенные теоретические представления о процессах формирования стока на склонах и в руслах рек;

методы, основанные на формулах редукционного типа, учитывающих редукцию (снижение) максимального модуля стока с увеличением площади водосбора или бассейнового времени добегания. Эти формулы учитывают в

10.18. Коэффициенты редукции в формулах (10.63) и (10.68)

| Горные районы | $n_3$ | $n_4$ |
|---|---|---|
| *Кавказ* | | |
| Черноморское побережье Кавказа (исключая бассейны рек Рионн и Аджарисцкали) | 0,55 | 1,3 |
| Бассейны рек Рионн и Аджарисцкали | 0,15 | 0,7 |
| Бассейн р. Куры | 0,4 | 1,2 |
| *Средняя Азия* | | |
| Бассейны Сырдарьи, Амударьи, Мургаба, Теджена | 0,55 | 1,5 |
| Реки бассейна оз. Иссык-Куль | 0,55 | 0,8 |

обобщенной форме лишь главные факторы, отражающие закономерности формирования дождевых паводков.

Выбор того или иного метода расчета в практике инженерно-гидрологического проектирования зависит в основном от гидрологической изученности района, к которому относится исследуемый водоток.

Согласно СНиП 2.01.14—83 максимальные расходы дождевых паводков $Q_p\%$ при наличии рек-аналогов определяют по редукционной формуле

$$Q_{p\%} = q_{p\%,а} \frac{\delta\delta_2}{\delta_а\delta_{2,а}} \left(\frac{A_а}{A}\right)^{n_3} A, \qquad (10.63)$$

где $q_p\%_{,а}$ — модуль максимального мгновенного расхода воды реки-аналога расчетной вероятности превышения $p$ %; $\delta$, $\delta_а$ — коэффициенты, учитывающие снижение максимальных расходов воды проточными озерами соответственно для исследуемой реки и реки-аналога, определяют по формуле (10.64) в зависимости от средневзвешенной озерности $A_{оз}$ в процентах при $c$=0,2 для лесной и лесостепной зон и $c$=0,4 для степной зоны:

$$\delta = \frac{1}{1 + cA_{оз}}; \qquad (10.64)$$

$\delta_2$, $\delta_{2а}$ — коэффициенты, определяемые по формуле (10.65) в зависимости от площади болот, заболоченных лесов и лугов в бассейне $A_б$, выраженной в процентах соответственно для исследуемой реки и реки-аналога:

$$\delta_2 = 1 - 0{,}5 \lg (0{,}1A_б + 1); \qquad (10.65)$$

$n_3$ — коэффициент редукции модуля максимального мгновенного расхода воды с увеличением площади водосбора, принимаемый по таблице 10.18 и рисунку 10.5; $A$ — площадь водосбора, км².

Область применения формулы (10.63) ограничена требованиями таблицы 10.19 при соблюдении условия

$$k_ф \leqslant 1{,}5k_{ф,а}, \qquad (10.66)$$

где $k_ф$, $k_{ф,а}$ — коэффициенты формы водосбора соответственно для исследуемой реки и реки-аналога, определяемые в зависимости от длины реки $L$ (км) от наиболее удаленной точки водосбора и площади водосбора $A$ (км²) по формуле:

$$k_ф = L/A^{0,56}. \qquad (10.67)$$

При несоблюдении условия (10.66) максимальные мгновенные расходы дождевых паводков при наличии рек-аналогов с площадями водосборов, указанными в таблице 10.19, определяют по редукционной формуле

$$Q_{p\%} = q_{p\%,а}\left(\frac{Ф_а}{Ф}\right)^{n_4} \frac{\delta}{\delta_а} A, \qquad (10.68)$$

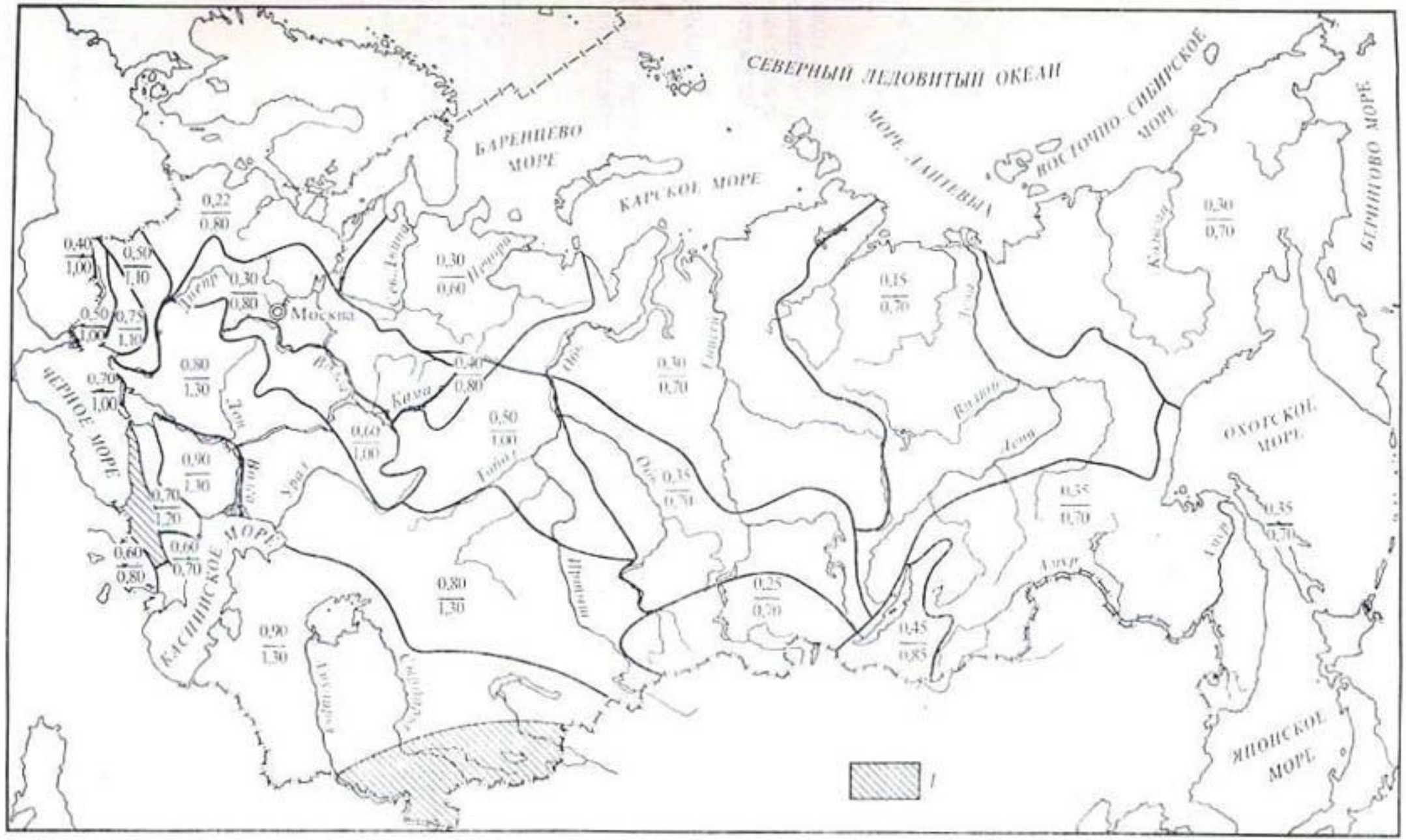



Рис. 10.5. Районирование показателей степени редукции $n_3$ (числитель) и $n_4$ (знаменатель) максимального модуля дождевого стока на территории СССР:

*1* — горные районы. На границе районов показатели степени редукции принимают, как среднее из значений для смежных районов

10.19. Область применения формул (10.62), (10.67), (10.69), (10.71) при площадях, км²

| Природная зона | По формуле (10.71) предельной интенсивности стока | По эмпирическим редукционным формулам (10.62), (10.67), (10.69) |
|---|---|---|
| *Равнинная территория* | | |
| Тундровая и лесная | Менее 50 | 50...50 000 |
| Лесостепная | » 100 | 100...20 000 |
| Степная | » 100 | 100...5000 |
| Засушливых степей | » 100 | 100...1000 |
| Полупустынная | » 100 | — |
| *Горные районы* | | |
| ($500<\bar{H}_в<2000$), м | | |
| Кавказ | Менее 100 | 100...5000 |
| Карпаты | » 100 | 100...10 000 |
| Крым | » 200 | 200...1000 |
| Прочие районы | » 100 | 100...10 000 |

Примечание. При проектировании сооружений на реках с площадями водосборов, превышающими пределы, указанные в таблице, результаты расчетов проверяют инженерно-гидрометеорологическими изысканиями.

где $n_4$ — коэффициент редукции модуля максимального мгновенного расхода воды с увеличением руслового времени добегания, определяемый по таблице 10.18 и рисунку 10.7; Ф, $\Phi_а$ — морфометрические характеристики русл соответственно для исследуемой реки и реки-аналога, определяемые по формуле:

$$\Phi = \frac{1000L}{m_р I_р^m A^{1/4}}, \qquad (10.69)$$

где $m_р$ — гидравлический параметр русла, принимаемый по таблице 10.20; $m$ — параметр, определяемый также по таблице 10.20; $I_р$ — средневзвешенный уклон русла реки, ‰.

10.20. Значение параметров $m$ и $m_р$

| Характеристика русла и поймы | Параметр $m$ | Гидравлический параметр русла $m_р$, м/мин |
|---|---|---|
| Чистые русла постоянных равнинных рек; русла периодически пересыхающих водотоков (сухих логов) | $^1/_3$ | 11 |
| Извилистые, частично заросшие русла больших и средних рек; периодически пересыхающие водотоки, несущие во время паводка большое количество наносов | $^1/_3$ | 9 |
| Сильно засоренные и извилистые русла периодически пересыхающих водотоков | $^1/_3$ | 7 |
| Реки со средним уклоном $I_р \geqslant 35$‰ | $^1/_7$ | 10 |

Максимальные мгновенные расходы дождевых паводков при отсутствии рек-аналогов определяют по редукционной формуле

$$Q_{P\%} = q_{200}\left(\frac{200}{A}\right)^{n_3} \delta\delta_2\delta_3\lambda_{P\%}A, \qquad (10.70)$$

где $q_{200}$ — модуль максимального мгновенного расхода воды ежегодной вероятности превышения $P=1\%$ при $\delta=\delta_2=\delta_3=1$, приведенный к площади водосбора, равной 200 км², определяют интерполяцией, основанной на совокупности данных наблюдений соседних гидрологически изученных рек в исследуемом районе; $\lambda_P\%$ — переходный коэффициент от максимальных мгновенных расходов воды ежегодной вероятности превышения. $P=1\%$ к максимальным расходам воды другой вероятности превышения, принимаемый по приложениям 19 и 20 СНиП 2.01.14—83: $\delta_3$ — коэффициент, учитывающий изменение параметра $q_{200}$ с изменением средней высоты водосбора в горных районах.

Параметр $q_{200}$ в формуле (10.70) по мере накопления данных гидрометрических наблюдений для гидрологически изученных рек уточняют по формуле

$$q_{200} = \frac{q_1\%}{\delta\delta_2\delta_3}\left(\frac{A}{200}\right)^{n_3}, \qquad (10.71)$$

где $q_1\%$ — модуль максимального мгновенного расхода воды ежегодной вероятности превышения $p=1\%$.

Карта параметра $q_{200}$ приведена на рисунке 10.6.

Для ряда горных районов параметр $q_{200}$ дополнительно приведен к единой высоте водосбора $\overline{H}_в=2000$ м согласно рекомендаций таблицы 28 пособия. Необходимо отметить, что характер зависимостей $q^*_{200}=f(\overline{H}_в)$ носит сугубо локальный характер, который обусловлен природно-климатическими особенностями каждого отдельного района.

Максимальные мгновенные расходы дождевых паводков $Q_p\%$ (м³/с) для водосборов с площадями, указанными в таблице 10.19, определяют по формуле предельной интенсивности стока

$$Q_p\% = q'_1\%\varphi H'_1\%\delta\lambda_p\%A, \qquad (10.72)$$

где $q'_1\%$ — максимальный модуль стока ежегодной вероятности превышения $p=1\%$, выраженный в долях от произведения $\varphi H'_1\%$ при $\delta=1$, определяемый в зависимости от гидроморфометрической характеристики русла исследуемой реки $\Phi_р$, продолжительности склонового добегания $\tau_{ск}$ (мин) согласно приложениям 21 и 22, приведенным в СНиП 2.01.14—83; $H_1\%$ — максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения $p=1\%$, определяемый по данным ближайших к бассейну исследуемого водотока метеорологических станций, имеющих наибольшую длительность наблюдений; $\varphi$ — сборный коэффициент стока, определяемый при отсутствии рек-аналогов по формуле (10.73), а при наличии их — согласно рекомендациям п. 4.20 СНиП 2.01.14—83.

Сборный коэффициент стока $\varphi$ для равнинных рек при отсутствии рек-аналогов вычисляют по формуле

$$\varphi = \frac{c_2\varphi_0}{(A+1)^{n_6}}\left(\frac{I_в}{50}\right)^{n_5}, \qquad (10.73)$$

где $c_2$ — эмпирический коэффициент, для лесной и тундровой зон $c_2=1{,}2$, для остальных природных зон — 1,3; $n_6$ принимают для лесотундры и лесной зоны равным 0,07, для остальных природных зон — 0,11; $n_5$ и $\varphi_0$ определяют по таблице 10.21.

При среднем уклоне водосбора $I_в>150‰$ сборный коэффициент стока $\varphi$ определяют по формуле (10.73), как при $I_в=150‰$, и принимают постоянным независимо от величины $I_в$.

Согласно пособию при среднем уклоне водосбора $I_в<15‰$ сборный коэффициент стока $\varphi$ определяют по формуле (10.73), как при $I_в=15‰$.

Для горных рек $\varphi$ принимают по СНиП 2.01.14—83.

