

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

*О.И. Иванова*

## **ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.02 – Природообустройство и водопользование*

*Электронное издание*

Красноярск 2022

ББК 40.3 я73

И 21

*Рецензенты:*

*И.Н. Гордеев, начальник Гидрометцентра  
ФГБУ «Среднесибирское УГМС»*

*Л.А. Путинцев, начальник отдела гидрологических прогнозов  
Гидрометцентра ФГБУ «Среднесибирское УГМС»*

И 21 **Иванова, О.И.**

**Водохозяйственные системы и водопользование** [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О.И. Иванова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2022. – 131 с.

Содержит теоретический материал для подготовки к лекционным, практическим занятиям, написанию рефератов, а также для самостоятельного изучения.

Предназначено для бакалавров Института землеустройства, кадастров и природообустройства, обучающихся по направлению подготовки 20.03.02 – Природообустройство и водопользование, профиль «Водные ресурсы и водопользование».

ББК 40.3 я73

© Иванова О.И., 2022

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Модуль 1. ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ЕГО СОСТАВЛЯЮЩИЕ, ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА.....	6
Модульная единица 1.1. Водное хозяйство РФ, его составляющие, законодательная база.....	6
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	14
Задание 1. Водное хозяйство РФ, его составляющие, анализ законодательной базы.....	15
Задание 2. Анализ природно-климатических, гидрологических условий. Определение минимально допустимого экологического стока.....	15
Модульная единица 1.2. Водохозяйственные комплексы и системы.....	17
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	25
Задание 3. Определение располагаемых водных ресурсов.....	26
Задание 4. Определение потребности в воде предполагаемых участников ВХК. Потребность в воде на коммунально-бытовые нужды населения.....	27
Модульная единица 1.3. Водные ресурсы. Глобальные проблемы водных ресурсов.....	28
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	34
Задание 5. Определение потребности в воде предполагаемых участников ВХК. Потребность в воде для нужд орошения.....	34
Задание 6. Определение потребности в воде предполагаемых участников ВХК. Потребность в воде промышленности.....	36
Модуль 2. СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА И ЕГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ.....	37
Модульная единица 2.1. Гидролого-водохозяйственное обоснование водохозяйственных систем.....	37
2.1.1. Принципы водохозяйственного районирования.....	37
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	43
2.1.2. Учет водных ресурсов.....	44
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	47
Задание 7. Определение потребности в воде предполагаемых участников ВХК. Определение санитарных попусков. Потребность в воде рыбного хозяйства.....	48
Модульная единица 2.2. Влияние водохозяйственного строительства на окружающую природную среду.....	49
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	59
Задание 8. Определение санитарных попусков.....	59
Задание 9. Определение объемов возвратных вод.....	60
Модульная единица 2.3. Защита территории от затопления и подтопления.....	61
2.3.1. Защита территории от затопления и подтопления.....	61
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	72
Задание 10. Определение объемов разбавления сточных вод.....	73

2.3.2. Способы борьбы с подтоплением.....	74
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	77
Модуль 3. УПРАВЛЕНИЕ ВОДНОЙ СИСТЕМОЙ. ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.....	78
Модульная единица 3.1. Водопользование.....	78
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	90
Модульная единица 3.2. Водохозяйственные балансы.....	91
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	99
Задание 11. Составление водохозяйственного баланса.....	99
3.2.1. Водопотребители расходной части водохозяйственного баланса....	101
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	106
Задание 12. Расходы воды разностного гидрографа.....	106
Модульная единица 3.3. Системы регулирования стока и его территориального перераспределения.....	107
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	113
Задание 13. Определение параметров водохранилища.....	114
Задание 14. Определение мертвого, полезного и полного объемов водохранилища.....	116
Задание 15. Определение притока воды в водохранилище и построение интегральной кривой. Расчет зарегулированного расхода воды.....	117
Задание 16. Режим работы водохранилища.....	118
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	121
ЛИТЕРАТУРА.....	122
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	123
Приложение 1. Нормы водоснабжения на единицу продукции.....	123
Приложение 2. Средние нормы возврата и разбавления сточных вод.....	124
Приложение 3. Перечень вопросов для осуществления промежуточного контроля.....	125
Приложение 4. Глоссарий.....	128

## ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие «Водохозяйственные системы и водопользование» разработано в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Водохозяйственные системы и водопользование» для направления подготовки 20.03.02 – Природообустройство и водопользование, профиль «Водные ресурсы и водопользование», квалификация бакалавр.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов рационального использования водных ресурсов, водообеспечения территорий и охраны вод, изучение всех компонентов водохозяйственных систем, методов их проектирования и эксплуатации, принципов водопользования на основе исторического и экологического осмысления профессиональной деятельности

Целью преподавания дисциплины «Водохозяйственные системы и водопользование» является формирование у студентов теоретических знаний и способности применения практических навыков в области проектирования и эксплуатации водохозяйственных систем в последующей профессиональной деятельности.

Задачи преподавания дисциплины: ознакомление студентов с такими понятиями, как водохозяйственные системы, водохозяйственные комплексы, водопользование; рассмотрение исторических путей водопользования в России, приоритетных направлений развития водного хозяйства и роста водохозяйственного потенциала.

В пособии для каждой темы даются теоретический материал согласно рабочей программе по дисциплине «Водохозяйственные системы и водопользование», вопросы для самоконтроля, практические задания, тесты для текущего контроля, вопросы для промежуточного контроля, основные термины и определения.

# **Модуль 1. ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ЕГО СОСТАВЛЯЮЩИЕ, ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА**

## **Модульная единица 1.1. Водное хозяйство РФ, его составляющие, законодательная база**

*Водное хозяйство* – отрасль науки и техники, охватывающая изучение, учет, использование и охрану водных ресурсов, а также борьбу с их вредным воздействием.

Водное хозяйство на современном этапе характеризуется как крупная производственная и природоохранная система, основной целью которой является обеспечение населения и производства водой в нужном объеме, стандартного качества, при этом осуществляющая воспроизводство водных ресурсов, их охрану от истощения и загрязнения, защиту окружающей среды от вредного воздействия вод.

*Главная цель водного хозяйства заключается в обеспечении качественной водой населения и хозяйственного комплекса, в создании благоприятных условий для функционирования всех отраслей экономики.*

Сложившаяся в большинстве регионов России непростая экологическая обстановка выдвинула на первый план проблемы управления, рационального использования водных ресурсов во всех отраслях (промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве и др.). Эти проблемы имеют важные экологические, социальные, экономические и технологические аспекты, требующие своего решения.

*Основная стратегическая цель* государственного управления водным хозяйством – это достижение и поддержание экономически эффективного и экологически безопасного уровня водопользования.

Достижение диалектического единства «экономически эффективного и экологически безопасного уровня водопользования» определяется как «устойчивое водопользование региона», которое характеризуется сбалансированностью удовлетворения потребностей экономического развития и обеспечения воспроизводства водных ресурсов; сбалансированностью реализации прав нынешнего и будущих поколений на пользование экономически эффективным и экологически безопасным водно-ресурсным потенциалом.

Основные направления рационального водопользования регионов включают организационные, нормативно-технические, экономические и нормативно-правовые меры, направленные на регулирование экономических отношений в водном секторе региональных экономик.

Государственное управление в области использования и охраны водных объектов осуществляют Правительство Российской Федерации и специально уполномоченный государственный орган управления использованием и охраной водного фонда – МПР России, Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы) и Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). Современная организационно-функциональная структура управления водным хозяйством РФ представлена на рисунке 1.



*Рисунок 1 – Современная организационно-функциональная структура государственного управления водным хозяйством РФ*

Современная структура управления построена по территориальному (бассейновому) принципу, используемому у нас с 1960-х годов. На федеральном уровне вопросы управления водным хозяйством решает Федеральное агентство водных ресурсов.

Федеральное агентство водных ресурсов является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению федеральным имуществом в сфере водных ресурсов. Федеральному агентству (Росводресурсы) подчиняются бассейновые управления, которые являются территориальным органом, по одному в каждом бассейновом округе, которых на территории РФ 21. Согласно статье 28 «Бассейновые округа»

Водного кодекса (последняя редакция утверждена Федеральным законом № 384-ФЗ от 31.10.2016):

п. 1. Бассейновые округа являются основной единицей управления в области использования и охраны водных объектов и состоят из речных бассейнов и связанных с ними подземных водных объектов и морей;

п. 2. В Российской Федерации устанавливается двадцать один бассейновый округ: 1) Балтийский; 2) Баренцево-Беломорский; 3) Двинско-Печорский; 4) Днепровский; 5) Донской; 6) Кубанский; 7) Западно-Каспийский; 8) Верхневолжский; 9) Окский; 10) Камский; 11) Нижневолжский; 12) Уральский; 13) Верхнеобский; 14) Иртышский; 15) Нижнеобский; 16) Ангаро-Байкальский; 17) Енисейский; 18) Ленский; 19) Анадыро-Колымский; 20) Амурский; 21) Крымский;

п. 3. Границы бассейновых округов утверждаются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Росводресурсам доверено владение, пользование и распоряжение федеральными водными объектами, заключение договоров водопользования, государственный учет вод и гидротехнических сооружений. В свою очередь, Росприроднадзору доверено осуществление контроля и надзора за состоянием, использованием и охраной водного фонда. В итоге государственное управление в области водных отношений предполагает управление собственностью на водные и водохозяйственные объекты.

Важнейшая функция государственного управления – планирование рационального использования водных объектов – осуществляется посредством разработки схем комплексного использования и охраны водных ресурсов.

В структуре МПР выделяются три основных уровня управления водными ресурсами:

- 1) федеральный;
- 2) бассейновый;
- 3) территориальный.

### *Назначение и функции водного хозяйства*

Функциями водного хозяйства являются:

- водообеспечение и водоотведение,
- охрана водных ресурсов,
- борьба с негативным воздействием вод.



Функция «водообеспечение» осуществляется за счет располагаемых ресурсов воды и требований разных отраслей экономики к объемам и режиму подачи воды для производства ими запланированной продукции, с учетом экологических требований, направленных на сохранение устойчивости природных водных экосистем.

Функция «борьба с негативным воздействием вод» осуществляется с целью предотвращения или снижения ущербов, вызываемых селями, оползневыми явлениями, затоплением и подтоплением земель, водной эрозией и т.д. В этом случае выявляются территории, подверженные воздействию, проводится их районирование по степени опасности проявления сил природы, разрабатываются мероприятия по снижению ущербов.

Функция «охрана вод» необходима для снижения антропогенного воздействия на водные объекты и восстановления нарушенных водных экосистем, например в результате поступления в них неочищенных стоков. Сточные воды отраслей экономики и коммунального сектора необходимо сделать безопасными перед сбросом в водные объекты и создать условия для их отвода в водоприемник.

*Современное водное хозяйство России характеризуется следующими показателями:*

- в России сосредоточено более 20% мировых запасов пресных поверхностных и подземных вод, в том числе в озерах – 24,1 тыс. км<sup>3</sup>;

- поверхностные воды обеспечивают 80% потребностей в воде и являются необходимым условием деятельности гидроэнергетики и судоходства;

- разведаны месторождения подземных вод с суммарными запасами 29 км<sup>3</sup>/год, в том числе подготовлены для освоения месторождения с эксплуатационными запасами 10 км<sup>3</sup>/год;

- среднемноголетние ресурсы речного стока составляют 4264 км<sup>3</sup>/год (10% мирового речного стока);

- для межбассейнового перераспределения стока используется 37 крупных систем;

- ежегодно используется около 200 км<sup>3</sup> воды, в том числе 45% (около 90 км<sup>3</sup> в год) покрывается за счет отбора из природных источников, а остальной объем – за счет оборотных систем и систем повторного использования;

- структура расхода свежей воды – 53% на производственные нужды, 19% на хозяйственно-питьевые цели, 18% на сельскохозяйственное водоснабжение, включая орошение.

Как любая отрасль, водное хозяйство характеризуется своими особыми производственными процессами.

Цель каждого процесса состоит в создании определенного режима водных источников, который обеспечит возможность бесперебойного использования водных ресурсов всеми потребителями. Создание такого режима достигается обычно с помощью специальных гидротехнических сооружений, которые образуют важнейший элемент производственного процесса водного хозяйства. Конечным результатом такого процесса является подготовленная к разным видам использования вода, представляющая собой продукцию водного хозяйства.

Для различных потребителей эта продукция водного хозяйства характеризуется следующими показателями:

а) вода определенного качества, доставленная водопотребителям в определенном объеме и в необходимое для них время;

б) объем воды, поддерживаемый на определенном уровне, который обеспечивает выработку электроэнергии, судоходство, лесосплав, орошение;

в) водная среда, обладающая необходимыми для развития живых организмов скоростями течения, течением и кислородными режимами, если они обеспечиваются с помощью каких-либо мероприятий.

### *Основные нормативно-правовые документы в области водного хозяйства*

Действующее водное законодательство Российской Федерации направлено на регулирование водных отношений в следующих целях:

- обеспечение прав граждан на чистую воду и благоприятную водную среду;
- поддержание оптимальных условий водопользования;
- поддержание качества поверхностных и подземных вод в состоянии, отвечающем санитарным и экологическим требованиям;
- защита водных объектов от загрязнения, засорения и истощения;
- предотвращение или ликвидация вредного воздействия вод, а также сохранение биологического разнообразия водных экосистем.

Основополагающим документом в области водных отношений является Водный кодекс Российской Федерации, вступивший в силу с 1 января 2007 г., последняя редакция утверждена Федеральным законом № 384-ФЗ от 31.10.2016.

Основные нормативно-правовые документы:

1. Федеральный закон РФ от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ «Водный кодекс РФ» (ред. от 02.07.2021)
2. Федеральный закон РФ от 10.01.2001 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
3. Федеральный закон РФ от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
4. Федеральный закон РФ от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе».
5. Федеральный закон РФ от 23 июня 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений».
6. Федеральный закон РФ от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».
7. Федеральный закон РФ от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».
8. Постановление Правительства от 30 декабря 2006 г. № 881 «Нормативы допустимого воздействия на водные объекты».
9. Постановление Правительства от 30 декабря 2006 г. № 883 «Правила разработки и реализации схем использования и охраны водных объектов».
10. Постановление Правительства от 28 апреля 2007 г. № 253 «О порядке ведения государственного водного реестра».
11. Постановление Правительства от 14 апреля 2007 г. № 230 «О договоре водопользования, право на заключение которого приобретает на аукционе, и о проведении аукциона».
12. Постановление Правительства от 10 января 2009 г. № 17 «Об утверждении правил установления на местности границ водоохраных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов».
13. Постановление Правительства от 23 июля 2007 г. № 469 «Порядок утверждения нормативов допустимых сбросов веществ».
14. Постановление Правительства от 14 декабря 2006 г. № 764 «Расчет платы за пользование федеральными водными объектами».
15. Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления».

16. Постановление Правительства от 30 декабря 2006 г. № 844 «О порядке подготовки и принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование».

17. Постановление Правительства от 30 декабря 2006 г. № 876 «Ставки платы за пользование федеральными водными объектами».

18. Постановление Правительства № 1504 от 19.12.96 (изм. 26.01.2006) «Нормативы ПДВ на водные объекты».

19. Постановление Правительства от 10 апреля 2007 № 219 «Положение о ведении государственного мониторинга водных объектов».

20. Постановление Правительства от 25 декабря 2006 г. № 801 «Об утверждении Положения об осуществлении государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов».

21. Постановление Правительства от 12 марта 2008 г. № 165 «Правила подготовки и заключения договора водопользования».

22. Приказ Министерства финансов РФ № 29н «Форма налоговой декларации по водному налогу».

23. Приказ МПР от 7 марта 2007 г. № 49 «Форма предупреждения о предъявлении требования о прекращении права пользования водным объектом».

24. Приказ МПР России от 8 июля 2009 г. № 205 «Об утверждении порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества».

25. Приказ МПР России от 06.02.2008 № 30 «Об утверждении форм и порядка представления сведений, полученных в результате наблюдений за водными объектами, заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, собственниками водных объектов и водопользователями».

26. Приказ МПР России от 07.05.2008 № 111 «Об утверждении форм и порядка представления данных мониторинга, полученных участниками ведения государственного мониторинга водных объектов».

27. Приказ МПР от 14 марта 2007 г. № 56 «Форма решения о предоставлении водного объекта в пользование».

28. Приказ МПР от 29 мая 2007 г. № 138 «Форма государственного водного реестра».

29. Приказ МПР от 22 августа 2007 г. № 216 «Правила оформления гос. регистрации договоров водопользования, решений о предоставлении водных объектов в пользование, перехода прав и обязанно-

стей по договорам водопользования, прекращения договоров водопользования».

30. Приказ МПР № 128 «Форма заявления на пользование водным объектом».

31. Приказ МПР от 12 декабря 2007 г. № 328 «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты».

32. Приказ МПР от 17 декабря 2007 г. № 333 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей».

33. Приказ МПР от 30 марта 2007 г. № 71 «Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства».

34. Приказ МПР от 23.04.2008 г. № 102 «Форма заявления о предоставлении водного объекта в пользование».

35. Приказ МПР от 13 августа 2009 г. № 249 «Об утверждении образцов специальных информационных знаков для обозначения границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов».

36. Приказ МПР от 22 мая 2007 г. № 128 «Об утверждении формы заявления о предоставлении акватории водного объекта в пользование».

37. Приказ Ростехнадзора от 5 апреля 2007 г. № 204 «Об утверждении формы расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду и порядка заполнения и представления формы расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду».

38. Приказ Ростехнадзора от 10 июля 2006 г. № 675 «Об организации выдачи разрешений на сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду (водные объекты)».

39. Приказ Федеральной налоговой службы НСАЭ-3-21.111 «Форма сведений о пользовании водными объектами».

40. СанПиН 2.1.4.027-95 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест».

41. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

42. СП 11-108-98 «Изыскания источников водоснабжения на базе подземных вод».

43. Альбом форм первичной учетной документации по использованию воды.

44. Водный налог. Гл. 25 2-й ч. Налогового кодекса.
45. ГН 2.1.5.2280-07 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
46. ГОСТ 17.1.1.01-77 «Использование и охрана вод».
47. ГОСТ 17.1.1.03-86 «Классификация водопользований».
48. ГОСТ 17.1.3.13-86 «Требования к охране поверхностных вод от загрязнения».
49. ГОСТ 27065-86 (2003) «Качество вод».
50. ГОСТ 27384-2002 «Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств».
51. ГОСТ 30813-2002 «Вода и водоподготовка».
52. ГОСТ Р 51593-2000 «Отбор проб питьевой воды».
53. ГОСТ Р 51657.5-2002 «Способ измерения расходов воды с использованием ультразвуковых (акустических) измерителей скорости».
54. Инструкция о порядке составления стат. отчета по форме 2-тп (водхоз).
55. Методические рекомендации МР 2.1.4.0032-11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности».
56. МУ 2.1.5.732-99 «Санитарно-эпидемиологический надзор за обеззараживанием сточных вод ультрафиолетовым излучением».
57. МУ 2.1.4.682-97 «Питьевая вода».
58. МУ 2.1.5.1183-03 «Санитарно-эпидемиологический надзор за использованием воды в системах технического водоснабжения промышленных предприятий».
59. МУК 4.2.964-00 «Методы контроля воды».
60. Приказ Росстата от 28.11.2011 № 446 «Форма федерального статистического наблюдения № 2-тп (водхоз)».
61. Письмо МинФина от 7 ноября 2011 г. по вопросу уплаты водного налога

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Водное хозяйство, дать определение.
2. Главная цель водного хозяйства.
3. Основная стратегическая цель государственного управления водным хозяйством.

4. Привести структуру государственного управления в области использования и охраны водных объектов.

5. Бассейновые округа, привести понятие, назвать количество на территории РФ.

6. Какие три уровня управления водными ресурсами выделяют в структуре МПР?

7. Перечислить функции водного хозяйства.

8. Какими показателями для различных потребителей характеризуется вода как продукция водного хозяйства?

9. В каких целях направлено водное законодательство РФ на регулирование водных отношений?

10. Назвать основополагающий документ в области водных отношений.

***Задание 1. Водное хозяйство РФ, его составляющие, анализ законодательной базы***

Подготовить презентацию по одному документу из списка нормативно-правовых документов в области водного хозяйства (Модульная единица 1.1).

***Задание 2. Анализ природно-климатических, гидрологических условий. Определение минимально допустимого экологического стока***

1. Провести анализ природно-климатических условий водного объекта.

2. Провести анализ гидрологических условий водного объекта: минимальный, максимальный, средний многолетний сток; характер начала, конца половодья; анализ ледовых явлений, ледостава.

3. Определить минимально допустимый экологический сток водного объекта.

Анализ природно-климатических условий выполняется с целью оценки их пригодности для проведения водохозяйственных мероприятий, экологического состояния водных ресурсов, обоснования необходимости противопаводковых мероприятий. Приводится краткий анализ возможного использования рассматриваемых природных ресурсов.

## Анализ гидрологических условий

По заданию водным объектом, который используется для водопотребления и сброса сточных вод, является река. В соответствии с таблицей 1 определяется категория водного объекта.

Таблица 1 – Классификация рек по площади водосбора и длине

Группа рек	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Длина реки, км
Ручьи	<0,1	<10
Малые	0,1-2	10-100
Средние	2-50	100-500
Большие	>50	>500

Данная классификация позволяет в первом приближении определить возможность хозяйственного использования реки. К заданию прилагается карта бассейна реки с горизонталями на листе формата А 4.

### *Определение минимально допустимого экологического стока*

*Экологический сток рек – часть естественного стока, позволяющая сохранить состояние устойчивого равновесия водной экосистемы.*

Его значение определяется индивидуально для каждой реки.

Экологический сток должен удовлетворять следующим условиям:

– обеспечение достаточного для водной биоты объема воды как объема жизненного пространства;

– изменчивость по годам и внутри года (как это наблюдается в естественных условиях);

– сохранение параметров водного потока в пределах диапазона их оптимальных значений (глубина, скорость течения воды, площадь мелководий, площадь заливных земель, продолжительность их затопления и др.).

Расчет величины экологического стока проводится методом «пропорциональных коэффициентов». При этом в год заданной обеспеченности (Р) величина экологически допустимого стока (за год и по месяцам) определяется как доля от природного (естественного) речного стока в год данной обеспеченности ( $Q^P_p$ )



$$Q_{\text{ЭК}}^p = K_{\text{ЭК}} \times Q_p^p, \quad (1)$$

где  $K_{\text{ЭК}}$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от водности года в пределах 0,7–0,9.

Таблица 2 – Значения коэффициента  $K_{\text{ЭК}}$

Обеспеченность P, %	$K_{\text{ЭК}}$
$\leq 75$	0,7
$80 < P < 90$	0,8
$\geq 95$	0,9

Результаты определения объемов экологически допустимого стока представляются в табличном виде (табл. 3).

Таблица 3 – Внутригодовое распределение объемов экологически допустимого стока воды в створе 1-1, м<sup>3</sup>

P, %	Месяц												Год	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
95														
75														

## **Модульная единица 1.2. Водохозяйственные комплексы и системы**

### *Водохозяйственный комплекс*

Водохозяйственный комплекс (ВХК) представляет собой совокупность различных отраслей народного хозяйства, совместно использующих водные ресурсы одного водного бассейна.

Водохозяйственный комплекс бассейна реки – это совокупность водных ресурсов бассейна, а также размещенных на его территории сооружений, предназначенных для формирования, транспортировки и регулирования стока, объектов водопотребления и водоотведения.

В то же время ВХК можно рассматривать как совокупность мероприятий и сооружений по рациональному использованию водных и связанных с ними природных ресурсов, позволяющих оптимально

удовлетворить всех водопользователей имеющимся ресурсом воды. При правильном обосновании ВХК должен обеспечить наибольшую экономическую эффективность в целом, а не для какой-либо отдельной отрасли; не допускать вредного воздействия на окружающую среду. Сооружения участников ВХК должны способствовать охране вод от загрязнения и истощения; обеспечивать достаточно простую и надежную эксплуатацию.

Водохозяйственный комплекс включает в себя ряд участников.

К ним относятся: водоснабжение, водоотведение, водные мелиорации, гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство, здравоохранение и другие. Пример генерального плана ВХК приведен на рисунке 2.

*В водные мелиорации входят* оросительные и осушительные работы, осуществление мероприятий по борьбе с вредными воздействиями вод: защита от наводнений, борьба с водной эрозией, селевыми потоками, оползнями и разрушением берегов, а также с заболачиванием и засолением почв. Учитывая существующую экологическую обстановку, в число участников ВХК целесообразно включать и природные комплексы.

*Требования, предъявляемые к водохозяйственному комплексу:*

- 1) рациональное обеспечение потребителей водой в достаточном количестве и соответствующего качества;
- 2) сохранение природных условий и гарантии охраны воды от загрязнения, засорения и истощения;
- 3) обеспечение наибольшего народно-хозяйственного экономического эффекта;
- 4) гарантии простой и надежной работы.

*Водохозяйственные комплексы позволяют решать следующие задачи:*

1. Эффективно использовать и осуществлять водоохранные мероприятия на основе совершенствования системы мониторинга, комплексного управления водными ресурсами по бассейновому принципу, планирования развития водного хозяйства, включая: разработку схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, предусматривающих решение водохозяйственных проблем исходя из перспектив социально-экономического развития и научно обоснованных нормативов предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты (ПДВВ); совершенствование правовых основ управления водными ресурсами; расширение научных исследований по пробле-

мам рационального использования и охраны водных ресурсов, восстановления и сохранения водных экосистем; проведение мероприятия по предотвращению и устранению последствий вредного воздействия вод.



Рисунок 2 – Генеральный план схемы ВХК

2. Удовлетворение потребностей населения и объектов экономики в водных ресурсах за счет модернизации, реконструкции и строительства водохозяйственных систем; надежности функционирования систем водоснабжения и водоотведения с обеспечением подачи населению воды питьевого качества; создания зон санитарной охраны (ЗСО) источников питьевого водоснабжения; использования подземных вод для обеспечения населения питьевой водой и создания на их основе резервных источников водоснабжения поселений; совершенствования систем водоснабжения в целях уменьшения потерь воды и снижения отъема свежей воды из источников водоснабжения.

3. Улучшение качества водных ресурсов и экологического состояния водных объектов путем контроля над использованием и охраной

водных объектов, совершенствования систем канализации и очистки сточных вод, обустройства водоохраных зон водных объектов.

4. Защита от наводнений и другого вредного воздействия вод путем районирования территорий по степени и силе опасности проявления вредного воздействия вод, установления специальных режимов хозяйственной деятельности в зонах опасности, строительства объектов инженерной защиты, совершенствования методов прогнозирования паводков и наводнений и развития системы оповещения о них.

5. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений за счет повышения эффективности надзора за безопасностью гидротехнических сооружений; проведение реконструкции, своевременного ремонта сооружений; повышение квалификации персонала, обслуживающего гидротехнические сооружения.

6. Развитие научно-технического и экономического сотрудничества с зарубежными странами и международными организациями в области использования и охраны трансграничных водных объектов, управления водохозяйственным комплексом, совершенствования водного законодательства, а также разработки технических регламентов и стандартов в сфере водохозяйственной деятельности.

### *Классификация водохозяйственных комплексов*

Классификация водохозяйственных комплексов (табл. 4) позволяет дать их характеристику по ряду отличительных признаков: масштабу и государственной важности объекта, основному направлению использования водных ресурсов, сложности в плане количества отраслей, использующих воду, и гидротехнических сооружений.

Таблица 4 – Классификация водохозяйственных комплексов

Классификация ВХК	Классификационный признак	Классификационные группы
По масштабу	Межгосударственные	Государственные
Региональные	Бассейновые	Участка бассейна реки
По количеству отраслей	Одноотраслевой	Многоотраслевой
По количеству гидроузлов	Безузловой, узловой	Одноузловой, многоузловой, безузловой
По направлению использования	Хозяйственно-питьевой	Промышленный, ирригационный, природоохраный
	Энергетический	
	Многоцелевой	

Классификация ВХК очень важна и позволяет не только представить сложность работ, но и предложить основные направления по разработке водохозяйственных мероприятий: комплексного управления водными ресурсами по бассейновому принципу, планирования развития водного хозяйства и других.

Кроме того, *классификация позволяет обеспечить:*

1. Улучшение качества водных ресурсов и экологического состояния водных объектов путем контроля над использованием и охраной водных объектов; совершенствование систем канализации и очистки сточных вод; обустройство водоохраных зон водных объектов.

2. Защиту от наводнений и другого вредного воздействия вод путем районирования территорий по степени и силе опасности проявления вредного воздействия вод; установление специальных режимов хозяйственной деятельности в зонах опасности; строительство объектов инженерной защиты; совершенствование методов прогнозирования паводков и наводнений и развитие системы оповещения о них.

3. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений за счет повышения эффективности надзора за безопасностью гидротехнических сооружений; проведения реконструкции, своевременного ремонта сооружений; повышения квалификации персонала, обслуживающего гидротехнические сооружения.

4. Развитие научно-технического и экономического сотрудничества с зарубежными странами и международными организациями в области использования и охраны трансграничных водных объектов, управления водохозяйственным комплексом, совершенствования водного законодательства, а также разработки технических регламентов и стандартов в сфере водохозяйственной деятельности.

### *Водохозяйственная система (ВХС)*

ВХС – это комплекс взаимосвязанных водных объектов и гидротехнических сооружений, предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны вод участниками ВХК.

*К водохозяйственным системам относят:*

- водохранилища;
- каналы различного назначения;
- мелиоративные системы;

- системы технического водоснабжения промузлов, предприятий, электростанций;
- системы очистки и сброса сточных вод;
- системы коллекторно-дренажных вод.

Водохозяйственные системы – это все гидротехнические сооружения и узлы гидротехнических сооружений.

*Существует три аспекта описания ВХС:*

- морфологический;
- функциональный;
- информационный.

Морфологически ВХС может быть расчленена на иерархические уровни по территориальному признаку.

Водохозяйственная система страны объединяет региональные ВХС, которые в свою очередь состоят из бассейновых систем.

Внутри бассейнов можно выделить водохозяйственные районы и водохозяйственные участки.

Основным элементом ВХС водохозяйственного участка является комплексный гидроузел – плотина и образованное ею водохранилище с совокупностью технических устройств, предназначенных для многоцелевого использования водных ресурсов на выделенном водохозяйственном участке.

В качестве примера можно рассмотреть водохозяйственную систему Западной Сибири, которая включает в себя ВХС бассейнов р. Оби и Енисей.

Бассейновая ВХС р. Оби может быть расчленена на ВХС верхней, средней и нижней Оби. Каждая из этих ВХС состоит из нескольких водохозяйственных участков, на которых расположены комплексные гидроузлы, образующие вместе каскад гидроузлов.

*Каждый комплексный гидроузел может иметь гидроэлектростанции, водозаборные станции, нерестилища и т.п.*

*В задачи функциональной структуры ВХС входят:*

- добыча (регулирование) водных ресурсов;
- транспортировка;
- распределение их между потребителями;
- сбор сточных вод и подготовка их для повторного использования.

## *Водохозяйственные объекты*

К водохозяйственным объектам относятся все гидротехнические сооружения:

- плотины, здания ГЭС, водосбросные и водовыпускные сооружения;
- туннели, каналы, насосные станции, судоходные шлюзы;
- судоподъемники;
- сооружения, предназначенные для защиты от наводнений и разрушений берегов водохранилищ и дна русел рек;
- дамбы, ограждающие хранилища жидких отходов промышленности и сельскохозяйственных организаций;
- устройства от размыва каналов и другие сооружения, предназначенные для использования водных ресурсов.

Гидротехнические сооружения (ГТС) предназначены для использования водных ресурсов или для борьбы с разрушительным действием воды.

Плотины – гидротехнические сооружения напорного типа (искусственные плотины) или природные образования (естественные плотины), создающие разницу уровней воды по руслу реки.

Следовательно, плотина (дамба, шлюз, перемычка и другие) перегораживает реку или иной водосток для подъема уровня воды перед ней с целью создания напора воды на ее площадь и образования водохранилища.

*Плотины бывают искусственные и естественные.*

Искусственные плотины представляют собой гидротехнические сооружения, созданные человеком для своих нужд и включающие собственно плотины гидроэлектростанций, водозаборов и ирригационные системы, дамбы, перемычки, запруды.

Естественные плотины – образования в виде запруд и др., созданные действием природных сил, например в результате оползней, землетрясений, селей, обвалов, лавин, заторов и зажоров.

*В зависимости от высоты плотины делят:*

- на низконапорные (до 10 м);
- средненапорные (от 10 до 50 м);
- высоконапорные (свыше 50 м).

*В зависимости от использованных строительных материалов плотины бывают:*

- бетонные;
- железобетонные;

- гравитационные;
- контрфорсные;
- арочные;
- каменные;
- грунтовые.

Перед плотиной вверх по водотоку накапливается вода и образуются искусственные и естественные водохранилища.

Наиболее крупные из них: Братское водохранилище на р. Ангаре – 169,3 км<sup>3</sup>, Красноярское водохранилище на р. Енисей – 73,3 км<sup>3</sup>.

Участок реки между двумя соседними плотинами на реке или участок канала между двумя шлюзами называется бьефом.

Верхним бьефом плотины называется часть реки выше подпорного сооружения (плотины, шлюза), а часть реки ниже такого сооружения – нижним бьефом.

В борьбе с наводнениями велика роль плотин, дамб. К сооружениям, обеспечивающим охрану водных ресурсов от загрязнения, могут быть отнесены различные стационарные или передвижные очистные сооружения (региональные, городские, отдельных предприятий и животноводческих комплексов), земельные поля орошения.

Водообеспечение отраслей народного хозяйства связано с созданием водохранилищ комплексного и отраслевого назначения, сооружений для территориального перераспределения стока.

*По обслуживаемой отрасли водного хозяйства гидротехнические сооружения бывают:*

- мелиоративные, предназначенные для орошения, осушения и обводнения земель (водозаборы, насосные станции, оросительные и осушительные каналы и сооружения на них);
- гидроэнергетические, служащие для использования водной энергии (здания гидроэлектростанций, напорные бассейны, уравнивательные камеры, безнапорные и напорные деривационные сооружения);
- воднотранспортные для целей судоходства (судоходные шлюзы и каналы, судоподъемники, морские порты, речные пристани и причалы, волноломы и др.) и лесосплава (запаны, боны, лесотаски, лотки, бревноспуски, плотоходы);
- водопроводные и канализационные – для целей водоснабжения (водозаборы, водоводы, насосные станции, водонапорные башни, резервуары, каптажные сооружения, очистные устройства, ливнепроводы, коллекторы);



- рыбохозяйственные – рыбоходы, рыбоподъемники, рыбоходные шлюзы, рыбоводные пруды.

*По целевому назначению и характеру выполняемых функций гидротехнические сооружения можно подразделить на следующие основные виды:*

- водоподпорные, создающие и воспринимающие подпор воды (плотины, дамбы, запруды и другие сооружения, перегораживающие водный поток);

- регулировочные – для регулирования взаимодействия речных потоков с руслом, воздействий волн и течений на берега морей, озер, водохранилищ (струенаправляющие дамбы, шпоры, запруды, полузапруды, донные и поверхностные струенаправляющие системы, дно- и берегоукрепительные сооружения, ледозащитные и волнобойные сооружения);

- водопроводящие – для пропуска по ним воды из одних пунктов в другие (каналы, трубопроводы, лотки, туннели);

- водосбросные – для сброса или полезных попусков воды из водохранилищ, прудов, каналов.

Государственная и хозяйственная деятельность водохозяйственных комплексов осуществляется в соответствии с водным законодательством России, в котором отражены основные положения о порядке использования и охраны рек, озер, водохранилищ, других поверхностных и подземных водных объектов.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Водохозяйственный комплекс, дать определение.
2. Водохозяйственный комплекс бассейна реки, дать определение.
3. Участники водохозяйственного комплекса.
4. Основные задачи ВХК.
5. Привести классификацию ВХК.
6. Требования, предъявляемые к ВХК.
7. Водохозяйственная система, дать определение.
8. Перечислить, что относится к ВХС.
9. Назвать, как делится бассейновая ВХС.
10. Назвать основной элемент ВХС водохозяйственного участка, из чего состоит.
11. Что входит в задачи функциональной структуры ВХС?
12. Перечислить водохозяйственные объекты.

13. Для чего предназначены гидротехнические сооружения, назвать?
14. Что такое плотина? Дать определение, назвать виды.
15. Виды плотин в зависимости от высоты.
16. Виды плотин в зависимости от материала.
17. Перечислить гидротехнические сооружения по обслуживаемой отрасли водного хозяйства.
18. Перечислить основные виды гидротехнических сооружений по целевому назначению и характеру выполняемых функций.

### ***Задание 3. Определение располагаемых водных ресурсов***

Определить объемы потенциальных водных ресурсов водотока, по месяцам и за год.

Объемы потенциальных водных ресурсов водотока определяют по заданному гидрографу расчетного маловодного года по периодам по формуле

$$W = Q_i \cdot t \cdot k, \quad (2)$$

где  $Q_i$  – расход воды за рассматриваемый период (за месяц), м<sup>3</sup>/с;

$t$  – число секунд за месяц, с;

$k$  – коэффициент, учитывающий потери воды на испарение и фильтрацию,  $k = 0,95–0,97$ .

Результаты расчетов представляют в таблице 5.

Таблица 5 – Определение располагаемых водных ресурсов

Показатель	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Расход воды по заданию $Q_i$ , м <sup>3</sup> /с													
Продолжительность периода $t \cdot 10^6$ , с	2,67	2,41	2,67	2,59	2,67	2,59	2,67	2,67	2,59	2,67	2,59	2,67	
Объем воды $W \cdot 10^6$ , м <sup>3</sup>													

Объем располагаемых водных ресурсов за год

$$W = \sum W_i. \quad (3)$$

***Задание 4. Определение потребности в воде предполагаемых участников ВХК. Потребность в воде на коммунально-бытовые нужды населения***

Определить потребность в воде на коммунально-бытовые нужды населения за год и за месяц.

Жилищно-коммунальное хозяйство – это отрасль, призванная обеспечивать жизнедеятельность населения. Современное жилищно-коммунальное хозяйство включает в себя жилой фонд, инженерные системы городов и населенных пунктов, объекты внешнего благоустройства, инженерной защиты территорий, банно-прачечного хозяйства, городской электротранспорт. Источниками централизованного водоснабжения служат поверхностные воды, доля которых в общем объеме водозабора составляет 68%, и подземные – 32%. Основной объем (84–86%) потребляемой воды используется для хозяйственно-питьевых нужд населения. Объем воды для коммунально-бытового водоснабжения населения (в год) определяется следующим образом:

$$W_{\text{год}}^{\text{кб}} = 360 \cdot (q_{\text{гор}} \cdot N_{\text{гор}} + q_{\text{сел}} \cdot N_{\text{сел}}), \quad (4)$$

где  $q_{\text{гор}}$ ,  $q_{\text{сел}}$  – нормы хозяйственно-питьевого водопотребления на одного жителя городского и сельского населения соответственно (л/сут·чел), зависят от степени благоустроенности района жилой застройки (табл. 6);

$N_{\text{гор}}$ ,  $N_{\text{сел}}$  – численность городского и сельского населения, тыс. чел. (по заданию).

За месяц определяется по формуле

$$W_{\text{мес.}}^{\text{кб}} = \frac{W_{\text{год}}^{\text{кб}}}{12}. \quad (5)$$

**Таблица 6 – Нормы водопотребления в коммунально-бытовом хозяйстве в зависимости от степени благоустройства**

Характеристика степени благоустройства	Норма водопотребления, л/сут·чел.
<b>Сельская местность</b>	
Водозабор из колодцев	30
Водозабор из водоразборных колонок общего пользования	50
<b>Поселки городского типа</b>	
Централизованное водоснабжение холодной водой, канализация	125–160
<b>Города</b>	
Централизованное водоснабжение холодной водой, канализация, с ваннами и местным отоплением	160–230
Централизованное водоснабжение холодной и горячей водой и канализация с централизованным отоплением	230–360

### **Модульная единица 1.3. Водные ресурсы. Глобальные проблемы водных ресурсов**

Вода – наиболее широко используемый природный ресурс. Забор воды из всех источников мира составляет около 4000 км<sup>3</sup> в год.

Объем других широко используемых природных ресурсов, таких как уголь или нефть, примерно на три порядка меньше. Громоздкость воды как ресурса приводит к необходимости использования его поблизости от местонахождения или к большим трудностям и высокой стоимости передачи воды на значительные расстояния.

При этом вода – возобновляемый ресурс, однако тем не менее ограниченный.

Воду уже назвали «нефтью XXI в.», и существуют все предпосылки к тому, что она будет все более ограничивать использующие ее технологические процессы. В отличие от дерева или других возобновляемых ресурсов общее среднее количество воды, которым располагают люди, фиксировано.

На территории России имеется более 120 тысяч рек общей длиной более 2,3 миллиона километров, более 2 миллионов озер, сотни тысяч болот. Общий объем речного стока составляет примерно 4043 км<sup>3</sup> (10% мирового стока). Вместимость озер и водохранилищ составляет 800 км<sup>3</sup>. Для хозяйственного использования в России ежегодно расходуется около 66 км<sup>3</sup> воды, в том числе из поверхностных источников

51,3, подземных – 9,3 и морской воды – 5,3, сброс сточных вод составляет более 54, из них неочищенных – более 20 км<sup>3</sup>.

Однако не фиксировано постоянство темпов предложения, так как засухи, наводнения и среднегодовые осадки – явления относительно общие. Поскольку все секторы промышленности используют воду, некоторые гораздо больше других, размещение производства, тип и эффективность являются важными факторами водного бюджета.

Ресурсы подземных вод России, пригодные для хозяйственно-питьевых целей, оцениваются в 220–300 км<sup>3</sup>/год, а утвержденные эксплуатационные запасы составляют около 50 км<sup>3</sup> в год; 150 наиболее крупных искусственных водохранилищ содержат 810 км<sup>3</sup> воды. Водопотребление нашей страны составляет около 300 км<sup>3</sup>/год, из них на хозяйственно-питьевые нужды тратится менее 10%. При этом водные ресурсы на территории России также распределены неравномерно и довольно неблагоприятно.

Лишь 14% речного стока приходится на районы, где размещено 80% промышленного и сельскохозяйственного производства и проживает 85% населения. Сибирские реки, протекающие по наименее населенным и освоенным регионам, выносят около 2/3 годового речного стока страны в Северно-Ледовитый океан, на южные и западные районы страны приходится около 15% всех видов водных ресурсов. Количество воды в водоемах суши устойчиво уменьшается, в то же время уровень Мирового океана повышается. Причинами этих процессов являются вырубка лесов, осушение болот, уменьшение количества осадков на суше.

По данным ООН, 23% городских и 80% сельских жителей не обеспечиваются питьевой водой удовлетворительного качества при общем уровне суточного потребления порядка 50 млрд т, что в несколько раз превосходит объемы годовой добычи всех остальных полезных ископаемых в мире. Как всеобщее достояние человечества, теряемое из-за нерационального ведения хозяйства, можно рассматривать пресные воды Байкала и пока еще значительные рекреационные ресурсы Сибири и Дальнего Востока. Кроме того, вода на земле находится в постоянном круговороте. Несмотря на то что человечество ежедневно потребляет огромные объемы воды, общее ее количество не уменьшается. Между тем уже сейчас вследствие неравномерного распределения на земле водных ресурсов и населения начинает ощущаться «водный голод», охватывающий прежде всего большие города и высокоразвитые промышленные страны, которые наносят

себе непоправимый вред, выпуская загрязненные сточные воды в реки и отравляя природную воду.

Практически все реки подвержены антропогенному воздействию, возможности экстенсивного водозабора для хозяйственных нужд по многим из них в целом исчерпаны. Вода многих российских рек загрязнена и непригодна для питьевых целей.

Серьезной проблемой является ухудшение качества воды поверхностных водных объектов, которая в большинстве случаев не отвечает нормативным требованиям и оценивается как неудовлетворительная практически для всех видов водопользования.

Наблюдается деградация малых рек. Происходит их заиление, загрязнение, засорение, обрушение их берегов. Бесконтрольное изъятие воды, уничтожение и использование в хозяйственных целях водоохраных полос и зон, осушение верховых болот привели к массовой гибели малых рек, тысячи из которых прекратили свое существование.

Общий сток малых рек, особенно в европейской части России, снизился более чем на 50%, в результате чего происходит разрушение водных экосистем и эти реки становятся непригодными для использования. На сегодняшний день, по данным экспертов, нормативам не соответствует от 35 до 60% питьевой воды в России и порядка 40% поверхностных и 17% подземных источников питьевого водоснабжения.

На территории страны выявлено свыше 6 тысяч участков загрязнения подземных вод, наибольшее количество которых приходится на европейскую часть России. По имеющимся расчетам, каждый второй житель Российской Федерации вынужден использовать для питьевых целей воду, не соответствующую по ряду показателей установленным нормативам. Почти треть населения страны пользуется источниками водоснабжения без соответствующей водоподготовки.

Жители ряда регионов страдают от недостатка питьевой воды и отсутствия надлежащих санитарно-бытовых условий проживания.

Причина проблемы кроется в массовом загрязнении бассейнов рек и озер. При этом основную нагрузку на водоемы создают промышленные предприятия, объекты топливно-энергетического комплекса, предприятия муниципального хозяйства и агропромышленного сектора.

Наблюдается снижение объемов сброса нормативно-очищенных сточных вод, что происходит из-за перегрузки очистных сооружений, их некачественной работы, нарушений технических регламентов, не-

хватки реагентов, прорывов и залповых сбросов загрязнений. Основными источниками загрязнений водных объектов России являются коммунальное хозяйство и промышленные предприятия, которыми сбрасывается соответственно 58 и 31% загрязненных сточных вод от общего объема.

В настоящее время поверхностные водные источники повсеместно загрязняются целыми группами токсичных и канцерогенных загрязнителей: ионами тяжелых металлов, пестицидами, биогенными элементами, фенолами, химическими соединениями, нефтепродуктами, хлорорганикой и т.д. Это привело к тому, что природные воды по своему качеству приблизились к слабоконцентрированным сточным водам. При этом существующие сооружения водоподготовки, на которых используются традиционные технологические процессы (коагулирование, отстаивание, фильтрование), уже не в состоянии обеспечить требуемое качество питьевой воды. В результате – ухудшение здоровья населения, снижение продолжительности жизни.

В России, особенно в европейской ее части, наблюдаются недопустимо большие потери воды. В промышленности потери воды достигают более 25% (за счет утечек и аварий в сетях, инфильтрации, несовершенства технологических процессов). В жилищно-коммунальном хозяйстве теряется от 20 до 40% (за счет утечек в жилых и общественных зданиях, коррозии и износа водопроводных сетей); в сельском хозяйстве – до 30% (переполивы в растениеводстве, завышенные нормы подачи воды для целей животноводства).

Формирование качества поверхностных вод происходит в результате воздействия большого количества факторов. Многие из них поддаются достаточно полной и корректной оценке (например, организованные сбросы промышленных и коммунально-бытовых стоков). Однако есть факторы, которые до настоящего времени изучены недостаточно. К ним относятся загрязнения, попадающие в водные источники во время паводков и половодий, возникающие при выпадении загрязненных атмосферных осадков (кислотные дожди) и другие.

Нарастает технологическое и техническое отставание водного хозяйства, в частности в изучении и контроле качества вод, подготовке питьевой воды, обработке и утилизации осадков, образующихся при очистке природных и сточных вод. Прекращена разработка необходимых для устойчивого водообеспечения перспективных схем использования и охраны вод.

Глобальное потепление и изменение климата, как отмечают специалисты, приведет к улучшению водообеспеченности населения России в целом. Увеличение этого показателя можно ожидать на европейской территории страны, в Поволжье, в Нечерноземном центре, на Урале, на большей части Сибири и Дальнего Востока.

В ряде густонаселенных регионов Черноземного центра России (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская области), Южного (Калмыкия, Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область) и юго-западной части Сибирского (Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Омская и Томская области) федеральных округов РФ, которые и в современных условиях имеют довольно ограниченные водные ресурсы, в ближайшие десятилетия следует ожидать их дальнейшего уменьшения на 10–20%.

В указанных регионах может отмечаться серьезный дефицит воды, который может стать фактором, сдерживающим экономический рост и повышение благосостояния населения, и возникнет необходимость строгого регулирования и ограничения водопотребления, а также привлечения дополнительных источников водообеспечения.

В Алтайском крае, в Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областях уменьшение водных ресурсов, видимо, не приведет к критически низким значениям водообеспеченности и высокой нагрузке на водные ресурсы. Однако, учитывая тот факт, что и в настоящее время здесь имеют место весьма серьезные проблемы, в перспективе они могут приобрести особую остроту, особенно в маловодные периоды. Это прежде всего связано с большой изменчивостью водных ресурсов во времени и по территории, а также с тенденцией к увеличению интенсивности использования стока трансграничных рек в Китае и Казахстане.

К ухудшению состояния водных объектов в России, а следовательно, обострению экологической обстановки приводят следующие основные факторы:

1. Рост водопотребления и водоотведения.
2. Нарушения правил хранения и транспортирования ядохимикатов.
3. Распашка пойм.
4. Развитие эрозионных процессов.
5. Молевой сплав леса.



6. Отсутствие отлаженного правового и экономического механизмов управления водными ресурсами.

Для решения этих проблем необходимо рассмотреть возможности регулирования стока и заключения международных договоров по совместному использованию водных ресурсов.

Учитывая возрастающее влияние климата и его изменений на устойчивость развития экономики и социальной сферы страны, представляется необходимым при разработке государственной водной политики предусмотреть включение в нее задач, связанных с изменением климата.

В целом главными причинами негативных тенденций в сфере водных ресурсов и возможных ограничений в их использовании эксперты считают природные катаклизмы, рост населения, ресурсозатратное промышленное и сельскохозяйственное производство, загрязнение отходами естественных водоемов, прибрежных территорий, грунтовых и подземных вод.

В этой связи одной из первостепеннейших задач является охрана водных экосистем страны и содействие рациональному использованию воды в сельском хозяйстве, индустрии и быту.

Для решения создавшихся проблем нужны новые эффективные технологии и процессы при очистке как природных, так и сточных вод. Однако только разработкой новых технологий в настоящее время решить проблемы не удастся. Требуется применение комплексного набора мероприятий: научно-технических, экономических, административных и социальных. Моментально (в течение 1–2 лет) эти мероприятия внедрить не удастся.

Поэтому в настоящее время НИИ и министерствами разработана долгосрочная стратегическая программа рационального использования и охраны водных ресурсов России.

Программа рассчитана на несколько этапов в течение 10–15 лет и состоит из 4 основных разделов.

1. Разработка новых технологий в питьевом водоснабжении.
2. Разработка новых технологий при очистке сточных вод.
3. Совершенствование технологии промышленного водопользования.
4. Рациональная организация водохозяйственных отношений.

Кроме «стратегии» разработана концепция экологически безопасного функционирования систем водопользования в агропромыш-

ленном комплексе, который также является крупным источником загрязнений водных источников.

Эта концепция ориентирована на экологизацию использования водных и земельных ресурсов, снижение безвозвратного водопотребления, предупреждение загрязнения водных экосистем в процессе агропромышленного производства, водопотребления и водоотведения.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Каким образом проявляется антропогенное воздействие на водные ресурсы?
2. В чем причина массового загрязнения бассейнов рек и озер?
3. Пояснить, каким образом можно решить проблемы загрязнения водных ресурсов.
4. Назвать главные причины негативных тенденций в сфере водных ресурсов и возможных ограничений в их использовании.
5. В чем заключаются пути решения проблем водных ресурсов?
6. Привести основные разделы стратегической программы рационального использования и охраны водных ресурсов России.

### ***Задание 5. Определение потребности в воде предполагаемых участников ВХК. Потребность в воде для нужд орошения***

Определить потребность в воде для орошения по месяцам и за год.

Орошение представляет собой комплекс инженерных, организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий по подаче воды на сельскохозяйственные угодья (поле, луг, сад) и ее распределению для улучшения роста и развития выращиваемых сельскохозяйственных культур и повышения их урожайности. В основе оросительной мелиорации лежат гидротехнические приемы нормирования подачи воды и превращения ее в почвенную влагу.

Важнейшим средством оптимального распределения и эффективного использования водных ресурсов при орошении, предупреждающем развитие негативных процессов, является научно обоснованное нормирование водопользования. В России для всех природно-климатических зон разработан обширный перечень норм, нормативных документов и методик, строго регламентирующих водопользование в орошаемом земледелии. Среди них – биологически оптимальные нормы водопотребления для орошения на максимально возмож-

ную урожайность сельскохозяйственных культур; текущие нормативные потребности в воде для орошения, ориентированные на достигнутый уровень урожайности; укрупненные нормативные показатели и коэффициенты суммарного стока с орошаемых земель с учетом качества воды; унифицированная методика расчета норм водопотребления; методика технико-экономического обоснования норм в условиях дефицита водных ресурсов; методика анализа и контроля водопользования в орошаемом земледелии. Ежегодно проводится анализ эффективности использования оросительной воды.

Потребность в воде для орошения определяется по формуле

$$W_{opi} = \frac{F \cdot q_{opi}}{\eta} \cdot t, \quad (6)$$

где  $q_{opi}$  – ордината графика гидромодуля, л/с·га, рассматриваемого  $i$ -периода (месяца); внутригодовое распределение объемов водопотребления для орошения в таблице 7 приведено по территории Красноярского края;

$F$  – площадь орошения, тыс. га;

$\eta$  – КПД оросительной системы;

$t$  – продолжительность периода, с.

Объем воды для орошения за год определяются по формуле

$$W_{год}^{op} = \sum W_{opi}. \quad (7)$$

Таблица 7 – Объемы воды для целей орошения

Показатель	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Гидромодуль $q_{op,i}$ , л/с·га	–	–	–	–	21	23	23	20	13	–	–	–
Орошаемая площадь $F$ , га												
Объем воды $W_{opi}$ , м <sup>3</sup>												

## **Задание 6. Определение потребности в воде предполагаемых участников ВХК. Потребность в воде промышленности**

Определить потребности в воде промышленности.

В системе водного хозяйства страны промышленность выступает как один из крупнейших потребителей воды, предъявляющий различные требования к ее количеству и качеству. В настоящее время вода как фактор размещения промышленного производства приобретает всевозрастающее влияние, так как является одним из элементов производственного процесса, несущим разнообразные функции, а также в ряде случаев таким же сырьем, как уголь, железо и другие полезные ископаемые.

Для промышленности характерны большие объемы водопотребления и водоотведения; незначительный процент безвозвратного водопотребления; большая зависимость расхода воды, забираемой из источника, от технологии производства и системы водоснабжения; разнообразие функций использования воды; равномерность потребления воды в течение года; большой удельный вес в загрязнении источников воды. Большое значение имеет вид выпускаемой продукции. В зависимости от него удельное водопотребление (на единицу продукции) может изменяться от нескольких единиц до нескольких тысяч кубических метров.

Удельное водопотребление зависит также от технологии, применяемой для получения промышленной продукции. Например, на химических предприятиях, выпускающих одну и ту же продукцию, в зависимости от технологии производства удельные расходы воды различаются в 5–10 раз. В задании объемы водопотребления определяются для каждого промышленного предприятия и в целом по промышленности в рассматриваемом бассейне реки. Вид выпускаемой промышленной продукции указан в задании. Объем водопотребления промышленностью определяется

$$W_{\text{год}}^{\text{пр}} = \sum q_{\text{пр}} \cdot B_i, \quad (8)$$

где  $q_{\text{пр}}$  – норма водопотребления на единицу продукции, м<sup>3</sup>/год (прил. 1);

$B_i$  – объем годовой продукции, тыс. т.

За месяц

$$W_{\text{мес.}}^{\text{пр}} = \frac{W_{\text{год}}^{\text{пр}}}{12}. \quad (9)$$

## **Модуль 2. СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА И ЕГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

### **Модульная единица 2.1. Гидролого-водохозяйственное обоснование водохозяйственных систем**

#### *2.1.1. Принципы водохозяйственного районирования*

Специфические особенности водного хозяйства, выступающего посредником между природой и потребителями воды, ставят водохозяйственное районирование на грань между отраслевым и комплексным. Основным признаком комплексного районирования сводится к выявлению особенностей водообеспечения большинства населенных пунктов и всех водопотребляющих отраслей хозяйства и служит основой для выявления внутренних экономических связей.

#### *Выделение водохозяйственных участков*

Выделение водохозяйственных участков основано на гидрографическом и экономико-географических подходах к районированию территорий.

Водохозяйственные участки представляют собой минимальные части речных бассейнов (минимальные учетные единицы), используемые при составлении водохозяйственных балансов, и достаточные (с позиций обеспечения неистощительного водопользования и охраны водных объектов) для определения лимитов забора воды, сбросов сточных вод, других параметров использования водных объектов или их частей, расположенных в пределах конкретных водохозяйственных участков.

Делению на водохозяйственные участки подлежат все утвержденные в установленном порядке гидрографические единицы на территории Российской Федерации. На водохозяйственные участки делятся гидрографические единицы подбассейнового уровня (подбассейны), а также гидрографические единицы бассейнового уровня (речные бассейны) в том случае, если при гидрографическом районировании они не делились на подбассейны. Не связанные гидравлически между собой поверхностные водные объекты, расположенные в пределах одной гидрографической единицы, выделяются в отдельные водохозяйственные участки.

