

**О.И. Иванова**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Красноярск 2024

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

*О.И. Иванова*

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА  
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

*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 2024

ББК 26.222.5я73

И 21

*Рецензенты:*

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

*В.Н. Белобородов*, кандидат технических наук,  
руководитель ООО «Изотор»

И 21 **Иванова, О.И.**  
**Рациональное использование и охрана водных ресурсов**  
[Электронный ресурс]: учебное пособие / О.И. Иванова; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2024. – 236 с.

Содержит теоретический материал для подготовки к лекционным, практическим занятиям, подготовки 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», для очного и заочного обучения.

ББК 26.222.5я73

© Иванова О.И., 2024

© ФГБОУ ВО «Красноярский

государственный аграрный университет», 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	6
<b>Тема 1. Рациональное использование и охрана водных ресурсов.</b>	
<b>Основные понятия</b> .....	7
<b>1.1. Рациональное использование и охрана водных ресурсов как основа государственной политики в сфере водопользования</b> .....	7
<b>Лекция 1. Роль воды в природе и хозяйственной деятельности человека</b> .....	7
<i>Вопросы для самоконтроля 1</i> .....	28
<b>Практическая работа 1. Основы водного законодательства</b> .....	28
<b>1.2. Экосистемный подход в использовании и охране водных ресурсов</b> .....	29
<b>Лекция 2. Экосистемный подход в использовании и охране водных ресурсов. Водно-ресурсный потенциал: понятие, структура, категории</b> .....	29
<i>Вопросы для самоконтроля 2</i> .....	41
<b>Практическая работа 2. Экосистемный подход в использовании и охране водных ресурсов. Водно-ресурсный потенциал: понятие, структура, категории</b> .....	42
<b>Тема 2. Водные ресурсы</b> .....	43
<b>2.1. Формирование и режим химического состава и качества воды поверхностных водных объектов</b> .....	43
<b>Лекция 3. Природные воды: общая характеристика, территориальное распределение, особенности режима</b> .....	43
<i>Вопросы для самоконтроля 3</i> .....	55
<b>Практическая работа 3. Составление схемы источников загрязнения по длине реки. Определение объемов загрязняющих веществ</b> .....	56
<b>2.2. Естественные, эксплуатационные и статические запасы водных ресурсов</b> .....	60
<b>Лекция 4. Естественные, эксплуатационные и статические запасы. Расчет допустимого изъятия воды из поверхностных и подземных источников</b> .....	60
<i>Вопросы для самоконтроля 4</i> .....	71
<b>Практическая работа 4. Оценка концентраций загрязняющих веществ в речной воде</b> .....	72
<b>2.3. Подземные воды</b> .....	75
<b>Лекция 5. Подземные воды. Формирование подземных вод. Взаимодействие поверхностных и подземных вод</b> .....	75
<i>Вопросы для самоконтроля 5</i> .....	81

<b>Практическая работа 5. Водоохранные мероприятия.....</b>	<b>82</b>
<b><i>Тема 3. Водохозяйственные мероприятия по преобразованию природных вод.....</i></b>	<b>84</b>
<b>3.1. Межбассейновое и пространственное перераспределение воды. Методы водохозяйственных расчетов .....</b>	<b>84</b>
<b>Лекция 6. Межбассейновое и пространственное перераспределение воды.....</b>	<b>84</b>
<b><i>Вопросы для самоконтроля 6 .....</i></b>	<b>91</b>
<b>Практическая работа 6. Построение кривой обеспеченности речного стока .....</b>	<b>92</b>
<b>Практическая работа 7. Учет разных по водности лет при расчете изменения концентраций загрязняющих веществ по длине реки .....</b>	<b>93</b>
<b>Практическая работа 8. Учет изменения годового стока реки в результате антропогенной деятельности на водосборе .....</b>	<b>94</b>
<b>Лекция 7. Водохозяйственный баланс бассейна реки. Инженерно-техническое воспроизводство водных ресурсов .....</b>	<b>95</b>
<b><i>Вопросы для самоконтроля 7 .....</i></b>	<b>103</b>
<b>Лекция 8. Преобразование водного баланса: влияние водохранилищ, осушение, орошение, урбанизация .....</b>	<b>103</b>
<b><i>Вопросы для самоконтроля 8 .....</i></b>	<b>109</b>
<b><i>Тема 4. Использование водных ресурсов. Водохозяйственный комплекс и его развитие .....</i></b>	<b>110</b>
<b>4.1. Использование водных ресурсов.....</b>	<b>110</b>
<b>Лекция 9. Структура и особенности водного хозяйства. Место в экономике страны. Комплексное использование водных ресурсов.....</b>	<b>110</b>
<b><i>Вопросы для самоконтроля 9 .....</i></b>	<b>116</b>
<b>Лекция 10. Водопотребление и водоотведение. Виды использования водных ресурсов .....</b>	<b>116</b>
<b><i>Вопросы для самоконтроля 10 .....</i></b>	<b>123</b>
<b>4.2. Водохозяйственный комплекс и его развитие .....</b>	<b>124</b>
<b>Лекция 11. Распределение воды по категориям водопользования. Платежи за пользование водными объектами. Виды платежей. Алгоритм расчета размера платежей.....</b>	<b>124</b>
<b><i>Вопросы для самоконтроля 11 .....</i></b>	<b>130</b>
<b>Практическая работа 9. Определение годового объема водопотребления участниками ВХК.....</b>	<b>131</b>
<b>Лекция 12. Возмещение вреда, причиняемого водным объектам при нарушении водного законодательства.....</b>	<b>132</b>
<b><i>Вопросы для самоконтроля 12 .....</i></b>	<b>137</b>

<b>Практическая работа 10.</b> Определение годового объема водопотребления участниками ВХК агропромышленного предприятия. Коммунально-бытовое хозяйство.....	138
<b>Практическая работа 11.</b> Оценка объемов водоотведения для отраслей хозяйства .....	139
<b>Практическая работа 12.</b> Оценка показателя предельной загрязненности. Оценка качества речной воды в многолетнем разрезе.....	140
<b>Практическая работа 13.</b> Расчет водохозяйственного баланса с учетом ВОМ.....	140
<b>Лекция 13.</b> Капитальные и текущие затраты на использование и охрану водных ресурсов .....	144
<i>Вопросы для самоконтроля 13</i> .....	167
<b>Практическая работа 14.</b> Расчет ущерба, причиняемого сбросом сточных вод.....	169
<b>Тема 5. Организация охраны и контроля качества природных вод..</b>	171
<b>5.1.</b> Источники загрязнения природных вод .....	171
<b>Лекция 14.</b> Влияние антропогенной деятельности на водные ресурсы. Источники загрязнения природных вод. Допустимое вредное воздействие на водные объекты. Нормативы допустимого воздействия на водные объекты. Восстановление водных объектов. Восстановление водосборной территории .....	171
<i>Вопросы для самоконтроля 14</i> .....	184
<b>Лекция 15.</b> Водоохранные зоны. Зоны санитарной охраны.....	185
<i>Вопросы для самоконтроля 15</i> .....	203
<b>Практическая работа 15.</b> Расчет экономического эффекта от реализации водоохранных мероприятий. Оценка эффективности ВОМ ..	204
<b>5.2.</b> Защита и восстановление водных объектов от загрязнения и истощения .....	206
<b>Лекция 16.</b> Защита водных объектов от загрязнения и истощения .....	206
<i>Вопросы для самоконтроля 16</i> .....	216
<b>Практическая работа 16.</b> Оценка рекреационного потенциала водного объекта.....	217
<b>Практическая работа 17.</b> Платежи за водопользование .....	220
<b>Заключение</b> .....	231
<b>Литература</b> .....	232
<b>Приложение.</b> Перечень вопросов для осуществления промежуточного контроля.....	233

## ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие «Рациональное использование и охрана водных ресурсов» разработано в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Рациональное использование и охрана водных ресурсов» для направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Водные ресурсы и водопользование», квалификация бакалавр, для очного и заочного обучения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с такими понятиями, как общие сведения о составе и количестве водных ресурсов; категории водных ресурсов с точки зрения возможности и целесообразности их использования; состав водохозяйственных и водоохраных мероприятий по использованию водных ресурсов, их преобразованию и защите от негативного на них воздействия.

Целью преподавания дисциплины «Рациональное использование и охрана водных ресурсов» является формирование у студентов профессиональных знаний и навыков для решения практических задач по рациональному использованию и охране водных ресурсов.

Задачи дисциплины: сформировать систему знаний, умений и навыков для решения практических задач комплексной оценки запасов природных вод и прогнозирования их состояния; основных приемов расчета и методов проектирования водохозяйственных комплексов, рационально использующих водные ресурсы; разрабатывать мероприятия по сокращению непроизводительного расхода воды и защите водных объектов.

В учебном пособии для каждой темы дается теоретический материал согласно рабочей программе по дисциплине «Рациональное использование и охрана водных ресурсов», вопросы для самоконтроля, практические задания, вопросы для промежуточного контроля.

Теоретический материал может служить для подготовки к лекционным, практическим занятиям, подготовки рефератов, а также для самостоятельного изучения.

# Тема 1. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

## 1.1. Рациональное использование и охрана водных ресурсов как основа государственной политики в сфере водопользования

### Лекция 1

#### Роль воды в природе и хозяйственной деятельности человека

Водные запасы на Земле огромны, они образуют гидросферу. Также вода находится в литосфере и атмосфере. Гидросфера объединяет Мировой океан, моря, реки и озера, болота, пруды, водохранилища, полярные льды и горные ледники, подземные воды, почвенную влагу и пары атмосферы. Водные ресурсы слагаются из статических (вековых) запасов и возобновляемых ресурсов.

**Вода** – химическое соединение водорода и кислорода ( $H_2O$ ) – жидкость без запаха, вкуса, цвета (в толстых слоях голубоватая); с плотностью  $1,000 \text{ г/см}^3$  при температуре  $3,98 \text{ }^\circ\text{C}$ . При  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  вода превращается в лед, при  $+100 \text{ }^\circ\text{C}$  – в пар. Молекулярная масса воды – 18,0153. По В.И. Вернадскому, химический состав воды может быть представлен формулой  $H_2nO_n$  со значением  $n$ , равным 1–6. Не все молекулы воды одинаковы: наряду с обычными молекулами, имеющими массу 18, присутствуют молекулы с молекулярной массой 19, 20, 21 и даже 22.

**Вода** – уникальное по своим физическим и химическим свойствам вещество. Полярность молекул и наличие между ними водородных связей определяют уникальные свойства воды. Наибольшую плотность вода имеет при температуре  $+3,98 \text{ }^\circ\text{C}$ , при дальнейшем охлаждении вода переходит в лед, что сопровождается уменьшением ее плотности. При плавлении (таянии) льда происходит уменьшение объема. Летучесть воды небольшая. У нее очень высокие теплота плавления и удельная теплоемкость; при плавлении льда теплоемкость увеличивается более чем вдвое.



Теплоемкость воды с повышением температуры до +27 °С уменьшается, а затем вновь начинает возрастать. Вязкость воды (при температуре от 0 до +30 °С) уменьшается с повышением давления.

*В природе вода находится в трех состояниях: жидком, твердом, газообразном (пары воды). Различают воду атмосферную, поверхностную и подземную.*

В *парообразном состоянии* вода встречается в воздушной оболочке, окружающей Землю, в *капельно-жидком* – в облаках, туманах и в виде дождя, *твердом* – в виде снега, льда, града и кристалликов льда в высоких облаках.

В *жидком состоянии* вода образует океаны, моря, озера, реки, болота, пруды и водохранилища. В *твердом состоянии*, в виде льда и снега она находится у полюсов планеты, на горных вершинах, зимой покрывает значительные площади водоемов и суши. В горных породах литосферы она присутствует в различных состояниях: пленочная, гигроскопическая, гравитационная, капиллярная, кристаллизационная вода, пар.

Наибольшие запасы поверхностных вод сконцентрированы в Мировом океане, который занимает 361 млн км<sup>3</sup>, или 70,8% поверхности Земли. Общая площадь океанов и морей в 2,5 раза больше площади суши. Воды их соленые.

Большие запасы поверхностных вод сконцентрированы в ледниках, озерах и реках. Ледники Земли являются важным аккумулятором воды, они расположены в приполюсных районах (Арктике и Антарктиде) и горных районах. Воды ледников пресные.

Из всех видов поверхностных пресных вод приоритетное практическое значение имеет речной сток. По объему речного стока Россия стоит на втором месте после Бразилии. Реки составляют основу водного фонда России: почти 65% крупных городов страны (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Екатеринбург, Пермь и др.) используют для питьевых и технических нужд поверхностные, в основном речные воды.

Подземные воды также входят в водный фонд страны. Подземные воды так называемой зоны активного водообмена (примерно до глубины 200–300 м от поверхности Земли) – пресные и используются для питьевых и хозяйственных целей. Минеральные лечебные подземные воды используют для лечения в санаторно-курортных и оздоровительных учреждениях, а также разливают для продаж. Теплоэнергетические (с температурой от + 35 до + 200 °С) подземные воды

применяются для теплоснабжения и получения электрической энергии; подземные воды, содержащие ценные компоненты (йод, бром, соли калия, магния, натрия) – для их промышленной добычи.

### *Круговорот воды в природе*

Вода постоянно находится в движении – циркуляции. Перемещение ее происходит в результате механического движения (потоки в реках, течения в толще океана); изменения фазового состава (вода испаряется и попадает в атмосферу посредством диффузионных, конвективных потоков, характерных для почв и горных пород). Непрерывный замкнутый процесс циркуляции воды на Земле называют *круговоротом*. Различают большой, входящий в него внутриматериковый и малый круговороты.

Вода, испарившаяся с поверхности океанов, большей частью конденсируется и возвращается в виде атмосферных осадков обратно в океан (малый, или океанический круговорот); меньшая ее часть переносится воздушными течениями на сушу. Атмосферные осадки, выпавшие на сушу, частично просачиваются в почву и зону аэрации, создавая запасы почвенной влаги. Проникшие глубже атмосферные осадки образуют подземные воды: грунтовые, пластовые и воды глубоких горизонтов. Часть атмосферных осадков стекает по земной поверхности в виде ручьев и рек, а остальная часть снова испаряется. В конце концов вода, принесенная воздушными течениями на сушу, снова достигает океана, завершая так называемый большой круговорот воды на земном шаре. Из большого круговорота может быть выделен еще местный, или внутриматериковый круговорот, при котором вода, испарившаяся с поверхности суши, вновь выпадает на сушу в виде атмосферных осадков. Небольшая часть воды из общего объема, участвующего в круговороте, примерно 7,7 тыс. км<sup>3</sup> / год, совершает круговорот в пределах бессточных областей.