Для водосборов площадью менее 50 км² расчетные слои дождевого стока вычисляют по формуле

$$h_p\% = \psi\,(\tau_б = 150)\,\varphi H'_1\%\lambda'_p\%, \qquad (10.74)$$

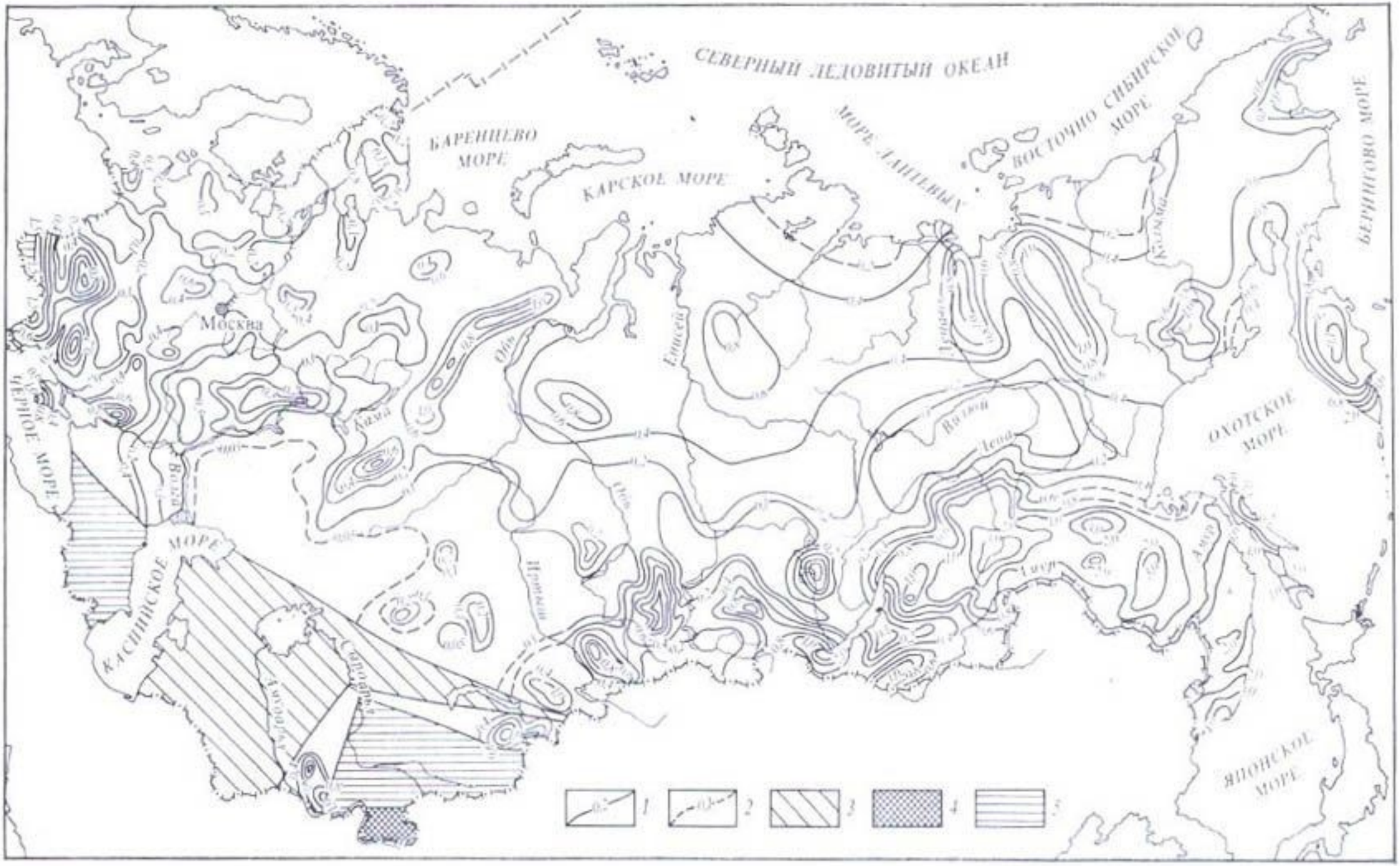



Рис. 10.6. Параметр $q_{200}$ вероятностью превышения $p=1\%$, м³/(с·км²):

*1* — изолинии параметра $q_{200}$; *2* — изолинии параметра $q_{200}$ в слабоизученных районах; *3* — данные отсутствуют; *4* — район с преобладанием максимумов снеголедникового происхождения; *5* — горные районы

**10.21. Значение параметров $\varphi_0$ и $n_5$ в формуле (10.73) в зависимости от механического состава почв**

| Природная зона | Тип почв | Глинистый и тяжелосуглинистый | | Среднесуглинистый и суглинистый | | Супесчаный, песчаный, меловые обнажения, трещиноватые | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\varphi_0$ | $n_5$ | $\varphi_0$ | $n_5$ | $\varphi_0$ | $n_5$ |
| Лесотундра, лесная | Глеево-подзолистые на плотных породах (включая глеево-мерзлотно-таежные), глеево-болотные оглеенные | 0,42 | 0,5 | 0,28 | 0,65 | 0,23 | 0,8 |
| | Тундрово-глеевые, глеево-болотные, подзолистые, серые лесные | 0,56 | 0,5 | 0,38 | 0,65 | 0,3 | 0,8 |
| Лесостепная | Подзолистые, серые лесные, черноземы мощные, на плотных породах, светло- и темно-серые оподзоленные | 0,66 | 0,6 | 0,54 | 0,7 | 0,27 | 0,9 |
| | Черноземы выщелоченные, типичные, обыкновенные, южные, темно-каштановые | 0,59 | 0,7 | 0,22 | 0,85 | 0,14 | 1 |
| Степная и засушливых степей | Черноземы выщелоченные, типичные, южные | 0,18 | 0,8 | 0,1 | 0,9 | 0,05 | 1 |
| | Каштановые, серозем малокарбонатные | 0,29 | 0,9 | 0,14 | 0,9 | 0,12 | 1 |
| | Такыровидные почвы | 0,3 | 1 | 0,2 | 1 | — | — |

где $\psi$ ($\tau_б$=150 мин) — относительная интенсивность осадков, принимаемая для водосборов площадью менее 1 км², расположенных в степной и лесостепной зонах [СНиП 2.01.14—83 (приложение 23)]. Для водосборов, относящихся к лесной зоне, $\psi$ ($\tau_б$=150 мин) принимают равным единице; $\lambda'_p\,\%$ — переходный коэффициент от слоев дождевого стока вероятностью превышения $p$=1% к слоям дождевого стока другой вероятности превышения.

Расчетные слои дождевого стока для рек с площадью водосбора более 50 км² при отсутствии рек-аналогов согласно СНиП 2.01.14—83 определяют по данным соседних гидрологических изученных рек интерполяцией.

Расчетный объем паводкового стока $W_p\%$ (м³) — произведение слоя паводкового стока $h_p\%$ (мм) и площади водосбора $A$ (км²)

$$W_{p\%} = 1000 h_{p\%} A. \qquad (10.75)$$

**Расчетные гидрографы стока рек весеннего половодья и дождевых паводков.** Расчетные гидрографы стока воды определяют:

для весеннего половодья — по среднесуточным расходам воды; гидрографы внутрисуточного хода стока воды рассчитывают, если максимальный мгновенный расход воды в 1,5 раза больше соответствующего ему среднесуточного расхода;

10.22. Коэффициент $k_t$ перехода от гидрографа-модели к расчетному

| Природная зона | Площадь водосбора, км² | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,1 | 0,5 | 1 | 5 | 10 | 50 | 100 | 500 | 1000 | 2000 | 5000 |
| Зона тундры и северная часть лесной зоны (тайга) | 1,9 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,15 | 1,05 | 1 | 1 | 1 |
| Южная часть лесной зоны (смешанные и лиственные леса) | 3,7 | 3 | 2,7 | 2,3 | 2,1 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1 |
| Лесостепная зона | 4,4 | 3,6 | 3,3 | 2,7 | 2,5 | 2 | 1,9 | 1,4 | 1,3 | 1,15 | 1 |
| Степная зона | 5,5 | 4,4 | 4 | 3 | 2,8 | 2,1 | 1,9 | 1,4 | 1,3 | 1,15 | 1 |
| Зона засушливых степей и полупустынь | 9,5 | 7 | 6 | 4,3 | 3,7 | 2,6 | 2 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |

для дождевых паводков — по мгновенным расходам воды.

При наличии рек-аналогов расчет гидрографа весеннего половодья (дождевого паводка) выполняют следующими методами:

переходом от гидрографа-модели к расчетному гидрографу путем умножения ординат гидрографа-модели на коэффициенты, определяемые по формулам:

$$k_1 = \frac{Q_{p\%}}{Q_м}; \tag{10.76}$$

$$k_2 = \frac{W_{p\%} - Q_{p\%} \cdot 86\,400}{W_м - Q_м \cdot 86\,400}; \tag{10.77}$$

$$k_3 = \frac{W'_{p\%} - W_{p\%}}{W'_м - W_м}, \tag{10.78}$$

где $Q_м$ и $Q_p\%$ — максимальный среднесуточный расход воды весеннего половодья или мгновенный для дождевого паводка соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа, м³/с; $W_м$ и $W_p\%$ — объем основной волны соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа, м³; $W'_м$ и $W'_p\%$ — полный объем весеннего половодья (дождевого паводка) соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа, м³;

переходом от гидрографа-модели к расчетному гидрографу, используя формулы (10.76) и (10.79):

$$k_t = \frac{q_м h_{p\%}}{h_м q_{p\%}}, \tag{10.79}$$

где $q_м$, $q_p\%$ — модуль максимального расхода воды соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа, м³/(с·км²); $h_м$, $h_p\%$ — слой стока весеннего половодья (дождевого паводка) соответственно для гидрографа-модели и расчетного гидрографа, мм.

При недостаточности данных гидрометрических наблюдений форму модели расчетного гидрографа стока воды устанавливают, осредняя ординаты нескольких гидрографов стока весенних половодий (дождевых паводков), выраженных в относительных единицах.

При отсутствии данных гидрометрических наблюдений коэффициент перехода $k_t$ от максимального мгновенного расхода воды $Q'_p\%$ весеннего половодья к среднесуточному $Q_p\%$ устанавливают по рекам-аналогам. При их отсутствии для равнинных рек допускается определение коэффициента $k_t$ по таблице 10.22.

Одновершинный гидрограф стока весеннего половодья (дождевого паводка) рассчитывают согласно СНиП 2.01.14—83 (приложение 31) по коэффициенту несимметричности $k_s$, определяемому по формуле (10.80), по дан-

ным рек-аналогов или по коэффициенту формы гидрографа λ, вычисляемому по формуле (10.81), с использованием специально разработанных таблиц (СНиП 2.01.14—83, приложение 31)

$$k_s = h_п/h, \tag{10.80}$$

где $h_п$ — слой стока за период подъема весеннего половодья (дождевого паводка), мм; $h$ — слой стока весеннего половодья (дождевого паводка), мм:

$$\lambda = \frac{qt_п}{0,0116h}. \tag{10.81}$$

Ординаты расчетного гидрографа находят по формуле

$$Q_i = yQ_P\%, \tag{10.82}$$

а абсциссы — по формуле

$$t_i = xt_п, \tag{10.83}$$

где $x$, $y$ — относительные ординаты расчетного гидрографа стока, определяемые по СНиП 2.01.14—83 (приложение 31); $t_п$ — продолжительность подъема весеннего половодья (дождевого паводка)

$$t_п = \frac{0,0116\lambda h_P\%}{q_P\%}. \tag{10.84}$$

Внутрисуточный гидрограф стока рассчитывают по формуле (10.82), значения относительных ординат у которого принимают по СНиП 2.01.14—83 (приложение 32).

Для рек с площадью водосбора менее 200 км² расчетная продолжительность подъема дождевого паводка

$$t_п = \frac{\beta'\lambda h_P\%}{q_P\%}, \tag{10.85}$$

где $\beta'$ — коэффициент, принимаемый при расчете продолжительности подъема дождевого паводка в часах равным 0,28, а в минутах — 16,7.

При определении расчетных гидрографов дождевых паводков коэффициент несимметричности $k_s$ принимают по рекам-аналогам; при отсутствии аналогов допускается принимать $k_s$=0,3, для рек площадью менее 1 км² степной и полупустынной зон $k_s$=0,2.

**Минимальный сток рек.** Минимальные 30-дневные (среднемесячные) расходы воды $Q_{80}\%$ (м³/с) ежегодной вероятности превышения $p$=80% за летне-осенний и зимний периоды для средних и больших рек определяют по рекам-аналогам или интерполяцией, а для малых рек (площадь водосбора менее 2000 км²) при отсутствии карста — по региональной эмпирической формуле.

Для районов Средней Азии, Казахстана, Урало-Эмбинского, а также бассейна р. Егорлык редукционную формулу можно применять для летне-осеннего периода на реках с площадями менее 1000 км² и зимнего — менее 5000 км².

К малым относятся реки, площадь бассейна которых не превышает пределов, указанных в таблице 10.23, а к средним — площадь бассейна которых превышает приведенные в таблице, но не более 75 000 км².

Минимальный 30-дневный модуль стока 80%-ной обеспеченности снимают с карт (приложение к Пособию) для центра тяжести расчетного бассейна путем интерполяции между изолиниями стока.

Переходные коэффициенты от минимальных 30-дневных (средних месячных) расходов воды 80%-ной ежегодной вероятности превышения, а также к минимальным суточным расходам воды определяют по рекам-аналогам.

Коэффициенты для отдельных районов приведены в таблицах 10.24; 10.25.

Минимальный 30-дневный расход воды 80%-ной обеспеченности на реках с площадью водосбора меньшей, чем указано в таблице 10.23, но не менее

**10.23. Наибольшие площади бассейнов малых рек, км²**

| Районы по картам пособия[1] | Летне-осенний период | Зимний период |
|---|---|---|
| А | 1200 | 1200 |
| Б | 1500 | 1500 |
| В | 2000 | 1800 |
| Г | 2500 | 2000 |
| Д | 5000 | 2500 |
| Е | 10 000 | 5000 |

[1] Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоиздат, 1984.