Любой участок территории Российской Федерации может относиться (принадлежать) только к одному водохозяйственному участку. Выделение водохозяйственных участков осуществляется путем:

- установления граничных расчетных створов на водотоках делимой гидрографической единицы и определения границ водосборной территории, весь сток с которой поступает к участкам водотоков между расчетными створами;

- выделения бессточных областей (участков земной поверхности без поверхностного или подземного стока в другой водосбор), весь сток с которых поступает в один поверхностный водный объект.

В качестве замыкающего граничного расчетного створа водохозяйственного участка рекомендуется назначать створы существующих гидрологических постов (пунктов, оборудованных устройствами и приборами для проведения систематических гидрологических наблюдений), створы гидротехнических сооружений.

Кроме того, замыкающие расчетные створы водохозяйственных участков должны располагаться в устьях рек и выше устьев крупных притоков, впадающих в эти реки.

Выходной расчетный створ вышележащего по течению реки водохозяйственного участка является входным створом нижележащего.

При определении положения пограничных расчетных створов водохозяйственных участков руководствуются следующими критериями (в порядке приоритетности):

- наличие и расположение водоподпорных сооружений на водотоках;

- наличие и расположение гидрометрических створов и гидрологических постов наблюдений на водотоках;

- максимальная близость указанных створов к границам соответствующих субъектов Российской Федерации.

В створах гидроузлов, создающих водохранилища объемом более 100 млн м<sup>3</sup>, установление пограничного створа водохозяйственного участка обязательно.

При каскадном расположении гидроузлов водохранилищ, в случае если суммарный объем водохранилищ каскада превышает 200 млн м<sup>3</sup>, в створе замыкающего каскад гидроузла обязательно устанавливается пограничный створ водохозяйственного участка.

Граничные расчетные створы определяются:

- прямой линией, соединяющей две точки, расположенные на разных берегах водотока и принадлежащие границам водного объекта;

– по оси гидроузла, перегораживающего водоток или водоем.

Основными критериями при выделении водохозяйственных участков являются:

– площадь водосборной территории;

– объем водохранилищ, расположенных на территории участка;

– количество населенных пунктов на этой территории;

– отношение количества забираемой для использования воды к объему поверхностного стока, формирующегося на водосборной территории участка (местный сток), и/или к общему объему поверхностного стока в замыкающем участок пограничном расчетном створе;

– отношение количества загрязняющих веществ на единицу объема поверхностного стока в маловодный период к установленным нормативам предельно допустимых концентраций содержания загрязняющих веществ в водных объектах.

Минимальная площадь водохозяйственного участка (водосборной территории водохозяйственного участка), как правило, не должна быть менее 1 000 км<sup>2</sup>.

Максимальная площадь водохозяйственного участка (водосборной территории водохозяйственного участка), как правило, не должна быть более 50 000 км<sup>2</sup>.

Бессточные области с водосборной площадью более 2 000 км<sup>2</sup> выделяются как минимум в один отдельный водохозяйственный участок. Смежные бессточные области с водосборной площадью менее 2000 км<sup>2</sup> каждый могут группироваться в водохозяйственные участки общей площадью до 30 000 км<sup>2</sup>. Острова площадью более 2 000 км<sup>2</sup> выделяются как минимум в один отдельный водохозяйственный участок. Острова площадью менее 2 000 км<sup>2</sup> каждый группируются в водохозяйственные участки общей площадью до 30 000 км<sup>2</sup>. При выделении на водосборной площади гидрографической единицы водохозяйственных участков учитываются площадь водосборной территории, количество и плотность проживающего в ее пределах населения, а также параметры использования водных объектов.

При установлении количества водохозяйственных участков в пределах гидрографических единиц на первом этапе в качестве ориентировочного критерия антропогенной нагрузки на водные объекты принимается показатель плотности населения. Рекомендуемая площадь водохозяйственных участков определяется по следующей шкале (табл. 8).

Таблица 8 – Шкала рекомендуемых площадей водохозяйственных участков

Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	Размер водохозяйственных участков, тыс. км <sup>2</sup>
Более 100	Менее 3
От 50 до 100	От 3 до 5
От 25 до 50	От 5 до 10
От 10 до 25	От 10 до 25
От 1 до 10	От 25 до 50
От 1 до 10	От 25 до 50
Менее 1	От 50 до 100

В пределах одного водохозяйственного участка может находиться не более:

- одного города с населением свыше 1 000 000 чел.;
- двух городов с населением от 500 000 до 1 000 000 чел.;
- четырех городов с населением от 300 000 до 500 000 чел.;
- восемью городов с населением от 100 000 до 300 000 чел.

В отдельные водохозяйственные участки (площадью не менее 2 000 км<sup>2</sup>) выделяются участки водосборной территории, в пределах которых формируется не менее 50% поверхностного стока в замыкающих пограничных створах этих участков.

В отдельные водохозяйственные участки (площадью не менее 2 000 км<sup>2</sup>) выделяются участки водосборной территории, в пределах которых объем воды, забираемой из водных объектов для использования, составляет более 25% поверхностного стока в замыкающих пограничных створах этих участков в условиях средней водности и более 30% стока – в условиях маловодья.

В отдельные водохозяйственные участки (площадью не менее 2 000 км<sup>2</sup>) выделяются участки водосборной территории, в пределах которых количество загрязняющих веществ на единицу объема поверхностного стока в замыкающих пограничных створах в маловодный период более чем в 3 раза превышает установленные нормативы предельно допустимых концентраций содержания загрязняющих веществ в водных объектах.

Установление (выделение) водохозяйственных участков и определение их границ проводятся на основе государственных топографических карт и цифровых моделей рельефа с использованием геоинформационных технологий. Границы водохозяйственных участков



проходят по водоразделам (географической границе между смежными водосборами) и граничным расчетным створам.

В качестве топографической основы при выделении границ водохозяйственных участков используются топографические основы масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000. При необходимости дополнительной детализации отдельных участков границ водохозяйственных участков используются государственные топографические карты более крупных масштабов, а также аэрофотоснимки и космические снимки. Для зонирования территорий гидрографических единиц используются данные о плотности населения на соответствующих территориях.

Для зонирования территорий гидрографических единиц по обеспеченности водными ресурсами используются сведения Государственного водного кадастра Российской Федерации об основных гидрологических характеристиках районов Российской Федерации и (или) Государственного водного реестра.

Для учета распределения антропогенной нагрузки на водные объекты используются сведения соответствующих разделов Государственного водного кадастра Российской Федерации и (или) Государственного водного реестра за 3 года, предшествующие осуществлению водохозяйственного районирования.

Выделение водохозяйственных участков осуществляется поэтапно.

По картографическим материалам, в пределах делимых на водохозяйственные участки гидрографических единиц, выделяются:

– водосборные территории не связанных гидравлически между собой поверхностных водных объектов;

– бессточные области и острова. Определяются их площади. Устанавливаются створы отдельных гидроузлов, создающих водохранилища объемом более 100 млн м<sup>3</sup>, и замыкающих гидроузлов каскадов водохранилищ, имеющих суммарный объем более 200 млн м<sup>3</sup>.

С учетом результатов, полученных на первом и втором этапах, производится зонирование территории гидрографической единицы по показателям плотности населения, использования и антропогенного загрязнения водных ресурсов. Зонирование производится с помощью геоинформационных технологий на основе данных о численности населения административно-территориальных единиц субъектов Российской Федерации, данных по водным объектам и водным ресурсам, а также их использованию из Государственного водного кадастра

Российской Федерации и (или) Государственного водного реестра на соответствующих территориях.

На топографическую основу территории гидрографической единицы, содержащую рельеф, гидрографическую сеть, населенные пункты и иные объекты, с использованием геоинформационных технологий накладываются показатели антропогенной нагрузки на водные объекты, а также сведения о существующих пунктах наблюдений за режимом и качеством вод водных объектов, гидротехнических сооружений и крупных водопользователях.

В соответствии с критериями, приведенными выше, и на основании результатов, полученных при выполнении этапов, предусмотренных предыдущими пунктами, осуществляется расстановка дополнительных граничных расчетных створов.

Выделение водохозяйственных участков осуществляется с верховьев речной сети гидрографической единицы и заканчивается в замыкающих створах водных объектов (нижних створах на реке, ограничивающих рассматриваемый бассейн).

Кодирование водохозяйственных участков осуществляется согласно рис. 3.



Рисунок 3 – Структура кода водохозяйственного участка

Водохозяйственное районирование страны выполнено с учетом природных особенностей и источников водоснабжения, а также экономических факторов при водопользовании.

Укрупненные водохозяйственные районы (выделено 41) разбиты на шесть типов:

1-й тип – водохозяйственные районы, расположенные в полупустынной и пустынной зонах, характеризуются наименьшей водообеспеченностью;

2-й тип – районы, расположенные в степной зоне неустойчивого увлажнения и отчасти в горных условиях, для них характерно недостаточное и резко недостаточное природное водообеспечение;

3-й тип – густозаселенные регионы страны – природная водообеспеченность невысокая, здесь возникает необходимость в регулировании стока и ограничении развития водоемких производств;

4-й тип – отличается наиболее развернутой структурой водохозяйственных комплексов, эти районы принадлежат к бассейнам крупных рек (Волги, Днепра, Оби);

5-й тип – относится к хорошо увлажненным районам с широким заболачиванием земель. Общее водопотребление достигает больших размеров, но речной сток здесь достаточно велик;

6-й тип характеризуется наиболее высокой водообеспеченностью. Районы расположены в слабоосвоенных частях страны. Это водохозяйственное районирование получило широкое распространение и практическое применение.

При водохозяйственном районировании обычно используется ряд основных положений:

1 – территориальная общность;

2 – генетические связи;

3 – комплексность;

4 – относительная однородность.

Основы рационального водопотребления и водопользования, а также охраны вод, тесно связаны с различными отраслями хозяйства и обычно учитываются при водохозяйственном районировании. При его выполнении природные факторы, формирующие водные ресурсы в пределах водосборных бассейнов или их частей, увязывают с уровнем развития водоемких отраслей хозяйства.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. На каких подходах основано выделение водохозяйственных участков?
2. Что представляют из себя водохозяйственные участки?
3. Каким путем осуществляется выделение водохозяйственных участков?

4. Каким образом должны располагаться замыкающие расчетные створы?
5. Каким образом определяются граничные расчетные створы?
6. Минимальная, максимальная площадь водохозяйственного участка.
7. Какое количество населенных пунктов, какой численностью населения может находиться в пределах одного водохозяйственного участка?
8. Какая топографическая основа используется при выделении границ водохозяйственных участков?
9. Где начинается выделение водохозяйственных участков и где заканчивается?
10. Структура кода водохозяйственного участка.
11. По каким принципам укрупненные водохозяйственные районы разбиты на шесть типов?
12. Перечислить основные положения, которые используются при водохозяйственном районировании

### *2.1.2. Учет водных ресурсов*

Государственный учет поверхностных и подземных вод представляет собой систематическое определение и фиксацию в установленном порядке количества и качества водных ресурсов, имеющих на данной территории.

Государственный учет поверхностных и подземных вод осуществляется в целях обеспечения текущего и перспективного планирования рационального использования водных объектов, их восстановления и охраны.

Данные государственного учета поверхностных и подземных вод характеризуют состояние поверхностных и подземных водных объектов по качественным и количественным показателям, степени их изученности и использования.

Государственный учет подземных и поверхностных вод осуществляется в Российской Федерации по единой системе и базируется на данных учета использования поверхностных и подземных вод, представляемых водопользователями, и государственного мониторинга водных объектов.

Государственный водный кадастр представляет собой свод данных о водных объектах, их водных ресурсах, использовании водных объектов, о водопользователях.

Государственный водный кадастр ведется в Российской Федерации по единой системе и основывается на данных государственного учета вод. Представление водопользователями в специально уполномоченный государственный орган управления использованием и охраной водного фонда данных, подлежащих включению в государственный водный кадастр, является обязательным. Данные государственного водного кадастра являются основой для принятия решений при осуществлении государственного управления в области использования и охраны водных объектов и должны представляться в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Государственный учет поверхностных и подземных вод и ведение государственного водного кадастра осуществляются федеральным органом исполнительной власти в области управления использованием и охраной водного фонда с участием федерального органа исполнительной власти в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды (по поверхностным водным объектам) и федерального органа исполнительной власти в области управления использованием и охраной недр (по подземным водным объектам).

Обязанность ведения учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества возлагается на физические или юридические лица, которым предоставлено право пользования водным объектом в целях забора (изъятия) водных ресурсов и (или) сброса сточных вод и (или) дренажных вод.

Учет объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества включает измерение объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества, обработку и регистрацию результатов таких измерений и осуществляется по специальным, утвержденным правительством, формам.

Для организации учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества водопользователем составляется схема систем водопотребления и водоотведения, предоставляющая информацию о размещении мест забора и сброса сточных вод и (или) дренажных

вод, количестве и качестве забираемых (изымаемых) и сбрасываемых сточных вод и (или) дренажных вод, о системах оборотного водоснабжения, повторного использования вод, а также передачи (приема) воды потребителям.

Схема систем водопотребления и водоотведения подлежит согласованию с территориальным органом Федерального агентства водных ресурсов в 15-дневный срок. В случае использования подземных водных объектов схема подлежит также согласованию с территориальным органом Федерального агентства по недропользованию в 15-дневный срок.

Схема выполняется в графическом виде с приложением пояснительной записки и должна содержать:

а) ситуационный план местности с привязкой территории организации, эксплуатирующей водозаборные и (или) водосбросные сооружения, к водному объекту, используемому для забора (изъятия) водных ресурсов, сброса сточных вод и (или) дренажных вод с указанием:

– наименования водного объекта – водоисточника и водоприемника;

– мест размещения забора (изъятия) водных ресурсов и сброса сточных вод и (или) дренажных вод с их нумерацией;

б) план территории организации, эксплуатирующей водозаборные и (или) водосбросные сооружения, с наложением сетей водоснабжения, водоотведения и ливневой канализации с указанием:

– мест установки средств измерений для учета количества забираемых (изымаемых) и сбрасываемых сточных вод и (или) дренажных вод с их нумерацией;

– мест размещения очистных сооружений.

Пояснительная записка к схеме должна содержать:

– водохозяйственный баланс намечаемого водопользования, составленный на основе отраслевых индивидуальных норм водопотребления и водоотведения;

– иные сведения, характеризующие количество и качество забираемых (изымаемых) и сбрасываемых сточных вод и (или) дренажных вод.

Схема, содержащая сведения, отнесенные к государственной тайне, составляется с учетом требований законодательства Российской Федерации о государственной тайне. Измерение объемов забора (изъятия) воды или сброса сточных вод и (или) дренажных вод осу-

ществляется на каждом водозаборе и выпуске сточных вод и (или) дренажных вод установкой на водозаборных сооружениях и сооружениях для сброса сточных и (или) дренажных вод средств измерения расходов (уровней) воды. Средствами измерения оснащаются также узлы передачи воды в системы оборотного водоснабжения, повторного использования сточных вод, передачи (приема) воды потребителям. Учет объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод должен производиться средствами измерений, внесенными в Государственный реестр средств измерений. Выбор средств измерений определяется величиной измеряемых расходов воды (максимального и минимального), производительностью водозаборных и водосбросных сооружений, составом сточных и (или) дренажных вод. Сведения, полученные в результате учета забора (изъятия) водных ресурсов и сброса сточных и (или) дренажных вод, их качества, представляются в территориальный орган Федерального агентства водных ресурсов ежеквартально, в срок до 10 числа месяца, следующего за отчетным кварталом.

Водопользователи и собственники водных объектов несут ответственность за непредоставление или несвоевременное предоставление сведений, полученных в результате учета объемов забора (изъятия) водных ресурсов из водного объекта, объемов сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества, а равно за представление таких сведений в неполном объеме или искаженном виде в соответствии с законодательством Российской Федерации.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Что представляет из себя государственный учет поверхностных и подземных вод, для каких целей ведется?
2. Что такое государственный водный кадастр?
3. Какие органы власти и организации ведут государственный учет поверхностных и подземных вод, государственный водный кадастр?
4. Какую информацию предоставляют схемы систем водопотребления и водоотведения?
5. Из каких частей состоят схемы систем водопотребления и водоотведения?

**Задание 7. Определение потребности в воде предполагаемых участников ВХК. Определение санитарных попусков.**  
**Потребность в воде рыбного хозяйства**

Определить потребность в воде рыбного хозяйства.

Российская Федерация располагает огромным рыбохозяйственным водным фондом, включающим прибрежные (территориальные) и внутренние реки, водохранилища и озера.

В рыбной промышленности функционирует около 2 000 предприятий и организаций всех форм собственности – акционерные общества, малые предприятия с иностранными инвестициями, предприятия государственной и кооперативной системы. Ими производится свыше 2,5 млн т товарной пищевой рыбопродукции, включая рыбные консервы. В отрасли практически завершена приватизация государственных производственных предприятий, продолжается формирование рыночной структуры – банков, бирж, страховых компаний и т.д. Активно идет процесс создания предприятий малых форм, различных видов ассоциаций и других объединений.

Критерием подхода к организации пространственной зоны рыболовства в прибрежных морях является современный международно-правовой режим вод и дна Мирового океана.

В целях рыболовства рассматриваются три качественно различные зоны: национальная зона рыболовства, включающая внутренние и территориальные водные пространства; экономическая зона коммерческого рыболовства (ширина 188 миль); интернациональная зона рыболовства за пределами современной экономической зоны (свободное море). Для зоны установлены четкие границы, лимитирующие правовую пространственную организацию промышленного рыболовства.

Для воспроизводства рыбных ресурсов в выполняемой работе предусматривается строительство полносистемного рыболовного хозяйства. Расходы воды, подаваемой в рыболовное хозяйство, приведены в задании. Объем потребляемой воды ( $m^3$ ) определяют по формуле

$$W_M^{px} = Q_{px} \cdot t, \quad (10)$$

где  $Q_{px}$  – расход воды по графику водоподдачи,  $m^3/c$ ;  
 $t$  – количество секунд в месяце.



Таблица 9 – Определение объемов воды для рыбоводного хозяйства

Показатель	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Расход воды по заданию $Q_{рх}$ , м <sup>3</sup> /с	–	–	–	–	21	23	23	20	13	–	–	–
Продолжительность периода $t \cdot 10^6$ , с												
Объем воды $W_{м}^{рх} \cdot 10^6$ , м <sup>3</sup>												

Объем воды, потребляемый рыбоводным хозяйством, определяется по формуле

$$W_{год}^{рх} = \sum W_{м}^{рх}. \quad (11)$$

### **Модульная единица 2.2. Влияние водохозяйственного строительства на окружающую природную среду**

При строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений (ГТС) влияние на окружающую среду может оказывать гидроузел в составе нового природно-технического комплекса (ПТК), природно-технический комплекс в целом, а также отдельные элементы гидроузла и природно-технического комплекса:

- подпорные сооружения;
- водопропускные сооружения;
- водохранилище;
- нижний бьеф; водохозяйственный комплекс, возникший на базе гидроузла и водохранилища;
- производственная и социально-экономическая инфраструктура, развитая на базе гидроузла и водохранилища.

Основные направления воздействия ГТС на окружающую среду представлены на рисунке 4.

Влияние ГТС на окружающую среду может касаться различных компонент природно-технического комплекса, не только элементов природной среды, но и отраслей хозяйства и социально-демографической сферы, на рисунке 4 показаны различные аспекты влияния ГТС на компоненты ПТК.

В связи со строительством (реконструкцией) и эксплуатацией ГТС может быть оказано прямое и косвенное влияние на окружающую природную среду с прямыми и косвенными эффектами для нее. Эффекты могут быть положительными и отрицательными, планируемыми и сверхпланируемыми или же побочными, как правило, не учитываемыми при принятии решений.

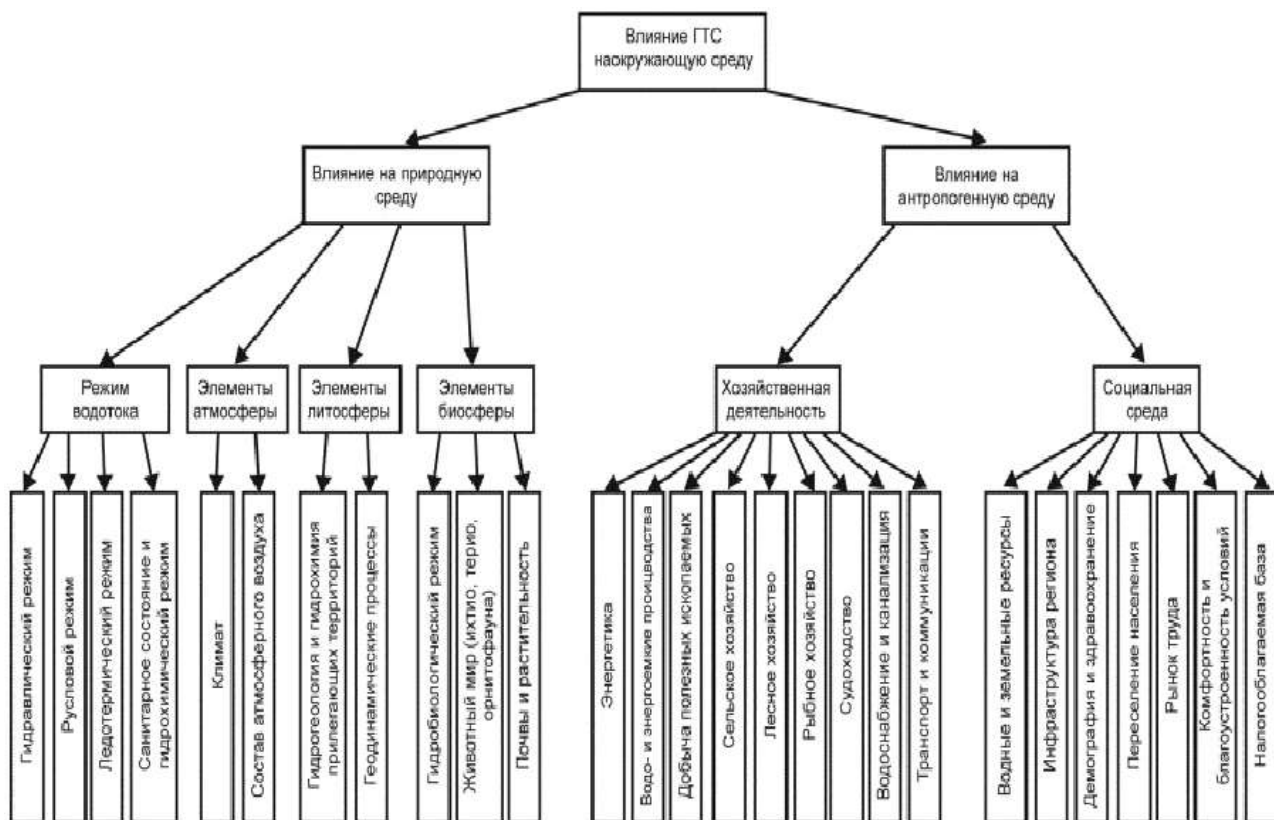


Рисунок 4 – Основные направления воздействия ГТС на окружающую среду

### *Влияние ГТС на гидравлический и гидрологический режим водотока*

Создание крупных гидроузлов на реках вносит большие изменения в их естественный гидрологический режим. В результате регулирующего действия водохранилища сток реки в нижнем бьефе становится более равномерным в течение года. Регулирующее влияние водохранилищ сказывается на значительных по протяжению участках реки ниже плотин и распространяется до ее устья. Условно можно считать, что протяженность нижних бьефов определяется по границе восстановления естественного гидрологического режима (главным образом, под влиянием крупных притоков).

Регулирующее влияние водохранилища приводит к существенному перераспределению стока по сравнению с бытовым состоянием: уменьшаются расходы паводка и увеличиваются расходы межени. Это перераспределение тем существенней, чем больше регулирующая (полезная) емкость водохранилища. Суточное и недельное регулирование мощности ГЭС вносит в гидравлический режим рек своеобразие, характерное только для нижних бьефов: прохождение волн попусков, влияние которых может охватывать участки значительной протяженности. Неустановившийся режим течения, возникающий при прохождении волн попусков, сказывается как на гидравлических условиях, так и на русловых переформированиях в нижних бьефах.

Естественный водный режим реки в нижнем бьефе может быть нарушен также при комплексном использовании водохранилища и отъеме из него более или менее значительных объемов воды для целей ирригации или переброски стока в бассейны других рек. В случае переброски стока из бассейнов других рек в рассматриваемой реке происходит общее увеличение жидкого стока.

### *Влияние ГЭС на русловой режим водотока*

Задержка водохранилищем твердого стока и перераспределение во времени стока воды приводит к изменению руслового процесса в верхнем и нижнем бьефах гидроузла. Преобладающие в естественных условиях обратимые деформации русла, обусловленные транзитным транспортом наносов, поступающих с площади водосбора, после возведения гидроузла сменяются необратимыми деформациями.

Создание водохранилища приводит к тому, что большая часть наносов (а в крупных водохранилищах на равнинных реках практически все наносы) осаждаются в нем, и в нижний бьеф вода поступает осветленной. В результате происходит постепенное занесение чаши водохранилища донными наносами и его заиление взвешенными наносами. В этих условиях в нижнем бьефе поток, транспортирующая способность которого оказывается недостаточной, начинает насыщаться за счет размыва примыкающего к гидроузлу участка нижнего бьефа. Этот участок превращается в зону питания наносами расположенной ниже части реки. В русле начинают развиваться необратимые деформации, в которых преобладает общий размыв.

Как правило, это происходит уже в строительный период при стеснении русла перемычками. В дальнейшем, при временной, а за-

тем и при постоянной эксплуатации гидроузла, зона переформирования русла распространяется вниз по течению. На этот процесс накладывается влияние изменения водного режима.

Происходит трансформация русла нижнего бьефа – изменение геометрических и гидравлических характеристик русла реки, проходящее на значительном ее протяжении и обусловленное нарушением ранее существовавших режимов твердого и жидкого стока. Трансформация русла влечет за собой изменение связей расходов и уровней воды, характеризовавших отдельные сечения водотока.

Наряду с трансформацией русла нижнего бьефа строительство гидроузлов вызывает его местные деформации, обусловленные повышенной турбулизацией, местным сосредоточением и изменением направления потока под воздействием гидротехнических сооружений и регулиционных работ.

Увеличение боковой эрозии непосредственно ниже сооружений может происходить в результате изменения направления потока и перераспределения расходов воды на отдельных участках русла реки в нижнем бьефе.

Эрозия берегов бывает также связана с волнами от проходящих судов или другого происхождения, например с волнами, обусловленными работой водосливов.

### *Влияние ГТС на ледотермический режим водотока*

Эксплуатация гидроузла оказывает существенное влияние на преобразование ледотермического режима водотока как в верхнем, так и в нижнем бьефе.

В верхнем бьефе гидроузла, как правило, происходит увеличение глубины и ширины потока, что ведет к снижению скоростей течения и интенсивности турбулентного перемешивания на этом участке реки.

Температурный режим верхнего бьефа зависит от времени полного водообмена, объема и глубины в его приплотинной части, морфометрических параметров рельефа, температуры и расхода воды и льда, поступающих в верхнюю часть водохранилища.

Существенное влияние на температурный режим верхнего бьефа оказывает компоновка гидроузла, конструкция водозаборных и водосбросных сооружений. Работа гидроузла изолированно или в каскаде также влияет на температуру воды и ледотермический режим водотока.

Водохранилища различаются по глубине и проточности; эти различия не являются неизменными характеристиками конкретного водохранилища, так как могут меняться в течение года и даже суток, быть различными на разных участках водохранилища.

*Классификация по глубине позволяет выделить три типа водохранилища.*

- Мелкое водохранилище характеризуется тем, что разность температур по глубине остается все время незначительной, изменчивость температуры у дна почти такая же, как у поверхности, а теплообмен с дном соизмерим с теплообменом с атмосферой. Это позволяет при выполнении тепловых расчетов мелких водохранилищ оперировать средней по глубине температурой воды, но обуславливает необходимость учета теплообмена с дном. Первое положение упрощает постановку и решение гидротермических задач, второе – усложняет их.

- Глубокое водохранилище отличается от мелкого наличием перепада температур по глубине; изменчивость температуры у дна невелика, теплообмен с дном составляет незначительную часть теплообмена с атмосферой. В этих условиях при выполнении приближенных расчетов допускается пренебрегать теплообменом с дном, полагая процесс адиабатическим.

- Очень глубокое водохранилище характеризуется постоянством температуры у дна и отсутствием теплообмена с ним. В тепловых расчетах можно принимать водохранилище бесконечно глубоким, что позволяет пользоваться решениями тепловых задач для полуограниченных тел.