Ежегодно в круговороте на поверхности Земли участвует более 1 млн км<sup>3</sup> воды, что составляет около 0,1% объема вод активного водообмена. С поверхности морей и океанов ежегодно испаряется примерно 510 тыс. км<sup>3</sup> воды, а с поверхности суши – около 70 тыс. км<sup>3</sup>. Обратно на поверхность океана выпадает 90% испарившейся с нее влаги и 10% возвращается в океан в виде речных, подземных и ледниковых вод. На сушу в виде атмосферных осадков выпадает около

120 тыс. км<sup>3</sup> воды, из которых 58% идет на испарение, а 42% стекает обратно в моря и океаны (Р.К. Клиге, 1998).

### *Роль воды в природе и хозяйственной деятельности человека*

Вода играет исключительно важную роль в природе. Температура воды в жидком состоянии наиболее благоприятна для жизненных процессов. Для огромной массы организмов она служит средой обитания. Вода в водоемах замерзает сверху вниз, что имеет большое значение для обитающих в них организмов. Высокая удельная теплоемкость воды благоприятствует аккумуляции колоссального количества тепла, способствует медленному нагреванию и охлаждению. Обитающие в воде организмы защищены от резких спонтанных колебаний температуры и состава, они приспособлены к медленным ритмическим колебаниям – суточным, сезонным, годовым и т. д. Атмосферная влага оказывает смягчающее влияние на погодноклиматические условия. Вода постоянно перемещается во всех сферах Земли. На большие расстояния она переносится циркуляционными потоками атмосферы. Циркуляция воды в океане (морские течения) приводит к планетарному тепло-, массо- и влагообмену. Известна роль воды как мощного геологического фактора. Экзогенные геологические процессы на Земле, в частности, обусловлены деятельностью воды как эродирующего агента. Размыв и разрушение горных пород, эрозия почв, перенос и отложение веществ связаны с водой. Большинство органических веществ биосферы представляют собой продукты фотосинтеза – процесса, при котором растения используют световую энергию для соединения углекислого газа с водой, выделяя в атмосферу кислород. Вода необходима для биохимических и физиологических процессов, происходящих в организме, потеря 10–20% воды приводит к его гибели.

Вода играет важную роль в жизнеобеспечении человека, организм которого на 80% состоит из воды. Она используется для питья и хозяйственных нужд, как средство передвижения и сырье для получения промышленных и сельскохозяйственных продуктов. Вода имеет эстетическое и рекреационное значение.

В настоящее время потребление воды в народном хозяйстве в количественном отношении превышает суммарное использование всех иных природных ресурсов. В основных отраслях промышленности производственные процессы требуют огромных затрат пресной

воды. Например, для переработки 1 т нефти необходимо около 60 т воды, для изготовления 1 т условной тканевой продукции – 1 100 т, синтетического волокна – до 5 000 т воды. Для выращивания и получения 1 т зерна пшеницы нужно 2 т воды, 1 т риса – свыше 25 т воды.

Потребление воды одним городским жителем южных районов России составляет: в доме без канализации – 75 л/сут., в доме с канализацией – 120, с газовым водонагревателем – 210 и со всеми удобствами – 275 л/сут. В городах средней полосы Европейской России потребление воды, согласно нормам хозяйственно-питьевого потребления для населенных пунктов (СНиП-И.31-74), должно составлять: в домах без ванн – 125–160 л/сут., с ваннами и нагревателями – 160–230 и при централизованном горячем водоснабжении – 250–350 л/сут. Вода превращается в самое драгоценное сырье, заменить которое невозможно. Запасы и доступность водных ресурсов определяют размещение новых производств, а проблема водоснабжения становится одной из наиболее важных в жизни и развитии человеческого общества.

### *Истощение и загрязнение водных ресурсов*

Под загрязнением водных ресурсов понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ.

Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органолептических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запаха, вкуса), увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода воздуха, появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей.

Установлено, что более 400 видов веществ могут вызвать загрязнение вод. В случае превышения допустимой нормы хотя бы по одному из трех показателей вредности – санитарно-токсикологическому, общесанитарному или органолептическому – вода считается загрязненной.

Различают химические, биологические и физические загрязнители. Среди химических загрязнителей к наиболее распространенным относятся нефть и нефтепродукты, СПАВ (синтетические поверхностно активные вещества), пестициды, тяжелые металлы, диоксины. Очень опасно загрязняют воду биологические загрязнители, например,

вирусы и другие болезнетворные микроорганизмы, и физические – радиоактивные вещества, тепло и др.

Химическое загрязнение – наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся. Оно может быть органическим (фенолы, нафтеновые кислоты, пестициды и др.) и неорганическим (соли, кислоты, щелочи), токсичным (мышьяк, соединения ртути, свинца, кадмия и др.) и нетоксичным. При осаждении на дно водоемов или при фильтрации в пласте вредные химические вещества сорбируются частицами пород, окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок и т. д., однако, как правило, полного самоочищения загрязненных вод не происходит. Очаг химического загрязнения подземных вод в сильно проницаемых грунтах может распространяться до 10 км и более.

Бактериальное загрязнение выражается в появлении в воде патогенных бактерий, вирусов (до 700 видов), простейших, грибов и др. Этот вид загрязнений носит временный характер.

Весьма опасно содержание в воде, даже при очень малых концентрациях, радиоактивных веществ, вызывающих *радиоактивное* загрязнение. Наиболее вредны «долгоживущие» радиоактивные элементы, обладающие повышенной способностью к передвижению в воде (стронций-90, уран, радий-226, цезий и др.). Радиоактивные элементы попадают в поверхностные водоемы при сбрасывании в них радиоактивных отходов, захоронении отходов на дне и др. В подземные воды уран, стронций и другие элементы попадают как в результате выпадения их на поверхность земли в виде радиоактивных продуктов и отходов и последующего просачивания в глубь земли вместе с атмосферными водами, так и в результате взаимодействия подземных вод с радиоактивными горными породами.

Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.). Механические примеси могут значительно ухудшать органолептические показатели вод.

Применительно к поверхностным водам выделяют еще их загрязнение мусором, остатками лесосплава, промышленными и бытовыми отходами, которые ухудшают качество вод, отрицательно влияют на условия обитания рыб, состояние экосистем.

Тепловое загрязнение связано с повышением температуры вод в результате их смешивания с более нагретыми поверхностными или технологическими водами. При повышении температуры происходит изменение газового и химического состава в водах, что ведет к раз-

множению анаэробных бактерий, росту гидробионтов и выделению ядовитых газов – сероводорода, метана.

Одновременно происходит загрязнение гидросферы – цветение воды, а также ускоренное развитие микрофлоры и микрофауны, что способствует развитию других видов загрязнения.