**10.24. Переходные коэффициенты $\lambda_p$ для определения минимальных расходов воды различной обеспеченности**

| Районы по карте пособия | Обеспеченность, % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 75 | 80 | 90 | 95 | 97 |
| 1 | 1,05 | 1 | 0,95 | 0,87 | 0,83 |
| 2 | 1,05 | 1 | 0,87 | 0,8 | 0,75 |
| 3 | 1,06 | 1 | 0,86 | 0,73 | 0,7 |
| 4 | 1,06 | 1 | 0,83 | 0,71 | 0,62 |
| 5 | 1,09 | 1 | 0,8 | 0,63 | 0,54 |
| 6 | 1,14 | 1 | 0,73 | 0,56 | 0,44 |
| *Для бассейна Лены до впадения р. Олекмы, при $A<1000$ км²* | | | | | |
| | 1,05 | 1 | 0,66 | 0,42 | 0,33 |
| *Для эпизодически пересыхающих и промерзающих рек* | | | | | |
| | 1,2 | 1 | 0,45 | 0,15 | 0 |
| *Для бассейнов Иртыша, Ишима, Тобола* | | | | | |
| | 1,2 | 1 | 0,56 | 0,35 | 0 |

20 км² для увлажненных районов и 50 км² для районов недостаточного увлажнения, можно определить по формуле

$$Q_{80\%} = 10^{-3} a (A + A_0)^n, \qquad (10.86)$$

где $Q_{80\%}$ — минимальный 30-дневный расход воды 80%-ной обеспеченности для зимнего или летне-осеннего периода, м³/с; $A$ — площадь бассейна реки, км²; $a$, $n$, $A_0$ — параметры, определяемые в зависимости от географических районов по таблице 10.26.

Если параметр $A_0$ отрицательный, а по абсолютной величине превышает $A$, то $Q_{80\%}$ принимают $=0$.

Для отдельных районов минимальные тридцатисуточные расходы воды 80%-ной обеспеченности определяют по формуле $q_{30}=aH_1^n$, где $H_1$ — средняя высота бассейна, км. Параметры $a$ и $n$ приведены в таблице 10.26.

Минимальные расходы других обеспеченностей находят по таблице 10.24.

Для горных территорий минимальный сток определяют по модулю максимального стока в зависимости от средней высоты бассейна реки. Зависимости строят для однородных по гидрогеологическому строению и одинаковых в отношении направления влагоносных ветров районов.

Минимальный 30-дневный сток 80%-ной обеспеченности для рек горных областей Средней Азии определяют по таблицам, приведенным в пособии.

**10.25. Значения коэффициента $k$ для определения максимального среднесуточного расхода воды 80%-ной обеспеченности**

| Район по карте пособия | Зимний период | Летне-осенний период |
|---|---|---|
| I(1) | 0,90 | 0,90 |
| II(2) | 0,84 | 0,85 |
| III(3) | 0,74 | 0,80 |
| IV(4) | 0,64 | 0,74 |
| V(5) | 0,53 | 0,64 |
| VI(6) | 0,41 | 0,52 |
| VII(7) | 0,25 | 0,45 |
| (8) | — | 0,38 |

Примечание. Римские цифры — номер района для зимнего периода, арабские — для летне-осеннего. Переходные коэффициенты к расходам другой обеспеченности определяют по таблице 10.24.

Минимальный среднемесячный 80%-ной обеспеченности зимний расход воды в истоке реки, вытекающей из озера, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{мес},80\%,\text{оз}} = 0,7Q_{\text{мес},80\%,\text{з}} + 0,26\beta\overline{Q}, \qquad (10.87)$$

где $Q_{\text{мес},80\%,\text{з}}$ — минимальный 30-дневный (среднемесячный) зимний расход воды неозерной реки 80%-ной обеспеченности: $\overline{Q}$ — среднемноголетний годовой расход воды, определяемый по рекомендациям раздела 10.3; $\beta$ — относительная емкость озера

$$\beta = W_s/W, \qquad (10.88)$$

где $W_s$ — емкость озера в пределах многолетней амплитуды колебания уровня воды; $W$ — средний многолетний годовой приток в озеро.

Для расчетных створов, расположенных ниже озера на значительном расстоянии (имеются притоки между расчетным створом и озером), средний многолетний минимальный расход воды определяют сложением поступающего в озеро минимального расхода воды, вычисленного по формуле (10.87), и среднемноголетнего минимального расхода боковой приточности.

Боковую приточность между двумя смежными пунктами на реке определяют в соответствии с рекомендациями, изложенными в разделе 10.2.

**Пересыхание и промерзание рек.** Продолжительность периодов пересыхания и промерзания рек определяют по региональным зависимостям от минимального 30-дневного (среднемесячного) расхода воды.

Для установления наибольшей площади водосбора, при которой наблюдается ежегодное пересыхание в летний период или промерзание в зимний, рекомендуется пользоваться формулой для нахождения указанной площади в тех районах, где параметр $A_0$ (табл. 10.26) равен нулю или имеет отрицательное значение. В формуле (10.86) подставляют различные значения площади водосбора, начиная с 10...15 км², для случая, когда $A_0=0$; для районов с отрицательным значением параметра $A_0$ исходную площадь водосбора принимают равной абсолютному значению $A_0$. Проводя расчет для ряда значений площадей, в качестве наибольшей принимают ту, при которой расход воды, определенный по формуле (10.86), будет выше на 0,001 м³/с.

Длительность пересыхания и промерзания находят построением зависимости $T=f(q_{\text{мес}})$ для данной территории за тот или иной сезон ($T$ — средний период с отсутствием стока на изученных реках; $q_{\text{мес}}$ — модуль минимального среднемесячного или 30-дневного стока).

**Наивысшие уровни воды рек и озер.** При отсутствии данных наблюдений расчетные наивысшие уровни воды рек для свободного состояния русла определяют по максимальному расходу воды расчетной вероятности превышения $p$ % и кривой расходов воды $Q=f(H)$, которую строят с учетом гидравлических и морфометрических характеристик русла и поймы реки в рассматриваемом створе.

## 10.26. Значение параметров $a$, $n$, $A_0$

| Номер района | Зимний период | | | Летне-осенний период | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $a$ | $n$ | $A_0$ | $a$ | $n$ | $A_0$ |
| 1 | 0,00004 | 2,46 | 0 | 2,0 | 1 | 0 |
| 2 | 0,056 | 1,49 | 0 | 10,3 | 0,88 | 0 |
| 3 | 0,76 | 1,19 | 0 | 0,56 | 1,04 | 0 |
| 4 | 0,56 | 1,04 | 0 | 0,050 | 1,44 | 0 |
| 5 | 0,0052 | 1,73 | 0 | 1,14 | 1,08 | 0 |
| 6 | 1,14 | 1,08 | 0 | 0,066 | 1,37 | 0 |
| 7 | 0,065 | 1,37 | 0 | 0,14 | 1,26 | 0 |
| 8 | 0,22 | 1,15 | 0 | 0,005 | 1,68 | 0 |
| 9 | 0,003 | 1,74 | 0 | 1,75 | 1,29 | 0 |
| 10 | 1,75 | 1,29 | 0 | 0,52 | 1,18 | 0 |
| 11 | 0,20 | 1,28 | 0 | 0,11 | 1,28 | 0 |
| 12 | 0,076 | 1,3 | 0 | 0,62 | 1,18 | 0 |
| 13 | 0,71 | 1,12 | 0 | 0,058 | 1,5 | 0 |
| 14 | 0,058 | 1,5 | 0 | 1,46 | 0,66 | 0 |
| 15 | 1,86 | 0,44 | 0 | 1,84 | 0,98 | 0 |
| 16 | 0,82 | 1,08 | 0 | 0,022 | 1,58 | 0 |
| 17 | 0,012 | 1,61 | 0 | 0,026 | 1,63 | 0 |
| 18 | 0,0013 | 2 | 0 | 0,0004 | 1,3 | 0 |
| 19 | 0,0009 | 1,03 | 0 | 0,25 | 1,3 | 0 |
| 20 | 2,19 | 1 | 0 | 0,60 | 1 | 100 |
| 21 | 1,23 | 1,07 | 0 | 0,033 | 1,59 | 0 |
| 22 | 0,87 | 1,11 | 0 | 0,09 | 1,33 | 0 |
| 23 | 0,12 | 1,35 | 0 | 0,12 | 1,26 | 0 |
| 24 | 0,58 | 1,17 | 0 | 0,12 | 1,32 | 0 |
| 25 | 0,11 | 1,29 | 0 | 0,068 | 1,25 | 0 |
| 26 | 0,29 | 1,17 | 0 | 0,025 | 1,44 | 0 |
| 27 | 0,22 | 1,4 | 0 | 3,55 | 0,98 | 0 |
| 28 | 0,23 | 1,27 | 0 | 0,12 | 1,33 | 0 |
| 29 | 0,72 | 1,14 | 0 | 2,05 | 1,02 | 0 |
| 30 | 0,54 | 1,1 | 0 | 0,4 | 1,08 | 0 |
| 31 | 0,22 | 1,18 | 0 | 0,75 | 1,1 | 0 |
| 32 | 0,04 | 1,3 | 0 | 0,22 | 1 | 0 |
| 33 | 3,00 | 0,71 | 0 | 0,18 | 1,27 | 0 |
| 34 | 0,21 | 1,17 | 0 | 0,51 | 0,93 | 0 |
| 35 | 1 | 0,97 | 0 | 1,5 | 0,8 | —700 |
| 36 | 0,11 | 1,13 | 0 | 0,4 | 1,05 | —100 |
| 37 | 4,35 | 0,82 | 0 | 5,25 | 0,81 | 0 |
| 38 | 0,08 | 1,44 | 0 | 1,04 | 0,87 | —110 |
| 39 | 0,07 | 1,40 | 0 | 0,016 | 1,11 | —50 |
| 40 | 0,14 | 1,12 | 0 | 0,19 | 1,27 | 0 |
| 41 | 0,08 | 1,26 | 0 | 1,38 | 0,94 | 0 |
| 42 | 0,008 | 1,17 | —200 | 0 | 0 | 0 |
| 43 | 0,02 | 1,28 | —1000 | 0,02 | 1,49 | 0 |
| 44 | 1 | 0,78 | 0 | 0,003 | 1,28 | —100 |
| 45 | 0 | 0 | 0 | 0,32 | 1,14 | 0 |
| 46 | 0,067 | 1,35 | 0 | 0,01 | 1,33 | —50 |
| 47 | 0,024 | 1,38 | 0 | 0,002 | 1,12 | —500 |
| 48 | 0,05 | 1,24 | 0 | 0,09 | 1,05 | —200 |
| 49 | 0,024 | 1,43 | 0 | 0,0001 | 1,93 | —200 |
| 50 | 0,41 | 1,02 | 0 | 0,03 | 1,06 | —500 |
| 51 | 0,07 | 1,2 | 0 | 0,04 | 1,09 | 0 |
| 52 | 1,8 | 0,91 | 0 | 0,02 | 1,1 | —1000 |
| 53 | 0,02 | 1,3 | 0 | 0,17 | 0,9 | —1000 |
| 54 | 0,2 | 0,96 | —400 | 0,28 | 0,94 | 0 |
| 55 | 0,044 | 1,17 | 0 | 0,64 | 1 | —70 |

*Продолжение*

| Номер района | Зимний период | | | Летне-осенний период | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $a$ | $n$ | $A_0$ | $a$ | $n$ | $A_0$ |
| 56 | 0,007 | 1,3 | 0 | 0,007 | 1,51 | —200 |
| 57 | 0,43 | 0,74 | —800 | 0,14 | 1,66 | —200 |
| 58 | 0,1 | 0,9 | —500 | 0,26 | 1 | 0 |
| 59 | 11,8 | 0,43 | 0 | 0,23 | 1,24 | 0 |
| 60 | 0,14 | 0,94 | 0 | 0,04 | 1,38 | 0 |
| 61 | 2,46 | 0,73 | 0 | 2,02 | 0,9 | 0 |
| 62 | 3,9 | 0,72 | 0 | 0,64 | 1,15 | 0 |
| 63 | 0,88 | 0,85 | —1000 | 2,38 | 1,05 | 0 |
| 64 | 0,7 | 0,84 | —160 | 2,8 | 1,12 | 0 |
| 65 | 1,4 | 0,76 | 0 | 0,93 | 1,12 | 0 |
| 66 | 1,36 | 0,55 | —150 | 0,008 | 1,37 | 0 |
| 67 | 0,15 | 1,08 | 0 | 0,04 | 1,3 | 0 |
| 68 | 5,9 | 0,5 | —100 | 0,24 | 0,85 | —950 |
| 69 | 0,84 | 1,04 | 0 | 1,13 | 0,75 | 0 |
| 70 | 3,1 | 0,73 | 0 | 1,14 | 0,88 | 0 |
| 71 | 0,1 | 1,34 | 0 | 0,011 | 1,31 | 0 |
| 72 | 0,06 | 1,48 | 0 | 0,82 | 1,05 | 0 |
| 73 | 1,42 | 1,16 | —20 | 1,81 | 0,82 | —15 |
| 74 | 9,74 | 0,94 | 0 | 0,063 | 1,2 | —50 |
| 75 | 1,8 | 0,87 | —180 | 0,13 | 1 | 0 |
| 76 | 0,054 | 1,27 | 0 | 4,2 | 0,7 | 0 |
| 77 | 0,018 | 1,34 | —150 | 0,027 | 1,23 | 0 |
| 78 | 12,2 | 0,72 | —10 | 0,10 | 1,32 | 0 |
| 79 | 6,05 | 0,69 | —30 | 3,15 | 1,04 | 0 |
| 80 | 2,54 | 0,64 | —60 | 5,1 | 0,94 | 0 |
| 81 | 0,98 | 1 | 0 | 0,3 | 0,78 | —900 |
| 82 | 0,34 | 1,06 | 0 | 0,9 | 1,11 | —200 |
| 83 | 0,08 | 1,11 | 0 | 2,85 | 0,77 | 0 |
| 84 | 0,65 | 1 | 0 | 1,86 | 0,82 | —800 |
| 85 | 4,05 | 0,88 | 0 | 1,1 | 0,79 | —400 |
| 86 | 0,03 | 1,2 | 0 | 0,05 | 1 | —1000 |
| 87 | 0,67 | 0,9 | —200 | 2,03 | 0,74 | —500 |
| 88 | 0,45 | 1 | 0 | 1,12 | 1 | 0 |
| 89 | 1,95 | 0,98 | 0 | 0,045 | 1,36 | 0 |
| 90 | 5,32 | 0,92 | 0 | 0,26 | 1,18 | 0 |
| 91 | 0,3 | 1,04 | 0 | 0,54 | 1,39 | 0 |
| 92 | 2,69 | 0,74 | 0 | 0,14 | 1,03 | —300 |
| 93 | 0,014 | 1,11 | —900 | 0,15 | 1,15 | 0 |
| 94 | 0,007 | 1,28 | —500 | 0,82 | 1,06 | 0 |
| 95 | 0,13 | 1,06 | 0 | 26,5 | 0,68 | 0 |
| 96 | 0,004 | 1,68 | —33 | 0,59 | 1,15 | 0 |
| 97 | 0,058 | 1,3 | 0 | 0,55 | 1,12 | 0 |
| 98 | 0,22 | 1,2 | 0 | 0,016 | 1,47 | 0 |
| 99 | 0,25 | 1,32 | 0 | 0,55 | 1,05 | 0 |
| 100 | 0,028 | 1,15 | —100 | 0,13 | 1,47 | 0 |
| 101 | 0,82 | 1,13 | 0 | 1,42 | 1,18 | 0 |
| 102 | 0,1 | 1,26 | 0 | 1,72 | 1,04 | 0 |
| 103 | 0,3 | 1,2 | 0 | 0,44 | 1,17 | 0 |
| 104 | 0,027 | 1,43 | —380 | 9,2 | 0,95 | 0 |
| 105 | 6,67 | 0,82 | 0 | 0,98 | 1,04 | 0 |
| 106 | 0,044 | 1,28 | —420 | 2,47 | 1,06 | 0 |
| 107 | 0,21 | 1,16 | —280 | 0,06 | 1,36 | 0 |
| 108 | 1 | 0,9 | 0 | 0,004 | 1,68 | —60 |
| 109 | 0,36 | 1,18 | 0 | 17,1 | 0,97 | —60 |
| 110 | 0,08 | 1,29 | —100 | 0,2 | 1,09 | —300 |
| 111 | 0,23 | 1,29 | 0 | 1,88 | 1,17 | 0 |