*По степени проточности водохранилища разделяются на слабопроточные и проточные водохранилища.*

В слабопроточных водохранилищах скорости течения относительно велики и температура воды на каждом участке зависит от температуры на вышерасположенном участке водохранилища.

Особенности ледового режима водохранилищ связаны с особенностями их термического режима. Ледовые условия изменяются не только во времени, но и по площади акватории водохранилища. Эти изменения могут быть весьма существенными и зависят главным образом от глубин: в результате у берегов, где глубины меньше, ледяной покров возникает раньше, оказывается более толстым и исчезает обычно позже, чем в открытой части.

Большое влияние на образование ледяного покрова оказывает ветер, причем его воздействие может быть не только термическим, но

и механическим. Термическое воздействие сказывается на увеличении теплообмена с воздухом и выравнивании температуры воды по глубине, что существенно позднее осенью в предледоставный период, когда плотностная стратификация является устойчивой и, следовательно, свободная конвекция отсутствует.

Механическое воздействие выражается в изменении условий образования ледяного покрова – переохлаждении воды, нагоне ледового материала к наветренному берегу и т.д.

### *Влияние ГТС на гидрохимический режим водотока*

Создание водохранилищ приводит к значительным изменениям условий формирования качества воды. Гидрохимический режим бьефов ГТС является следствием естественных процессов образования и таяния льда, испарения и выпадения осадков, антропогенной нагрузки на водоем, а также следствием процессов самоочищения, складывающихся под влиянием притока в водохранилище, боковой приточности, режимов сброса расходов воды через ГЭС.

При этом существенными факторами, под воздействием которых происходит формирование гидрохимического режима, являются:

- природные фоновые характеристики качества воды;
- морфометрические характеристики водохранилища, в том числе глубина сработки уровня воды и мертвый объем;
- водообмен, степень проточности;
- сброс хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод в водные объекты и на рельеф местности;
- процессы образования и таяния льда;
- процессы биологического самоочищения водоема;
- температура воды;
- смещение фаз гидрохимического режима и амплитуды максимумов концентрации примесей;
- режим поступления загрязняющих веществ, в том числе химических, с высокой сорбционной способностью, аккумулированных в ледяном покрове, включая нефтепродукты (особенно при их аварийном поступлении на ледяной покров);
- химический состав пород и подземных вод ложа и бортов водохранилища.

Водообмен или степень проточности сказывается на времени запаздывания прохождения менее минерализованной паводочной воды

по отношению ко времени наступления фаз гидрохимического и термического режимов. Под действием этого фактора движение с малыми скоростями в пределах водохранилищ ведет к накоплению излишних примесей в единице объема. Чем больше время водообмена в водохранилище, тем больше примесей оно накапливает, тем больше загрязнений сбрасывается с водой в нижний бьеф.

Процессы образования и таяния льда являются тем механизмом, который разбавляет воду в период половодья за счет таяния льда до минимальных концентраций в конце паводка и увеличивает ее концентрацию в период ледостава за счет вытеснения примесей в подледный поток в процессе роста льда. Лед является одним из источников поступления чистой воды в водоемы и водотоки, причем объем весеннего снего- и льдотаяния определяет уровень минерализации водоема к весне будущего года. Чем больше сбрасывается в водоем талой воды, тем более глубокая очистка водоема производится.

*Факторами, непосредственно не связанными с гидравлическими аспектами работы гидроузла, но часто оказывающими прямое воздействие на гидрохимический режим водотока и водные экосистемы, являются:*

- высокая степень антропогенного воздействия на бассейн в зоне строительства гидротехнических сооружений: механическое перемещение грунта, прокладка дополнительных дорог и увеличение потока автотранспорта, работа строительной техники и оборудование специальных мест для ее стоянки, ремонта, заправки;
- увеличение численности населения (обслуживающего персонала) и, как следствие, создание строительных баз и поселков гидростроителей;
- образование и размещение отходов, образующихся в результате производственной деятельности и жизнедеятельности человека и пр.

### *Влияние ГЭС на местные климатические изменения*

Создание гидроузлов с водохранилищами большого объема приводит к изменению термического режима воды по сравнению с естественными условиями как в верхних, так и в нижних бьефах ГЭС, что влечет за собой изменение теплового стока реки и составляющих теплового баланса воды с суши, а следовательно, и значений метеорологических параметров и условий туманообразования.

Изменение местного климата над акваторией водохранилища и прилегающих территорий суши происходит в связи с увеличением суммарной радиации и изменением радиационного баланса водоема, а также с большей теплоемкостью водной массы по сравнению с суши. За основной фактор, определяющий интенсивность и зону влияния, принимается теплофизический контраст «вода – суша».

Изменение местного климата под влиянием водохранилища наиболее заметно проявляется в колебаниях температуры и влажности воздуха, направления и скорости ветра, условий туманообразования. В регионах расположения гидроузлов, как правило, ход температуры воздуха становится более плавным.

### *Геологические условия, гидрогеологический и гидрогеохимический режимы прилегающих территорий*

Создание водохранилища приводит к повышению уровня подземных вод на прилегающих территориях, а также к волновому и тепловому воздействию на берега и ложе водохранилища.

*Следствием этого могут явиться:*

- подтопление и заболачивание береговой зоны;
- протаивание многолетнемерзлых грунтов ложа и береговой зоны;
- возникновение и активизация геодинамических процессов;
- изменение режима и химического состава подземных вод;
- вскрытие и растворение торфяников.

*Подтопление и заболачивание береговой зоны может иметь следующие последствия:*

- ухудшение свойств грунтов прилегающей территории с развитием склоновых процессов (оползни, обвалы, осыпи, сплывы и др.), карста, растворения и выщелачивания карбонатных и галогенных пород;
- формирование просадок в лессах;
- изменение режима и химического состава подземных вод;
- изменение термовлажностного режима грунтов на обширных территориях, что особенно важно в области распространения многолетнемерзлых пород, где возможна активизация склоновых процессов, термокарста и криогенного пучения;
- улучшение условий эксплуатации существующих в береговой зоне сооружений.



## *Влияние ГТС на гидробиологический режим*

Гидробиологический режим водохранилищ, нижних бьефов и связанных с ними водоемов формируется в результате изменения качественного состава водной среды, обусловленным зарегулированием стока. Под влиянием загрязняющих веществ происходят изменения в качественном и количественном составе биоценозов: одни виды исчезают, другие развиваются с высокой степенью их продуцирования. Изменения видового состава происходят уже при столь слабом загрязнении воды, которое может быть не обнаружено с помощью химических методов.

*Биоту зарегулированных рек следует рассматривать в трех основных аспектах:*

- как непосредственно эксплуатируемый природный ресурс;
- как индикатор экологического состояния;
- как фактор формирования качества воды.

Концентрация органического вещества в воде зарегулированных водных потоков имеет прямую зависимость от интенсивности биотического круговорота в объеме воды в единицу времени.

## *Влияние ГТС на животный и растительный мир*

Особенностью влияния гидростроительства на природные комплексы и их компоненты является создание в пределах территории новых экосистем, которые имеют иной качественный и количественный уровни круговорота веществ в природе.

*Создание водохранилищ, каналов и т.п. коренным образом изменяет местный ландшафт. Это может отрицательно повлиять на привычный образ жизни и рефлексy животных:*

- сезонные пути их миграции;
- изменение мест водопоя;
- условия их зимования;
- поиск пищи и т.п.

В совокупности с изменениями климата изменения ландшафта могут привести к ухудшению условий гнездования птиц, повлиять на пути перелетных птиц. Зимние затопления пониженных территорий (обычно в дельтах зарегулированных рек) неблагоприятно сказываются на местах обитания мелких животных.

Интенсивность влияния факторов гидростроительства на природные комплексы и их компоненты на разных этапах строительства и эксплуатации неодинакова.

*Выделяются четыре основных периода (или стадии) влияния гидроузлов на окружающую среду:*

- период строительства – от начала стройки до наполнения водохранилища до НПУ;
- заселение природных комплексов в первые десять лет существования водохранилища;
- созревание фаунистических и флористических компонентов природных комплексов во второе десятилетие существования водохранилища;
- стабилизация природных комплексов на территории влияния, наступающая обычно спустя 20 лет после наполнения водохранилища.

Использование земли для строительства гидротехнических сооружений и создания водохранилищ приводит к отчуждению и сокращению площадей, занятых растительностью (луговой, кустарниковой, лесной и т.д.), а также к изменению условий произрастания растительности на территории, подверженной влиянию гидроузла. Изменение влажности и гидрохимического состава почв, климатических условий вблизи водохранилищ и их нижних бьефов может оказать заметное влияние на интенсивность развития растений, создать благоприятные условия для одних видов и неблагоприятные для других.

Процессы, происходящие на прибрежной зоне водохранилища (подтопление, переработка берегов, изменение микроклимата), их масштабность и разнонаправленность будут влиять на изменение характеристики биологического разнообразия – численность и качество экологически консервативных представителей биоты, особенно на популяции редких и исчезающих видов растений, которые острее других компонентов биоты реагируют на природные и антропогенные воздействия.

Так, в результате подтопления и изменения микроклимата растительный покров меняется в сторону мезофитизации и гигрофитизации. В целом создание водохранилищ может оказать впоследствии негативное влияние на генофонд, особенно редких видов растений, которые окажутся в зоне его воздействия. Однако имеются примеры и положительного влияния изменения климата на прирост лесов в различных природных зонах.

## ***Вопросы для самоконтроля***

1. Основные направления воздействия ГТС на окружающую среду.
2. Влияние ГТС на гидравлический и гидрологический режим водотока.
3. Влияние ГТС на русловой режим водотока.
4. Влияние ГТС на ледотермический режим водотока.
5. Влияние ГТС на местные климатические изменения.
6. Влияние ГТС на геологические условия, гидрогеологический и гидрогеохимический режимы прилегающих территорий.
7. Влияние ГТС на гидробиологический режим.
8. Влияние ГТС на животный и растительный мир.

### ***Задание 8. Определение санитарных попусков***

Определить санитарные попуски.

Под попусками воды понимается искусственный эпизодический или периодический сброс воды из водохранилища, кратковременно увеличивающий расход воды в русле. Попуски производят для нужд энергетики, повышения расходов, уровней и глубин воды на нижележащих участках реки по запросам судоходства, орошения, рыболовства, водопользования и других водопользователей. Отличают санитарные попуски для очищения русла реки и улучшения качества воды в ней.

Неожиданный и несвоевременный для отдельных отраслей народного хозяйства попуск может принести серьезный экономический ущерб, например спровоцировать икрометание у рыбы (с последующим иссушением икры после перекрытия створов плотины).

В типовых правилах эксплуатации водохранилищ предусматриваются режимы и назначение попусков, графики диспетчерского регулирования попусков, величины или пределы колебания величин забора воды, размеры судоходных и иных попусков воды среднесуточных и базовых, допустимый диапазон суточного и недельного регулирования и т.д.

*Правила включают:*

- попуск высоких вод (создание паводковой комиссии), наблюдение за уровнями воды, попуск паводка;

- гарантированную отдачу воды в маловодье (корректировка отдачи, ограничение или прекращение подачи, экономические расчеты);
- наполнение и сработку водохранилища (экологические требования).

*Правилами предусматриваются специализированные попуски:*

- рыбохозяйственные – на период нерестилищ в поймах и дельтах рек;
- сельскохозяйственные – в весенне-летний период в ирригационные системы;
- энергетические – в связи с маневрированием мощности ГЭС в суточном и недельном разрезе;
- водотранспортные – для обеспечения навигационного уровня;
- ливневые – при выпадении сильного интенсивного дождя;
- чрезвычайные – при штормовом ветре, буре и т.п.;
- зимние – в период замерзания, ледостава, уменьшения попусков.

Расчет санитарных попусков за год выполняется следующим образом:

$$W_{\text{год}}^{\text{сан}} = Q_{\text{сан}} \cdot t, \quad (12)$$

где  $Q_{\text{сан}}$  – расход санитарных попусков по заданию, м<sup>3</sup>/с;  
 $t$  – количество секунд в году или за месяц.

$$W_{\text{мес.}}^{\text{сан}} = \frac{W_{\text{год}}^{\text{сан}}}{12}. \quad (13)$$

### ***Задание 9. Определение объемов возвратных вод***

Определить объем возвратных вод.

Возвратные воды являются существенным дополнительным резервом для использования. Однако, ввиду их повышенной минерализации, эти воды являются в то же время и главным источником загрязнения водных объектов и окружающей среды. Около 95% от общего объема возвратных вод составляют коллекторно-дренажные воды, отводимые с орошаемых земель, оставшаяся доля приходится на сточные воды от промышленных и коммунальных предприятий.

Разбавление сточных вод – это процесс уменьшения концентрации примесей в водоемах, вызванный перемешиванием сточных вод с водной средой, в которую они выпускаются.

Важно учитывать также объемы воды, которые нужны для разбавления очищенных стоков. В целом по промышленности кратность разбавления может составлять 8–10 с отклонениями по разным экономическим районам в зависимости от состава отраслей. Разбавлять сточные воды можно в водохранилище либо в нижнем бьефе гидроузлов, для чего необходимы попуски воды из водохранилища.

В том случае, когда вода после использования участниками ВХК сбрасывается в водохранилище, объемы возвратных вод ( $m^3$ ) подсчитывают следующим образом:

$$W_B = K_B \cdot W_{\text{потр}}, \quad (14)$$

где  $K_B$  – норма возврата для каждой отрасли (см. табл. П. 2.1);

$W_{\text{потр}}$  – объем водопотребления отраслью за рассматриваемый период,  $m^3$ .

Результаты расчетов сводятся в таблицу 13.

## **Модульная единица 2.3. Защита территории от затопления и подтопления**

### *2.3.1. Защита территории от затопления и подтопления*

При проектировании инженерной защиты территории от затопления и подтопления надлежит разрабатывать комплексы мероприятий, обеспечивающих предотвращение этих негативных явлений в зависимости от требований их функционального использования и охраны природной среды или устранение отрицательных воздействий затопления и подтопления.

*Защита территории населенных пунктов, промышленных и коммунально-складских объектов должна обеспечивать:*

- 1) бесперебойное и надежное функционирование и развитие городских, градостроительных, производственно-технических, коммуникационных, транспортных объектов, зон отдыха и других территориальных систем и отдельных сооружений народного хозяйства;
- 2) нормативные медико-санитарные условия жизни населения;
- 3) нормативные санитарно-гигиенические, социальные и рекреационные условия защищаемых территорий.

Затопление – это образование свободной поверхности воды на территории в результате паводков, нагонов волн, повышения уровней

водоемов и водотоков. Расчетные параметры затоплений пойм рек следует определять на основе инженерно-гидрологических расчетов в зависимости от принимаемых классов защитных сооружений.

*При этом следует различать затопления:*

- 1) глубоководные (глубина свыше 5 м);
- 2) средние (глубина от 2 до 5 м);
- 3) мелководные (глубина покрытия поверхности суши водой до 2 м).

*Защиту территорий от затопления следует осуществлять:*

- 1) обвалованием территорий со стороны реки, водохранилища или другого водного объекта;
- 2) устройством нагорных каналов;
- 3) искусственным повышением рельефа территории до незатопляемых планировочных отметок;
- 4) аккумуляцией, регулированием, отводом поверхностных сбросных и дренажных вод с затопленных, временно затопляемых, орошаемых территорий и низинных нарушенных земель.

При защите природных ландшафтов вблизи городов и населенных пунктов следует предусматривать использование территории для создания санитарно-защитных зон, лесопарков, лечебно-оздоровительных объектов, зон отдыха, включающих все виды туризма, рекреации и спорта.

В состав средств инженерной защиты от затопления могут входить: дамбы обвалования, дренажи, дренажные и водосбросные сети, нагорные водосбросные каналы, быстротоки и перепады, трубопроводы и насосные станции.

В зависимости от природных и гидрогеологических условий защищаемой территории системы инженерной защиты могут включать несколько вышеуказанных сооружений либо отдельные сооружения. В качестве вспомогательных средств инженерной защиты надлежит использовать естественные свойства природных систем и их компонентов, усиливающие эффективность основных средств инженерной защиты. К последним следует относить повышение водоотводящей и дренирующей роли гидрографической сети путем расчистки русел и стариц, агролесотехнические мероприятия и другие.

Общую схему обвалования защищаемой территории на всем протяжении пониженных отметок ее естественной поверхности следует выбирать на основании технико-экономического сопоставления

вариантов. При защите затопляемых территорий надлежит применять два вида обвалования: общее и по участкам.

Общее обвалование территории целесообразно применять при отсутствии на защищаемой территории водотоков или когда сток их может быть переброшен в водохранилище либо в реку по отводному каналу, трубопроводу или насосной станцией. Обвалование по участкам следует применять для защиты территорий, пересекаемых большими реками, перекачка которых экономически нецелесообразна, либо для защиты отдельных участков территории с различной плотностью застройки.

*При выборе вариантов конструкций дамб обвалования надлежит учитывать:*

- 1) топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические, гидрологические, климатические условия района строительства;
- 2) экономичность конструкций защитных сооружений;
- 3) возможность пропуска воды в период половодья и летних паводков;
- 4) плотность застройки территории;
- 5) целесообразность применения местных строительных материалов, строительных машин и механизмов;
- 6) требования по охране окружающей природной среды.

#### *Дамбы обвалования*

*Для защиты территории от затопления применяются два типа дамб обвалования – незатопляемые и затопляемые.*

Незатопляемые дамбы следует применять для постоянной защиты от затопления городских и промышленных территорий, прилегающих к водохранилищам, рекам и другим водным объектам.

Затопляемые дамбы допускается применять для временной защиты от затопления сельскохозяйственных земель в период выращивания на них сельскохозяйственных культур при поддержании в водохранилище НПУ, для формирования и стабилизации русел и берегов рек, регулирования и перераспределения водных потоков и поверхностного стока.

На меандрирующих реках (с периодически изменяющимся руслом) в качестве средств инженерной защиты территории от затопления *следует предусматривать руслорегулирующие сооружения:*

- 1) продольные дамбы, располагаемые по течению или под углом к нему и ограничивающие ширину водного потока реки;

2) струенаправляющие дамбы – продольные, прямолинейные или криволинейные, обеспечивающие плавный подход потока к отверстиям моста, плотины, водоприемника и другим гидротехническим сооружениям;

3) затопляемые запруды, перекрывающие русло от берега до берега, предназначенные для полного или частичного преграждения течения воды по рукавам и протокам;

4) полузапруды – поперечные выправительные сооружения русла, обеспечивающие выправление течения и создание судоходных глубин;

5) береговые и дамбовые крепления, обеспечивающие защиту берегов от размыва и разрушения течением и волнами. При значительной протяженности дамб вдоль водотока отметку гребня следует снижать в направлении течения соответственно продольному уклону свободной поверхности воды при расчетном уровне.

*По конструктивным особенностям применяются грунтовые дамбы двух типов: обжатого и распластанного профилей.* При выборе типа ограждающих дамб следует предусматривать использование местных строительных материалов и грунтов из полезных выемок и отходов производства, если они пригодны для этих целей. Проектирование дамб обвалования следует производить в соответствии с требованиями СНиП 2.06.05-84. При прохождении трассы дамбы по оползневому или потенциально оползневому участку следует разрабатывать противооползневые мероприятия в соответствии с требованиями СН 519-79. Трассу дамб следует выбирать в зависимости от топографических и инженерно-геологических условий строительства, значения данного участка территории для народного хозяйства с учетом минимального изменения гидрологического режима водотока и максимального использования обвалованной территории. Превышение максимального уровня воды в водоеме или водотоке над расчетным уровнем следует принимать:

– для незатопляемых дамб – в зависимости от класса сооружений в соответствии с требованиями СНиП II.50-74;

– переливных дамб – по СНиП II-52-74.

При разработке проектов инженерной защиты рекомендуется предусматривать использование гребня дамб обвалования для прокладки автомобильных и железных дорог. В этом случае ширину дамбы по гребню и радиус кривизны следует принимать в соответствии с требованиями СНиП II-Д.5-72 и СНиП II-39-76. Во всех других



случаях ширину гребня дамбы следует назначать минимальной исходя из условий производства работ и удобств эксплуатации. Профиль дамбы выбирается с учетом наличия местных строительных материалов, технологии производства работ, условий ветрового волнения на верховом откосе и выхода фильтрационного потока на низовом. Предпочтительными являются дамбы распластанного профиля с биологическим креплением откосов. Расчеты напорных дамб из грунтовых материалов надлежит выполнять в соответствии с требованиями СНиП 2.06.05-84.

### *Нагорные каналы*

Оградительная осушительная сеть служит для перехвата избыточных вод, поступающих на осушаемую территорию с прилегающих водосборов, из рек, озер, водохранилищ и морей. К ней относятся нагорные каналы, ловчие каналы, нагорно-ловчие каналы, береговой дренаж, пограничные каналы и дамбы. Нагорные каналы перехватывают поверхностные, делювиальные воды, стекающие с водосбора на осушаемую площадь во время снеготаяния, дождей и верховодки. Их проектируют в плане по границе осушаемой территории и водосбора. Нагорные каналы располагают вдоль верховой границы осушаемой территории для перехвата поверхностного стока, поступающего с водосбора. В плане эти каналы могут быть непрерывными и прерывистыми. Непрерывные (сплошные) нагорные каналы применяют на ровных нерасчлененных склонах при распаханном водосборе, при опасности заиления каналов продуктами водной эрозии, а прерывистые – при нераспаханных водосборах, когда на них размещают луга, выпасы или лес. В этом случае эрозия на склонах минимальная, в результате заиления регулирующей сети, состоящей из открытых собирателей, не происходит. В непрерывных каналах все наносы откладываются концентрированно, что облегчает эксплуатационный уход. При прерывистых же каналах упрощается дорожная сеть, сокращается число мостов, необходимых для въезда на осушаемые земли со стороны вышерасположенных земель, по которым обычно проходят дороги. Нагорные каналы проектируют с одинаковым уклоном по всей их длине, с тем, чтобы транспортирующая способность потока по длине не уменьшалась и поступающие наносы не выпадали в канале, а выносились в водоприемник. Минимальный уклон – 0,0005. В плане их делают по возможности прямолинейными с минимальным

числом поворотов. Глубина нагорных каналов небольшая – 1–1,2 м, при длинных непрерывных каналах с большой площадью водосбора она может составлять 1,2–1,5 м. Длина каналов составляет 200–400 м, но может достигать 5–10 км.

*Ширину по дну принимают 0,4–0,5 м. Обычно выделяют четыре основных типа нагорных каналов:*

1) непрерывные, когда каналы располагаются непрерывно вдоль всего склона и непосредственно впадают в магистральный канал или водоприемник;

2) прерывистые, служащие как бы продолжением открытых проводящих каналов. Такое расположение нагорных каналов возможно, когда притекающие поверхностные воды не содержат большого количества наносов и не представляют сосредоточенных потоков;

3) Y-образные каналы, их устраивают в тех случаях, когда прилегающие склоны имеют большую изрезанность отдельными тальвегами;

4) пограничные каналы, которые перехватывают воду из примыкающих к осушаемому массиву водосборов. При осушении болот такие каналы располагают по границе залежи торфа.

Трасса нагорных каналов в плане должна иметь плановое очертание, а дно – однообразный уклон. Нагорные каналы выполняют трапецеидального профиля с несимметричным сечением: верховой откос делают пологим (в 2–5 раз положе низового) и засевают травами, заложение низового откоса принимают в зависимости от характера грунта. Если трасса нагорного канала проходит через культурные сельскохозяйственные угодья (пашня, пастбища), то вместо открытых нагорных каналов можно применять закрытые собиратели, которые для увеличения водозахватной способности можно совмещать с ложбиной. Приток поверхностных вод на осушаемые земли – наиболее распространенная причина переувлажнения почв, поэтому ограждающая сеть, как правило, является составной частью любой осушительной системы.

Ограждающую сеть проектируют только вдоль границ осушаемой территории, со стороны которых возможно поступление поверхностных или грунтовых вод. Кавальеры, или отвалы грунта, устраивают только со стороны низового откоса. Со стороны верхового откоса по понижениям предусматривают водовыпуски.

Для защиты откоса от разрушения рекомендуют параллельно каналу делать ложбины или борозды глубиной 0,3–0,4 м до водовыпусков, закрепляя последние камнем или плитами. В истоке нагорный канал, если он проходит по тальвегу, обязательно закрепляют камнем или устраивают перепад во избежание оврагообразования и заиления каналов образующимися при этом наносами. На узких и вытянутых в плане участках вместо нагорных каналов возможно устройство искусственных ложбин. При малых размерах водосбора вместо нагорного канала можно проложить 2–3 закрытых собирателя или 2–3 дренажи с колодцами-фильтрами. Их же применяют, когда устройство открытой ограждающей сети может вызвать расчленение полей севооборота на небольшие участки.

### *Искусственное повышение поверхности территории*

*Поверхность территории надлежит повышать:*

- 1) для освоения под застройку затопленных, временно затапливаемых и подтопленных территорий;
- 2) использования земель под сельскохозяйственное производство;
- 3) благоустройства прибрежной полосы водохранилищ и других водных объектов.

Варианты искусственного повышения поверхности территории необходимо выбирать на основе анализа следующих характеристик защищаемой территории: почвенно-геологические, зонально-климатические и антропогенные; функционально-планировочные, социальные, экологические и другие, предъявляемые к территориям под застройку.

Проект вертикальной планировки территории с подсыпкой грунта следует разрабатывать с учетом плотности застройки территории, степени выполнения ранее предусмотренных планировочных работ, классов защищаемых сооружений, изменений гидрологического режима рек и водоемов, расположенных на защищаемой территории с учетом прогнозируемого подъема уровня грунтовых вод. За расчетный уровень воды при проектировании искусственного повышения поверхности территории от затопления следует принимать отметку уровня воды в реке или водохранилище.

При защите территории от затопления подсыпкой отметку бровки берегового откоса территории следует принимать не менее чем на 0,5 м выше расчетного уровня воды в водном объекте с учетом рас-

четной высоты волны и ее наката. Отметки поверхности подсыпанной территории при защите от подтопления определяются величиной нормы осушения с учетом прогноза уровня грунтовых вод. Отметку бровки подсыпанной территории следует принимать не менее чем на 0,5 м выше расчетного горизонта высоких вод с учетом высоты волны при ветровом нагоне. Превышение гребня дамбы обвалования над расчетным уровнем следует устанавливать в зависимости от класса сооружений согласно СНиП 2.06.15-85 и СНиП 2.06.01-86. Проектирование берегового откоса отсыпанной территории следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 2.06.05-84. Отвод поверхностного стока с защищенной территории следует осуществлять в водоемы, водотоки, овраги, общегородские канализационные или ливневые системы с учетом «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами». При выборе технологии работ по искусственному повышению поверхности территории путем отсыпки грунта или намыва необходимо предусматривать перемещение грунтовых масс с незатапливаемых участков коренного берега или поймы на затапливаемые. При дефиците грунтов надлежит использовать полезные выемки при углублении русел рек для целей судоходства, расчистки и благоустройства стариц, протоков и других водоемов, расположенных на защищаемой территории либо вблизи ее.

### *Основные виды подтопления населенных мест*

Подтопление территорий – это комплексный процесс, проявляющийся под действием техногенных и частично естественных факторов, при котором в результате нарушения водного режима и баланса территории за расчетный период времени происходит повышение уровня подземных вод, достигающее критических значений, требующих применения защитных мероприятий. Сложность проблемы борьбы с подтоплением территорий и загрязнением грунтовых вод определяется многочисленностью и разнообразием проявления в пространстве и времени различных по своему характеру техногенных и природных факторов, которые в той или иной степени влияют на рассматриваемые процессы. При оценке отрицательных воздействий подтопления территории следует учитывать глубину залегания грунтовых вод, продолжительность и интенсивность проявления процесса, гидрогеологические, инженерно-геологические, медико-санитарные, почвенные, агрохозяйственные, мелиоративные и хозяй-

ственно-экономические особенности района защищаемой территории. Бывают следующие источники подтопления: распространение подпора подземных вод от водохранилищ, каналов, бассейнов ГЭС и других гидротехнических сооружений, подпора грунтовых вод за счет фильтрации с орошаемых земель на прилегающие территории; утечка воды из водонесущих коммуникаций и сооружений на защищаемых территориях; атмосферные осадки. Зона подтопления на прибрежной территории проектируемого водохранилища или другого водного объекта определяется прогнозом распространения подпора подземных вод при расчетном уровне воды в водном объекте на базе геологических и гидрогеологических изысканий, а на существующих водных объектах – на основе гидрогеологических исследований. Зону распространения подпора грунтовых вод от орошаемых земель на сопряженные территории следует определять на основе водобалансовых и гидродинамических расчетов, результатов геологических и почвенных изысканий. Прогнозные количественные характеристики подтопления для освоенных территорий необходимо сопоставлять с фактическими данными гидрогеологических наблюдений. В случае превышения фактических данных над прогнозными надлежит выявлять дополнительные источники подтопления.