По существующим санитарным нормам температура водоема не должна повышаться более чем на 3 °С летом и 5 °С зимой, а тепловая нагрузка на водоем не должна превышать 12–17 кДж/м<sup>3</sup>.

Наибольший вред водоемам и водотокам причиняет выпуск в них неочищенных сточных вод – промышленных, коммунально-бытовых, коллекторно-дренажных и др. Такие опасные загрязняющие вещества, как пестициды, аммонийный и нитратный азот, фосфор, калий и др., смываются с сельскохозяйственных территорий, включая площади, занимаемые животноводческими комплексами. По большей части они попадают в водоемы и в водотоки без какой-либо очистки, а поэтому имеют высокую концентрацию органического вещества, биогенных элементов и других загрязнителей. Значительную опасность представляют газодымовые соединения (аэрозоли, пыль и т. д.), оседающие из атмосферы на поверхность водосборных бассейнов и непосредственно на водные поверхности.

Загрязняющие вещества могут проникать к подземным водам различными путями: при просачивании промышленных и хозяйственно-бытовых стоков из хранилищ, прудов-накопителей, отстойников и др., по затрубному пространству неисправных скважин, через поглощающие скважины, карстовые воронки и т. д.

К естественным источникам загрязнения относят сильно минерализованные (соленые и рассолы) подземные воды или морские воды, которые могут внедряться в пресные незагрязненные воды при эксплуатации водозаборных сооружений и откачке воды из скважин.

Под влиянием загрязняющих веществ в пресноводных экосистемах отмечается падение их устойчивости, вследствие нарушения пищевой пирамиды и ломки сигнальных связей в биоценозе, микробиологического загрязнения, эвтрофирования и других крайне неблагоприятных процессов. Они снижают темпы роста гидробионтов, их плодовитость, а в ряде случаев приводят к их гибели.

Антропогенное *эвтрофирование* весьма отрицательно влияет на пресноводные экосистемы, приводя к перестройке структуры трофических связей гидробионтов и резкому возрастанию биомассы фитопланктона. Благодаря массовому размножению синезеленых водо-

рослей, вызывающих «цветение» воды, ухудшается ее качество и условия жизни гидробионтов (к тому же выделяющих опасные для человека токсины). Возрастание массы фитопланктона сопровождается уменьшением разнообразия видов, что приводит к невозполнимой утрате генофонда, уменьшению способности экосистем к гомеостазу и саморегуляции.

Экологические последствия загрязнения морских экосистем выражаются в следующих процессах и явлениях:

- нарушение устойчивости экосистем;
- прогрессирующая эвтрофикация;
- появление «красных приливов»;
- накопление химических токсикантов в биоте;
- снижение биологической продуктивности;
- возникновение мутагенеза и канцерогенеза в морской среде;
- микробиологическое загрязнение прибрежных районов моря.

*Истощение* вод следует понимать как недопустимое сокращение их запасов в пределах определенной территории (для подземных вод) или уменьшение минимально допустимого стока (для поверхностных вод). И то, и другое приводит к неблагоприятным экологическим последствиям, нарушает сложившиеся экологические связи в системе человек – биосфера.

#### *Рациональное использование водных ресурсов, меры по предотвращению их истощения и загрязнения*

Масштабы загрязнения и истощения водных ресурсов в настоящее время приняли угрожающий характер. Остро встала проблема нехватки пресной воды в густонаселенных районах, крупных промышленных центрах, местах орошаемого земледелия. Отсутствие чистой питьевой воды, загрязнение водоемов – причины многих заболеваний человека, это губительно сказывается и на животном и растительном мире Земли. Во многих местах проблема загрязнения пресных вод переходит с локального уровня на региональный.

Рациональное использование и охрана водных ресурсов как составная часть охраны окружающей природной среды представляет собой комплекс мер (технологических, биотехнических, экономических, административных, правовых, международных, просветительских и других), направленных на рациональное использование ресурсов, их сохранение, предупреждение истощения, восстановление

природных взаимосвязей, равновесия между деятельностью человека и средой.

*Важные принципы рационального использования водных ресурсов:*

– профилактика – предотвращение негативных последствий возможного истощения и загрязнения вод;

– комплексность водоохранных мер – конкретные водоохранные меры должны быть составной частью общей природоохранной программы;

– повсеместность и территориальная дифференцированность охранных мер;

– ориентированность на специфические условия, источники и причины загрязнения;

– научная обоснованность водоохранных мероприятий и действенный контроль за их эффективностью.

### *Рациональное использование поверхностных вод*

К поверхностным водам должны применяться в самой жесткой форме все меры их рационального использования. Они служат основным источником питьевого водоснабжения, тесно связаны с подземными водами, в них сосредоточены запасы рыбных ресурсов и т. д. Среди мер по регулированию качества и ресурсов поверхностных вод должны доминировать профилактические меры, предотвращающие попадание загрязняющих веществ в водоемы и реки: переход на безотходные технологии в промышленности и сельском хозяйстве, очистка сточных вод.

Мероприятия по рациональному использованию и охране вод морей и Мирового океана заключаются в устранении причин ухудшения качества и загрязнения вод. Особые меры по предупреждению загрязнения морской воды следует предусматривать при разведке и освоении нефтяных и газовых месторождений на материковых шельфах. Необходимо ввести запрет на захоронение токсичных веществ в океане. Следует как можно быстрее ликвидировать последствия аварий и катастроф, при которых в океан попадают токсичные продукты.

Проблема охраны вод Мирового океана является глобальной, она касается всей планеты. Для рационального использования и охраны морских вод необходимы совместные усилия всех государств мирового сообщества, ООН и его подразделений, участие возможно большего числа государств в международных природоохранных про-



граммах, предусмотренных международными соглашениями и конвенциями.

### *Рациональное использование подземных вод*

Подземные воды – наиболее ценный, а в некоторых районах и единственный источник питьевого водоснабжения. Благодаря естественной защищенности от поверхностного загрязнения они имеют стратегическое значение для крупных городов и промышленных центров как источник чистой питьевой воды при экологических катастрофах. Поэтому очень важно обеспечить их рациональное использование и охрану от истощения и загрязнения. Мероприятия по рациональному использованию и охране подземных вод от истощения и загрязнения подразделяются на профилактические и специальные, общие и конкретные.

*К профилактическим мероприятиям* относятся следующие:

- тщательный выбор места расположения строящегося объекта, обеспечивающий минимизацию антропогенного воздействия на подземные воды;

- соответствующее действующим нормам и правилам оборудование зон санитарной охраны (ЗСО) и соблюдение режима хозяйственной деятельности в их пределах;

- учет степени защищенности подземных вод при их использовании;

- соблюдение режима эксплуатации, определенного нормативными документами и экспертизой Государственной комиссии по запасам (ГКЗ);

- организация и ведение мониторинга подземных вод.

Одна из наиболее важных профилактических мер по рациональному использованию и охране подземных вод – создание зон санитарной охраны. Создание таких зон регламентируется СанПиН 2.1.4.1110 – 02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения». Водоохранные зоны состоят из трех поясов, в которых осуществляются специальные мероприятия, исключающие возможность загрязнения подземных вод. Первый – пояс строгого режима. Он включает территорию, на которой расположены водозаборные, водопроводные и водоподводящие сооружения.