*Продолжение*

| Номер района | Зимний период | | | Летне-осенний период | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $a$ | $n$ | $A_0$ | $a$ | $n$ | $A_0$ |
| 112 | 0,01 | 1,93 | 0 | 0,73 | 1,12 | —150 |
| 113 | 4,73 | 1,09 | 0 | 0,077 | 1,32 | 0 |
| 114 | 2,02 | 1,11 | —1000 | 1,59 | 1,06 | 0 |
| 115 | 8,72 | 0,97 | 0 | 0,84 | 1,1 | 0 |
| 116 | 0,75 | 1,16 | —20 | 1,26 | 1,06 | 0 |
| 117 | 0,062 | 1,08 | —270 | 1,74 | 1,12 | 0 |
| 118 | 0,08 | 1,52 | 0 | 2,76 | 1,26 | 0 |
| 119 | 0,004 | 1,5 | —200 | 2,1 | 1,14 | 0 |
| 120 | 0,11 | 1,22 | 0 | 15,6 | 0,95 | 0 |
| 121 | 0,78 | 1,07 | 0 | 27,1 | 0,94 | 0 |
| 122 | 0,28 | 0,83 | 0 | 51,1 | 0,84 | 0 |
| 123 | 0,041 | 1,29 | —100 | 3,82 | 0,96 | —300 |
| 124 | 1,25 | 0,88 | 0 | 0,24 | 1,11 | 0 |
| 125 | 0,55 | 0,94 | —200 | 24,6 | 0,66 | 0 |
| 126 | 0,51 | 1,07 | 0 | 6,38 | 0,9 | 0 |
| 127 | 0,98 | 1,07 | 0 | 0,62 | 1,21 | 0 |
| 128 | 0,15 | 1,12 | —768 | 0,02 | 1,58 | 0 |
| 129 | 0,44 | 1,13 | 0 | 0,9 | 1,16 | 0 |
| 130 | 95,5 | 0,63 | 0 | 3,92 | 0,9 | 0 |
| 131 | — | — | — | 7,35 | 1 | —200 |
| 132 | — | — | — | 4,44 | 1,15 | 0 |
| 133 | 8,25 | 0,66 | —380 | 6,6 | 0,98 | 0 |
| 134 | 31,5 | 0,64 | 0 | 78 | 0,52 | —35 |
| 135 | 8,93 | 0,72 | —60 | 17,8 | 0,9 | 0 |
| 136 | 0,12 | 1,05 | —1000 | 3,22 | 1,08 | 0 |
| 137 | 0,00024 | 1,56 | —109 | 0,041 | 3,81 | 0 |
| 138 | 0,34 | 1,24 | 0 | 11,8 | 0,96 | 0 |
| 139 | 4 | 1,03 | —193 | 5,75 | 1,03 | 0 |
| 140 | 0,02 | 1,43 | 0 | — | — | — |
| 141 | 1,11 | 0,74 | 0 | — | — | — |
| 142 | 0,18 | 1,03 | —351 | — | — | — |
| 143 | 0,028 | 1,25 | 0 | — | — | — |
| 144 | 1,73 | 0,86 | —1000 | — | — | — |
| 145 | 0,025 | 1,49 | —190 | 0,32 | 1,26 | 0 |
| 146 | — | — | — | 2,08 | 1,12 | 0 |
| 147 | — | — | — | 1,02 | 1,09 | 0 |
| 148 | — | — | — | 0,65 | 1,06 | 0 |
| 149 | — | — | — | 0,07 | 1,22 | 0 |
| 150 | — | — | — | 0,14 | 1,08 | 0 |
| 151 | — | — | — | 1,5 | 0,93 | 0 |
| 152 | — | — | — | 2,2 | 1,13 | 0 |
| 153 | — | — | — | — | — | — |
| 154 | — | — | — | — | — | — |
| 155 | — | — | — | 9,75 | 1,04 | 0 |
| 156 | — | — | — | 1,02 | 1,09 | 0 |
| 157 | — | — | — | 0,24 | 1,44 | 0 |
| 158 | — | — | — | Непромерзающие реки | | |
| | | | | 11 | 0,86 | 0 |
| | | | | Промерзающие реки | | |
| | | | | 1,5 | 1,08 | 0 |
| | | | | Реки с повышенной наледностью | | |
| | | | | 15 | 0,86 | 0 |
| | | | | Реки, промерзающие эпизодически | | |
| | | | | 2,3 | 1,08 | 0 |

*Продолжение*

| Номер района | Зимний период | | | Летне-осенний период | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $a$ | $n$ | $A_0$ | $a$ | $n$ | $A_0$ |
| 159 | | | | 10 | 0,91 | 0 |

Для районов 131, 132 зимний и для районов 140...144, 153...154 летний 30-дневный сток 80%-ной обеспеченности рассчитывают по формуле $q_{30}=aH^n$ при следующих параметрах $a$, $n$:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 131 | 1,75 | 2,98 | — | — |
| 132 | 6,50 | —7,29 | — | — |
| 140 | — | — | 0,56 | 2,97 |
| 141 | — | — | 1,25 | 3,5 |
| 142 | — | — | 0,23 | 2,97 |
| 143 | — | — | 1,6 | 5,4 |
| 144 | — | — | 9,12 | 2,2 |
| 153 | — | — | 15,8 | 1,45 |
| 154 | — | — | 9,33 | 0,84 |

Расчетные наивысшие уровни воды весеннего половодья устанавливают с учетом водного и ледового режимов реки.

Расчетные наивысшие уровни воды рек в период ледохода определяют согласно требованиям, изложенным на с. 348 . . . 350. Значения $k_{зим}$ определяют по рекам-аналогам, а при их отсутствии принимают: для малых и средних рек — 0,8 . . . 0,9; для больших рек — 0,91 . . . 0,95.

Заторные поправки к расчетным наивысшим уровням воды для свободного состояния русла устанавливают на основании полевых гидрометеорологических исследований.

При расчете наивысших уровней по расходам воды для небольших промерзающих или пересыхающих водотоков следует учитывать возможность того, что наивысшие уровни воды на них могут наблюдаться при забивке русла снегом или образовании наледей. Подъем уровня воды, вызванный этими явлениями, устанавливают полевыми гидрометеорологическими исследованиями.

Для проточных озер наивысшие расчетные уровни воды определяют по кривой расходов воды $Q=f(H)$ (где $H$ — уровень воды озера) для створа в истоке реки из озера.

Для бессточных озер наивысшие расчетные уровни воды находят по расчетному объему притока $W_p\%$ и кривой $W=f(H)$, где $W$ — объем озера. Значение $W_p\%$ рассчитывают по слою притока в озеро за период половодья или паводков. За начальный уровень принимают наивысший предпаводковый уровень воды озера, устанавливаемый при полевых инженерно-гидрометеорологических изысканиях.

Для ориентировочных расчетов наивысших уровней воды озер можно пользоваться зависимостью

$$\Delta H = \alpha k^{0,5}, \qquad (10.89)$$

где $\Delta H$ — средняя многолетняя амплитуда колебаний уровня воды в озере, см; $\alpha$ — параметр, определяемый по данным наблюдений на соседних морфологически однородных озерах; $k$ — коэффициент, учитывающий интенсивность питания озера, $k=F/S$ (где $F$, $S$ — площадь бассейна озера и его зеркала).

Зависимость (10.89) применима для $k<250$. Для озер Кольского полуострова, Карелии, Прибалтики принимают $\alpha=20$, для озер северных и центральных областей европейской территории СССР $\alpha=32$.

От средней многолетней амплитуды уровней к амплитуде расчетной вероятности превышения переходят от кривой обеспеченности с параметрами $C_s=0$ и $C_v$, установленным по аналогии с соседними изученными озерами.

В расчетные уровни озер вводят поправки на ветровое волнение и нагон.

## 10.5. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ

Цель создания водохранилищ (как это указывалось ранее) — регулирование речного стока для приведения естественного водного режима источника в соответствие с водопотреблением.

Наиболее распространенным является случай регулирования стока в водохранилищах на постоянную из года в год водоотдачу, изменяющуюся лишь внутри года. При работе водохранилища в режиме постоянной отдачи независимо от условий водности года потребителю доставляется постоянный гарантированный объем воды $A_{гар}$; при этом, если водохранилище наполнено до отметки НПУ, а приток к нему превышает потребление, излишки воды сбрасываются вхолостую. При обратном соотношении притока и потребления накопленный запас воды расходуется — осуществляется сработка водохранилища. Восстанавливается запас воды в водохранилище, когда приток к нему превышает водопотребление.

В зависимости от соотношения годовых объемов водопотребления и стока различают сезонно-годовое и многолетнее регулирование речного стока.

При сезонном регулировании сумма годового объема водопотребления и потерь воды на испарение и фильтрацию меньше объема годового стока расчетной обеспеченности.

Необходимость в многолетнем перераспределении речного стока возникает, когда водность года расчетной обеспеченности недостаточна для полного удовлетворения потребности в воде.

В проектной практике обычно определяются и используются следующие характеристики водохранилищ.

*Нормальный подпорный уровень* (НПУ) — наивысший уровень воды в водохранилище, определяющий максимально допустимое накопление воды в нем, применительно к которому рассчитаны сооружения гидроузла с учетом нормальных запасов надежности.

*Форсированный уровень* (ФПУ) — уровень воды над НПУ, до которого временно допускается наполнение водохранилища в период пропуска исключительно многоводных паводков и половодий.

*Уровень навигационной сработки* (УНС) — наинизший уровень воды, до которого допускается сработка водохранилища в период судоходства.

*Уровень мертвого объема* (УМО) — наинизший уровень воды, до которого допускается опорожнение водохранилища в условиях нормальной эксплуатации.

*Полный объем водохранилища* $V$ — объем, заключенный между дном водохранилища и уровнем воды на отметке НПУ.

*Полезный (рабочий) объем водохранилища* $V_{пол}$ — объем, заключенный между уровнями воды на отметках НПУ и УМО.

*Мертвый объем водохранилища* $V_м$ — объем, заключенный между дном и уровнем воды на отметке УМО. Этот объем предназначен для поддержания необходимых минимальных уровней воды и аккумуляции наносов в водохранилище.

*Относительная полезная емкость водохранилища* характеризуется коэффициентом емкости: $\beta = V_{пол}/\overline{W}$, где $V_{пол}$ — полезный объем; $\overline{W}$ — средний многолетний сток.

*Относительная гарантированная отдача* — коэффициент зарегулирования речного стока $\alpha = A_{гар}/\overline{W}$, где $A_{гар}$ — годовой объем гарантированной водоотдачи из водохранилища с учетом потерь на испарение и фильтрацию.

*Кривые объемов и площадей водохранилища* — топографическая характеристика чаши водохранилища, связывающая емкость ($V$) и площадь водного зеркала ($F$) водохранилища с отметками уровня воды в нем ($z$).

Площадь зеркала устанавливают планиметрированием горизонталей на топографических картах масштаба 1 : 10 000 . . . 1 : 50 000.

Объем водохранилища вычисляют (табл. 10.27) последовательным суммированием объемов отдельных слоев, заключенных между двумя смежными горизонталями. Объем слоя воды

$$\Delta V_{1-2} = {}^1/_3 (F_1 + \sqrt{F_1 F_2} + F_2)\Delta h_{2-1}, \qquad (10.90)$$

### 10.27. Пример вычисления координат топографической характеристики чаши водохранилища

| Отметка уровня воды в водохранилище, м | Площадь зеркала воды $F$, тыс. м | $\sqrt{F_1F_2}$, тыс. м² | $\frac{1}{3}(F_1+\sqrt{F_1F_2}+F_2)$, тыс. м² | Высота слоя $\Delta h=z_2-z_1$ | Объем слоя $\Delta V$, млн. м³ | Объем водохранилища $V$, млн. м³ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 0,0 | | | | | 0,0 |
| 25 | 200 | 0,0 | 67 | 5 | 0,34 | 0,34 |
| 30 | 4700 | 970 | 1957 | 5 | 9,8 | 10,14 |
| 35 | 22 136 | 10 200 | 12 345 | 5 | 61,72 | 71,79 |

**Потери воды из водохранилища.** Потери воды на дополнительное испарение возникают, когда испарение с водной поверхности водохранилища превышает испарение с затопленной им суши (включая транспирацию):

$$W_{исп} = (h_в - h_с)\,(F_{ср} - f), \qquad (10.91)$$

где $W_{исп}$ — объем воды, теряемой ежегодно на дополнительное испарение; $h_в$ — годовой слой испарения с водной поверхности; $h_с$ — годовой слой испарения с суши; $F_{ср}$ — средняя площадь зеркала водохранилища за период сработки; $f$ — площадь зеркала реки в естественных условиях (до создания водохранилища).

Годовой объем потерь воды на дополнительное испарение при многолетнем регулировании стока оценивают по среднемноголетним значениям $h_в$ и $h_с$; при сезонном регулировании слой дополнительного испарения определяется условиями засушливого года обеспеченностью $100—p$.