*Подтопление оказывает отрицательное влияние:*

- 1) на изменение физико-механических свойств грунтов в основании инженерных сооружений и агрессивность грунтовых вод;
- 2) надежность конструкций зданий и сооружений;
- 3) устойчивость и прочность подземных сооружений при изменении гидростатического давления грунтовой воды;
- 4) коррозию подземных частей металлических конструкций, трубопроводных систем, систем водоснабжения и теплофикации;
- 5) надежность функционирования инженерных коммуникаций, сооружений и оборудования вследствие проникания воды в подземные помещения;
- б) санитарно-гигиеническое состояние территории;
- 7) условия хранения продовольственных и непродовольственных товаров в подвальных и подземных складах.

Инженерная защита территории от подтопления должна быть направлена на предотвращение или уменьшение народнохозяйственного, социального и экологического ущерба, который определяется снижением количества и качества продукции различных отраслей народного хозяйства, ухудшением гигиенических и медико-

санитарных условий жизни населения, затратами на восстановление надежности объектов на затапливаемых и подтопленных территориях.

Основные виды подтопления населенных мест приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Основные виды подтопления населенных мест

Вид подтопления	Характерные признаки
Постоянный высокий уровень грунтовых вод	Постоянная тенденция к нарушению природного равновесия водного баланса территории и подъем уровня грунтовых вод до глубины проектных норм осушения и до дневной поверхности
Периодическое повышение уровня грунтовых вод	Временное (многолетнее или сезонное) подтопление территорий населенных мест, связанное с особенностями гидрогеологического режима или экстремальными атмосферными осадками, дождевыми паводками, весенними наводнениями, влиянием техногенных факторов
«Спрятанное» подтопление	Проявляется в повышении влажности до критического значения при увлажнении грунтов и заглубленных конструкций инфильтрационными и капиллярными водами, при образовании возле поверхности временного водоносного горизонта («верховодки»), а также из-за конденсации влаги под сооружениями и непроницаемыми покрытиями (асфальт, бетон)
Подъем уровней воды в водохранилищах	Подъем уровней грунтовых вод на прилегающих к водохранилищам территориях населенных пунктов вследствие подпора грунтового потока, уменьшение уклонов его поверхности
Фильтрация из водохранилищ и каналов	Подъем уровней грунтовых вод на территориях населенных пунктов, прилегающих к водохранилищам и каналам, в которых водная поверхность находится выше природного уровня грунтовых вод
Потери в водонесущих сетях и коммуникациях	Наличие утечек из коммуникаций, подтопление фундаментов, выклинивание воды на поверхность, быстрый подъем уровня грунтовых вод после настройки территории или введение в действие водонесущих сетей
Орошение земель	Подъем уровней грунтовых вод на территориях населенных пунктов, расположенных возле орошаемых массивов

### *Нормы осушения при проектировании защиты от подтопления*

Нормы осушения (глубины понижения грунтовых вод, считая от проектной отметки территории) при проектировании защиты от подтопления принимаются в зависимости от характера застройки защищаемой территории (табл. 11). Нормы осушения сельскохозяйственных земель определяются в соответствии со СНиП II-52-74. Нормы осушения территорий разработки полезных ископаемых определяются с учетом требований СНиП 2.06.14-85.

Нормы осушения на сопряженных городских, сельскохозяйственных и других территориях, используемых различными землеполь-

зователями, определяются с учетом требований каждого землепользователя. Классы защитных сооружений от подтопления следует назначать в зависимости от норм осушения и расчетного понижения уровня грунтовых вод по таблице 12. Максимальные расчетные уровни грунтовых вод на защищаемых территориях следует принимать по результатам прогноза. Расчетные расходы регулируемого стока дождевых вод следует принимать по СНиП 2.04.03-85.

Таблица 11 – Нормы осушения при проектировании защиты от подтопления

Характер застройки	Норма осушения, м
1. Территории крупных промышленных зон и комплексов	До 15
2. Территории городских промышленных зон, коммунально-складских зон, центры крупнейших, крупных и больших городов	5
3. Селитебные территории городов и сельских населенных пунктов	2
4. Территории спортивно-оздоровительных объектов и учреждений обслуживания зон отдыха	1
5. Территории зон рекреационного и защитного назначения (зеленые насаждения общего пользования, парки, санитарно-защитные зоны)	1

Таблица 12 – Классы защитных сооружений

Норма осушения, м	Расчетные понижения уровня грунтовых вод, м, для классов сооружений			
	I	II	III	IV
До 15	Св. 5	До 5	–	–
5	–	Св. 3	До 3	–
2	–	–	–	До 2

### *Наблюдение за режимами подземных вод*

Наблюдения за режимами подземных вод должны быть комплексными: включать изучение изменения уровней, температуры и химического состава вод. Периодичность наблюдений зависит от характера и степени влияния природных и техногенных факторов.

В среднем наблюдения за природным режимом подземных вод проводятся 6 раз месяц. В периоды интенсивного влияния режимообразующих факторов (паводки, осадки и другие природные явления) частота наблюдений увеличивается в 2–3 раза. Наблюдения за изменением химического состава подземных вод и их температурой производятся реже: от 2–3 раз за месяц до 4–6 раз в год. Частота измерений элементов режима напорных вод, как правило, в 2–3 раза меньше, чем грунтовых. Исследования и определения баланса подземных вод также относятся к системе мониторинга подземной гидросферы. Методы изучения баланса разделяются на аналитические и экспериментальные. В общем виде баланс грунтовых вод для элемента потока, имеющего площадь поперечного сечения  $F$ , за время  $\Delta t$  выражается уравнением

$$\mu\Delta H = \left(\frac{Q_1 - Q_2}{F}\right) \cdot \Delta t + W \cdot \Delta t + W_{\text{гл}} \cdot \Delta t, \quad (15)$$

где  $\mu$  – водоотдача или дефицит насыщения пород;

$Q_1$  и  $Q_2$  – приток или отток грунтовых вод в элементе потока;

$W$  – интенсивность питания горизонта за счет инфильтрации атмосферных осадков и техногенного подпитывания;

$W_{\text{гл}}$  – глубинное перетекание воды в грунтовый поток из напорного горизонта, который залегает ниже его подошвы.

Сущность метода заключается в том, что все входные элементы водного баланса в уравнении (15):  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $W$ ,  $\Delta t$ ,  $W_{\text{гл}}$  – обозначаются с использованием данных об уровне воды в скважинах системы мониторинга, которые определяются по соответствующим формулам, характеризующим динамику подземных вод. Определение элементов водного баланса экспериментальными методами производится на типовых (по гидрогеологическим условиям) балансовых участках.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Понятие и виды затопления территории.
2. Каким образом осуществляют защиту территорий от затопления?
3. Что надлежит учитывать при выборе вариантов конструкций дамб обвалования?



4. Что представляют из себя дамбы обвалования: незатопляемые и затопляемые?
5. Что представляют из себя руслорегулирующие сооружения?
6. Что представляют из себя нагорные каналы? Привести виды.
7. Привести пример отрицательного влияния на подтопление территории.
8. Основные виды подтопления населенных мест и характерные признаки.
9. Нормы осушения при проектировании защиты от подтопления.
10. Наблюдение за режимами подземных вод.

### ***Задание 10. Определение объемов разбавления сточных вод***

Определить объем разбавления сточных вод.

Если схемой комплексного использования предусмотрен сброс очищенных сточных вод в нижний бьеф, минуя водохранилище, то необходимо определить объемы воды для разбавления

$$W_{p.ст} = K_v \cdot K_p \cdot W_{потр}, \quad (16)$$

где  $K_p$  – норма разбавления сточных вод (в выполняемой работе рекомендуется принимать ориентировочно для всех участников ВХК равной 10);

$K_v$  – норма возврата (см. табл. П. 2.2);

$W_{потр}$  – объемы водопотребления, м<sup>3</sup>.

Результаты расчетов представляют в таблице 13.

Таблица 13 – Определение объемов возвратных вод и разбавления сточных ( $W_v$ , м<sup>3</sup>,  $W_{p.ст}$ )

Отрасль	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. Возвратные воды ( $W_v$ )													
2. Разбавление сточных вод ( $W_{p.ст}$ )													

### 2.3.2. Способы борьбы с подтоплением

*Основными способами борьбы с подтоплением являются:*

- предупредительный, связанный с уменьшением непроизводительных потерь воды на фильтрацию;
- защитный, основанный на строительстве различных типов дренажа, противофильтрационных завес и экранов.

Вопрос о выборе оптимальных для конкретных территорий защитных мероприятий должен решаться на основе данных прогнозов уровней грунтовых вод (УГВ), а также химического и теплового режима грунтовых вод под воздействием всего комплекса техногенных и природных факторов с учетом нормативных документов, регламентирующих допустимые гидродинамические и физико-химические показатели. Кроме того, при выборе способа водопонижения учитывают характеристики грунтов и условия их залегания, мощность водоносного слоя, коэффициент фильтрации, размеры осушаемой зоны в грунте, способы производства горнопроходческих или строительных работ, продолжительность водопонижения, характеристики имеющихся технических средств водопонижения.

Состав защитных сооружений на подтопленных территориях следует назначать в зависимости от характера подтопления (постоянного, сезонного, эпизодического) и величины приносимого им ущерба.

Защитные сооружения должны быть направлены на устранение основных причин подтопления.

*К защитным сооружениям и устройствам относятся:*

- 1) дренажные системы;
- 2) водопонизительные скважины;
- 3) самоизливающиеся скважины;
- 4) водопоглощающие скважины;
- 5) системы вакуумного осушения с иглофильтрами;
- 6) установки электроосмоса;
- 7) искусственные пруды и бассейны-накопители.

При выборе систем дренажных сооружений должны быть учтены форма и размер территории, требующей дренирования, характер движения грунтовых вод, геологическое строение, фильтрационные свойства и емкостные характеристики водоносных пластов.

На основе водобалансовых, фильтрационных, гидродинамических и гидравлических расчетов, а также технико-экономического

сравнения вариантов следует производить окончательный выбор системы дренирования территорий. Перехват инфильтрационных вод в виде утечек из водовмещающих наземных и подземных емкостей и сооружений (резервуаров, отстойников, шламохранилищ, накопителей стока системы внешних сетей водопровода, канализации и т.д.) надлежит обеспечивать с помощью контурных дренажей.

Предупреждение распространения инфильтрационных вод за пределы территорий, отведенных под водонесущие сооружения, надлежит обеспечивать устройством не только дренажных систем, но и противофильтрационных экранов и завес, проектируемых по СНиП 2.02.01-83. При реконструкции и усилении существующих систем защитных сооружений от подтопления необходимо учитывать эффект осушения, достигаемый существующими дренажными устройствами.

В зависимости от гидрогеологических условий надлежит применять горизонтальные, вертикальные и комбинированные дренажи. Дренажная система должна обеспечивать требуемый по условиям защиты уровень режим грунтовых вод: на территориях населенных пунктов – в соответствии с требованиями настоящих норм, а на сельскохозяйственных землях – в соответствии с требованиями СНиП II-52-74.

*Гидрогеологическими расчетами для выбранных схем дренажей должны устанавливаться:*

- оптимальное положение береговых, головных и других дрен по отношению к дамбе или к границам фундаментов из условия минимальных значений их дебитов;
- необходимая глубина заложения дрен и расстояние между ними, расход дренажных вод, в том числе подлежащих перекачке;
- положение депрессионной кривой на защищаемой территории.

Выпуск дренажных вод в водный объект (реку, канал, озеро) следует располагать в плане под острым углом к направлению течения потока, а его устьевую часть снабжать бетонным оголовком или укреплять каменной кладкой. Сброс дренажных вод в ливневую канализацию допускается, если пропускная способность ливневой канализации определена с учетом дополнительных расходов воды, поступающей из дренажной системы. При этом подпор дренажной системы не допускается.

## Предохранение берегов водоемов от размыва

Одним из методов берегоукрепления прудов, водохранилищ, рек и озер служит биоинженерная защита от размывов путем укрепления берегов зелеными насаждениями (рис. 5).

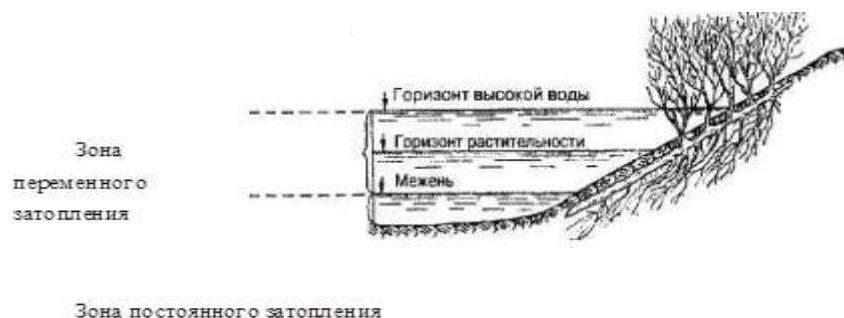


Рисунок 5 – Схема крепления откоса водоема кустарником

Рекомендуется технология приживаемости кустарников, высаживаемых на сухом откосе. Черенки ивовых кустарников высаживают в песчаный грунт, в котором на глубине 40–50 см предварительно укладывают хорошо разложившийся торф, тем самым обеспечивая накопление влаги в корнеобитаемом слое, что дает высокую приживаемость растений (до 100%).

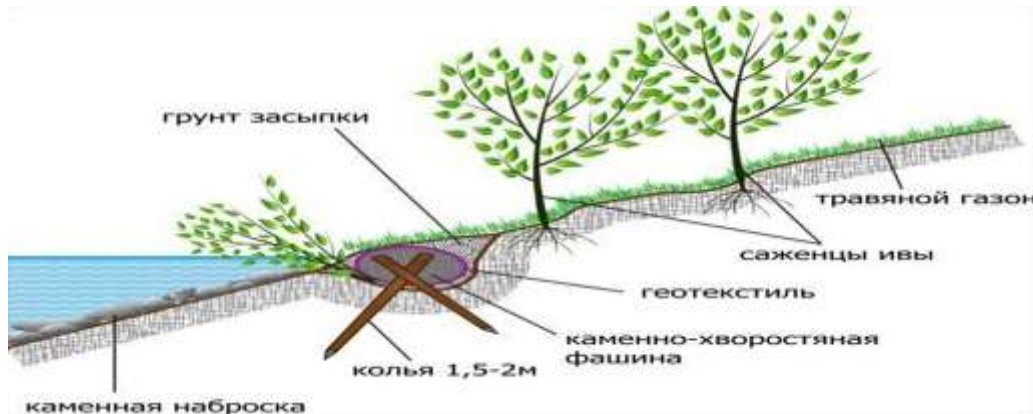
Основная идея биологического метода крепления берега, названного биоинженерным, заключается в использовании природных способностей к самоочищению и укреплению верхнего слоя почвы от размыва, при которых можно в береговой зоне формировать водоохранную зону путем залужения (задернения) откоса и посадок кустарников, а в приурезовой зоне проводить посадки растений-макрофитов.

*Использование подобной технологии имеет несколько положительных моментов:*

- способствует закреплению почвы в береговой зоне водоема и препятствует эрозионным размывам;
- формирует водоохранную полосу в береговой зоне водоема и способствует очистке попадающих с берега загрязненных стоков;
- приводит к улучшению качества воды в водоеме.

Кроме того, сотрудниками ИК «Экология и природа» был предложен биоинженерный метод, в котором был использован комплекс биоинженерных элементов (фашина, растения, деревья и кустарники,

травосмеси). Использование такой конструкции позволяет достаточно быстро укрепить приуезовую зону водоема, а также стабилизировать гидрогеологический режим в системе «берег–водоем», не нарушая его искусственными инженерными сооружениями (рис. 6).



*Рисунок 6 – Биоинженерная конструкция крепления берега водоема*

Использование биоинженерного метода позволяет существенно снизить негативную нагрузку на водоем и в итоге значительно замедлить процесс его эвтрофикации. Эта технология была использована для крепления берега Терлецких прудов в г. Москве.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Основные способы борьбы с подтоплением.
2. Что относится к защитным сооружениям и устройствам?
3. Что должно устанавливаться для выбранных схем дренажей гидрогеологическими расчетами?
4. Положительные моменты биологического метода крепления берега.

## Модуль 3. УПРАВЛЕНИЕ ВОДНОЙ СИСТЕМОЙ. ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

### Модульная единица 3.1. Водопользование

Водопользование – порядок, условия и формы использования водных ресурсов для удовлетворения потребностей населения и народного хозяйства, один из видов природопользования (ресурсопользования), необходимый для обеспечения жизнедеятельности людей.

Водопользователями в РФ могут быть предприятия, учреждения, организации и граждане, а также иностранные юридические и физические лица и лица без гражданства.

Водопользователи могут быть первичными и вторичными.

*Первичные водопользователи* имеют собственные водозаборные сооружения и соответствующее оборудование для забора воды.

*Вторичные водопользователи* (абоненты) не имеют собственных водозаборных сооружений и получают воду из водозаборных сооружений первичных водопользователей, а также принимают сточные воды на условиях, которые устанавливаются между ними.

Вторичные водопользователи могут осуществлять сбрасывание сточных вод в водные объекты также на основании разрешений на специальное водопользование.

*Участников ВХК условно можно разделить на водопотребителей и водопользователей.*

При водопотреблении воду изымают из водных объектов, часть ее после использования возвращается в этот же или другой водный объект (например при испарении), а часть теряется безвозвратно, так как входит в состав вырабатываемой продукции.

Основными водопотребителями являются промышленность, коммунальное водоснабжение и сельскохозяйственное орошение.

Последнее потребляет около половины воды, используемой в народном хозяйстве. Возвратные воды имеют, как правило, иной качественный состав, и для возможности дальнейшей биологической очистки и использования этих вод их необходимо разбавлять. К группе водопотребителей относятся отрасли народного хозяйства, в которых водопользование связано с изъятием воды из водоемов и водотоков. При этом часть воды может теряться безвозвратно, входя в состав продукции отрасли или испаряясь.

При водопользовании воду не изымают из водных объектов. Водопользование имеет место в гидроэнергетике, водном транспорте, сплаве леса, рекреации, частично в рыбном хозяйстве.

Однако по мере увеличения объемов использования водных ресурсов грани между водопотребителями и водопользователями стираются. Так, например, при создании энергетических водохранилищ значительная часть воды теряется на испарение и фильтрацию и пропадает для остальных участников комплекса. Такое же явление в больших масштабах наблюдается и на водохранилищах, которые используют в системах охлаждения тепловых и атомных электростанций. Аналогичные доводы можно привести относительно использования воды в рыбном хозяйстве, когда для нереста затапливают обширные мелководья, хорошо прогреваемые солнцем, с которых происходит значительное испарение воды. Поэтому более правильно будет объединить эти две категории в одну с общим названием – водопользователи.

В водопользовании существенную роль играют *водопотребление* и *водоотведение*.

Водопотреблением называют потребление воды из водного объекта или систем водоснабжения, а водоотведением, или сбросом сточных вод, – удаление сточных вод за пределы населенного пункта, предприятия или других мест использования.

В объем водоотведения входит суммарное количество всех видов сточных вод, отводимых непосредственно в водоемы, подземные горизонты и бессточные впадины, на ведомственную очистку, а также другим организациям. К водопотребителям также относятся предприятия животноводства, тепловые и атомные электростанции, гидроаккумулирующие и деривационные ГЭС, системы орошения, рыбные прудовые хозяйства, рекреационные учреждения (санатории, пансионаты, оздоровительные лагеря, дачные участки).

### *Виды водопользования и право пользования водным объектом*

*Исходя из условий предоставления водных объектов в пользование, водопользование подразделяется:*

- 1) на совместное водопользование;
- 2) обособленное водопользование.

Обособленное водопользование может осуществляться на водных объектах или их частях, находящихся в собственности физиче-

ских лиц, юридических лиц, на водных объектах или их частях, находящихся в государственной или муниципальной собственности и предоставленных для обеспечения обороны страны и безопасности государства, иных государственных или муниципальных нужд, обеспечение которых исключает использование водных объектов или их частей другими физическими лицами, юридическими лицами, а также для осуществления товарного рыбоводства.

*По способу использования водных объектов водопользование подразделяется:*

- 1) на водопользование с забором (изъятием) водных ресурсов из водных объектов при условии возврата воды в водные объекты;
- 2) водопользование с забором (изъятием) водных ресурсов из водных объектов без возврата воды в водные объекты;
- 3) водопользование без забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов.

В соответствии с Водным кодексом РФ водные объекты находятся в собственности Российской Федерации, т.е. федеральной собственности (статья 8). Исключением являются пруд, обводненный карьер, расположенные в границах земельного участка, принадлежащего на праве собственности субъекту Российской Федерации, муниципальному образованию, физическому/юридическому лицу. Такие водоемы, соответственно, находятся в собственности субъекта Российской Федерации, муниципального образования, физического/юридического лица.

### *Права и обязанности водопользователей*

*Водопользователи имеют право:*

- 1) осуществлять общее и специальное водопользования;
- 2) использовать водные объекты на условиях аренды;
- 3) требовать от владельца водного объекта или водопроводной системы поддержания надлежащего качества воды по условиям водопользования;
- 4) сооружать гидротехнические и другие водохозяйственные объекты, осуществлять их реконструкцию и ремонт;
- 5) передавать воду для использования другим водопользователям на определенных условиях;
- 6) осуществлять и другие функции относительно водопользования в порядке, установленном законодательством.



*Права водопользователей охраняются законом. Водопользователи  
обязаны:*

1) экономно использовать водные ресурсы, заботиться об их воспроизведении и улучшении качества вод;

2) использовать воду (водные объекты) в соответствии с целями и условиями их предоставления;

3) соблюдать установленные нормативы предельно допустимого сбрасывания загрязняющих веществ и установленных лимитов забора воды, лимитов использования воды и лимитов сбрасывания загрязняющих веществ, а также санитарных и других требований относительно приведения в порядок своей территории;

4) использовать эффективные современные технические средства и технологии для содержания своей территории в надлежащем состоянии, а также осуществлять мероприятия по предотвращению загрязнения водных объектов сточными (дождевыми, снеговыми) водами, которые отводятся из нее;

5) не допускать нарушения прав, предоставленных другим водопользователям, а также причинение вреда хозяйственным объектам и объектам окружающей естественной среды;

6) удерживать в надлежащем состоянии зоны санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, прибрежные защитные полосы, полосы отвода, береговые полосы водных путей, очистительные и другие водохозяйственные сооружения и технические устройства;

7) осуществлять учет забора и использования вод, вести контроль за качеством и количеством сброшенных в водные объекты очищенных сточных вод и загрязняющих веществ, за качеством воды водных объектов в контрольных створах;

8) осуществлять согласованные в установленном порядке технологические, лесомелиоративные, агротехнические, гидротехнические, санитарные и другие мероприятия по охране вод от истощения, улучшения их состояния, а также прекращения сброса загрязненных сточных вод;

9) осуществлять специальное водопользование лишь при наличии разрешения;

10) беспрепятственно допускать на свои объекты государственных инспекторов специально уполномоченных государственных ор-

ганов в области использования, охраны и воспроизведения водных ресурсов, а также общественных инспекторов по охране окружающей естественной среды, которые осуществляют проверку соблюдения требований водного законодательства, и предоставлять им бесплатно необходимую информацию;

11) своевременно платить сборы за специальное водопользование и другие сборы соответственно законодательству;

12) своевременно информировать местные органы самоуправления, государственные органы охраны окружающей естественной среды и санитарного надзора о возникновении аварийных сбросов загрязненных вод;

13) осуществлять неотложные работы, связанные с ликвидацией последствий аварий, которые могут вызвать ухудшение качества воды, и предоставлять необходимые технические средства для ликвидации аварий на объектах других водопользователей в порядке, установленном законодательством.

### *Ограничение прав водопользователей*

В случае маловодья, угрозы возникновения эпидемий, а также в других предусмотренных законодательством случаях права водопользователей могут быть ограничены или изменены условия водопользования с целью обеспечения здравоохранения людей и в других государственных интересах. При этом приоритетность предоставляется использованию вод для питьевых и бытовых нужд населения.

Права водопользователей ограничиваются также во время аварий или при условиях, которые могут привести или привели к загрязнению вод, и при осуществлении неотложных мероприятий по предотвращению стихийного бедствия, вызванного вредным действием вод. Права водопользователей, которые осуществляют специальное водопользование, могут быть ограничены органом, который выдал разрешение на специальное водопользование или предоставил водный объект в пользование или в аренду. Права вторичных водопользователей могут быть ограничены первичными водопользователями по согласованию с органом, который выдал разрешение на специальное водопользование или предоставил водный объект в пользование.

## *Виды и порядок водопользования*

*Водопользование может быть двух видов – общее и специальное. Общее водопользование осуществляется гражданами для удовлетворения их нужд (купание, плавание на лодках, любительское и спортивное рыболовство, водопой животных, забор воды из водных объектов без применения сооружений или технических устройств и из колодцев) бесплатно, без закрепления водных объектов за отдельными лицами и без предоставления соответствующих разрешений.*

С целью охраны жизни и здоровья граждан, охраны окружающей естественной среды и по другим, предусмотренным законодательством основаниям органы местного самоуправления по представлению государственных органов охраны окружающей естественной среды, водного хозяйства, санитарного надзора и других специально уполномоченных государственных органов устанавливают места, где запрещается купание, плавание на лодках, забор воды для питьевых или бытовых нужд, водопой животных, а также определяют другие условия, которые ограничивают общее водопользование на водных объектах, расположенных на их территории.

Органы местного самоуправления обязаны сообщать населению об установленных ими правилах, которые ограничивают общее водопользование.

*Специальное водопользование – это забор воды из водных объектов с применением сооружений или технических устройств, использование воды и сбрасывание загрязняющих веществ в водные объекты, включая забор воды и сбрасывание загрязняющих веществ с обратными водами с применением каналов.*

Специальное водопользование осуществляется юридическими и физическими лицами прежде всего для удовлетворения питьевых нужд населения, а также для хозяйственно-бытовых, лечебных, оздоровительных, сельскохозяйственных, промышленных, транспортных, энергетических, рыбохозяйственных и других государственных и общественных нужд.

*Не относятся к специальному водопользованию:*

- пропуск воды через гидроузлы (кроме гидроэнергетических);
- подача (перекачивание) воды водопользователям в маловодные регионы;

- устранение вредного действия вод (подтопление, засоление, заболачивание);
- использование подземных вод для изъятия полезных компонентов;
- изъятие воды из недр вместе с добычей полезных ископаемых;
- выполнение строительных, дноуглубительных и взрывных работ;
- добыча полезных ископаемых и водных растений;
- прокладывание трубопроводов и кабелей;
- проведение буровых, геологоразведочных работ;
- другие работы, которые выполняются без забора воды и сбрасывания обратных вод.

Пользование водными объектами, которые имеют особое государственное значение, научную или культурную ценность, а также теми, что входят в состав систем оборотного водоснабжения тепловых и атомных электростанций, может быть частично или полностью запрещено в порядке, установленном законодательством.

*Совместное (комплексное) водопользование* – наиболее распространенный вид водопользования.

В большинстве случаев целесообразно разрабатывать схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов, а для обеспечения нужд обороны, федерального транспорта, федеральных энергетических систем, а также иных государственных и муниципальных нужд водные объекты, находящиеся в государственной собственности, могут предоставляться в особое пользование по решению Правительства РФ или органов исполнительной власти субъектов РФ (ст. 87 ВК РФ).

### *Предоставление водного объекта в пользование*

В настоящее время приобретение права пользования поверхностными водными объектами осуществляется на основании договора водопользования, решения о предоставлении водных объектов в пользование.

### *Договор водопользования*

На основании договоров водопользования водный объект или часть водного объекта предоставляется в пользование для следующих целей:

1) забор (изъятие) водных ресурсов из поверхностных водных объектов;

2) использование акватории водных объектов, в том числе для рекреационных целей;

3) использование водных объектов без забора (изъятия) водных ресурсов для целей производства электрической энергии.

Договор водопользования в части использования акватории водного объекта, в том числе для рекреационных целей, в случаях, если имеется несколько претендентов на право заключения такого договора, заключается по результатам аукциона. Предельный срок предоставления водных объектов в пользование на основании договора водопользования не может составлять более чем двадцать лет. Договор водопользования признается заключенным с момента его государственной регистрации в государственном водном реестре.