Границы пояса устанавливаются в виде заграждения на расстоянии не менее 30–50 м от сооружений в зависимости от степени при-

родной защищенности водоносного горизонта. Для береговых (инфильтрационных) водозаборных сооружений в границы первого пояса включается вся территория между водозаборными сооружениями и водоемом, но не более 150 м от него. Здесь запрещены все виды строительства, не имеющие отношения к эксплуатации водозаборного сооружения, осуществляются планировка и отвод поверхностного стока, строгий контроль состояния воды и охрана территории. Второй и третий пояса водоохраных зон – пояса ограничений. Второй пояс предназначен для защиты подземных вод от микробного загрязнения. Третий пояс предназначен для защиты от химического загрязнения. Во втором и третьем поясах запрещены новое строительство, складирование отходов, размещение предприятий промышленности и сельского хозяйства. Постоянно осуществляется контроль за благоустройством и санитарным состоянием территории.

*Специальные мероприятия* по охране подземных вод от загрязнения направлены на изоляцию источников и очагов загрязнения, перехват загрязненных вод. При истощении вод принимают меры искусственного пополнения и увеличения питания подземных вод. Необходимы утилизация шахтных и дренажных вод, уменьшение и исключение использования пресных вод на технические нужды, бережное расходование воды, снижение потерь при ее транспортировке и распределении. Минеральные воды должны использоваться только для лечебных целей.

*Общие меры* по рациональному использованию и охране поверхностных и подземных вод включают строгое соблюдение законодательных актов, уменьшение количества промышленных отходов, создание безотходных производств.

Конкретные мероприятия включают многократное использование вод, строительство очистных сооружений, соблюдение правил при разведке подземных вод, строительстве и эксплуатации водозаборов.

### *Очистные сооружения и оборотные системы водоснабжения*

Важнейшие *технологические меры* рационального использования и охраны водных ресурсов – совершенствование технологий производства, внедрение в практику безотходных технологий. В настоящее время в некоторых производствах применяется и совершенствуется оборотная система водоснабжения, или повторное использование воды.

Поскольку полностью избежать загрязнения воды невозможно, применяются *биотехнические меры* охраны водных ресурсов – принудительная очистка сточных вод от загрязнения механическими, химическими и биологическими методами.

При механической очистке сточных вод нерастворимые примеси удаляются с помощью решеток, сит, жиросборников и т. д. В отстойниках осаждаются тяжелые частицы. Механической очисткой удается освободить воду от нерастворенных примесей на 60–95%.

При химической очистке применяются реагенты, которые переводят растворимые вещества в нерастворимые, связывают их, осаждают и удаляют из сточных вод, которые очищаются еще на 25–95%.

Биологическая очистка проводится (после механической) двумя способами: на специально подготовленных полях фильтрации (орошения) и в биофильтрах (ускоренный способ). В обоих случаях используется также каскад прудов-отстойников, в которых происходит естественное самоочищение воды.

На полях фильтрации (орошения), которые состоят из оборудованных карт (участков с почти горизонтальной поверхностью площадью 0,5–2 га, огражденных валами высотой 0,8–1 м) с магистральными и распределительными каналами, очистка происходит естественным способом – путем фильтрации воды через почвогрунты. Органический фильтрат подвергается бактериальному разложению, воздействию кислорода, солнечных лучей и используется в дальнейшем в качестве удобрения.

При ускоренной очистке в специальных биофильтрах сточные воды фильтруются через пористые материалы (гравий, щебень, песок и керамзит), поверхность которых покрыта пленкой микроорганизмов. Процесс очистки на биофильтрах происходит интенсивнее, чем на полях фильтрации.

В настоящее время практически ни один город не обходится без очистных сооружений, причем применяются все указанные способы в комплексе, что дает хороший эффект.

### *Мониторинг водных ресурсов, качества и загрязнения воды*

Важный элемент рационального использования и охраны водных ресурсов от истощения и загрязнения – система слежения за состоянием и динамикой основных характеристик качества ресурсов поверхностных и подземных вод – мониторинга.

*Под мониторингом водных ресурсов понимается система непрерывного (текущего) и комплексного отслеживания состояния водных ресурсов, контроля и учета изменений их количественных и качественных характеристик во времени.*

Элементы этой системы давно существуют в министерствах и ведомствах природно-ресурсного комплекса. Систематические наблюдения за состоянием недр и водного фонда осуществляют Министерство природных ресурсов и экологии России и Росгидромет. На территории России развернута система государственного мониторинга состояния недр (ГМСН), в составе которой действует около 15 тыс. наблюдательных пунктов, контролирующих подземные воды. Они размещены практически во всех регионах страны.

*Основные задачи ГМСН – сбор информации о текущем состоянии геологической среды (включая подземные воды) и прогнозирование его изменения под влиянием природных и техногенных факторов, ведение специализированного банка данных.*

Государственный мониторинг водных объектов (поверхностных вод суши, морей, водохозяйственных систем и сооружений, в том числе водохранилищ) осуществляет Росгидромет в 4 тыс. пунктов.

Мониторинг окружающей природной среды – наблюдение за качеством (загрязнением) окружающей природной среды для принятия управленческих и научных решений, касающихся эффективности природоохранных мер. В соответствии с Законом Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (январь 2002 г.) организационной структурой, обеспечивающей мониторинг, является Государственная служба наблюдения за состоянием окружающей природной среды (ГСН) Росгидромета. Служба состоит из системы наблюдений за загрязнением морской среды (602 пункта), поверхностных вод (120 пунктов наблюдения за гидробиологическими показателями, 1132 – за гидрохимическими).

### *Государственное управление в области использования и охраны водных объектов*

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*

Министерство природных ресурсов и экологии РФ является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере природопользования, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

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.

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

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 (БВУ), которые являются территориальным органом, по одному в каждом бассейновом округе, которых на территории РФ 21. Согласно статье 28 «Бассейновые округа» Водного кодекса:

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.

Основными функциями Федерального агентства водных ресурсов являются:

- обеспечение мероприятий по рациональному использованию, восстановлению и охране водных объектов, предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод;

- предоставление права пользования водными объектами, находящимися в федеральной собственности;

- эксплуатация водохранилищ и водохозяйственных систем комплексного назначения, защитных и других гидротехнических сооружений, находящихся в ведении агентства, обеспечение их безопасности.

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

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) осуществляет функции по оказанию государственных услуг в области гидрометеорологии и смежных с ней областях, мониторинга окружающей среды, ее загрязнения, государственному надзору за проведением работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы.

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.

### *Правовые основы охраны водных ресурсов*

Основополагающим документом в области водных отношений является Водный кодекс Российской Федерации, вступивший в силу с 1 января 2007 года, последняя редакция от 30.12.2021.