Среднюю площадь зеркала водохранилища в первом приближении можно определить по кривым $F=f(z)$ и $V=f(z)$ в соответствии с расчетным наполнением водохранилища

$$V_{расч} = V_м + 0{,}6V_{пол}. \qquad (10.92)$$

Внутригодовое распределение дополнительных потерь стока на испарение вычисляют по месячным разностям $(h_в—h_с)$ и среднемесячным площадям водного зеркала $F$, соответствующим сработке водохранилища в маловодном году расчетной обеспеченности.

*Потери воды* из водохранилища на фильтрацию состоят из потерь через ложе и борта в обход сооружений гидроузла и потерь через неплотности затворов водопропускных сооружений.

При отсутствии данных специальных гидрогеологических исследований на предварительных стадиях проектирования можно принять следующие значения слоя потерь в зависимости от геологических условий чаши водохранилища: хорошие условия — 0,5 м/год (1...2 мм/сут); средние условия — 0,5...1 м/год (2...3 мм/сут); плохие условия — 1...2 м/год (3...4 мм/сут).

Годовой объем потерь воды на фильтрацию определяют по средней площади водного зеркала за период сработки водохранилища; внутригодовое распределение — по месячным интервалам, в зависимости от изменения площади зеркала при сработке водохранилища.

Основной объем фильтрационных потерь поступает в нижний бьеф гидроузла, и поэтому для водопользователей, расположенных ниже гидроузла, расход воды на фильтрацию не является потерей и его прибавляют к зарегулированному пропуску из водохранилища.

*Потери воды на льдообразование* в зимний период являются временными потерями воды. Они связаны с невозможностью использования льда, осевшего на берегах во время зимней сработки водохранилища.

Суммарный объем потерь на льдообразование за зимний период

$$W_л = 0{,}9h_л\,(F_1 - F_2), \qquad (10.93)$$

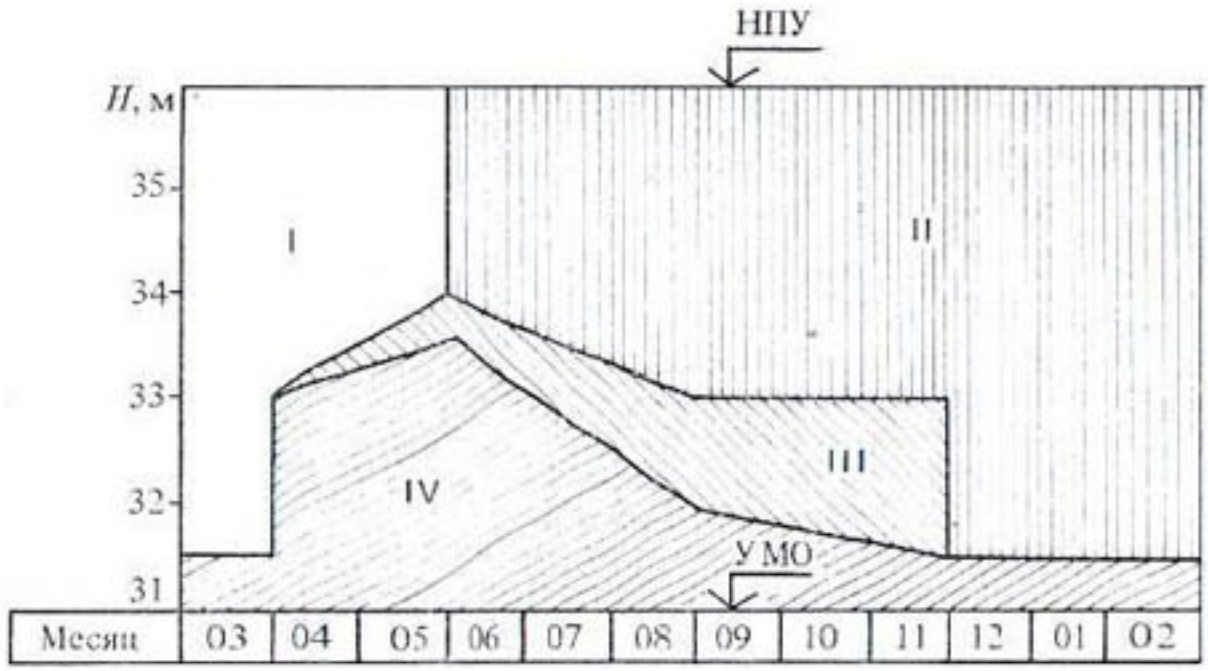



Рис. 10.7. Диспетчерский график работы Цимлянского водохранилища:
*I* — зона рыбохозяйственного попуска, назначаемого с учетом прогноза объема половодья; *II* — зона водоподачи по полной норме; *III* — зона ограничения водоподачи на 15%; *IV* — то же на 25%.

где $F_1$ и $F_2$ — площадь зеркала водохранилища в начале ледостава и перед весенним половодьем, тыс. м²; $h_л$ — средняя толщина льда за период зимней сработки водохранилища, м.

**Водохозяйственные расчеты по календарным гидрологическим рядам.** Для определения регулирующего эффекта водохранилища, построения зависимости гарантированной водоотдачи от полезной емкости и назначения рациональных правил использования водных ресурсов выполняют водохозяйственные расчеты.

Наиболее распространенный водохозяйственный расчет — календарный, в котором используется последовательность расходов воды, измеренных в реке за период наблюдений за ее стоком, то есть календарный гидрологический ряд. При этом обычно рассматривается не календарный год с января по декабрь, а водохозяйственный — с начала половодья до конца межени, например с марта по февраль, с апреля по март, с мая по апрель. Реже применяют разрезку с начала межени.

Основные правила регулирования стока водохранилищами обычно имеют вид диспетчерских графиков. На этих графиках по оси ординат откладывают объемы водохранилища или соответствующие им уровни верхнего бьефа, а по оси абсцисс — время года. Координатное поле диспетчерского графика разделено на несколько зон, каждой из которых соответствует определенный режим работы водохранилища.

Диспетчерский график, используемый для проектных расчетов, должен быть построен таким образом, чтобы обеспечить: нормативную надежность гарантированной водоотдачи; постепенное уменьшение водоотдачи в крайне маловодных условиях, выходящих за пределы нормативной надежности.

Для построения диспетчерского графика на основании анализа исходной гидрологической информации отбирают наиболее неблагоприятные модели внутригодового и многолетнего распределения стока (3...5 лет). Объемы стока за период межени этих лет приводят к обеспеченности отдачи $p$ (обычно 90...95%) при такой же обеспеченности годового стока, а сток половодья — к обеспеченности 100—$p$ (обычно 5...10%).

Диспетчерский график работы Цимлянского водохранилища комплексного назначения (для нужд орошения, рыбного хозяйства, промышленности и коммунального хозяйства, водного транспорта, санитарной охраны и энергетики) приведен на рисунке 10.7. Водоподачу для нужд всех потребителей (кроме рыбохозяйственных попусков) и санитарные попуски назначают по полной или сниженной на 15 или 25% норме в зависимости от положения уровня воды в водохранилище. Объем рыбохозяйственного попуска назнача-

ют в соответствии с запасом воды в водохранилище к концу зимней межени и прогнозом притока за апрель — июнь.

**Расчет водоотдачи по обобщенным параметрам стока.** При рассмотрении большого числа вариантов параметров гидроузла (объем водохранилища, гарантированная отдача, расчетная обеспеченность отдачи) целесообразно использовать обобщенный метод расчета, менее трудоемкий, чем по календарному ряду. Этот метод позволяет построить зависимость гарантированной отдачи $A_{гар}$ или относительной отдачи $\alpha$ от полезного объема водохранилища при известных норме годового стока и коэффициенте его изменчивости. Полезный объем водохранилища условно разделяют на две составляющие: сезонную и многолетнюю. При этом используют кривые зависимости относительной гарантированной водоотдачи или коэффициента регулирования стока $\alpha A_{гар}/\overline{W}$ от относительного полезного объема водохранилища $\beta = V_{пол}/\overline{W}$.

Сезонная составляющая полезного объема водохранилища многолетнего регулирования стока предназначена для внутригодового перераспределения стока лет с годовым стоком, достаточным для удовлетворения расчетной потребности в воде в соответствии с графиком водопотребления. Расчет сезонной составляющей $\beta_{сез}$ выполняют по формуле

$$\beta_{сез} = \alpha t - m + m \frac{1 - k_{pм}}{1 - k_{pг}} (1 - \alpha), \qquad (10.94)$$

где $t$ — средняя длительность межени (период года, в течение которого объем водопотребления превышает сток реки), в долях года; $m$ — средняя многолетняя доля стока межени в годовом стоке; $k_{p\,м}$ — модульный коэффициент, соответствующий объему меженного стока при обеспеченности $p$, равной обеспеченности гарантированной водоотдачи; $k_{p\,г}$ — модульный коэффициент, соответствующий объему годового стока при той же обеспеченности $p$.

Если значения коэффициентов изменчивости годового $C_{v\,г}$ и меженного $C_{v\,м}$ стоков близки, то можно считать $k_{p\,м} = k_{p\,г}$. Тогда формула упрощается и приобретает вид

$$\beta_{сез} = \alpha (t - m). \qquad (10.95)$$

Если водоотдача внутри года неравномерна, например за меженный период на 20% больше, чем в среднем за год, то в произведение $\alpha t$ вводят соответствующую поправку $\varphi$ (в данном случае $\varphi = 1{,}2$).

Многолетняя составляющая полезного объема водохранилища служит для выравнивания годовых величин стока — в соответствии с размерами гарантированной водоотдачи брутто. Для определения $\beta_м$ в зависимости от значений параметров стока, коэффициента регулирования и коэффициента корреляции между объемами годового стока смежных лет $r$ пользуются графиками Я. Ф. Плешкова ($r = 0$), И. В. Гуглия ($r = 0{,}3$), А. Ш. Резниковского (для ряда сочетаний $C_s = C_v$ и $r$). Графики Я. Ф. Плешкова и И. В. Гуглия приведены на рисунке 10.8.

При сезонном регулировании стока необходимый регулирующий объем водохранилища можно определить на основе сопоставления режимов внутригодового распределения водопотребления и речного стока в годы пониженной водности. Такое сопоставление удобно проводить в относительных величинах. Месячное водопотребление выражают в долях от суммарного водопотребления за год. Затем из числа маловодных лет со стоком, близким к годовому расчетной обеспеченности, выбирают 3...4 модели внутригодового распределения стока. Объемы стока за месячные интервалы выражают в долях от стока за год.

Сопоставление относительных величин стока и потребления позволяет определить границы периода дефицита (расчетной продолжительности межени). Календарный период расчетной межени зависит от режима водопотребления и может не совпадать с гидрологической меженью.

После установления календарных границ расчетной межени на основе имеющихся данных наблюдений за стоком вычисляют параметры стока расчетной межени: среднее значение $\overline{M}$ и коэффициент изменчивости $C_{v\,м}$, по которым рассчитывают объем стока межени расчетной обеспеченности $M_p$.

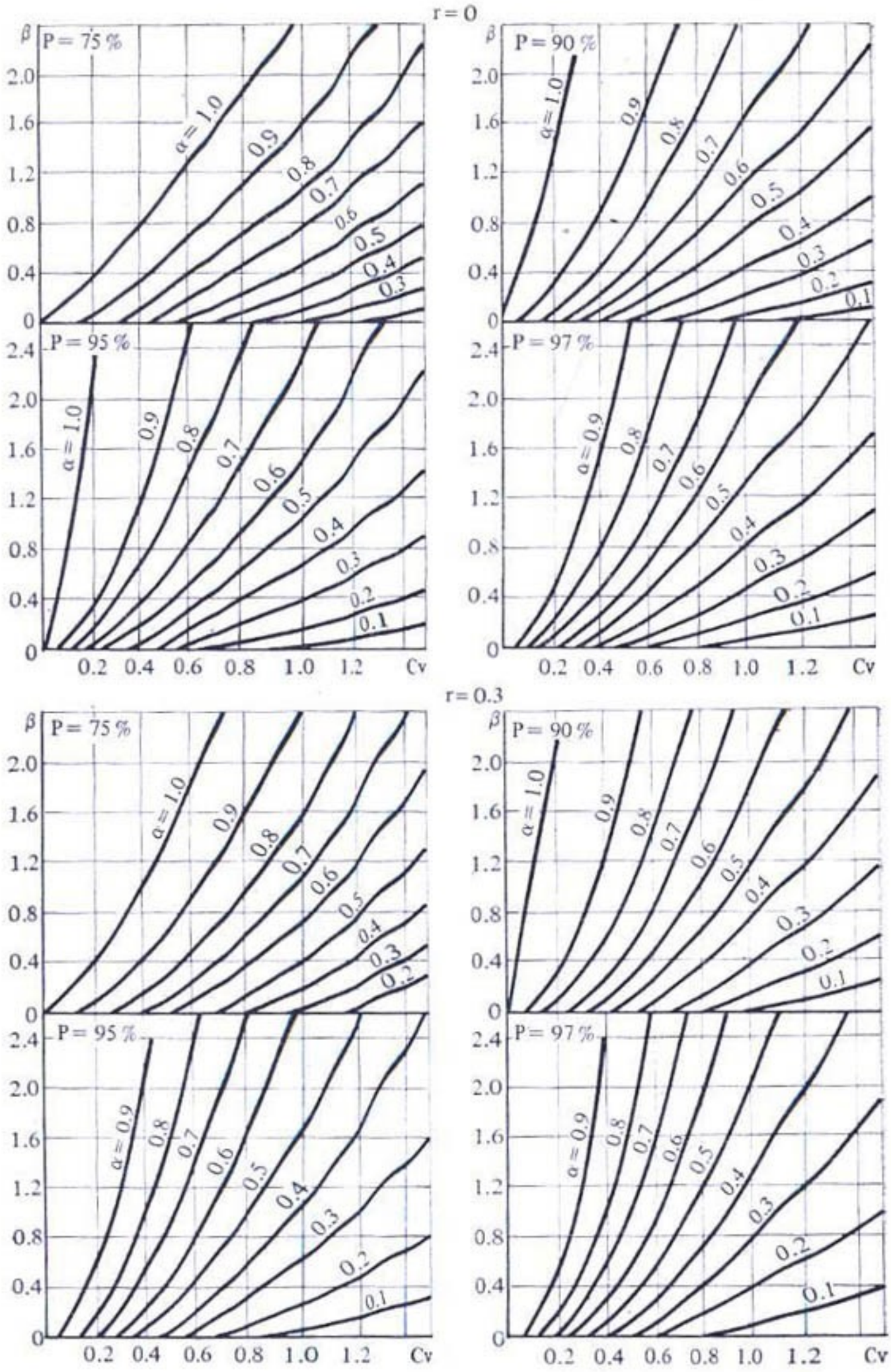



Рис. 10.8. Номограммы для определения многолетней составляющей полезной емкости водохранилища

Полезную емкость водохранилища сезонного регулирования определяют по разности

$$V_с = П_м^{бр} - M_p, \qquad (10.96)$$

где $П^{бр}_м$ — водопотребление за расчетную межень (за период дефицита) с учетом потерь стока на испарение и фильтрацию; $M_p$ — объем стока межени расчетной обеспеченности.