#### *Решение о предоставлении водных объектов в пользование*

На основании решений о предоставлении водных объектов в пользование водные объекты или их части предоставляются в пользование:

1) для обеспечения обороны страны и безопасности государства;

2) сброса сточных вод и (или) дренажных вод;

3) строительства причалов, судоподъемных и судоремонтных сооружений;

4) создания стационарных и (или) плавучих платформ, искусственных островов на землях, покрытых поверхностными водами;

5) строительства гидротехнических сооружений, мостов, а также подводных и подземных переходов, трубопроводов, подводных линий связи, других линейных объектов, если такое строительство связано с изменением дна и берегов водных объектов;

6) разведки и добычи полезных ископаемых;

7) проведения дноуглубительных, взрывных, буровых и других работ, связанных с изменением дна и берегов водных объектов;

8) подъема затонувших судов;

9) сплава древесины в плотках;

10) забора (изъятия) водных ресурсов для орошения земель сельскохозяйственного назначения (в том числе лугов и пастбищ);

11) организованного отдыха детей, а также организованного отдыха ветеранов, граждан пожилого возраста, инвалидов.

Решение о предоставлении водного объекта или его части в пользование, так же как и договор водопользования, вступает в силу с момента его регистрации в государственном водном реестре.

### *Водный налог и платежи за пользование водными объектами*

Один из принципов, лежащих в основе водного законодательства, – платность использования водных объектов. Плата за использование водного объекта либо его части устанавливается в соответствии с договорами водопользования. При этом ставки платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности, так же, как и порядок расчета и взимания этой платы, устанавливаются Правительством Российской Федерации. Платежи и порядок их расчета по объектам, находящимся в собственности субъектов Федерации и муниципальных образований, устанавливаются органами государственной власти соответствующих уровней управления. Администратором платежей за пользование водными объектами является Федеральное агентство водных ресурсов.

*Водный налог – налог, уплачиваемый организациями и физическими лицами, осуществляющими специальное и (или) особое водопользование*

По каждому виду водопользования, признаваемому объектом налогообложения, налоговая база определяется налогоплательщиком отдельно в отношении каждого водного объекта.

- При заборе воды налоговая база определяется как объем воды, забранной из водного объекта за налоговый период.

- При использовании акватории водных объектов, за исключением лесосплава в плотях и кошелях, налоговая база определяется как площадь предоставленного водного пространства.

- При использовании водных объектов без забора воды для целей гидроэнергетики налоговая база определяется как количество произведенной за налоговый период электроэнергии.

- При использовании водных объектов для целей лесосплава в плотях и кошелях налоговая база определяется как произведение объема древесины, сплавляемой в плотях и кошелях за налоговый период, выраженного в тысячах кубических метров, и расстояния сплава, выраженного в километрах, деленного на 100.

Налоговые ставки устанавливаются по бассейнам рек, озер, морей и экономическим районам.

Классификация водных ресурсов по целям водопользования представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Классификация водных ресурсов по целям водопользования

Цель водопользования	Питьевая вода	Техническая вода	Теплоэнергетическая вода	Промышленная вода	Минеральная вода
Хозяйственно-питьевые и коммунально-бытовые нужды населения	Хозяйственно-питьевое водоснабжение; работа фонтанов				
	Кондиционирование воздуха в зданиях				
	Полив и мытье территорий				
	Полив и посадка в теплицах и парниках				
	Прочие нужды (в т.ч. тушение пожаров, промывка водопроводных канализационных сетей)				
Лечебно-курортные и оздоровительные цели	Лечебные цели больниц, поликлиник, амбулаторий и др.				Лечебные цели больниц, поликлиник, амбулаторий и др.
	Курортные цели санаториев, домов отдыха и пр.				Курортные цели
	Оздоровительные цели плавательных бассейнов, стадионов и др., розлив минеральной воды		Оздоровительные цели плавательных бассейнов, стадионов и др., розлив минеральной воды		Оздоровительные цели плавательных бассейнов, стадионов и др., розлив минеральной воды
На сельское хозяйство (без орошения и обводнения)	Полив и посадка в теплицах и парниках				
	Нужды животноводства				
	Технологические нужды предприятий по переработке с.-х. продукции				
	Технические нужды с.-х. организаций (мастерские ремонтные работы в автотракторных парках и гаражах, тушение пожаров и др.)				
Орошение и обводнение	Орошение: оазисное, региональное				
		Обводнение пастбищ			
Промышленные нужды без теплоэнергетики	Хозяйственно-питьевые и коммунально-бытовые нужды промышленных предприятий (тушение пожаров)			Добыча химических компонентов подземных вод	
	Строительство, переработка сырья, водоснабжение производственных процессов, кондиционирование воздуха				
	Разработка твердых полезных ископаемых: техническое водоснабжение шахт, разрезов, рудников, карьеров; обеспечение водой производственных процессов на фабриках				
Нужды теплоэнергетики	Хозяйственно-питьевое водоснабжение энергетических станций		Теплоэнергетическое снабжение: застройки общественных зданий; сельскохозяйственных и промышленных предприятий		
	Технические нужды		Технические нужды		

## *Классификационные признаки водопользования*

### *По целям использования:*

- хозяйственно-бытовые нужды;
- коммунально-бытовые нужды;
- лечебно-курортные, и оздоровительные цели, сельское хозяйство (без орошения);
- орошение;
- промышленные нужды;
- нужды гидроэнергетики;
- нужды водного транспорта и лесосплава;
- нужды рыбного хозяйства;
- сброс сточных вод;
- природоохранные нужды;
- санитарные пуски;
- многоцелевое водопользование;
- прочие нужды.

### *По объемам водопользования:*

- поверхностные воды;
- подземные воды
- внутренние, территориальные морские воды экономической зоны.

### *По техническим условиям водопользования:*

- с применением сооружений или технических устройств, влияющих на состояние водного объекта;
- без применения сооружений или технических устройств.

### *По условиям предоставления водных объектов в водопользование:*

- совместное;
- обособленное.

### *По характеру использования воды:*

- использование воды как вещества с определенными свойствами;
- использование массы и энергетического потенциала воды;
- использование воды как средства обитания.

### *По способу использования:*

- с изъятием воды и ее возвратом;
- с изъятием воды без возврата;
- без изъятия воды.



*По воздействию водопользований на водные объекты:*

- на количественные характеристики водного объекта;
- качественные характеристики водного объекта;
- количественные и качественные характеристики водного объекта;
- без воздействия на характеристики водного объекта.

### *Лимиты водопользования и учет использования вод*

*Лимиты водопользования – предельно допустимые объемы изъятия водных ресурсов или сброса сточных вод нормативного качества, которые устанавливаются водопользователю на определенный срок.*

Договор водопользования, решение о предоставлении водного объекта в пользование должны содержать лимиты водопользования (водопотребления и водоотведения) – предельно допустимые объемы изъятия водных ресурсов или сброса сточных вод нормативного качества в водные объекты в течение определенного периода времени. Лимиты водопользования устанавливаются в схемах комплексного использования и охраны водных объектов, которые включают в себя систематизированные материалы о состоянии водных объектов, их использовании и являются основой осуществления водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов.

*Схемы комплексного использования и охраны водных объектов разрабатываются в целях:*

- 1) определения допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты;
- 2) определения потребностей в водных ресурсах в перспективе;
- 3) обеспечения охраны водных объектов;
- 4) определения основных направлений деятельности по предотвращению негативного воздействия вод.

*Государственному учету подлежат:* использование вод промышленными, строительными, транспортными, сельскохозяйственными и иными предприятиями, организациями и учреждениями (в дальнейшем водопользователи) независимо от их ведомственной подчиненности, источников водоснабжения и приемников сточных вод.

*Не подлежат учету:* проведение в акватории водоемов строительных, дноуглубительных, взрывных, буровых, геологоразведоч-

ных работ, а также работ по добыче полезных ископаемых, прокладке трубопроводов, кабелей и т.п.

Учетом по форме № 2-ТП (водхоз) охватываются:

– все без исключения водопользователи (независимо от объемов забираемых и сбрасываемых вод), осуществляющие сброс сточных вод непосредственно в поверхностные, подземные водные объекты, а также в бессточные впадины, испарители, накопители, ЗПО, поля фильтрации и т.п.;

– все водопользователи (кроме сельскохозяйственных объектов), забирающие из природных водных объектов  $50 \text{ м}^3$  воды в сутки и более;

– промышленные, строительные и транспортные предприятия (организации), а также объекты торговли, общественного питания, бытового обслуживания населения и другие организации (кроме сельскохозяйственных объектов), забирающие воды из коммунального (ведомственного) водопровода или других водохозяйственных систем и передающие сточные воды коммунальной (ведомственной) канализации, при заборе ими  $300 \text{ м}^3$  и более воды в сутки, а также водопользователи, имеющие оборотные системы водоснабжения общей мощностью  $5000 \text{ м}^3$  в сутки и более, независимо от количества забираемой свежей воды;

– предприятия и организации сельского хозяйства, забирающие воду от организаций (управлений) оросительных систем, а также из групповых водопроводов и собственными водозаборами, при заборе ими  $150 \text{ м}^3$  и более в сутки.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Кто в России может быть водопользователем, что значит первичный и вторичный водопользователь?

2. Дать понятие водопользованию, водопотреблению.

3. Как подразделяется водопользование исходя из условий предоставления водных объектов в пользование?

4. Основные права водопользователей.

5. Основные обязанности водопользователей.

6. Чем отличается водопользование общее и специальное?

7. На основании чего осуществляется предоставление водного объекта в пользование?

8. Классификация водных ресурсов по целям водопользования.
9. Классификационные признаки водопользования.
10. Что такое водный налог?
11. Лимиты водопользования и учет использования вод.

### **Модульная единица 3.2. Водохозяйственные балансы**

В отличие от водного баланса, который служит для анализа природных и антропогенных изменений в круговороте воды, водохозяйственные балансы представляют собой сопоставление водных ресурсов, имеющихся в бассейне водного объекта (или на данной территории), с их объемами использования разными отраслями экономики на различных уровнях ее развития.

*Водохозяйственный баланс – это результат сопоставления имеющихся на данной территории водных ресурсов с их использованием на разных этапах развития хозяйства.*

По сути дела, водохозяйственные балансы – это расчетные материалы, сравнивающие потребность в объемах воды с наличием на данной территории водных ресурсов. Водохозяйственные балансы оценивают наличие и степень использования воды как по речным бассейнам, так и по экономическим районам, республикам, странам.

*Различают водохозяйственные балансы:*

- перспективные;
- плановые;
- отчетные;
- оперативные.

*Перспективные* (или проектные) водохозяйственные балансы составляются на 10–15 лет вперед. Они предназначены для выявления мероприятий по сокращению потребления или увеличению объема водных ресурсов.

*Плановые* водохозяйственные балансы составляются для проверки сбалансированности потребностей в воде, предусматриваемых в проектах, с наличием водных ресурсов.

*Отчетные* водохозяйственные балансы применяют для анализа использования водных ресурсов как часть Государственного водного кадастра по учету использования водных ресурсов.

*Оперативные* водохозяйственные балансы составляются для уточнения режимов эксплуатации водохранилищ и планирования водораспределения.

Водохозяйственный баланс позволяет определить возможность удовлетворения запросов водопользователей в конкретных гидрологических условиях в пределах того или иного района. Они являются основой планирования мероприятий по использованию и охране водных ресурсов, а также основой планирования водопотребления.

Схемы комплексного использования и охраны водных объектов по бассейнам рек также содержат водохозяйственные балансы.

Необходимость составления и реализации водохозяйственных балансов вызывается развитием или сокращением производства, ростом (или сокращением) населения в регионах, ростом (или сокращением) потребности в воде и обязательностью осуществления мероприятий по охране водных объектов. Такой баланс позволяет оценить текущую ситуацию или перспективную по разным водохозяйственным участкам водного объекта и разработать меры по предотвращению количественного и качественного истощения водных ресурсов.

*Водохозяйственные балансы составляются для лет различной обеспеченности:*

- среднего года – 50% обеспеченности;
- среднемаловодного года – 75% обеспеченности;
- маловодного года – 95% обеспеченности.

Первым шагом в технологии моделирования (расчета) водохозяйственного баланса является построение расчетной схемы водохозяйственной системы речного бассейна (или другой территории) с нанесением на нее опорных и расчетных створов, которая вырабатывается в результате водохозяйственного районирования.

Водохозяйственное районирование территории осуществляется по принципу объединения в самостоятельные единицы характерных участков крупных рек или их притоков. При этом учитываются природно-климатические, гидрологические, гидрогеологические условия, сложившиеся хозяйственные комплексы, существующие и намечаемые к строительству гидротехнические и водохозяйственные сооружения. Назначаются расчетные и опорные створы, а следовательно, устанавливаются водохозяйственные участки, для которых рассчитываются водохозяйственные балансы.

*Расчетные створы назначаются:*

- 1) в створах гидрометрических станций с длительными рядами наблюдений за стоком;
- 2) на главной реке выше устьев наиболее крупных притоков;

3) в створах значительного изменения стока главной реки при впадении крупных притоков;

4) в створах значительного изменения естественного водного режима рек хозяйственной деятельностью (водохранилища, крупные водозаборы, сбросы, города и т.д.);

5) в створах на границах субъектов Федерации, административных районов;

б) в створах государственных границ. В качестве опорных створов используются по возможности створы с наиболее длительными наблюдениями, расположенные на реках, являющихся типичными для данного бассейна (региона) по условиям формирования и режиму стока.

*Опорные гидрологические створы – это такие створы, данные о стоке в которых могут быть пересчитаны на расчетные створы (в случае несовпадения опорных и расчетных створов).*

*Водохозяйственный баланс состоит из двух основных частей – приходной и расходной.*

Приходная часть  $W_{\text{прих}}$  представляет собой наличные (располагаемые) водные ресурсы на рассматриваемой территории. Расходная часть  $W_{\text{расх}}$  представляет собой потребность в воде различных отраслей народного хозяйства, коммунальные, экологические нужды, а также попуски воды ниже по течению. В общем виде уравнение водохозяйственного баланса имеет вид

$$W_{\text{прих}} - W_{\text{расх}} = \Delta W. \quad (17)$$

Если в уравнении результирующая часть получится положительной ( $+\Delta W$ ), то это означает, что дефицита воды нет, если отрицательной ( $-\Delta W$ ), то дефицит водных ресурсов имеется, в связи с чем следует принимать соответствующие меры по управлению водохозяйственным комплексом, позволяющие получить  $\Delta W = 0$ . Обеспеченность всех составляющих водохозяйственного баланса принимают в зависимости от необходимой надежности снабжения водой участников водохозяйственного комплекса (числа лет бесперебойного снабжения водой, табл. 15).

В состав исходных данных должны входить характеристика водных ресурсов бассейна или территории и показатели, определяющие требования к ним со стороны отраслей водохозяйственного комплекса (водопотребителей или водопользователей), расположенного

на территории, для которой рассчитывается ВХБ, а также данные о требованиях к воде на социальные и экологические нужды. Показатели, характеризующие водопотребление, даются в соответствии с видом ВХБ, т.е. ориентированными во времени (текущее или перспективное планирование).

Таблица 15 – Надежность снабжения участников водохозяйственного комплекса, %

Участники водохозяйственного комплекса	Обеспеченность
Водоснабжение населения, животноводства и промышленности	99
Орошаемое земледелие	50–95
Гидроэнергетика	75–95
Рыбное хозяйство	
Водный транспорт	

*Для составления ВХБ необходимо располагать информацией:*

- 1) о запасах водных ресурсов рассматриваемой территории и их качестве;
- 2) числе и характере водопотребителей, их запросах по количеству и качеству водных ресурсов;
- 3) объемах воды, которые могут быть представлены водопотребителям в естественных условиях водотока и при регулировании стока;
- 4) объемах воды в речной системе, которая может быть использована за его пределами;
- 5) необходимости и объеме переброски стока из других районов.

#### *Приходная часть водохозяйственного баланса*

Приходная часть водохозяйственного баланса  $W_{\text{прих}}$  состоит из запасов естественных природных водных ресурсов на рассматриваемой территории и возвратных (сточных) вод после использования их в различных отраслях экономики.

*Естественные (или располагаемые) водные ресурсы представляют собой сумму следующих составляющих:*

$W_{\text{осн}}$  – объем речного стока, поступающего на рассматриваемый участок с вышележащего (извне) участка;

$W_{\text{бок}}$  – объем речного стока, формирующегося на рассматриваемом участке, или боковая приточность;

$W_{\text{подз}}$  – объем эксплуатационных запасов подземных вод, гидравлически не связанных с рекой;

$\pm W_{\text{вдхр}}$  – объем воды в водохранилище. В зависимости от расчетного периода это может быть накапливаемый объем ( $+\Delta W_{\text{вдхр}}$ ) или расходуемый ( $-\Delta W_{\text{вдхр}}$ );

$W_{\text{дррег}}$  – объем воды, целенаправленно перебрасываемый из других районов или бассейнов;

$W_{\text{возв}}$  – объем сточных вод, сбрасываемых в водный объект после использования или образовавшихся в производственном процессе.

При наличии водохранилища специально вычленяется водохозяйственный участок с водохранилищем, для которого конкретно рассчитывается водохозяйственный баланс.

Приходная часть ВХБ дополняется поступлением возвратных вод ( $W_{\text{возв}}$ ).

*Возвратные воды – одна из составляющих приходной части водохозяйственного баланса, которая представляет собой сточные воды, сбрасываемые после участия в технологическом процессе в водный объект различными водопользователями, участниками водохозяйственного комплекса (сельское хозяйство, промышленность, энергетика, жилищно-коммунальное хозяйство).*

Объем возвратных вод зависит от схемы водоснабжения (оборотная, прямоточная), от функции воды, используемой участниками водохозяйственного комплекса.

В общем виде приходная часть водохозяйственного баланса имеет вид (тыс. м<sup>3</sup>, млн м<sup>3</sup>):

$$W_{\text{прих}} = W_{\text{осн}} + W_{\text{бок}} + W_{\text{подз}} \pm \Delta W_{\text{вдхр}} + W_{\text{др рег}} + W_{\text{возв}}. \quad (18)$$

Подсчет составляющих элементов приходной части водохозяйственного баланса осуществляется за различные периоды в зависимости от поставленной цели: год, месяц, декада и пр.

При незначительном превышении годового стока над потреблением рассматривают изменение водохозяйственного баланса по месяцам, иногда и по декадам, для определения мероприятий, необходимых для обеспечения водопотребления, предотвращения истощения и загрязнения источника. Для удобства все вычисления производят в табличной форме (табл. 16). При реальном проектировании составляющие водохозяйственных балансов берутся нарастающим итогом с верховья до устья, при этом, переходя от створа к створу, следует брать суммарный сток и суммарное потребление.

Таблица 16 – Приходная часть водохозяйственного баланса, млн м<sup>3</sup>

Расчетный период	Элементы приходной части водохозяйственного баланса								Приходная часть ВХБ $W_{\text{прих}}$
	$W_{\text{осн}}$	$W_{\text{бок}}$	$W_{\text{подз}}$	$+/-W_{\text{вдхр}}$	$W_{\text{дррег}}$	$W_{\text{возв1}}$	$W_{\text{возв2}}$	$W_{\text{возв3}}$	
1									
2									
....12									
год									

### *Расходная часть водохозяйственного баланса*

В расходной части водохозяйственного баланса учитываются следующие основные элементы:

- отбор речных и подземных вод различными потребителями; наполнение водохранилищ;
- потери воды из водохранилища (фильтрация и испарение);
- объем воды, необходимый для разбавления возвратных вод; попуски в замыкающем створе;
- передача стока за пределы расчетных створов.

В расходной части  $W_{\text{расх}}$  оцениваются объемы водопотребления промышленностью, энергетикой, коммунально-бытовым, сельским хозяйством, водным транспортом, рыбным хозяйством, а также объемы водных ресурсов, необходимые для функционирования природных комплексов (экосистем). Общий вид расходной части водохозяйственного баланса представлен уравнением (тыс. м<sup>3</sup>, млн м<sup>3</sup>)

$$W_{\text{расх}} = W_{\text{кб}} + W_{\text{сх}} + W_{\text{пр}} + W_{\text{эн}} + W_{\text{рх}} + W_{\text{тр}} + W_{\text{рек}} + W_{\text{охр}} + W_{\text{пот}}, \quad (19)$$

где  $W_{\text{кб}}$  – объемы водопотребления объектами коммунально-бытового хозяйства;

$W_{\text{сх}}$  – объемы водопотребления объектами сельского хозяйства, сельскохозяйственные попуски;

$W_{\text{пр}}$  – объемы водопотребления промышленными объектами;

$W_{\text{эн}}$  – объемы водопотребления объектами энергетики;

$W_{\text{рх}}$  – объемы водопотребления рыбохозяйственными объектами, рыбохозяйственные попуски;

$W_{\text{тр}}$  – объемы воды, необходимые для функционирования водного транспорта;

$W_{\text{рек}}$  – объемы водопотребления объектами рекреации;



$W_{\text{охр}}$  – объемы воды, необходимые для разбавления сточных вод до нормативных показателей;

$W_{\text{пот}}$  – объем потерь воды на испарение и фильтрацию.

В результате расчета составляющих расходной части водохозяйственного баланса заполняется таблица, где указываются объемы расходных составляющих по разным отраслям хозяйства (табл. 17) за расчетные периоды (по месяцам, декадам, за год).

Таблица 17 – Расходная часть водохозяйственного баланса

Период	Элементы расходной части водохозяйственного баланса							$W_{\text{расх}}$	
	$W_{\text{кб}}$	$W_{\text{сх}}$	$W_{\text{пр}}$	$W_{\text{эн}}$	$W_{\text{рх}}$	$W_{\text{рек}}$	$W_{\text{охр}}$		$W_{\text{пот}}$
1									
2									
....12									
год									

### *Сравнение приходной и расходной части ВХБ*

Сопоставляя помесечные и годовые результаты (см. табл. 16, 17) расчета приходной и расходной частей водохозяйственного баланса, определяем его невязку

$$W_{\text{прих}} - W_{\text{расх}} = \Delta W, \quad (20)$$

где  $\Delta W$  – невязка водохозяйственного баланса. Сравнение производится в табличном виде.

По результатам расчетов водохозяйственного баланса оценивается водообеспеченность участников водохозяйственного комплекса, распределяются водные ресурсы между ними и определяются методы регулирования, позволяющие устранить дефициты воды, если таковые имеются.

Если  $\Delta W \geq 0$  – водохозяйственный баланс благоприятный, то дополнительные водохозяйственные мероприятия не требуются.

Если в результате расчета водохозяйственного баланса получена отрицательная невязка ( $\Delta W < 0$ ), то это означает, что потребности развития отраслей хозяйствования выше, чем располагаемые естественные водные ресурсы.

В таком случае необходимо провести увязку водохозяйственного баланса.

Следует иметь в виду, что при положительном балансе в целом за год могут быть месяцы, когда невязка отрицательная, что бывает преимущественно в лимитирующие сезоны летне-осенней и зимней межени. Могут быть случаи, когда не увязываются и годовой, и месячный баланс. Соответственно при  $\Delta W < 0$  необходимо искать пути управления водохозяйственным комплексом, позволяющие получить по меньшей мере  $\Delta W = 0$ .

В соответствии с целями и задачами обеспечения водными ресурсами территории имеются способы, которыми можно регулировать водные ресурсы, среди них:

- совершенствование технологии водопотребления и водораспределения;
- использование очищенных сточных вод и внедрение оборотных систем и безводных технологий;
- регулирование стока водохранилищами;
- использование и восполнение подземных вод; территориальное перераспределение стока;
- инженерное преобразование водосборов в целях регулирования стока, например создание лиманов и водохранилищ на местном стоке.

Одним из способов сокращения объемов потребляемой воды является снижение водоемкости производства, т.е. уменьшение расхода воды на единицу продукции.

Например, в сельском хозяйстве необходимо по возможности применять мелкодисперсное, подпочвенное, капельное орошение, при котором расходование воды существенно ниже, чем при дождевании и тем более при самотечном орошении. В животноводстве также могут быть предусмотрены безводные технологии (механическая очистка от навоза) при уходе за животноводческими помещениями вместо гидросмыва. В перспективе более широкое использование нетрадиционных источников электрической энергии: ветровой, солнечной, что позволит уменьшить потребление воды на тепловых электростанциях. Необходимо внедрение маловодных технологий и в промышленности. Так, при переработке нефти применение современных технологий позволило снизить потребление воды в 100 раз по сравнению с 10–15 м<sup>3</sup>/т. Все это позволяет уменьшить потребление воды и тем самым снизить вредное воздействие на окружающую среду.

## ***Вопросы для самоконтроля***

1. Дать определение понятию «водохозяйственный баланс».
2. Виды водохозяйственных балансов.
3. Для каких целей составляются водохозяйственные балансы?
4. Из каких соображений назначаются расчетные створы?
5. Какой информацией необходимо располагать для составления ВХБ?
6. Из каких частей состоит уравнение водохозяйственного баланса?
7. Приходная часть водохозяйственного баланса.
8. Расходная часть водохозяйственного баланса.
9. Сравнение приходной и расходной части ВХБ.
10. Привести способы сокращения объемов потребляемой воды.

### ***Задание 11. Составление водохозяйственного баланса***

Определить водохозяйственный баланс заданного региона, заполнить таблицу 18.

При проектировании водохозяйственных комплексов в качестве расчетного обычно используют маловодный год обеспеченностью  $P = 95\%$ . Приходная часть ВХБ (располагаемые водные ресурсы) устанавливается по материалам гидрометрических наблюдений.

Расходная часть ВХБ определяется возможными объемами водопотребления участниками водохозяйственного комплекса, которые рассчитываются по формуле (19). При составлении ВХБ необходимо учитывать возвратные воды, объемы воды на разбавление очищенных сточных вод и потери на испарение и фильтрацию.

Если сточные воды сбрасываются в нижний бьеф, минуя водохранилище, и не могут быть повторно использованы участниками ВХК, то объемы возвратных вод в балансе равны нулю. Если сброс сточных вод осуществляется в верхний бьеф водохранилища, то ориентировочно норма возврата принимается для орошения 16%, коммунально-бытового хозяйства – 80%, промышленности – 90%, рыбного хозяйства – 60%.

Объемы воды для разбавления сточных вод зависят от вида и концентрации вредных веществ, степени очистки сточных вод и др. В среднем принимают объем разбавления, равным  $10 \text{ м}^3$  чистой воды на

1 м<sup>3</sup> сточных вод. Водохозяйственный баланс используется при составлении научно обоснованных планов распределения водных ресурсов, позволяет всесторонне анализировать сложившиеся и ожидаемые режимы расходования водных ресурсов. Для этой цели устанавливаются водный баланс в пределах рассматриваемого бассейна, который охватывает соотношение между атмосферными осадками, поверхностными и подземными стоками, испарением и транспирацией влаги растительностью. Местное регулирование стока может оказаться недостаточным для увязки ВХБ, особенно в маловодные годы. В этом случае дополнительные водные ресурсы получают, перераспределяя сток.

Результаты выполненных расчетов в заданиях 1–8 записываются в таблицу 18.

Таблица 18 – Водохозяйственный баланс заданного региона

Статья баланса	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. Располагаемые ресурсы													
Итого по ст. 1													
2. Потребление:													
– орошение													
– коммунально-бытовое водоснабжение													
– промышленность													
– рыбное хозяйство													
– санитарные попуски													
Итого по ст. 2													
3. Возвратные воды													
Итого по ст. 3													
4. Разбавление сточных вод													
Итого по ст. 4													
5. Баланс $W_B$ (ст. 1 – ст. 2 + ст. 3 – ст. 4)													

При отрицательном годовом балансе делается вывод о невозможности полного удовлетворения водой всех предполагаемых участников ВХК. В этом случае следует исключить (полностью или частично) из ВХК какого-либо участника, изменить схему размещения объектов ВХК, увеличив объемы возвратных вод и уменьшив объемы воды, необходимые для разбавления очищенных сточных вод и др.

### 3.2.1. *Водопотребители расходной части водохозяйственного баланса*

Доля коммунально-бытового водоснабжения в Красноярском крае составляет около 20% от общего объема водозабора из водных объектов.

*Водоснабжение населения – одно из важнейших направлений водного хозяйства.* Отсутствие чистой питьевой воды – одна из причин болезней населения. В Водном кодексе Российской Федерации закреплено право на приоритет хозяйственно-питьевого водоснабжения. В водохозяйственной практике в отношении коммунально-бытового водоснабжения принимают самый большой показатель обеспеченности – 99% по числу бесперебойных лет.

*Коммунально-бытовое водоснабжение* связано непосредственно с потреблением воды населением (для питья, в составе пищевых продуктов), с использованием воды для хозяйственно-бытовых целей (стирка, уборка, мойка и др.), для удовлетворения нужд коммунально-бытового хозяйства (прачечные, парикмахерские и т.п.), транспорта, строительных организаций и др.