#### *Статья 3. Основные принципы водного законодательства*

Водное законодательство и изданные в соответствии с ним нормативные правовые акты основываются на следующих принципах:

1) значимость водных объектов в качестве основы жизни и деятельности человека. Регулирование водных отношений осуществляется исходя из представления о водном объекте как о важнейшей составной части окружающей среды, среде обитания объектов животного и растительного мира, в том числе водных биологических ресурсов, как о природном ресурсе, используемом человеком для личных и бытовых нужд, осуществления хозяйственной и иной деятельности, и одновременно как об объекте права собственности и иных прав;

2) приоритет охраны водных объектов перед их использованием. Использование водных объектов не должно оказывать негативное воздействие на окружающую среду;

3) сохранение особо охраняемых водных объектов, ограничение или запрет использования которых устанавливается федеральными законами;

4) целевое использование водных объектов. Водные объекты могут использоваться для одной или нескольких целей;

5) приоритет использования водных объектов для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения перед иными целями их использования. Предоставление их в пользование для иных целей допускается только при наличии достаточных водных ресурсов;

6) участие граждан, общественных объединений в решении вопросов, касающихся прав на водные объекты, а также их обязанностей по охране водных объектов. Граждане, общественные объединения имеют право принимать участие в подготовке решений, реализация которых может оказать воздействие на водные объекты при их использовании и охране. Органы государственной власти, органы местного самоуправления, субъекты хозяйственной и иной деятельности обязаны обеспечить возможность такого участия в порядке и в формах, которые установлены законодательством Российской Федерации;

7) равный доступ физических лиц, юридических лиц к приобретению права пользования водными объектами, за исключением случаев, предусмотренных водным законодательством;

8) равный доступ физических лиц, юридических лиц к приобретению в собственность водных объектов, которые в соответствии с настоящим Кодексом могут находиться в собственности физических лиц или юридических лиц;

9) регулирование водных отношений в границах бассейновых округов (бассейновый подход);

10) регулирование водных отношений в зависимости от особенностей режима водных объектов, их физико-географических, морфометрических и других особенностей;

11) регулирование водных отношений исходя из взаимосвязи водных объектов и гидротехнических сооружений, образующих водохозяйственную систему;

12) гласность осуществления водопользования. Решения о предоставлении водных объектов в пользование и договоры водопользо-



вания должны быть доступны любому лицу, за исключением информации, отнесенной законодательством Российской Федерации к категории ограниченного доступа;

13) комплексное использование водных объектов. Использование водных объектов может осуществляться одним или несколькими водопользователями;

14) платность использования водных объектов. Пользование водными объектами осуществляется за плату, за исключением случаев, установленных законодательством Российской Федерации;

15) экономическое стимулирование охраны водных объектов. При определении платы за пользование водными объектами учитываются расходы водопользователей на мероприятия по охране водных объектов;

16) использование водных объектов в местах традиционного проживания коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации для осуществления традиционного природопользования.

#### *Основные нормативно-правовые документы*

1. Федеральный закон РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ «Водный кодекс РФ» (ред. от 30.12.2021).

2. Федеральный закон РФ от 10.01.2001 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

3. Федеральный закон РФ от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

4. Федеральный закон РФ от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе».

5. Федеральный закон РФ от 23.06.1997 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений».

6. Федеральный закон РФ от 20.12.2004 № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».

7. Федеральный закон РФ от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».

8. Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 № 881 «Нормативы допустимого воздействия на водные объекты».

9. Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 № 883 «Правила разработки и реализации схем использования и охраны водных объектов».

10. Постановление правительства от 28.04.2007 № 253 «О порядке ведения государственного водного реестра».

11. Постановление Правительства РФ от 14.04.2007 № 230 «О договоре водопользования, право на заключение которого приобретает на аукционе, и о проведении аукциона».

12. Постановление Правительства РФ от 10.01.2009 № 17 «Об утверждении правил установления на местности границ водоохраных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов».

13. Постановление Правительства РФ от 23.07.2007 № 469 «Порядок утверждения нормативов допустимых сбросов веществ».

14. Постановление Правительства РФ от 14.12.2006 № 764 «Расчет платы за пользование федеральными водными объектами».

15. Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 № 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 РФ от 30.12.2006 № 844 «О порядке подготовки и принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование».

17. Постановление Правительства РФ от 30.12.2006 № 876 «Ставки платы за пользование федеральными водными объектами».

18. Постановление Правительства РФ от 19.12.1996 (изм. 26.01.2006) № 1504 «Нормативы ПДВ на водные объекты».

19. Постановление Правительства РФ от 10.04.2007 № 219 «Положение о ведении государственного мониторинга водных объектов».

20. Постановление Правительства РФ от 25.12.2006 № 801 «Об утверждении Положения об осуществлении государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов».

21. Постановление Правительства РФ от 12.03.2008 № 165 «Правила подготовки и заключения договора водопользования».

22. Приказ Минфина РФ от 03.03.2005 № 29н «Форма налоговой декларации по водному налогу».

23. Приказ МПР РФ от 07.03.2007 № 49 «Форма предупреждения о предъявлении требования о прекращении права пользования водным объектом».

24. Приказ МПР РФ от 08.07.2009 № 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 РФ 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 РФ от 07.05.2008 № 111 «Об утверждении форм и порядка представления данных мониторинга, полученных участниками ведения государственного мониторинга водных объектов».

27. Приказ МПР РФ от 14.03.2007 № 56 «Форма решения о предоставлении водного объекта в пользование».

28. Приказ МПР РФ от 29.05.2007 № 138 «Форма государственного водного реестра».

29. Приказ МПР РФ от 22.08.2007 № 216 «Правила оформления госрегистрации договоров водопользования, решений о предоставлении водных объектов в пользование, перехода прав и обязанностей по договорам водопользования, прекращения договоров водопользования».

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

31. Приказ МПР РФ от 12.12.2007 № 328 «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты».

32. Приказ МПР РФ от 17.12.2007 № 333 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей».

33. Приказ МПР РФ от 30.03.2007 № 71 «Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства».

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

35. Приказ МПР РФ от 13.08.2009 № 249 «Об утверждении образцов специальных информационных знаков для обозначения границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов».

36. Приказ МПР РФ от 22.05.2007 № 128 «Об утверждении формы заявления о предоставлении акватории водного объекта в пользование».

37. Приказ Ростехнадзора от 05.04.2007 № 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 10.07.2006 № 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 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 07.11.2011 по вопросу уплаты водного налога.

### ***Вопросы для самоконтроля 1***

1. Круговорот воды в природе, составные части.
2. Роль воды в природе и хозяйственной деятельности человека.
3. Понятие и виды загрязнения водных ресурсов.
4. Понятие «истощение водных ресурсов».
5. Принципы рационального использования водных ресурсов.
6. В чем заключается рациональное использование поверхностных и подземных вод? Какие мероприятия включает?
7. Понятие мониторинга водных ресурсов. Назовите основные задачи.
8. Государственное управление в области использования и охраны водных объектов. Назовите органы управления и основные уровни.
9. Понятие, функции, основная цель водного хозяйства.
10. Что такое бассейновые округа? Перечислите.
11. Назовите основополагающий документ в области водных отношений.
12. Основные принципы водного законодательства.
13. Основные нормативно-правовые документы в области водного законодательства.

### **Практическая работа 1**

#### **Основы водного законодательства**

##### **Задание**

Подготовьте доклад и презентацию по одному из нормативно-правовых документов, приведенных в лекции 1, представьте на занятии.