На стадии предварительных расчетов емкость водохранилища сезонного регулирования вычисляют упрощенным способом по формуле

$$V_с = W_p d_{max}, \qquad (10.97)$$

где $W_p$ — объем стока за год расчетной обеспеченности; $d_{max}$ — максимальный относительный дефицит стока за период расчетной межени.

Максимальный относительный дефицит устанавливают сопоставлением относительных величин стока и водопотребления. Из нескольких моделей внутригодового распределения стока за годы, близкие к расчетной обеспеченности, выбирают модель с максимальной суммарной разностью ежемесячных относительных величин стока и потребления

$$d_{max} = \Sigma (C_i - m_i), \qquad (10.98)$$

где $C_i$ — относительное водопотребление за месяц; $m_i$ — относительный сток за месяц.

Одна из основных исходных характеристик регулирования стока, существенно влияющая на параметры водохранилища, — обеспеченность водоотдачи $p$. Она задается в зависимости от вида водопользования, в интересах которого создается водохранилище. Для удовлетворения требований нескольких водопользователей или при целесообразности поддержания сниженной отдачи за пределами расчетной обеспеченности $p$ устанавливают так называемую приведенную обеспеченность гарантированной водоотдачи $p_{пр}$, которая учитывает значения и обеспеченность нормальной и урезанной водоотдачи. $p_{пр}$ можно определить по приближенной формуле С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля

$$p_{пр} = p_1 + (p_2 - p_1)\, \alpha_2/\alpha_1, \qquad (10.99)$$

где $p_1$ — обеспеченность нормальной водоотдачи $\alpha_1$, принимаемой за единицу; $p_2$ — обеспеченность пониженной водоотдачи $\alpha_2$.

Так, при обеспеченности нормальной водоотдачи $p_1 = 75\%$ и урезке ее в диапазоне 75...95% и 20%, то есть при $\alpha_2 = 0{,}8$, приведенная обеспеченность гарантированной водоотдачи

$$p_{пр} = 75\,\% + 0{,}8\,(95\,\% - 75\,\%) = 91\,\%.$$

Аналогично может быть определена приведенная обеспеченность гарантированной водоотдачи при трехступенном плане использования водных ресурсов водохранилища. Тогда

$$p_{пр} = p_1 + (p_2 - p_1)\, \alpha_2/\alpha_1 + (p_3 - p_2)\, \alpha_3/\alpha_2. \qquad (10.100)$$

Если в приведенный выше пример ввести ограничение отдачи в диапазоне обеспеченностей 95...100% еще на 20%, то есть на 40% по сравнению с полной, то приведенная обеспеченность отдачи повысится до 95%

$$p_{пр} = 75\,\% + 0{,}8\,(95\,\% - 75\,\%) + 0{,}6/0{,}8\,(100\,\% - 95\,\%) = 95\,\%.$$

**Расчет водохранилища компенсированного регулирования стока.** Компенсированное регулирование стока обеспечивает возможность наиболее полного и экономичного использования водных ресурсов.

Водохранилище-компенсатор работает совместно с водозаборным гидроузлом, сооружаемым обычно близ водопотребителя. Водопотребление удовлетворяется в первую очередь за счет использования незарегулированного стока, формирующегося на площади водосбора, расположенной между створами регулирующего и водозаборного гидроузлов. В периоды, когда стока

10.28. **Продолжительность критического периода сработки водохранилища $n$, лет**

| Режим регулирования стока | Изменчивость годового стока, $C_v$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| Многолетнее | | | | |
| $\alpha \geqslant 0{,}9$ | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $\alpha < 0{,}9$ | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Сезонное | Межень | Межень | Межень | Межень |

боковой приточности для полного удовлетворения потребления недостаточно, дополнительное количество воды подается из водохранилища.

Степень использования стока боковой приточности зависит от размеров и режима водопотребления, водности года и внутригодового распределения стока.

Полезную емкость водохранилища выбирают такую, чтобы обеспечить с заданной надежностью подачу воды потребителю с учетом колебаний притока к водохранилищу и используемых объемов стока боковой приточности. Детальный расчет основных параметров водохранилища-компенсатора представляет значительные трудности и связан с выполнением большого объема вычислений.

Эффект компенсированного режима работы водохранилища рекомендуется учитывать при условии, что среднемноголетний сток боковой приточности составляет не менее четверти среднего многолетнего притока к водохранилищу

$$\overline{W}_{\text{бп}} > 0{,}25\overline{W}_{\text{вод}}.$$

Гарантированную отдачу нетто в створе водозаборного гидроузла можно принять равной сумме гарантированной отдачи нетто водохранилища-компенсатора $A^{\text{нт}}{}_{\text{комп}}$ и используемой части стока боковой приточности за критический период сработки водохранилища $W^{\text{исп}}{}_{p}$ в условиях водности расчетной обеспеченности

$$A_{\text{сум}} = A^{\text{нт}}{}_{\text{комп}} + W^{\text{исп}}{}_{p}. \qquad (10.101)$$

Используемый сток боковой приточности оценивают сопоставлением месячных объемов стока боковой приточности и потребления в условиях водности, соответствующей критическому периоду сработки водохранилища с учетом внутримесячной неравномерности притока и потребления.

Продолжительность критического периода сработки водохранилища зависит от режима регулирования и изменчивости годового стока (табл. 10.28).

При многолетнем регулировании стока среднегодовой сток боковой приточности за критический период сработки водохранилища определяют с учетом коэффициента изменчивости стока $n$-летия и расчетной обеспеченности водоподачи

$$W^{n}{}_{p} = k^{n}{}_{p}\overline{W}_{\text{бп}}. \qquad (10.102)$$

Модульный коэффициент стока $k^{n}{}_{p}$ принимают (по таблицам Фостера-Рыбкина) в соответствии с коэффициентом изменчивости стока $n$-летия

$$C^{\text{бп}}{}_{v_n} = C^{\text{бп}}{}_{v}/\sqrt{n}, \qquad (10.103)$$

где $n$ — продолжительность критического периода сработки водохранилища.

Модель внутригодового распределения стока боковой приточности выбирают из числа реальных гидрографов стока умеренно маловодных лет. При высоких коэффициентах регулирования ($\alpha$=0,9) в качестве расчетной модели можно принимать внутригодовое распределение стока среднего по

водности года. При сезонном регулировании стока используемую боковую приточность оценивают по стоку межени расчетной обеспеченности.

Полезный объем водохранилища-компенсатора при многолетнем регулировании стока зависит от изменчивости притока к водохранилищу, а также от годовых и сезонных колебаний компенсирующих попусков. Их влияние на емкость водохранилища рекомендуется учитывать введением поправки в величину изменчивости годового стока. В тех случаях, когда среднемноголетний сток боковой приточности больше или равен притоку к водохранилищу ($\overline{W}_{бп} \geqslant \overline{W}_{вод}$), коэффициент изменчивости годового притока к водохранилищу увеличивают на 10%

При обработке соотношения $\overline{W}_{бп} \leqslant \overline{W}_{вод}$ поправку в величину изменчивости годового стока не вводят.

Коэффициент регулирования стока водохранилищем-компенсатором в первом приближении вычисляют по величине гарантированной отдачи нетто

$$\alpha = A_{гар}/\overline{W}_{вод} = (П - W^{исп}{}_{бп})/\overline{W}_{вод}, \qquad (10.104)$$

где $П$ — потребление воды в створе водозаборного гидроузла; $W^{исп}{}_{бп}$ — используемый сток боковой приточности.

Относительную величину сезонной составляющей полезного объема водохранилища многолетнего регулирования определяют с учетом внутригодовой неравномерности компенсирующих попусков по формуле

$$\beta_c = \alpha\,(c - m), \qquad (10.105)$$

где $c$ — суммарный относительный попуск за период дефицита (в долях от годового объема); $m$ — относительный приток к водохранилищу за период дефицита.

Суммарный относительный дефицит ($c$—$m$) находят сопоставлением расчетного внутригодового распределения притока к водохранилищу и режима компенсирующих попусков, выраженных в долях от их годового объема.

Многолетнюю составляющую полезной емкости определяют по номограммам (см. рис. 10.8) с учетом расчетного значения коэффициента изменчивости годового стока $C_v$ и коэффициента корреляции между стоком смежных лет $r$.

Установленные в первом приближении размеры полезной емкости позволяют оценить потери стока на испарение и фильтрацию. Окончательно полезную емкость водохранилища оценивают с учетом отдачи брутто.

**Расчеты каскадов водохранилищ***. Методика обобщенных расчетов гарантированной водоотдачи каскада проектируемых водохранилищ зависит от степени регулирования речного стока каждым водохранилищем. Порядок расчетов описан ниже.

1. Гарантированную водоотдачу верхней ступени каскада $q_{гар.в}$ определяют так же, как и для изолированного водохранилища.

2. Гарантированная водоотдача нижней ступени $q_{гар.н}$ и суммарная водоотдача каскада из двух водохранилищ полезным объемом $V_в$ и $V_н$ зависят от соотношения гарантированных водоотдач $\alpha_в$ и $\alpha_п$ или относительных $\beta_в$ и $\beta_н$ полезных объемов верхнего и нижнего водохранилищ, вычисляемых по формулам

$$\alpha_в = q_{гар.в}/\overline{Q}_в; \quad \alpha_п = q_{гар.н}/\overline{Q}_{бп}; \qquad (10.106)$$

$$\alpha_в = V_в/\overline{W}_в; \quad \beta_н = V_н/\overline{W}_{бп}. \qquad (10.107)$$

В качестве среднего многолетнего стока $\overline{W}_в$ (или расхода воды $\overline{Q}_п$) в створе верхнего гидроузла и боковой приточности $\overline{W}_{бп}$ (или $\overline{Q}_{бп}$) между образующими водохранилища гидроузлами можно использовать как естественный, так и расчетный бытовой сток, то есть искаженный верховым безвозвратным водопотреблением и регулированием. Относительный полезный

---

* Раздел написан при участии канд. техн. наук К. Н. Бестужевой.

объем водохранилища сезонного регулирования стока определяют по формуле

$$\beta_{сез}=\alpha t - mk_{рг}. \quad (10.108)$$

Если $\alpha_в<\alpha_н$ или $\beta_в<\beta_н$, то нижнее водохранилище может дополнительно зарегулировать сток, контролируемый створом верхнего гидроузла. В этом случае сначала определяют суммарную гарантированную водоотдачу верхнего и нижнего водохранилищ относительно суммы их полезных объемов и полного стока в створе нижнего гидроузла:

$$\beta_\Sigma=(V_в+V_н)/\overline{W}_н, \quad (10.109)$$

где $\overline{W}_н$ — средний многолетний сток реки в нижнем створе.

По кривой $\alpha_\Sigma=f(\beta_\Sigma)$ устанавливают $\alpha_\Sigma$, а затем определяют зарегулированный расход $q_{гар\Sigma}$ брутто и нетто. При этом $q_{гар.н}=q_{гар\Sigma}-q_{гар.в}$.

Если $\alpha_в>\alpha_н$, то при определении $q_{гар.н}$ каскада условно принимают, что нижнее водохранилище осуществляет регулирование лишь боковой приточности между створами верхнего и нижнего гидроузлов, а зарегулированные расходы, поступающие в нижний бьеф верхнего гидроузла, через нижнее водохранилище (и гидроузел) проходят транзитом.

В этом случае вычисляют $\beta_н=V_н/W_{бн}$, а затем, используя кривую $\alpha_н=f(\beta_н)$, определяют $\alpha_н$ и $q_{гар.н}$.

3. Гарантированную водоотдачу каскада из трех и более водохранилищ рекомендуют устанавливать на основе вышеизложенной методики следующим образом.

Определяют гарантированную водоотдачу верхнего, первого водохранилища, а затем суммарную гарантированную водоотдачу первого и второго водохранилищ, которые при сопоставлении с третьим уже рассматриваются как одно верхнее водохранилище.

4. Гарантированную водоотдачу проектируемого водохранилища в составе эксплуатирующегося каскада определяют только как прирост суммарной гарантированной водоотдачи всего каскада за счет проектируемого водохранилища. При этом следует иметь в виду, что чем больше $\alpha_\Sigma$ и $\beta_\Sigma$, тем меньше прирост гарантированной водоотдачи за счет дополнительной полезной емкости водохранилищ. Например, если при $\alpha_\Sigma=0{,}7\ldots0{,}8$ прирост гарантированной водоотдачи обычно сопоставим с дополнительной полезной емкостью водохранилищ, то при $\alpha_\Sigma=0{,}9\ldots0{,}95$ он может составить лишь $10\ldots15\%$ этого объема.

Рекомендуется в качестве максимально возможного использовать $\alpha_\Sigma=0{,}9$. Повышение $\alpha$ сверх этого значения приводит к неустойчивому, ненадежному регулированию стока водохранилищами.

*Примеры расчетов гарантированной водоотдачи.* 1. Изолированная работа водохранилищ, расположенных на одной реке. Исходные гидрологические данные приведены в таблице 10.29. Годовой слой потерь воды на дополнительное испарение из водохранилищ оценивается в 300 мм.

**10.29. Гидрологические данные по водохранилищам**

| Показатель | Верхнее водохранилище | Боковая приточность | Нижнее водохранилище |
|---|---|---|---|
| Средний многолетний сток $\overline{W}$, км³ | 10,95 | 17,01 | 27,96 |
| Средний многолетний расход воды $\overline{Q}$, м³/с | 347 | 539 | 886 |
| Коэффициент изменчивости $C_{Vг}=C_{Vмеж}$ | 0,4 | 0,17 | 0,25 |
| Коэффициент корреляции между стоком смежных лет $r$ | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Доля стока межени в годовом стоке $m$ | 0,003 | 0,055 | 0,055 |
| Продолжительность межени $t$, мес | 6 | 6 | 6 |
| То же, в долях года $t$ | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

Зависимость гарантированной водоотдачи каждого водохранилища от его полезного объема для вариантов строительства и эксплуатации в первую очередь только одного гидроузла (верхнего или нижнего) приведена в таблице 10.30.