Большие нормы хозяйственно-бытового водопотребления и водопотребления на благоустройство населенного пункта применяются для южных территорий, меньшие – для северных территорий. При расчете объемов коммунально-бытового водопотребления учитываются такие факторы, как довольно равномерное потребление воды в течение года и резко неравномерное в течение суток. Так, при повышении температуры воздуха потребление воды несколько возрастает, однако сезонные колебания не превышают 15–20%. Суточные колебания существенно выше, так как основная доля водопотребления (более 70%) приходится на день.

Месячные объемы воды, необходимые для нужд сельского хозяйства, представляют собой сумму следующих составляющих: объемы воды на нужды орошаемого земледелия; объемы воды на нужды животноводства (в месяц); объемы воды на сельскохозяйственные попуски для затопления лугов.

Среднемесячные объемы воды на нужды животноводства зависят от нормы воды на вид животного, количества голов, периода (сутки, месяц), количества видов животных.

Сельскохозяйственные попуски из водохранилищ нужны в тех случаях, когда в результате строительства водохранилища произошли

изменения гидрологических условий в нижнем бьефе, а также чтобы компенсировать отсутствие половодий, отрицательно сказывающихся на состоянии сельского хозяйства из-за потери заливных лугов. В этом случае попуски осуществляются в начале вегетации луговой растительности.

*В системе водного хозяйства промышленность* – один из крупнейших потребителей воды, предъявляющий самые разные требования к ее качеству и количеству и требующий высокой надежности ее подачи. Расчетная обеспеченность водоподачи для нее по числу бесперебойных лет составляет 95–97%. Промышленное водоснабжение в основном базируется на использовании речного стока. В связи с этим высокая степень надежности подачи воды может быть обеспечена путем регулирования стока.

Для промышленного водоснабжения используют и водохранилища комплексных гидроузлов (полное водообеспечение из верхнего бьефа или из нижнего путем осуществления специальных попусков).

Качество воды, используемой в промышленном производстве, зависит от функций воды в производстве. Так, вода, используемая для хозяйственно-питьевых нужд работающих на производстве, должна соответствовать нормативным требованиям, предъявляемым к качеству воды в коммунально-бытовом хозяйстве, а для технических нужд – прежде всего должна быть безвредной для здоровья.

От качества воды, используемой в производстве, зависит и качество продукции, и долговечность оборудования. Наиболее высокие требования предъявляются к воде, когда она служит технологическим сырьем и входит в состав выпускаемой продукции. В этом случае ее качество должно отвечать требованиям, предъявляемым к продукции. Вода, используемая для других целей, должна отвечать стандартам жесткости, накипеобразования, вспенивания, агрессивности и т.д. Наименьшие требования предъявляются к воде, используемой для гидротранспорта и охлаждения. Объем воды, который необходим для нормальной деятельности предприятия, определяется характером использования воды, объемом и видом выпускаемой продукции, принятой технологией производства, системой промышленного водоснабжения. В производственном процессе вода используется как сырье, растворитель, теплоноситель, среда, поглощающая и транспортирующая механические и растворенные примеси.

Наибольшее количество воды, используемой в промышленности, расходуется для охлаждения. Так, в теплоэнергетике около 85%

общего расхода воды предназначено для охлаждения масел, воздуха и конденсации отработанного пара. В горнодобывающей промышленности основная функция использования воды предназначена для гидравлического транспорта. От вида выпускаемой продукции зависит удельное водопотребление на единицу продукции, которое может различаться от нескольких единиц до нескольких тысяч кубических метров.

*Электрическая энергия* – движущий фактор развития всех отраслей промышленности, транспорта, коммунального и сельского хозяйства. Современные электрические станции используют невозобновляемые источники энергии и возобновляемые.

*Невозобновляемые источники энергии используются на тепловых электростанциях (ТЭС)*, в которых электроэнергию получают за счет сжигания органического топлива (уголь, нефть, газ, торф и др.), и на атомных электростанциях (АЭС), где используется ядерное топливо (уран-235, уран-233, плутоний-239).

*Возобновляемые источники энергии* используются на гидроэлектростанциях (ГЭС), работающих на энергии естественных водотоков, на приливных электростанциях (ПЭС), использующих энергию приливов, на ветроэлектростанциях, работающих на энергии ветра, на геотермальных установках, а также установках, использующих энергию солнечного излучения, и др.

В современных условиях практическое значение из станций этой группы имеют гидроэлектростанции, так как энергия, вырабатываемая ГЭС, имеет низкую себестоимость, не истощает ресурсы Земли, требует меньшего числа обслуживающего персонала.

ГЭС – незаменимые компоненты энергосистем, так как в силу своей высокой маневренности могут брать на себя пиковые части нагрузки, что создает условия для более равномерной работы тепловых и атомных электростанций.

*Водный транспорт* относится к водопользователям, которые, используя водные объекты как среду, не изымают из них воду. Вместе с тем это серьезный источник загрязнения водных ресурсов. Требования водного транспорта (судоходства, кошельного и плотового лесосплава) сводятся к тому, чтобы на водных путях в необходимый период поддерживались нужные габариты: глубина, ширина, радиус закругления. Эти требования удовлетворяются только при попуске определенного расхода воды в русле реки. На зарегулированных реках требуемые глубины поддерживаются специальными попусками.

Имеются противоречия между водным транспортом и гидроэнергетикой. Так, например, шлюзование и осуществление судоходных попусков, если они изымают значительные объемы воды из водохранилища, уменьшают напор на гидроузлах. Для поддержания нормальных условий судоходства в нижнем бьефе нежелательно проведение суточного регулирования гидроузлами. Кроме того, поддержание нужных скоростей и обеспечение допустимых колебаний уровней воды у причальных сооружений также предъявляют требования к водным объектам и режиму эксплуатации гидроузлов.

*Внутренние моря, реки, озера, водохранилища России богаты ихтиофауной.* В них производится более 90% мировых запасов осетровых и более 60% лососевых. Постройка гидротехнических сооружений, перегораживающих русло рек, вызывает нарушение условий воспроизводства рыб, а следовательно, нарушение условий сложившегося рыбного хозяйства.

В связи с тем, что большинство построенных водохранилищ имеют низкую рыбопродуктивность (4–20 кг/га), реализуются компенсирующие мероприятия по созданию рыбозаводов.

Для создания благоприятных условий обитания рыб в рыбохозяйственных прудах и в нижнем бьефе водохранилищ осуществляют рыбохозяйственные попуски воды.

В состав участников водохозяйственного комплекса включается использование водных ресурсов для целей рекреации: отдыха, лечения населения, водного спорта, спортивного рыболовства и др.

Рекреационное обслуживание оценивается как самостоятельная отрасль экономики, направленная на восстановление здоровья человека и его отдых. Реки и водоемы, являясь одним из компонентов природной среды, имеют большое значение в организации полноценного отдыха и лечения. В связи с этим большая часть рекреационных учреждений располагается на их берегах. С созданием водохранилищ увеличивается рекреационная вместимость (количество отдыхающих) природного комплекса из-за увеличения длины береговой линии и площади акватории.

Появляются более благоприятные условия для занятий водными видами спорта: греблей, парусным спортом, водным туризмом. Однако рекреационная ценность водохранилищ неодинакова и зависит от многих факторов, среди которых характер уровня режима, качество воды. Рекреация на водных объектах выступает в основном как пользователь водной среды. Вместе с тем вода используется рекреа-



цией для хозяйственно-питьевого водоснабжения отдыхающих и спортсменов.

В результате функционирования водохозяйственных комплексов природные водные объекты испытывают на себе отрицательные воздействия: уменьшение водных ресурсов, ухудшение качества воды в них. Отрицательные воздействия могут трансформировать всю водную экосистему, поэтому должны быть сведены к минимуму. Решение этих вопросов должно учитываться уже на всех стадиях создания и функционирования ВХК. При составлении водохозяйственного баланса экологические требования реки и ее водосбора должны быть приняты во внимание. Уменьшение стока и снижение его качества, не выходящие за рамки естественных колебаний, не вызывают необратимых нарушений состояния водной экосистемы. Поэтому определены допустимые пределы изменения стока и качества реки, которые не приводят к деградации нижнего бьефа реки или на участках реки ниже водозаборов. Для природоохранных целей используются определенные объемы воды на санитарные попуски; разбавление сточных вод. Современные исследователи считают, что санитарный сток (санитарные попуски) не в полной мере удовлетворяет всем потребностям водной экосистемы, и предлагают ввести более значимые понятия, такие как природоохранный сток, экологический сток. Соответственно и объемы такого стока будут отличаться от санитарного в большую сторону. Не рассматривая здесь примеры определения объемов экологического и природоохранного стока, остановимся на санитарном стоке, но при этом будем понимать, что это только минимально необходимый объем стока.

С устройством водохранилища связаны потери воды на испарение с его зеркала и на фильтрацию, которые необходимо учитывать в водохозяйственных расчетах. Вода, расходуемая на испарение и фильтрацию в соседние бассейны, теряется для реки полностью, а вода, фильтрующаяся в нижний бьеф, теряется лишь для потребителей, использующих воду из верхнего бьефа (водохранилища), а для потребителей, забирающих воду из нижнего бьефа, не является потерей.

В упрощенном виде потери на испарение и фильтрацию зависят от площади зеркала и объема водохранилища. Фактически на величину испарения влияют как площадь водохранилища, так и его глубина, температура воздуха, влажность, скорость ветра, его направление, время года.

Величина фильтрации – результат сложных и динамичных процессов: величины напора, длины напорного фронта, периода эксплуатации водохранилища. Фильтрация происходит как через ложе водохранилища, так и через тело плотины в нижний бьеф, зависящие от конструкции сооружений.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Назвать водопотребителей расходной части водохозяйственного баланса.
2. От чего зависят нормы водопотребления для коммунально-бытового водоснабжения?
3. От чего зависят и из чего складываются месячные объемы воды, необходимые для нужд сельского хозяйства и животноводства?
4. От чего зависит водопотребление в промышленности?
5. Пояснить, что значит невозобновляемые и возобновляемые источники энергии.
6. Использование и учет в ВХБ водных ресурсов для водного транспорта и рыбного хозяйства, рекреации.
7. Каким образом происходят потери воды из водохранилищ?

### ***Задание 12. Расходы воды разностного гидрографа***

Определить расходы воды разностного гидрографа.

Полученный в результате ВХБ избыток воды вместе с санитарными попусками целесообразно использовать для выработки электрической энергии на гидроэлектростанции, которая в принятой схеме ВХК может быть построена в комплексном плотинном гидроузле. Для удовлетворения потребностей энергетики и обеспечения санитарных попусков необходимо произвести внутригодовое перераспределение расходов путем аккумуляирования воды в водохранилище в многоводные периоды и использования ее во время дефицита. Наибольший эффект имеет использование воды при полном годичном регулировании стока, но при этом необходима большая емкость водохранилища.

Расходы воды разностного гидрографа рассчитывают для определения расходов воды, идущей на наполнение водохранилища и используемой для попуска через ГЭС. Расчеты выполняются на основании таблицы 18 и записываются в таблицу 19.

Объемы воды, которые могут быть использованы для попуска через турбины ГЭС за месяц, определяются по данным таблицы 18 (строка Баланс ( $\text{м}^3$ ):  $W_{\text{гр}} = W_{\text{Б}}$ ).

Расходы воды разностного гидрографа рассчитывают

$$Q_{\text{гр}} = \frac{W_{\text{гр}}}{t}, \quad (21)$$

где  $t$  – количество секунд в месяце.

Таблица 19 – Определение расходов воды разностного гидрографа

Показатель	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$W_{\text{гр}} \text{ м}^3 \cdot 10^6$													
Продолжительность периода, $t, \text{ с} \cdot 10^6$	2,67	2,41	2,67	2,59	2,67	2,59	2,67	2,67	2,59	2,67	2,59	2,67	
$Q_{\text{гр}}, \text{ м}^3/\text{с}$													

### Модульная единица 3.3. Системы регулирования стока и его территориального перераспределения

Под регулированием речного стока понимают перераспределение во времени объема стока в соответствии с требованиями водопользования, а также в целях борьбы с наводнениями.

Необходимость воздействия на естественный режим стока в целях наиболее полного и рационального использования водных ресурсов вызвана неравномерным распределением водных ресурсов по территориям, стока в пределах года (по сезонам) и стока по годам (многоводные и маловодные годы). Естественный режим стока в большинстве случаев не совпадает с требованиями ряда крупных водопользователей, возникающими при использовании водотоков.

Целесообразно направленное изменение режима водных объектов для достижения бесперебойного и надежного обеспечения водой населения, промышленности и сельского хозяйства достигается регулированием речного стока.

Преобразование гидрологического режима водотоков осуществляется с помощью искусственных водоемов (водохранилищ), соору-

жение которых способствует решению комплекса водохозяйственных задач: коммунального и промышленного водоснабжения, орошения и обводнения, гидроэнергетики, водного транспорта, лесосплава, рыболовства, борьбы с наводнениями и селями.

Широкомасштабное строительство водохранилищ развернулось после Второй мировой войны, т.е. после 1945 г. Водоохранилища стали создаваться не только для решения традиционных проблем развития энергетики, орошения земель, но и для водообеспечения крупных промышленных центров и регионов, улучшения экологического состояния природных объектов и районов, рекреационных потребностей населения (отдыха, спорта и т.п.).

В мире уже эксплуатируется более 30 тыс. водохранилищ. Объем воды, аккумулированный в водохранилищах, почти в 5 раз превышает ее запасы в руслах рек и составляет более 12% годового стока рек мира.

Площадь же водной поверхности водохранилищ мира превышает площадь Черного моря.

Самое крупное водохранилище в мире – Оуен-Фолс (Виктория) объемом  $204,8 \text{ км}^3$  и площадью  $76\,000 \text{ км}^2$ , которое расположено в Африке на стыке трех государств – Танзании, Кении, Уганды.

В России более 2 000 водохранилищ с суммарным полным объемом  $801,4 \text{ км}^3$ , общей площадью  $74,5 \text{ тыс. км}^2$ .

Крупные водохранилища построены на реках Волге, Каме, Ангаре, Иртыш, Кубани, Енисей, Амур и др.

Наиболее крупные водохранилища России – Братское ( $169,3 \text{ км}^3$ ,  $5500 \text{ км}^2$ ), которое является вторым в мире; Красноярское ( $73 \text{ км}^3$ ,  $2000 \text{ км}^2$ ); Усть-Илимское ( $59 \text{ км}^3$ ,  $1870 \text{ км}^2$ ); Куйбышевское ( $58,0 \text{ км}^3$ ,  $6500 \text{ км}^2$ ). В зависимости от задач, характера и состава водопотребителей применяют различные виды регулирования стока, которые классифицируют по трем основным признакам: назначению, продолжительности и степени регулирования стока.

*По назначению водохранилища подразделяют на запасные, задерживающие (противопаводковые) и комплексные.*

Основная задача запасных водохранилищ состоит в повышении расходов воды в маловодные периоды за счет сработки запасов воды, созданных путем временного задержания избытков стока, над потреблением в многоводные сезоны или годы.

Задерживающие (противопаводковые) водохранилища предназначены в основном для борьбы с наводнениями или селевыми пото-

ками. Путем временного задержания части стока в периоды многоводья (паводка или половодья) снижаются максимальные расходы воды, поступающие в нижний бьеф водохранилища, и предотвращается опасность наводнения.

Комплексные водохранилища совмещают функции запасного и задерживающего водохранилища.

*По продолжительности различают суточное, недельное, краткосрочное, сезонное (годовое) и многолетнее регулирование стока.*

*Суточное регулирование* заключается в перераспределении в течение суток практически равномерного стока реки в соответствии с требованиями водопользователей. Вода накапливается в водохранилище в часы малого потребления и расходуется из него в часы повышенного. Цикл регулирования (наполнение и сработка) равен одним суткам. Наиболее широко суточное регулирование распространено в водоснабжении и гидроэнергетике.

*Недельное регулирование* заключается в перераспределении в течение недели относительно равномерного стока в соответствии с неравномерным потреблением. Объем водохранилища недельного регулирования стока равен объему недоиспользованного стока в два выходных дня, когда водопотребление понижено. Полный цикл при недельном регулировании (наполнение и сработка) равен неделе. Применяется оно в основном в промышленном водоснабжении и гидроэнергетике.

*Краткосрочное непериодическое регулирование стока* – регулирование, при котором вода из водохранилища подается в виде краткосрочных непериодических попусков для поддержания расходов или уровней воды на нижележащем участке водотока в соответствии с требованиями водопользователей. Необходимый объем воды в водохранилище накапливается в течение ряда суток, а сосредоточенный попуск осуществляют в продолжение нескольких часов. Этот вид регулирования применяют преимущественно для создания необходимых глубин при судоходстве, а также в санитарных, сельскохозяйственных, рыбохозяйственных и других целях.

*Сезонное (годовое) регулирование стока* позволяет перераспределять сток в течение сезона или года. Во время половодий и паводков водохранилище наполняют, в период межени сбрасывают.

*Различают полное и неполное, сезонное, многолетнее регулирование стока.*

*При полном регулировании* водоотдача с заданной обеспеченностью за год должна быть равна объему годового стока той же обеспеченности. В многоводные годы излишки воды сбрасываются в нижний бьеф водохранилища, а в маловодные годы, когда сток ниже расчетного, возникает дефицит отдачи.

*При неполном регулировании* водопотребление меньше годового стока расчетной обеспеченности, и часть стока после наполнения водохранилища идет на сброс.

Объем водохранилища сезонного регулирования определяется путем сопоставления расчетного стока и потребления.

*Сезонное регулирование* – наиболее распространенный вид регулирования стока (применяется при водоснабжении, в гидроэнергетике, при орошении и в других отраслях народного хозяйства).

*Многолетнее регулирование* стока заключается в перераспределении стока в течение длительного многолетнего периода. Цикл регулирования (наполнение и сработка) длится несколько лет. Дефицит в воде в маловодные годы покрывается из запасов воды, накопленных в водохранилище за многоводный период, предшествующий маловодью. Многолетнее регулирование – наиболее полный и совершенный вид регулирования, отвечающий задачам комплексного использования водных ресурсов. При этом виде регулирования нужны существенно большие по размерам водохранилища, чем при других.

*По степени использования стока различают полное и неполное регулирование.* При полном регулировании используется весь сток, и водохранилище работает без сброса. При неполном – часть стока не используется и идет на сброс.

В настоящее время наряду с рассмотренными видами регулирования широко применяются *каскадное* и *компенсирующее регулирование*.

*Каскадное регулирование* стока имеет место, если водохранилища размещены последовательно в виде ступеней на одной реке. Примером такого регулирования может служить каскад водохранилищ, построенных на Волге.

*Компенсирующее регулирование* обеспечивает покрытие дефицита в воде путем попусков из водохранилища, расположенного выше водозабора.

Как указывалось выше, регулируют сток с помощью водохранилищ, которые представляют собой искусственно созданные водоемы для хранения воды и регулирования стока.

Наибольшее распространение получили водохранилища, создаваемые в долинах рек постройкой водоподпорных сооружений (плотин, шлюзов и т.п.). На участке выше водоподпорного сооружения повышаются уровни и аккумулируются большие объемы воды, которые используются для различных целей. Долина водохранилища равна дальности распространения подпора от плотины.

*По месту расположения водохранилища классифицируют на равнинные, предгорные, горные, озерные, наливные.*

*По размерам водохранилища делятся на следующие категории:*

- крупнейшие – с полным объемом  $V_{\text{НПУ}}$  более  $50 \text{ км}^3$ , площадью водной поверхности –  $w$  – более  $5000 \text{ км}^2$ ;
- очень крупные  $V_{\text{НПУ}} = 50 - 10 \text{ км}^3$ ,  $w = 5000 - 500 \text{ км}^2$ ;
- крупные  $V_{\text{НПУ}} = 10 - 1 \text{ км}^3$ ,  $w = 500 - 100 \text{ км}^2$ ;
- средние  $V_{\text{НПУ}} = 1 - 0,1 \text{ км}^3$ ,  $w = 100 - 20 \text{ км}^2$ ;
- небольшие  $V_{\text{НПУ}} = 0,1 - 0,01 \text{ км}^3$ ,  $w = 20 - 2 \text{ км}^2$ ;
- малые  $V_{\text{НПУ}} = \text{меньше } 0,01 \text{ км}^3$ ,  $w = \text{менее } 2 \text{ км}^2$ .

#### *Нормативные объемы и уровни воды в водохранилищах*

Снизу (от дна) вверх в водохранилищах различают следующие объемы и ограничивающие их уровни (рис. 7).

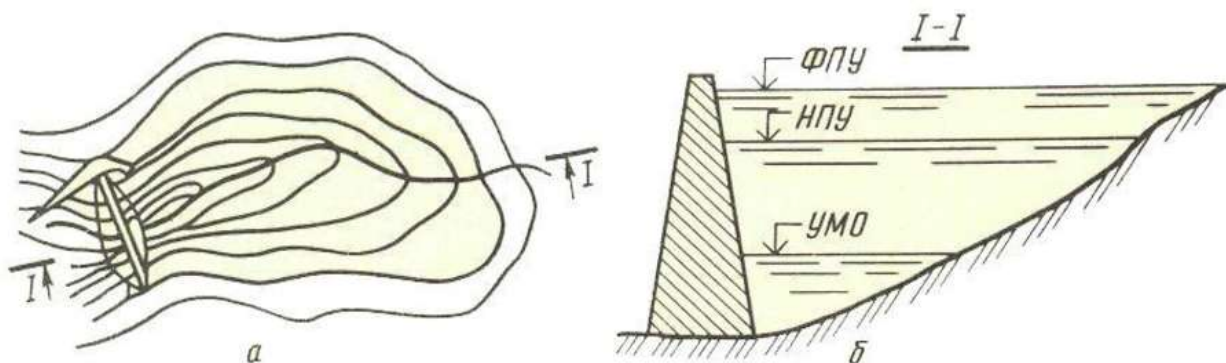


Рисунок 7 – План (а) и продольный профиль (б) водохранилищ

*Мертвый объем водохранилища  $V_{\text{МО}}$  – объем воды, расположенный ниже уровня наибольшего возможного опорожнения водохранилища и необходимый для его нормальной эксплуатации.*

При его расчете учитывают следующие условия: заиление водохранилища наносами, санитарно-технические требования, обеспечение необходимого качества воды, условия для судоходства, рыбного хозяйства, мелиорации, гидроэнергетики и др.

Уровень поверхности воды, ограничивающий этот объем сверху, называют уровнем мертвого объема (УМО).

*Полезный объем*  $V_{\text{плз}}$  – основная рабочая часть объема водохранилища, предназначенная для регулирования стока. Он зависит от назначения водохранилища, вида регулирования стока; определяют его водохозяйственным расчетом.

*Полный объем водохранилища соответствует отметке* НПУ (см. рис. 7, б) – наивысшему проектному уровню верхнего бьефа, который поддерживают в нормальных условиях эксплуатации гидроузла

$$V_{\text{нпу}} = V_{\text{мо}} + V_{\text{плз}}. \quad (22)$$

*Форсированный объем* (объем форсировки  $V_{\text{ф}}$ ) – часть паводка, задержанного водохранилищем и располагающегося между отметками ФПУ и НПУ. Регулирующее влияние водохранилища на максимальный расход состоит в том, что при прохождении паводка часть стока задерживается в водохранилище и уровень воды в нем превышает расчетную отметку НПУ, достигая форсированного подпорного уровня ФПУ.

Важным направлением водохозяйственной деятельности является строительство и эксплуатация крупных гидротехнических систем, позволяющих перераспределять речной сток из регионов, имеющих избыток водных ресурсов, в районы с их дефицитом. В настоящее время в России действуют 34 системы подобного рода с суммарной протяженностью около 3 тыс. км. Ими перераспределяется около  $15 \text{ км}^3$  воды в год.

Для улучшения водообеспечения безводных сельскохозяйственных районов широко используются групповые водоводы. Их протяженность составляет от нескольких десятков до нескольких сотен километров.

Под системой переброски стока обычно понимается комплекс гидротехнических и других сооружений, обеспечивающих забор воды из одного источника и подачу ее через водораздел в соседний или отдаленный водосбор.

*В зависимости от географических особенностей территории и расстояний, на которые подается вода, системы переброски можно разделить на три категории:*

– *внутрибассейновые*, или локальные, когда система переброски не выходит за пределы бассейна данной реки, имеющей самостоятельный выход в море, океан или внутренний водоем;



– *межбассейновые*, связывающие бассейны рек, имеющих самостоятельный выход в море, океан или внутренний водоем;

– *межрегиональные*, или *межзональные*, связывающие речные системы, относящиеся к различным физико-географическим регионам.

*Помимо классификации по территориальному признаку, системы переброски стока целесообразно еще разделить по масштабу вовлекаемых водных ресурсов.* Основным критерием в этом случае должен служить средний годовой объем переброски.

В первом приближении:

– к малым переброскам можно отнести комплексы с годовым объемом перебрасываемого стока до  $1 \text{ км}^3$ ;

– к средним – от 1 до  $5 \text{ км}^3$ ;

– к крупным – свыше  $5 \text{ км}^3$ .

Водоток, из которого изымается часть стока, обычно именуется донором, а река, в которую добавляется сток, – реципиентом.

Необходимость перебросок стока обуславливается дефицитом собственных водных ресурсов рассматриваемого водотока без регулирования стока, а регулировать его нет возможности ввиду топографии, большой площади затопления и т.д.; перебрасывать выгоднее с экономической или экологической точки зрения, а специальные водохозяйственные мероприятия по экономии воды и поддержанию ее качества недостаточны даже при высокой стоимости; качество воды по месту использования обеспечить довольно сложно, так как полная очистка стоков несоизмеримо дороже дотации стока извне (водоснабжение Екатеринбурга из бассейна р. Уфы). Необходимо создание единых водохозяйственных комплексов с централизованным управлением водными ресурсами в зоне интенсивного использования стока, где полностью исчерпаны водные ресурсы.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Что понимается под регулированием стока?
2. В чем состоит необходимость регулирования стока?
3. Виды регулирования стока по продолжительности.
4. Классификация водохранилищ по назначению.
5. Нормативные объемы и уровни воды в водохранилищах.
6. Что такое каскадное и компенсирующее регулирование стока?
7. Классификация водохранилищ по размерам.

### **Задание 13. Определение параметров водохранилища**

Определить параметры водохранилища.

Техническая реализация проектируемого водохранилища в намеченном створе в значительной мере зависит от топографических условий местности. Топографические характеристики определяются по крупномасштабным картам масштабов 1 : 10 000, 1 : 25 000 и 1 : 50 000. Обычно сечение рельефа на этих картах 2, 5, 10 м. К топографическим характеристикам водохранилища относятся три кривых зависимости, связывающих площадь зеркала, объем воды и среднюю глубину с отметками горизонта воды. При построении топографических характеристик считают, что водная поверхность пруда горизонтальна (см. рис. 7, а). В таком случае отметки горизонталей местности совпадают с отметками горизонта воды в створе плотины.

Площадь зеркала водохранилища определяется планиметрированием площадей между горизонталями по картам соответствующего масштаба. С повышением уровня водоема площадь зеркала увеличивается и зависимость  $F = f(H)$  представляет собой возрастающую кривую.

Частичные объемы ( $\Delta V$ ), заключенные между горизонталями, вычисляются по соотношению

$$\Delta V = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} \cdot \Delta h, \quad (23)$$

где  $\Delta h$  – разность отметок горизонталей  $F_i$  и  $F_{i+1}$ .

Суммируя от дна частичные объемы, получим для каждого горизонта объем, который находится в водохранилище ниже этого горизонта. Данные заносятся в таблицу 20.

По результатам вычислений строится кривая объемов, имеющая вид параболы. Средняя глубина водохранилища при различных значениях горизонта воды определяется путем деления объема воды в водоеме на площадь его зеркала при одной и той же отметке

$$h_{\text{ср}} = \frac{V}{F}. \quad (24)$$

Строится кривая средних глубин водохранилища. Все три кривые строятся в системе прямоугольных координат на миллиметровой бумаге. Вертикальная ось ординат общая, горизонтальные оси отдельно для площадей, объемов, средних глубин (рис. 8, 9).