Преподавателем оценивается оформление презентации (наличие картинок, таблиц, схем); информативность доклада; выступление докладчика.

## 1.2. Экосистемный подход в использовании и охране водных ресурсов

### Лекция 2

#### Экосистемный подход в использовании и охране водных ресурсов. Водоресурсный потенциал: понятие, структура, категории

##### *Водная экосистема*

*Водная экологическая система – это сообщество зависимых друг от друга и от неживых факторов организмов, обитающих в водной среде. От ее особенностей зависит уникальность сообщества, разнообразие населяющих его видов живых организмов и устойчивость экосистемы.*

Существуют следующие *типы водных экосистем*: пресноводная и морская. Также бывают естественные (природные) и искусственные (созданные с участием человека) экосистемы.

В состав любой водной экосистемы входят морские и пресноводные растения, бактерии и животные, а также влияющие на их жизнедеятельность абиотические (неживые) компоненты.

К таким факторам прежде всего относятся:

- химический состав и температура воды;
- соленость и прозрачность воды;
- насыщенность кислородом;
- наличие и доступность питательных элементов.

##### *Особенности водных экосистем*

Среди основных особенностей водных экосистем можно выделить следующие:

- многофакторность влияния внешних условий;
- отсутствие замкнутости;
- неоднородность;
- активный биотический круговорот;
- всеядность организмов в пищевых цепочках;
- в нормальных условиях количество живых организмов регулируется или дефицитом ресурсов, или хищниками;
- устойчивость экосистем обеспечивается сложными взаимоотношениями населяющих ее организмов и влиянием внешней среды.

## *Виды и типы водных экосистем*

*Водные экосистемы, в зависимости от масштаба, подразделяются на следующие виды:*

*Микроэкосистема* – небольшое сообщество, например, лужа, пруд и др.

*Мезоэкосистема* – более крупная (озеро, река, лагуна и пр.).

*Биом* – наибольшая экосистема или совокупность систем с похожими абиотическими и естественными факторами (море, океан).

*По типу возникновения бывают **естественные** (озеро, река, море) и **искусственные** (бассейн, аквариум) водные экосистемы.*

*Существуют два типа водных экосистем.*

*Морские экосистемы.* Это крупнейшие сообщества, занимающие более 70% земной поверхности и содержащие примерно 97% всех водных запасов планеты. Главная особенность морской воды – наличие в ней большого количества соляных и минеральных растворов. Виды морской экосистемы:

- океаническая – расположенная на континентальном участке часть океана;
- профундальная (глубоководная) область вне досягаемости солнечных лучей;
- бентальная зона, заселенная донными организмами;
- приливная область – участки между высокими и низкими приливами;
- коралловые рифы;
- солончаки;
- лиманы;
- гидротермальные области с хемосинтезирующими бактериями в качестве кормовой базы.

***Пресноводные** экосистемы, содержащие ничтожную долю (примерно 0,009%) общего объема воды в мире, занимают около 0,8% территории планеты. Основные виды пресноводных экосистем:*

- стоячие (бассейн, пруд, озеро);
- проточные (реки и ручьи);
- водно-болотные (илистые отмели, трясины и т. п.).

## *Структура водной экосистемы*

Водные экосистемы, так же, как и наземные, имеют вертикальную и горизонтальную структуру.

*Вертикальная определяется ярусностью, главный фактор которой – условия освещенности.* Освещенность, в свою очередь, зависит от физических свойств среды.

Исходя из этого, в вертикальной структуре выделяют такие зоны:

- *литоральная* (солнечный свет доходит до дна). Здесь на небольшой глубине обитает наибольшее количество живых организмов: планктон, водоросли, ракообразные, моллюски, черепахи, земноводные и др.;
- *лимническая*, пропускающая только 1% солнечного света. Это пограничная область, где возможен фотосинтез. Среди живых организмов преобладают ракообразные и рыбы;
- *эвфотическая* (освещенные области лимнической и литоральной зон);
- *профундальная* (глубоководная), не пропускающая солнечный свет совсем. Здесь обитают глубоководные личинки насекомых, черви, некоторые виды бактерий и грибов;
- *абиссальная* (в морских экосистемах) – наиболее глубокие места океанов.

*Горизонтальное строение характерно для стоячих и проточных водоемов.*

В проточных в зависимости от течения выделяют перекаты (неглубокие участки с довольно быстрым течением и дном без илистого слоя) и плесы (глубоководные места с замедленным течением и илистым дном). В крупных реках экосистемы плесов и перекатов могут чередоваться.

В стоячих водоемах преобладают укрепившиеся (камышы, кувшинки и пр.) и плавающие (водоросли, ряска) растения. Среди консументов – ракообразные, моллюски, личинки насекомых, являющиеся питанием для рыб.

### *Естественные водные экосистемы*

*Естественные водные экосистемы* – это водоемы, возникшие природным (без участия человека) путем. К ним относятся:

- озера и пруды;
- пресноводные (ручей, лужа, река);
- водно-болотные участки (болота, топи, трясины);
- моря и океаны, включающие, помимо собственно водоемов, берега, пляжи, мангровые прибрежные леса и т. д.;



- эстуарии (места встречи соленых и пресных вод), их основные обитатели – ракообразные и водоплавающие птицы;
- коралловые рифы, состоящие из кальцинированных останков коралловых животных и обеспечивающие среду обитания для морских организмов.

### *Искусственные водные экосистемы*

Искусственными называются экосистемы, модифицированные или созданные человеком для удовлетворения собственных потребностей, но при этом имитирующие естественные условия. К таким системам относятся запруды, плотины, каналы, водохранилища, а также более мелкие – например, аквариумы и океанариумы.

Характерные особенности искусственных водных экосистем:

- небольшое количество видов живых организмов;
- зависимость от человеческой деятельности;
- неустойчивость, связанная с зависимостью от влияния человека.

### *Компоненты водных экосистем*

Основные компоненты водных экосистем – абиотические и биотические.

- *абиотические* – это факторы, оказывающие основное влияние на функционирование экосистемы. К ним относятся химический состав и температура воды, свет, давление, особенности почвы дна и пр.);

- *биотические* – это совокупность живых организмов, которые делятся на три группы:

- *продуценты (автотрофы)*, синтезирующие из неорганических веществ питательные элементы (крупные растения, зеленые водоросли);

- *консументы (гетеротрофы)*, поедающие органическую пищу для получения питательных веществ;

- *редуценты (сапротрофы)*, перерабатывающие органические остатки мертвых растений и животных в неорганические вещества для повторного использования продуцентами.

### *Функции водных экосистем*

Экосистема, в состав которой входит сообщество взаимодействующих живых организмов и неживых факторов, действует как

функциональная единица в своей области. От каждого ее компонента зависит существование и жизнеспособность экосистемы в целом.

### *Основные функции водной экосистемы*

- глобальный круговорот воды;
- участие в формировании климатических условий;
- очистка воды;
- обеспечение жизненных условий обитающих в воде организмов;
- водоснабжение человечества;
- культурная – эстетическое и духовное предназначение, а также образование и туризм.

### *Продуценты водных экосистем*

*Продуценты, или автотрофы* – это организмы, получающие из неорганических компонентов при помощи воды, света и энергии питательные вещества. Чаще всего это происходит в процессе фотосинтеза, поэтому продуценты водных экосистем – большей частью зеленые водоросли, а в небольших и неглубоких водоемах – также и прибрежные растения.