**10.30. Зависимость объемов водохранилищ от коэффициента регулирования стока $\alpha$**

| $\alpha$ | Верхнее водохранилище | | | | Нижнее водохранилище | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\beta_{сез}$ | $\beta_{мн}$ | $\beta_{\Sigma}$ | $V_{пол}$, км³ | $\beta_{сез}$ | $\beta_{мн}$ | $\beta_{\Sigma}$ | $V_{пол}$, км³ |
| 0,5 | 0,248 | 0 | 0,248 | 2,717 | 0,222 | 0 | 0,222 | 6,207 |
| 0,6 | 0,298 | 0,08 | 0,378 | 4,139 | 0,267 | 0 | 0,267 | 7,465 |
| 0,7 | 0,348 | 0,25 | 0,598 | 6,548 | 0,311 | 0 | 0,311 | 8,966 |
| 0,8 | 0,398 | 0,55 | 0,948 | 10,381 | 0,356 | 0,14 | 0,496 | 13,868 |
| 0,85 | 0,422 | 0,82 | 1,242 | 13,600 | 0,378 | 0,30 | 0,678 | 18,957 |
| 0,9 | 0,447 | 1,20 | 1,647 | 18,035 | 0,400 | 0,42 | 0,820 | 22,972 |
| 0,95 | 0,472 | 2,40 | 2,872 | 31,448 | 0,423 | 1,15 | 1,573 | 43,981 |

При этом сезонная составляющая объема $\beta_{сез}=\alpha(t-m)$ для верхнего водохранилища выражается зависимостью $\beta_{сез}=0{,}497\,\alpha$, для нижнего — $\beta_{сез}=0{,}445\,\alpha$. Многолетнюю составляющую полезного объема определяют по номограмме $\beta_{мн}=f(\alpha, C_{V\,г}, r, p)$ для обеспеченности водоотдачи $p=95\%$.

Расчет гарантированной водоотдачи для каждого из четырех рассмотренных вариантов отметки НПУ приведен ниже.

**Пример обобщенного расчета водоотдачи изолированных водохранилищ**

| Показатель | Верхний гидроузел при НПУ, м | | | | Нижний гидроузел при НПУ, м | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 480 | 500 | 520 | 540 | 340 | 360 | 380 | 400 |
| Полный объем водохранилища $V$, км³ | 3,08 | 8 | 18,04 | 33 | 11,36 | 15,6 | 20,86 | 28,32 |
| Мертвый объем $V_{мо}$, км³ | 2 | 3,08 | 8 | 12 | 4,9 | 7,96 | 10,5 | 14,92 |
| Полезный объем $V_{пол}$, км³ | 1,08 | 4,92 | 10,04 | 21 | 6,46 | 7,64 | 10,36 | 13,4 |
| Относительный полезный объем $\beta$ | 0,1 | 0,45 | 0,92 | 1,92 | 0,23 | 0,27 | 0,37 | 0,48 |
| Гарантированная водоотдача брутто $\alpha$ 95% | 0,19 | 0,61 | 0,74 | 0,86 | 0,49 | 0,57 | 0,67 | 0,72 |
| Гарантированная водоотдача брутто $q_{гар.бр}$ 95%, м³/с | 66 | 212 | 257 | 298 | 434 | 505 | 594 | 638 |
| Расчетный полезный объем водохранилищ $V_{рп}=0{,}55\,V_{пол}$, км³ | 0,59 | 2,72 | 5,52 | 11,55 | 3,55 | 4,2 | 5,7 | 7,37 |
| Расчетный полный объем водохранилищ $V_{р}=V_{мо}+0{,}55\,V_{рп}$, км³ | 2,59 | 5,8 | 13,52 | 23,55 | 8,45 | 12,16 | 16,2 | 22,29 |

*Продолжение*

| Показатель | Верхний гидроузел при НПУ, м | | | | Нижний гидроузел при НПУ, м | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 480 | 500 | 520 | 540 | 340 | 360 | 380 | 400 |
| Расчетный уровень водохранилища $z_р$, м | 475 | 490 | 514 | 528 | 323 | 344 | 363 | 383 |
| Расчетная площадь зеркала водохранилища $F_р = fz_р$, км² | 200 | 300 | 640 | 920 | 158 | 204 | 244 | 325 |
| Расход потерь на дополнительное испарение $\Delta q_и$, м³/с | 2 | 3 | 6 | 9 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Расход потерь на фильтрацию через гидроузел $\Delta q_ф$, м³/с | 3 | 5 | 8 | 11 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Гарантированная водоотдача нетто $q_{гар.н}$ 95%, м³/с | 61 | 204 | 243 | 278 | 431 | 499 | 586 | 627 |

2. Совместная работа каскада из двух водохранилищ. Рассматривают совместную работу нижнего водохранилища при НПУ 340 м и $V_{пол}=6{,}46$ км³ с верхним при НПУ 540 м и $V_{пол}=21$ км³. Нижнее водохранилище ведет менее глубокое регулирование стока, чем верхнее ($\alpha_в > \alpha_н$), поэтому его гарантированную водоотдачу определяют относительно стока с частного водосбора между гидроузлами $\overline{W}_{бп}$. Расчет приведен ниже.

**Пример расчета водоотдачи совместно работающих водохранилищ**

| Показатель | Значение показателя |
|---|---|
| Средний многолетний расход воды в створе верхнего гидроузла $\overline{Q}_в$, м³/с | 347 |
| Средний многолетний расход боковой приточности между створами гидроузлов $\overline{Q}_{оп}$, м³/с | 539 |
| Коэффициент зарегулирования стока верхним водохранилищем $\alpha_в$ | 0,86 |
| Коэффициент зарегулирования боковой приточности нижним водохранилищем $\alpha_н$ | 0,68 |
| Гарантированная водоотдача брутто верхнего водохранилища $q_{гар.бр}$ 95%, м³/с | 298 |
| То же, нетто | 278 |
| Гарантированная водоотдача брутто нижнего водохранилища $q_{гар.бр}$ 95%, м³/с | 366 |
| То же, нетто | 363 |

**Расчет емкости бассейна суточного регулирования.** Подачу воды по крупным магистральным каналам, из которых ее забирают во внутрихозяйственную сеть, осуществляют обычно с постоянным расходом. Расход воды в магистральном канале и продолжительность водоподачи с неизменным расходом определяют по суммарному водопотреблению оросительной системы в предположении круглосуточного полива земель.

Фактическая продолжительность полива может составлять лишь часть суток (12...16 ч). В связи с этим часть воды, поступающей во внутрихозяйственную сеть из магистрального канала, не подается на поля, а сбрасывается в концевых участках в коллекторную сеть.

Для повышения КПД системы орошения в пределах внутрихозяйствен-

ной сети (желательно в голове ее) целесообразно устраивать бассейн суточного регулирования, обеспечивающий более полное использование воды.

В первом приближении необходимую емкость бассейна суточного регулирования ($V_{сут}$) можно установить исходя из условий использования воды в месяц с максимальным водопотреблением

$$V_{сут} = (c_{max} П/30)\,(1 - T/24), \qquad (10.106)$$

где $c_{max}$ — относительное водопотребление оросительной системы в месяц с максимальной потребностью, в долях от годового объема; $П$ — годовой объем водоподачи, млн. м³; $T$ — продолжительность поливов в течение суток, ч.

*Пример расчета.* Определить размеры бассейна суточного регулирования $V_{сут}$.

Годовой объем водопотребления оросительной системы, забирающий воду из магистрального канала, составляет 4 млн. м³. Внутригодовое распределение водоподачи $c_i$ по месяцам приведено ниже

| Месяц | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | Год |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $c_i$ | 0,05 | 0,25 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 1 |

Продолжительность поливов в течение суток $T=16$ ч.

$$V_{сут} = (0{,}4 \cdot 4000 \cdot 10^3/30)\,(1 - 16/24) = 1600 \cdot 10^3/30 \cdot (1 - 0{,}67) =$$
$$= 17{,}6 \cdot 10^3 \text{ м}^3.$$

**Расчет первоначального наполнения водохранилища.** Срок ввода гидроузла во временную или нормальную эксплуатацию часто зависит от длительности первоначального наполнения водохранилища, которая может измеряться месяцами или годами.

Расчеты первоначального наполнения водохранилища выполняют, как правило, применительно к многоводным и маловодным условиям. По многоводным условиям устанавливают сроки строительства подпорных и водопропускных сооружений, по средним и маловодным — отдачу водохранилищ в период временной эксплуатации и сроки начала нормального функционирования гидроузла. Водохозяйственные расчеты для периода начального наполнения водохранилища выполняют балансовым методом по календарным или смоделированным рядам расходов воды. При этом приток в водохранилище либо принимают таким же, как в характерные по водности годы и периоды, имевшие место в прошлом, либо моделируют применительно к серии лет заданной обеспеченности. Последний способ используют прежде всего для крупных водохранилищ, наполнить которые можно лишь за несколько лет.

При моделировании притока изменчивость суммарного стока периода из $n$ лет $C_{v_n}$ определяют по формуле

$$C_{v_n} = (C_v/\sqrt{n})\,\Phi, \qquad (10.107)$$

где $C_v$ — коэффициент изменчивости годового стока; $\Phi$ — коэффициент, зависящий от коэффициента корреляции $r$ между годовым стоком смежных лет и от числа лет $n$:

$$\Phi = \sqrt{1 + \frac{2}{n\,(1-r)}\left(n - \frac{1 - r^n}{1 - r}\right)}. \qquad (10.108)$$

Значения $\Phi$ при обычно применяемом коэффициенте $r=0{,}3$ составляют

| Длительность периода, лет | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\Phi$ | 1,14 | 1,21 | 1,24 | 1,27 | 1,29 | 1,31 | 1,31 | 1,31 |

Годовой сток последнего года каждой $n$-летки принимают равным суммарному стоку $n$-летки за вычетом стока предшествующих $(n-1)$ лет.

Пример расчета притока к Усть-Ижемскому водохранилищу на Печоре ($\overline{W}=14{,}4$ км$^3$, $C_v=0{,}17$, $r=0{,}3$) в маловодных условиях 95%-ной обеспеченности приведен ниже.

Внутригодовое распределение стока принимают постоянным — типовым соответственно для маловодных или многоводных лет.

Наполняют водохранилище за счет избытков притока над водопотреблением из верхнего бьефа, попусками в нижний бьеф гидроузла и потерями воды из водохранилища, в том числе и на первоначальное насыщение водой подстилающих грунтов ложа водохранилища.

**Пример расчета притока за маловодный период**

| Продолжительность периода наполнения, лет | Коэффициент изменчивости стока $n$-летия | Средний годовой сток за $n$ лет | | Объем притока, км$^3$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | в долях от нормы стока | км$^3$ | суммарный за $n$ лет | за последний год $n$-летия |
| 1 | 0,170 | 0,740 | 10,66 | 10,66 | 10,66 |
| 2 | 0,137 | 0,784 | 11,29 | 22,58 | 11,92 |
| 3 | 0,119 | 0,812 | 11,69 | 35,07 | 12,49 |
| 4 | 0,106 | 0,833 | 12,00 | 48,00 | 12,93 |
| 5 | 0,096 | 0,849 | 12,22 | 61,10 | 13,10 |
| 6 | 0,089 | 0,860 | 12,38 | 74,28 | 13,18 |
| 7 | 0,083 | 0,869 | 12,51 | 87,57 | 13,29 |

Точное определение потерь воды из водохранилища на первоначальное насыщение грунтов — сложная гидрогеологическая задача. В проектных водохозяйственных расчетах для учета их обычно используют смещенную по оси отметок уровня ($z$) кривую объемов водохранилища $V_{нас}=f(z)$, ординаты которой ($z$) при тех же объемах на 0,5...1 м меньше ординат основной зависимости $V=f(z)$.

**Водохозяйственные расчеты при составлении водохозяйственных балансов.** Водохозяйственные балансы составляют для сопоставления располагаемых водных ресурсов речных бассейнов или их участков с потребностями в воде — современными или прогнозируемыми на перспективу (для нескольких расчетных уровней развития водопотребления в бассейне реки).

Колебания стока внутри года и сезонная неравномерность водопотребления и водопользования обусловливают необходимость составления балансов по интервалам времени, в пределах которых этими изменениями можно пренебречь. Как правило, можно ограничиваться месячными интервалами времени.

В приходную часть балансов включают ресурсы естественного речного стока и ту долю эксплуатационных ресурсов подземных вод, которая гидравлически не связана с поверхностными.

В число приходных элементов водохозяйственного баланса включают помесячную сработку водохранилищ, этот объем включается затем в расходную часть баланса в период наполнения водохранилища. При наличии в бассейне реки многолетних регуляторов стока для определения объемов сработки (и наполнения) водохранилищ в характерные по водности годы, применительно к которым составляют водохозяйственный баланс, необходимо проводить водохозяйственные расчеты за период сработки многолетней емкости, включающей расчетный для баланса год.

В приходную часть баланса входят также возвратные и шахтные воды, поступающие в реку в пределах рассматриваемого участка.

При формировании расходной части баланса из нее может быть вычтена часть водопотребления, покрываемая за счет подземных вод, не связанных с речными. Это позволяет упростить структуру водохозяйственного баланса.

Водохозяйственный баланс составляют для лет, обеспеченность годового стока которых соответствует обеспеченности водоподачи основным участкам комплекса (например, 75 и 95%), а в некоторых случаях для условий средней водности.

Для сохранения в расчетах реальных соотношений водности в различных частях бассейна рекомендуют составлять балансы для конкретных лет с объемом годового и сезонного (за лимитирующий период) стока в замыкающем бассейн створе и в устьях крупных притоков, близким к объему стока расчетной обеспеченности. При таком подходе, позволяющем автоматически учесть распределение стока между реками и участками рек бассейна, может оказаться необходимым предварительно рассмотреть несколько (5 ... 8) характерных по водности лет с различным внутригодовым и внутрибассейновым распределением стока и выбрать наиболее неблагоприятные (с наибольшими дефицитами воды).