Таблица 20 – Топографические характеристики водохранилища

Отметка горизонтали, м	Площадь между горизонталями, м <sup>2</sup>	Площадь водного зеркала, м <sup>2</sup>	Средняя площадь зеркала, м <sup>2</sup>	Разность отметок, м	Частичный объем ΔV, м <sup>3</sup>	Объем водохранилища, м <sup>3</sup>	Средняя глубина водохранилища, м
59	0	0				0	0
			40 000	1	40 000		
60	80 000	80 000				40 000	0,5
			85 000	2	170 000		
62	90 000	90 000				210 000	2,3
			95 000	2	190 000		
64	100 000	100 000				400 000	4
			150 000	2	300 000		
66	200 000	200 000				700 000	3,5
			400 000	2	800 000		
68	600 000	600 000				1 500 000	2,5
			750 000	2	1 500 000		
70	900 000	900 000				3 000 000	3,3

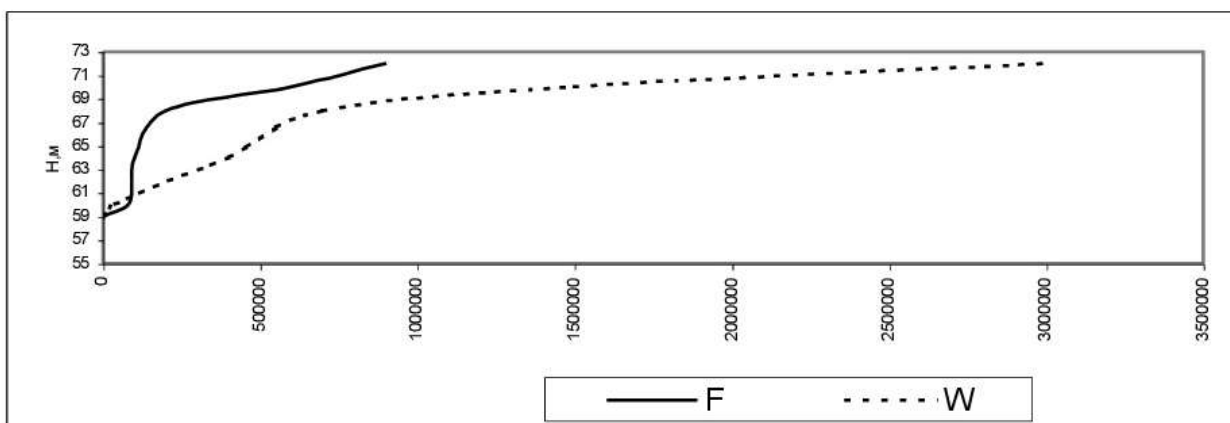


Рисунок 8 – Кривые площади зеркала и объема водохранилища

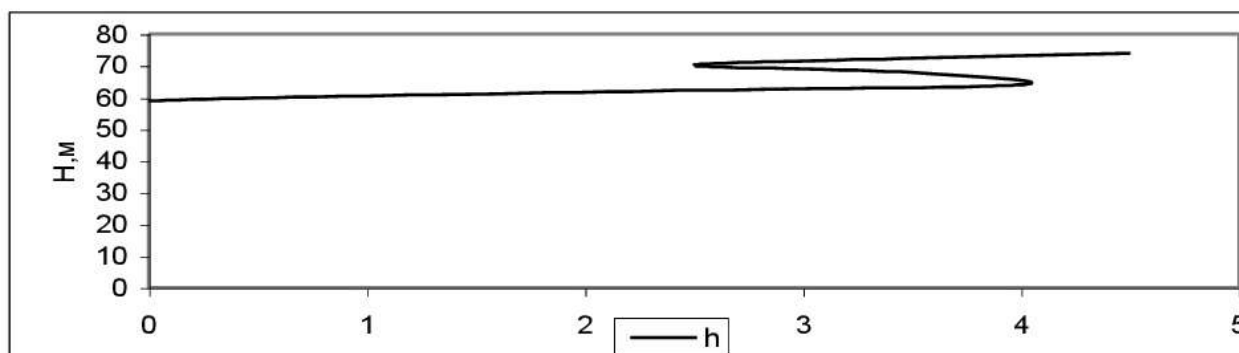


Рисунок 9 – Кривая средней глубины водохранилища

#### **Задание 14. Определение мертвого, полезного и полного объемов водохранилища**

Определить мертвый, полезный и полный объем водохранилища.

В соответствии с заданием определяем  $\nabla_{\text{НПУ}}$  и  $W_{\text{НПУ}}$  по кривой связи уровней и объемов воды в водохранилище (см. рис. 8).

Для вычисления максимального напора должна быть известна наименьшая отметка уровня воды в нижнем бьефе водохранилища ( $\nabla_{\text{УНБ}_{\text{min}}}$ ), которая определяется на основании анализа расходов воды, проходящей по реке, с учетом изъятия воды на орошение и другие цели.

Отметка берется минимальная, т.е. в меженный период, по среднемеженному расходу

$$Q_{\text{меж}} = \frac{\sum Q_{\text{min}}}{n}, \quad (25)$$

где  $Q_{\text{меж}}$  – среднемеженный расход, м<sup>3</sup>/с;

$\sum Q_{\text{min}}$  – сумма расходов (среднемесячных) меженного периода, м<sup>3</sup>/с (по разностному гидрографу);

$n$  – количество  $Q_{\text{min}}$ .

По кривой связи уровней и расходов воды в нижнем бьефе определяют уровень воды в нижнем бьефе гидроузла  $\nabla_{\text{УНБ}_{\text{min}}}$  при  $Q_{\text{меж}}$ .

*Возможный максимальный напор на ГЭС определяется так (м)*

$$H_{\text{max}} = \nabla_{\text{НПУ}} - \nabla_{\text{УНБ}_{\text{min}}}. \quad (26)$$

По  $H_{\text{max}}$  назначается глубина сработки водохранилища ( $h_{\text{сраб}}$ ). Наиболее оптимальные условия работы ГЭС будут при колебании уровня воды в водохранилище со сработкой его объема на величину

$$H_{\text{сраб}} = (0,15 \div 0,25) H_{\text{max}},$$

допускается и до  $0,4 H_{\text{max}}$ .

Далее определяется отметка уровня мертвого объема воды ( $\nabla_{\text{УМО}}$ ) в водохранилище (м)

$$\nabla_{\text{УМО}} = \nabla_{\text{НПУ}} - H_{\text{сраб}}. \quad (27)$$

*Величина мертвого объема определяется по  $\nabla_{\text{УМО}}$  по кривой связи объемов и уровней воды в водохранилище (см. рис. 8).*

Полезный объем водохранилища ( $W_{\text{пол}}$ ) определяется как разность полного ( $W_{\text{НПУ}}$ ) и мертвого ( $W_{\text{УМО}}$ ) объемов.

Полезная емкость водохранилища ( $м^3$ )

$$W_{\text{пол}} = W_{\text{НПУ}} - W_{\text{УМО}}. \quad (28)$$

**Задание 15. Определение притока воды в водохранилище и построение интегральной кривой. Расчет зарегулированного расхода воды**

Определить приток воды в водохранилище и построить интегральную кривую. Рассчитать зарегулированный расход воды.

Объемы притока воды в водохранилище выписываются из таблицы 19 (гр. 1), заполняем таблицу 21. По данным строки 2 таблицы 21 строится интегральная кривая притока воды в водохранилище, по которой графически определяется зарегулированный объем воды водохранилища годового (или сезонного) регулирования  $W_{\text{зар}}$  (рис. 10).

Таблица 21 – Приток воды в водохранилище

Параметры	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Объем притока воды за период $W_{\text{рг}}, м^3 \cdot 10^6$													
Объем притока с нарастающим итогом, $\sum W_{\text{рг}}, м^3 \cdot 10^6$													

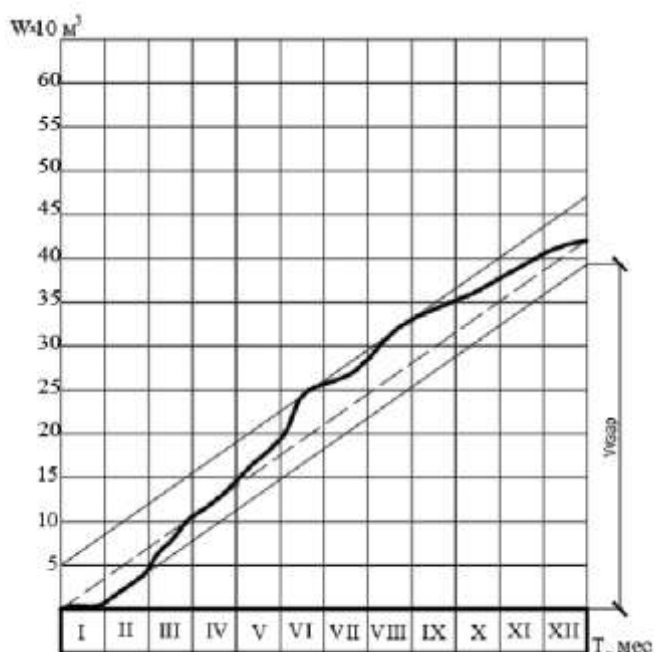


Рисунок 10 – Интегральная кривая притока воды в водохранилище

Затем вычисляют зарегулированный расход ( $\text{м}^3/\text{с}$ )

$$Q_{\text{зар}} = \frac{W_{\text{зар}}}{T}, \quad (29)$$

где  $T$  – число секунд в году;

$W_{\text{зар}}$  – зарегулированный объем по рисунку 10,  $\text{м}^3$ .

Этот расход вместе с санитарными попусками может быть пропущен через турбины ГЭС

$$Q_{\text{ГЭС}} = Q_{\text{зар}} + Q_{\text{сан}}. \quad (30)$$

### ***Задание 16. Режим работы водохранилища***

Определить режим работы водохранилища.

Параметры водохозяйственных объектов, так же как и структуру водохозяйственной системы, выбирают по минимуму народнохозяйственных затрат. Например, при выборе параметров комплексного гидроузла (подпорной отметки, вместимости водохранилища) руководствуются следующими соображениями. Отметка нормального подпорного уровня (НПУ) определяет основные размеры сооружений, объем строительных работ, площади затоплений, которые возрастают с повышением отметки НПУ. В то же время растет производственный эффект (выработка электроэнергии, площадь орошаемых земель и т.п.).

Необходимо рассмотреть не менее трех вариантов НПУ. При этом нижний предел возможного диапазона изменений НПУ определяется минимально допустимыми уровнями оросительных водозаборов при самотечном орошении, необходимой мощностью гидроэлектростанций, судоходными глубинами, необходимой вместимостью водохранилища (для проведения заданного вида регулирования стока). Верхний предел может ограничиваться недопустимостью затопления ценных сельскохозяйственных угодий, крупных населенных пунктов, промышленных и транспортных объектов, топографически или геологическими условиями створа плотины, подпором расположенного выше гидроузла, резким увеличением объема строительных работ.

Выбор полезного объема водохранилища – также сложная технико-экономическая задача. При заданной отметке НПУ полезный объем водохранилища определяется глубиной сработки  $h_{\text{ср}}$ .

Увеличение ее в большинстве случаев приводит к росту положительного эффекта из-за более полного использования стока. Однако на гидроэнергетическом гидроузле увеличение сработки влечет за собой рост выработки электроэнергии лишь до определенного предела. Этот рост выработки связан с увеличением объемов воды, пропущенной через турбины. Но при этом уменьшается используемый на ГЭС напор, причем по мере понижения уровня воды в верхнем бьефе одно и то же уменьшение напора на величину  $h_1=h_2$  (рис.11) происходит при все более уменьшающихся объемах воды, пропускаемой через турбины. Из двух противоположно направленных факторов (рост объемов воды и уменьшение напоров) второй с увеличением сработки начинает действовать сильнее (рис. 11).

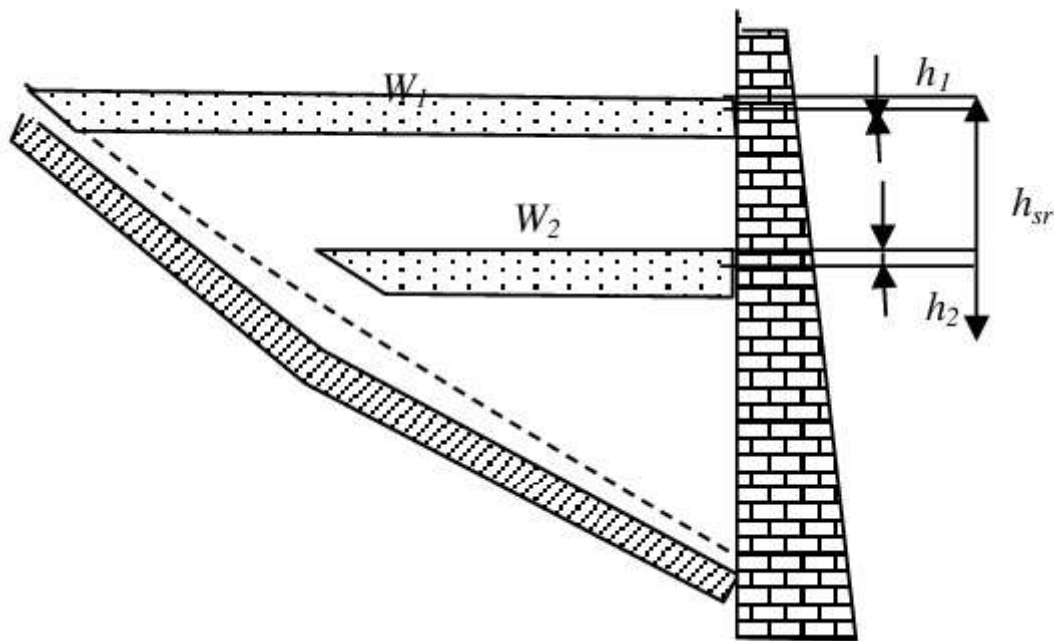


Рисунок 11 – Схема сработки водохранилища

На основании анализа режима работы водохранилища выполняется регулирование стока реки, определяются объемы воды в водохранилище в разные периоды времени, а также пропускаемые расходы, отметки уровней воды в верхнем и нижнем бьефах.

Расчеты режима работы водохранилища начинают при условии, что в водохранилище уровни воды находятся на отметке мертвого объема ( $W_B = 0$ ). Начало расчета привязывают к наступлению паводкового периода реки. Остаточный объем воды в водохранилище (превышающий  $W_{пол}$ ) перед началом расчетного месяца должен быть сброшен. Расчет выполняется в таблице 22.

Таблица 22 – Режим работы водохранилища

Месяц	Период времени $t \cdot 10^6$	Приток воды		Потребление воды		Разность притока и потребления		Объем воды $W_B$	Сброс $W_{сбр}$	Расход сброса $Q_{сбр}$ ( $M^3/c$ )
		$Q_{p.r.}(M^3/c)$	$W_{пр}$ ( $M^3$ )	$Q_{зар}$ ( $M^3/c$ )	$W_{потр}$ ( $M^3$ )	+	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1										
2										
12										

Примечания к таблице:

В графе 2 –  $t$  – количество секунд в месяце, с.

В графе 3 – расход  $Q_{p.r.}$  берется из таблицы 19.

В графе 4 –  $W_{пр}$  – объем притока воды,  $W_{пр} = Q_{p.r.} \cdot t$ ,  $M^3$ .

В графе 5 –  $Q_{зар}$  – зарегулированный расход,  $M^3/c$ .

В графе 6 –  $W_{потр} = Q_{зар} \cdot t$ , где  $t$  – число секунд в месяце.

В графы 7 и 8 записываются значения разности объемов притока и потребления в зависимости от знака.

В графе 9 от  $W_{max}$ , соответствующего максимальному расходу, вычитаются отрицательные значения из графы 8, при положительных значениях в графе 7, в графу 9 пишется  $W_{max}$ .

В графу 10 заносятся значения, соответствующие значениям графы 7.

В графе 11 –  $Q_{сбр} = W_{сбр}/t$ , где  $W_{сбр}$  – объем сброса воды;  $Q_{сбр}$  – расход сброса.

В результате расчетов в таблице получен режим работы водохранилища с попуском расходов воды через ГЭС.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Водохозяйственная система представляет собой географический комплекс природных и искусственно созданных водных объектов и инженерных сооружений, совместно функционирующих для удовлетворения социальных, экологических и экономических потребностей человека в воде. Водохозяйственные системы необходимы для удовлетворения нужд населения и различных отраслей народного хозяйства, при котором находят экономически оправданное применение все полезные свойства того или иного водного объекта.

Воды являются возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом, а вопросы рационального использования водных ресурсов, водообеспечения территорий и охраны вод в настоящее время приобретают характер серьезной глобальной проблемы России.

Данное пособие поможет бакалаврам направления подготовки 20.03.02 – Природообустройство и водопользование, профиль «Водные ресурсы и водопользование», сформировать систему знаний, умений и навыков в области проектирования и эксплуатации водохозяйственных систем в последующей профессиональной деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Водные ресурсы и основы водного хозяйства: учебное пособие / В.П. Корпачев [и др.]. – 3-е изд., испр. и доп.– Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 320 с.
2. Водохозяйственные системы и водопользование: курс лекций / сост. В.В. Афонин; ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2016. – 103 с.
3. Кузнецов, Е.В. Водохозяйственные системы и водопользование: учебное пособие / Е.В. Кузнецов, Е.В. Дегтярева, К.В. Ященко. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 75 с
4. Чудновский, С.М. Водохозяйственные системы и водопользование: учебное пособие / С.М. Чудновский, О.И. Лихачева; М-во образ. и науки РФ, Вологод. гос. ун-т. – Вологда, 2017. – 91 с.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

### Нормы водопотребления на единицу продукции

Промышленное предприятие	Измеритель (единица продукции)	q <sub>пр</sub> – норма водопотребления на единицу продукции, м <sup>3</sup> /год
Обогатительная фабрика	1 т руды	8–23
Металлургический завод	1 т стали	220–245
	1 т чугуна	240–270
Трубный завод	1 т труб	120–130
Коксохимический завод	1 т кокса	19–22
Цинковый завод	1 т цинка	374–490
Свинцовый завод	1 т свинца	170–180
Нефтеперерабатывающий завод	1 т нефти	15–25
Содовый завод	1 т соды	95–115
Лакокрасочный завод	1 т красок	2–6
Лесопильный завод	1 м <sup>3</sup> сырья	3–3,5
Фанерный завод	1 м <sup>3</sup> фанеры	12–18
Фабрика первичной обработки шерсти	1 т шерсти	40–70
Ватная фабрика	1 т ваты	70
Кожевенный завод	1 т изделий	89–258
Обувная фабрика	1 тыс. пар	7–9
Валяльно-войлочная фабрика	1 т изделий	49–96
Фабрика-прачечная	1 т белья	37,5
Химчистка		83
Пряжекрасильный цех хлопчатобумажного комбината	1 т пряжи	150–300
Мыловаренный завод	1 т мыла	30–50
Клееварочное производство	1 т продукции	120–400
Хлебозавод	1 т хлеба	1,8–4,8
Кондитерская фабрика	1 т изделий	16–30
Макаронная фабрика	1 т изделий	1,7
Мясокомбинат	1 т продукции	10–40
Рыбозавод	1 т продукции	15–23
Молокоприемный пункт	1 т молока	4,0–5,2
Молочный завод	1 т продукции	7,5–12
Маргаринный завод	1 т маргарина	16–84
Колбасный завод	1 т колбасы	13–76
Мелькомбинат	1 т муки	5,4–5,6
Сахарный завод	1 т сахара	18–25
Фруктовоовощной консервированный завод	1 т учетных банок	8–28
Пивоваренный завод	1 м <sup>3</sup> продукции	10–15
Сыродельный завод	1 т сырья	30–40
Табачная фабрика	1 т табака	3–5
Кирпичный завод	1 тыс. шт.	1,3–1,8
Цементный завод	1 т цемента	2–13,5
Стекольный завод	1 тыс. м <sup>2</sup>	105–160
Шинный завод	1 покрышка	3,5–3,9
Завод металлоконструкций	1 т металла	12,5–30

## Приложение 2

### Средние нормы возврата и разбавления сточных вод

Таблица П.2.1 – Средние нормы возврата сточных вод

Отрасль	Норма возврата
Верхний бьеф	
Орошаемое земледелие	0,16
Промышленность	0,90
Коммунально-бытовое водоснабжение	0,50
Рыбное хозяйство	0,60
Нижний бьеф	
Орошаемое земледелие	0,15
Промышленность	0,90
Коммунально-бытовое водоснабжение	0,30
Рыбное хозяйство	0,50

Таблица П.2.2 – Средние нормы разбавления сточных вод

Отрасль	Норма возврата
Верхний бьеф	
Орошаемое земледелие	5
Промышленность	10
Коммунально-бытовое водоснабжение	5
Рыбное хозяйство	10
Нижний бьеф	
Орошаемое земледелие	5
Промышленность	5
Коммунально-бытовое водоснабжение	10
Рыбное хозяйство	10

### Перечень вопросов для осуществления промежуточного контроля

1. Определение и главная цель водного хозяйства.
2. Привести структуру государственного управления в области использования и охраны водных объектов.
3. Бассейновые округа, привести понятие, назвать количество на территории РФ.
4. Назвать основополагающий документ в области водных отношений.
5. Дать определение водохозяйственному комплексу (ВХК), водохозяйственному комплексу бассейна реки.
6. Участники водохозяйственного комплекса, основные задачи ВХК.
7. Привести классификацию ВХК, требования, предъявляемые к ВХК.
8. Водохозяйственная система (ВХС), дать определение, перечислить, что относится к ВХС.
9. Как делится бассейновая ВХС? Назвать основной элемент ВХС водохозяйственного участка.
10. Что входит в задачи функциональной структуры ВХС? Перечислить водохозяйственные объекты.
11. Для чего предназначены гидротехнические сооружения, что такое плотина? Дать определение, назвать виды.
12. Виды плотин в зависимости от высоты и материала.
13. Перечислить гидротехнические сооружения по обслуживаемой отрасли водного хозяйства.
14. Перечислить основные виды гидротехнических сооружений по целевому назначению и характеру выполняемых функций.
15. Каким образом проявляется антропогенное воздействие на водные ресурсы, в чем причина массового загрязнения бассейнов рек и озер?
16. Назвать главные причины негативных тенденций в сфере водных ресурсов и возможных ограничений в их использовании. Пояснить, каким образом можно решить проблемы загрязнения водных ресурсов.

17. На каких подходах основано выделение водохозяйственных участков? Пояснить, что представляют из себя водохозяйственные участки.

18. Минимальная, максимальная площадь водохозяйственного участка. Какое количество населенных пунктов, с какой численностью населения может находиться в пределах одного водохозяйственного участка?

19. Структура кода водохозяйственного участка.

20. Что представляет из себя государственный учет поверхностных и подземных вод, для каких целей ведется?

21. Что такое государственный водный кадастр?

22. Какие органы власти и организации ведут государственный учет поверхностных и подземных вод, государственный водный кадастр?

23. Какую информацию предоставляют схема систем водопотребления и водоотведения, из каких частей состоит схема систем водопотребления и водоотведения?

24. Основные направления воздействия ГТС на окружающую среду.

25. Понятие «затопление территории», привести виды затопления территории. Каким образом осуществляют защиту территорий от затопления?

26. Что представляют из себя дамбы обвалования: незатопляемые и затопляемые?

27. Что представляют из себя руслорегулирующие сооружения?

28. Что представляют из себя нагорные каналы? Привести виды.

29. Назвать основные способы борьбы с подтоплением. Что относится к защитным сооружениям и устройствам?

30. Кто в России может быть водопользователями, что значит первичный и вторичный водопользователь?

31. Дать понятие водопользованию, водопотреблению.

32. Как подразделяется водопользование исходя из условий предоставления водных объектов в пользование?

33. Основные права водопользователей.

34. Основные обязанности водопользователей.

35. Чем отличается общее и специальное водопользование?

36. На основании чего осуществляется предоставление водного объекта в пользование?

37. Классификация водных ресурсов по целям водопользования.

38. Классификационные признаки водопользования.
39. Что такое водный налог? Лимиты водопользования и учет использования вод.
40. Понятие и виды водохозяйственных балансов. Для каких целей составляются водохозяйственные балансы?
41. Какой информацией необходимо располагать для составления водохозяйственного баланса (ВХБ)?
42. Из каких частей состоит уравнение ВХБ?
43. Приходная часть водохозяйственного баланса.
44. Расходная часть водохозяйственного баланса.
45. Сравнение приходной и расходной части ВХБ.
46. Привести способы сокращения объемов потребляемой воды.
47. От чего зависят нормы водопотребления для коммунально-бытового водоснабжения? От чего зависят и из чего складываются месячные объемы воды, необходимые для нужд сельского хозяйства и животноводства?
48. От чего зависит водопотребление в промышленности? Каким образом происходят потери воды из водохранилищ?
49. Использование и учет в ВХБ водных ресурсов для водного транспорта и рыбного хозяйства, рекреации.
50. Что понимается под регулированием стока, в чем состоит необходимость регулирования стока? Назвать виды регулирования.
51. Классификация водохранилищ по назначению.
52. Нормативные объемы и уровни воды в водохранилищах.
53. Что такое каскадное и компенсирующее регулирование стока?
54. Классификация водохранилищ по размерам.

## Глоссарий

**Бассейновый округ** – основная единица управления в области использования и охраны водных объектов, состоит из речных бассейнов и связанных с ними подземных водных объектов и морей.

**Водное хозяйство** – отрасль науки и техники, охватывающая изучение, учет, использование и охрану водных ресурсов, а также борьбу с их вредным воздействием.

**Водные ресурсы** – запасы пресной воды на планете, к которым относятся поверхностные и подземные воды.

**Водный налог** – налог, уплачиваемый организациями и физическими лицами, осуществляющими специальное и (или) особое водопользование.

**Водопользование** – порядок, условия и формы использования водных ресурсов для удовлетворения потребностей населения и народного хозяйства, один из видов природопользования (ресурсопользования), необходимый для обеспечения жизнедеятельности людей. Водопотреблением называют потребление воды из водного объекта или систем водоснабжения, а водоотведением, или сбросом сточных вод, – удаление сточных вод за пределы населенного пункта, предприятия или других мест использования.

**Водохозяйственная система** – комплекс взаимосвязанных водных объектов и гидротехнических сооружений, предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны вод участниками ВХК.

**Водохозяйственный баланс** – результат сопоставления имеющихся на данной территории водных ресурсов с их использованием на разных этапах развития хозяйства.

**Водохозяйственный комплекс** – совокупность различных отраслей народного хозяйства, совместно использующих водные ресурсы одного водного бассейна.

**Водохозяйственный участок** – минимальная часть речных бассейнов (минимальная учетная единица), используемая при составлении водохозяйственных балансов, и достаточная (с позиций обеспечения неистощительного водопользования и охраны водных объектов) для определения лимитов забора воды, лимитов сбросов сточных вод, других параметров использования водных объектов или их частей.



**Водохранилище** – искусственный (рукотворный) водоем, образованный, как правило, в долине реки водоподпорными сооружениями для накопления и хранения воды в целях ее использования в народном хозяйстве.

**Гидротехнические сооружения** – предназначены для использования водных ресурсов или для борьбы с разрушительным действием воды.

**Гидроузел** – группа или комплекс гидротехнических сооружений (ГТС), объединенных местоположением и условиями совместной работы.

**Государственный водный кадастр** – свод данных о водных объектах, их водных ресурсах, использовании водных объектов, водопользователях.

**Государственный учет поверхностных и подземных вод** – систематическое определение и фиксация в установленном порядке количества и качества водных ресурсов, имеющих на данной территории.

**Дамбы обвалования** – системы инженерной защиты территории от затопления

**Затопление территории** – образование свободной поверхности воды на территории в результате паводков, нагонов волн, повышения уровней водоемов и водотоков. Расчетные параметры затоплений пойм рек следует определять на основе инженерно-гидрологических расчетов в зависимости от принимаемых классов защитных сооружений.

**Нагорный канал** – канал, проходящий поперек ската с нагорной стороны орошаемой или осушаемой территории для перехвата и отвода ливневых и талых вод с вышерасположенного водосбора.

**Объем стока** – количество воды, стекающей с водосбора за какой-либо интервал времени (сутки, месяц, год и т.д.).

**Плотины** – гидротехнические сооружения напорного типа (искусственные плотины) или природные образования (естественные плотины), создающие разницу уровней воды по руслу реки.

**Подтопление территории** – комплексный процесс, проявляющийся под действием техногенных и частично естественных факторов, при котором в результате нарушения водного режима и баланса территории за расчетный период времени происходит повышение уровня подземных вод, достигающее критических значений, требующих применения защитных мероприятий.

**Расход воды** – объем воды, протекающей через поперечное сечение водотока за единицу времени ( $\text{м}^3/\text{с}$ ).

**Регулирование стока** – перераспределение во времени объема стока в соответствии с требованиями водопользования, а также в целях борьбы с наводнениями.

**Схема систем водопотребления и водоотведения** – информация о размещении мест забора и сброса сточных вод и (или) дренажных вод, количестве и качестве забираемых (изымаемых) и сбрасываемых сточных вод и (или) дренажных вод, о системах оборотного водоснабжения, повторного использования вод, а также передачи (приема) воды потребителям.

**Уровень воды** – высота поверхности воды, отсчитываемая относительно некоторой постоянной плоскости сравнения

# **ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Учебное пособие*

*Электронное издание*

*Иванова Ольга Игоревна*

*Редактор Т.М. Мاستрич*

Подписано в свет 31.05.2022. Регистрационный номер 144  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117  
e-mail: rio@kgau.ru