Во избежание занижения располагаемых водных ресурсов сток рек за характерные годы, принятые в качестве расчетных, следует приводить к естественным условиям, увеличивая его на объем безвозвратного водопотребления выше рассматриваемого створа, имевшего место в этот год.

Если для некоторого расчетного уровня развития водохозяйственный баланс сводится без дефицита для всех расчетных интервалов времени по всем рассматриваемым створам, включая требования к расходам воды ниже замыкающего створа, дополнительных водохозяйственных мероприятий на данном уровне не требуется. Возникновение дефицита воды в отдельные расчетные интервалы времени при отсутствии его в годовом балансе маловодного года свидетельствует о необходимости сезонного регулирования стока. Отсутствие дефицита стока лишь в балансе среднего по водности года показывает необходимость многолетнего регулирования стока или привлечения дополнительных источников; дефицит в балансе среднего по водности года может быть устранен только привлечением в рассматриваемый бассейн вод извне.

Для ликвидации выявленных дефицитов стока намечают водохозяйственные мероприятия (сезонное или многолетнее регулирование стока, подача воды из смежных бассейнов), достаточность которых проверяют повторным водобалансовым расчетом. На основании водохозяйственного баланса может быть получен и вывод о необходимости ограничения роста водопотребления, то есть об отказе от развития в бассейне той или иной водоемкой отрасли.

# Предметный указатель


Автоматизированная информационная система использования вод 166, 167
— система управления бассейна реки 156, 158, 159, 160
— система управления водохозяйственными комплексами (АСУВК) 156
Антропогенные изменения речного стока 47, 57
Асинхронность стока 275
АЭС 125, 306

Бассейн-аналог 340, 353, 365, 366, 368, 371, 372
Безотходность производства 335
Боковая приточность 346, 348, 350

Вероятность превышения (обеспеченность) 341, 343, 344
Весеннее половодье 347, 348, 354, 357
Взаимосвязь ресурсов поверхностных и подземных вод 172
Внутренние моря 34, 44, 57
Внутригодовое распределение стока 173, 346, 347
Водные ресурсы 5, 14, 16, 17, 34, 44, 47
Водный баланс 44, 45, 46, 47, 56, 118
Водный обмен 34
Водный режим 47, 140
Водный фонд 34
Вододеление 21
Водообеспеченность 17, 34, 47, 48
Водоотведение 113, 130, 179, 180, 184, 231
Водоохранные комплексы 307, 308
— мероприятия в сельском хозяйстве 316, 317
Водопользование 18, 165
Водопользователи 18, 113
Водопотребители 113
Водопотребление 47, 57, 113, 115, 116, 120, 127, 128, 156, 170, 171, 174, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 231, 244, 383, 384, 385, 386, 387
Водопроводы 70, 73, 74, 128
Водоснабжение 114, 117, 118, 119, 126, 127, 128
Водохозяйственное строительство 68
— баланс 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 233, 389
— комплекс 113, 156, 158
Водохранилища 20, 34, 42, 48, 56, 68, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 89, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 137, 138, 141, 142, 143, 144, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 169, 170, 176, 186, 213, 252, 257, 258, 262, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388
Воздействие водохозяйственных объектов на окружающую среду 148, 151, 153
Высота водосбора 340, 365

Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) 135
Гидрограф стока 338, 371, 372, 373,
Гидроэлектростанции 71, 133, 134, 135
Гидроэнергетика 72, 132, 133
Гидроэнергетические каскады 134, 135
Гидроэнергетический потенциал 100, 105, 109, 111, 132
Государственный водный кадастр 165, 166, 167, 168
— контроль за использованием и ох-

раной вод 186, 187
— учет вод 161, 163
Густота речной сети 341
Густота русловой сети 341

Дисперсия 339
Длина водотока (реки) 35, 36, 37, 340

Ежегодники водопользования 168

Заболоченность 340, 359
Загрязнение поверхностных вод бактериальное 300, 323, 325, 326
— — — механическое 323, 327
— — — радиоактивное 300, 323, 326
— — — тепловое 300, 323, 327
— — — химическое 300, 323
— — — удобрениями и пестицидами 316, 317
— подземных вод 323, 327, 328
— тепловое 302
Закарстованность 340, 341, 353, 360
Залесенность (лесистость) 340, 359, 362
Запасы воды в горных ледниках 14, 43, 44
— подземных вод 52, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69
Запасы вод статические 34, 37, 42, 44
Затор льда 338
Земельные ресурсы СССР 14
Земледельческие поля орошения (ЗПО) 317, 321, 323

Изученность гидрологическая 338
Искусственное пополнение запасов подземных вод 65, 66
Испарение 7, 9, 34, 46, 59, 118, 381
Истощение подземных вод (запасов подземных вод) 66, 67, 68, 69

Классификация подземных вод Н. Н. Биндемана 59
— эксплуатационных запасов 61
Климатообразующие факторы 7
Контроль выполнения планов 249, 251
Контроль за охраной вод 186
— за охраной морских вод 202
— за рациональным использованием воды 188
Коэффициент асимметрии 342, 343, 344, 347, 365
— вариации 342, 344, 347, 352, 354, 360
— корреляции (автокорреляции) 343, 351, 353, 354, 357
— модульный 342
— переходный 359, 369, 374
— поправочный 354, 358, 359, 360, 361, 362
— регрессии 343, 352
— редукции 362, 364, 366, 368

Распределения 342, 351, 352
Критерий Стьюдента 339
— Фишера 339

Ландшафтные зоны СССР 10
Ледники горные 43, 44
Лесосплав 139, 141
Лимиты забора воды 186
Лимитирующий признак вредности (ЛПВ) — 264, 265, 266, 285, 287, 300

Метод графический 343
— графоаналитический 343
— календарный 171
— компоновки 347
— нагнетания 66
— наибольшего правдоподобия 345
— обобщенный 171
— репрезентативный 171
Многолетние колебания стока 45
Морские воды 25, 34, 44, 202, 330, 331

Наблюдения за уровнем загрязнения 26
Население 48, 49, 51, 53, 55
Номограмма 340, 384
Нормы водопотребления и водоотведения в животноводстве 184
— в жилищно-коммунальном хозяйстве 181

— в орошаемом земледелии 182
— в промышленности 179

Обводнение 48
Озерность 340
Оледенения материковые 43
Орошение земель 18
Осадки 7, 8, 10, 12, 35, 170
Осушение земель 15, 56, 130, 153
Охрана вод 22, 264, 302, 316, 317, 323, 327, 328, 334
Ошибка средняя квадратическая случайная 344

Паводок дождевой 35, 348
Параметры кривых распределения 342
Первичный учет использования вод 161, 162
Перераспределение стока (водных ресурсов) 6, 76, 90, 169
Промерзание 374, 375, 379
Пересыхание 368, 374, 375, 379
Период лимитирующий 374
Планирование научно-исследовательских работ 243
Планы 236, 239, 240, 241, 244, 245, 246, 247, 248, 249
Площадь водосбора (бассейна) 35, 36, 340, 353, 360
— оледенения 43
Поверхностный сток 45
Подземные воды 6, 14, 21, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 169, 172, 173, 323, 326, 327, 328, 329
Показатели планирования 236, 240, 241, 244, 246, 248
Попуски сельскохозяйственные 5
— рыбохозяйственные 5
— санитарные 5
Порядок разработки и согласования проектов планов 241
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ 264, 265, 266, 285, 287, 300, 325, 331, 332
— допустимый сброс (ПДС) вредных веществ 334, 335, 336
Предплановые материалы 228, 229, 230
Приемка ВХО в эксплуатацию 252, 253, 254, 255
Природные воды:
биохимическое потребление кислорода (БПК полн) — 196, 199, 201, 265
взвешенные вещества 265
водородный показатель (pH) 196, 265
запахи 265
минерализация 265
окраска 265
плавающие примеси 265
привкус 265
Примеси в воде:
биологические 301
механические 301
минеральные 300, 301
органические 300, 301
растворенный кислород 265
температура 265
требования к составу и свойствам 265, 286
химическое потребление кислорода (ХПК) 196, 199, 201
ядовитые вещества 265
Пруды 357

Разрешение на специальное водопользование 211, 212
Распаханность водосбора 340
Расходы воды максимальный 338, 357, 358, 364, 365, 366, 368, 369
— минимальный 377, 374
— среднесуточный 372
— среднегодовой 36, 37, 338
Регулирование стока 48, 151, 380, 382, 385, 386, 387
Река 24, 34, 35, 36, 37, 45, 46, 57, 338, 341, 346, 350, 353, 354, 357, 358, 359, 364, 365, 368, 369, 371, 373, 374, 375, 389
Река-аналог 340, 353, 365, 366, 368, 371, 372
Рекреация 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147
Ресурсы водные 5, 6, 14, 17, 18, 21, 34, 44, 46, 47
— поверхностных вод 34
— подземных вод 34, 59, 62, 64, 65
— пресных вод 14
Речной транспорт 139, 140, 141

Сельскохозяйственное водоснабжение 126, 127
Слой стока 359, 362
Согласование мест строительства 209
Статистическая отчетность об использовании воды 161
Сток весенний 360, 371
— годовой 56, 346, 353, 354
— максимальный 348, 354, 358, 365, 369
— минимальный 350, 373
— средний 45, 353, 354
Сточные воды:
бытовые 308
использование на ЗПО 317
капиталовложения в очистку 72
концентрированные 309
малоконцентрированные 309
методы очистки:
биологический 195, 309, 312
механический 195, 309
физико-химический 309
химический 195
электрохимический 311
ограничение на сброс 24
производственные 308, 309
правовое регулирование сброса 23
промышленные 194
регулируемые сооружения очистки 309
Схемы 228, 229, 230, 232, 234, 235, 248

Технико-экономические обоснования 242, 243
ТЭС 306

Увлажнение осушенных земель 130
Уклон:
водосбора 369
водной поверхности 350, 351
склонов 341
Уменьшение речного стока от агротехнических мероприятий 57
Уровень воды 336, 350, 351
— грунтовых вод 341
— озер 351, 375
— рек 350, 375

Фильтрация 381

# Оглавление


Предисловие . . . . . 5

Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ . . . . . 7

1.1. Краткая характеристика физико-географических условий 7
1.2. Водные ресурсы СССР . . . . . 14
1.3. Земельные ресурсы СССР . . . . . 14

Глава 2. ВОДНОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО . . . . . 16

2.1. Понятие и значение водного законодательства . . . 16
2.2. Основные принципы водного законодательства . . . 17
2.3. Использование водных ресурсов . . . . . 18
2.4. Охрана вод . . . . . 22
2.5. Ответственность за нарушение водного законодательства 29
2.6. Экономические меры воздействия на водопользователей 33

Глава 3. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ . . . . 34

3.1. Единый государственный водный фонд . . . . . 34
3.2. Поверхностные водные источники . . . . . 34
3.3. Возобновляемые водные ресурсы . . . . . 44
3.4. Водообеспеченность СССР . . . . . 47
3.5. Антропогенные изменения водных ресурсов . . . . 47
3.6. Подземные воды . . . . . 59

Глава 4. ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО СССР . . . . . 70

4.1. Общая характеристика . . . . . 70
4.2. Водное хозяйство союзных республик и экономических районов . . . . . 100

Глава 5. УЧАСТНИКИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА . . 113

5.1. Общая характеристика . . . . . 113
5.2. Водоснабжение населения, промышленности и сельскохозяйственного производства . . . . . 114
5.3. Сельскохозяйственные водные мелиорации . . . . 129
5.4. Гидроэнергетика . . . . . 132
5.5. Рыбное хозяйство . . . . . 135
5.6. Водный транспорт и лесосплав . . . . . 139
5.7. Использование водных объектов для рекреации . . 141
5.8. Влияние водохозяйственных оъектов на окружающую среду . . . . . 148

Глава 6. ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ . . . . . 155

6.1. Организация государственного управления в области использования и охраны водных ресурсов . . . . . 155
6.2. Автоматизированное управление водохозяйственными комплексами бассейнов рек . . . . . 156
6.3. Ведение государственного учета вод и их использования 161
6.4. Государственный водный кадастр . . . . . 165

6.5. Водохозяйственные балансы. Назначение и виды . . . 168
6.6. Нормирование и лимитирование водопотребления и водоотведения в отраслях народного хозяйства . . . 179
6.7. Государственный контроль за использованием и охраной вод . . . . . 186
6.8. Отвод земель и согласование мест строительства объектов, влияющих на состояние вод . . . . . 209
6.9. Выдача разрешений на специальное водопользование 211
6.10. Приемка в эксплуатацию объектов, влияющих на состояние вод . . . . . 212
Приложения . . . . . 213

**Глава 7.** ПЛАНИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ . . . . . 228

7.1. Предплановые материалы по использованию и охране водных ресурсов . . . . . 228
7.2. Система государственных планов по охране и рациональному использованию водных ресурсов . . . . . 236

**Глава 8.** ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ . . 252

8.1. Общие положения . . . . . 252
8.2. Приемка ВХО в эксплуатацию . . . . . 252
8.3. Документация и материалы, подлежащие передаче приемочным комиссиям . . . . . 253
8.4. Организационная структура служб эксплуатации ВХО 256
8.5. Служба эксплуатации мелиоративных систем . . . 256
8.6. Служа эксплуатации водохранилищ . . . . . 257
8.7. Служба эксплуатации у каналов . . . . . 259
8.8. Служба эксплуатации водопроводов . . . . . 260
Приложения . . . . . 261

**Глава 9.** ОХРАНА ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ . . . . . 264

9.1. Нормы качества природных вод . . . . . 264
9.2. Виды загрязнения природных вод . . . . . 286
9.3. Методы и средства охраны поверхностных вод от загрязнения . . . . . 302
9.4. Сточные воды и их очистка . . . . . 308
9.5. Охрана вод от загрязнения удобрениями и пестицидами 316
9.6. Земледельческие поля орошения . . . . . 317
9.7. Охрана подземных вод от загрязнения . . . . . 323
9.8. Методы и средства предотвращения загрязнения морских вод . . . . . 330
9.9. Основные направления технической политики в области охраны вод . . . . . 334

**Глава 10.** ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РАСЧЕТЫ

10.1. Гидрологические расчеты . . . . . 338
10.2. Определение расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений 341
10.3. Определение расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений . . . . . 351
10.4. Определение расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений 353
10.5. Водохозяйственные расчеты . . . . . 380
Предметный указатель . . . . . 394