Еще одна роль продуцентов – они служат пищей для растительоядных организмов, например, зоопланктона и донных животных.

### *Трофические уровни водных экосистем*

Одна из важнейших особенностей любой экосистемы, влияющих на ее существование, – ее пищевые связи, когда содержащая энергию питательные вещества, выработанные автотрофами, служат питанием для гетеротрофов. Пищевые связи характеризуют последовательность, с которой энергия от одного организма передается другому. Место каждого компонента, задействованного в этом процессе, называется *трофическим уровнем*.

Трофические уровни водных экосистем делятся на три взаимосвязанные группы:

- продуценты (автотрофы) – зеленые растения и водоросли;
- консументы (гетеротрофы) – обитающие в воде организмы, питающиеся выработанной автотрофами органической пищей.

Гетеротрофы, в свою очередь, делятся на растительоядных (зоопланктон, донные животные) и плотоядных хищников, поедаю-

щих растительноядных и других плотоядных консументов (большинство видов рыб и морских птиц);

- редуценты (сапротрофы), которые перерабатывают органические останки растений и животных в неорганические вещества для нового использования продуцентами. К ним относятся ракообразные, некоторые бактерии и грибы, обитающие ближе к донным отложениям.

### *Пищевые цепи водных экосистем*

Пищевая (трофическая) цепь, или цепь питания – это последовательность передачи энергии от одного организма другому путем поедания.

Выделяют три вида трофических цепей. Цепь питания хищников начинается с растений и затем переходит от самых мелких организмов к более крупным. Причем в водных, особенно в морских, экосистемах пищевые цепи хищников более длинные, чем в наземных, благодаря чему водные экосистемы отличаются более высокой надежностью, устойчивостью и интенсивностью круговорота веществ.

*Пищевая цепь водных экосистем обычно имеет следующую структуру.*

1. Продуценты – фитопланктон, водоросли, прибрежные растения. Травоядные консументы – зоопланктон (веслоногие рачки).
2. Плотоядные консументы – рыбы (песчанка, сельдь) и поедающие их птицы (баклан).
3. Редуценты – раки, грибы, бактерии.

### *Примеры водных экосистем*

Существуют такие типы и виды водных экосистем:

- естественные (лужа, река, озеро, моря и океаны);
- искусственные (запруда, канал, бассейн, аквариум);
- морские (моря и океаны);
- пресноводные (река, ручей, пруд, озеро).

### *Роль водных экосистем*

Водные экосистемы играют важнейшую роль в жизни и здоровье человека. Обеспечение пресной водой крайне необходимо для питья, приготовления пищи, сельскохозяйственного и промышленного применения, медицины и санитарии. Из морских систем получают

пищевые добавки, косметические компоненты, органические удобрения. Обеспечение водой также важно для транспорта и отдыха людей.

Однако основная функция водных экосистем – поддержание климата на планете, которую они выполняют как в глобальном (морья, океаны), так и в локальном (реки, озера, водохранилища) масштабе.

### *Значение водных экосистем*

Исследованию водных экосистем сейчас придается огромное значение в экологии и народном хозяйстве. Изучение пищевых цепей водных экосистем способствует немалому успеху в промышленном разведении рыб и морепродуктов. Это позволяет обеспечить человечество качественной и полезной пищей, не нарушая природного равновесия.

Изучение водных экосистем постоянно приносит новую информацию о множестве видов обитающих в них организмов, их генах и биохимических свойствах, что, несомненно, в будущем вызовет новые открытия в области биотехнологий и биомедицины.

Немалое влияние водные экосистемы оказывают и на климатические условия региона. Если океаны и моря играют важнейшую роль в поддержании климата в глобальном масштабе, то небольшие экосистемы (реки, озера) выполняют в основном функции по очистке воды и водоснабжению. А поскольку построенные человеком очистные сооружения не в состоянии очистить столько воды, сколько может это сделать даже небольшой водоем за тот же промежуток времени, то проще и дешевле будет поддерживать работу водных экосистем, которую они к тому же выполняют совершенно бесплатно.

### *Проблемы водных экосистем*

Основная проблема водных экосистем связана с непродуманной человеческой деятельностью, в первую очередь – с загрязнением водоемов и побережья бытовыми, химическими, биологическими и даже радиоактивными отходами.

Также огромное пагубное влияние на экосистемы оказывает браконьерство, поскольку незаконная ловля рыбы и морепродуктов неизбежно приводит к изменению численности и разнообразия организмов в экосистеме вплоть до их полного вымирания и, как результат – нарушение ее устойчивости и жизнедеятельности.

Еще один антропогенный негативный фактор – осушение болот и водоемов, перекрывание их источников снабжения ради хозяйственных потребностей, уничтожение прибрежной растительности, бесконтрольный выпас и водопой скота. Все это, также нарушая естественный баланс, отрицательно сказывается на функционировании экосистемы.

Поэтому задачей всего человечества является принятие необходимых мер для сохранности экосистем. Сокращение, а лучше – прекращение загрязнения водоемов и побережья мусором и вредными веществами, бережное отношение к обитателям экосистемы, своевременная очистка водоемов от мусора и водорослей, приводящих к зарастанию и загниванию воды, заселение рыб, препятствующих чрезмерному развитию водорослей, – эти действия помогут обеспечить нормальное функционирование всех организмов, обитающих в экосистеме.

### *Водно-ресурсный потенциал, понятие, структура, категории.*

Водная среда включает поверхностные и подземные воды. Поверхностные воды в основном сосредоточены в океане, содержанием 1 млрд 375 млн км<sup>3</sup> – около 98% всей воды на Земле. Поверхность океана (акватория) составляет 361 млн км<sup>2</sup>. Она примерно в 2,4 раза больше площади суши территории, занимающей 149 млн км<sup>2</sup>.

Подземные воды бывают солеными, солоноватыми (меньшей солености) и пресными; существующие геотермальные воды имеют повышенную температуру (более 30 °С.). Для производственной деятельности человечества и его хозяйственно-бытовых нужд требуется пресная вода, количество которой составляет всего лишь 2,7% общего объема воды на Земле, причем очень малая ее доля (всего 0,36%) имеется в легкодоступных для добычи местах. Большая часть пресной воды содержится в снегах и пресноводных айсбергах, находящихся в районах в основном Южного полярного круга. При отсутствии пресной воды используют соленую поверхностную или подземную воду, производя ее опреснение или гиперфильтрацию: пропускают под большим перепадом давлений через полимерные мембраны с микроскопическими отверстиями, задерживающими молекулы соли. Оба эти процесса весьма энергоемки, поэтому представляет интерес предложение, состоящее в использовании в качестве источника пресной воды пресноводных айсбергов (или их части), которые с этой

целью буксируют по воде к берегам, не имеющим пресной воды, где организуют их таяние. По предварительным расчетам разработчиков этого предложения, получение пресной воды будет примерно вдвое менее энергоемки по сравнению с опреснением и гиперфильтрацией.

Без воды не может жить человек. Вода – один из важнейших факторов, определяющих размещение производительных сил, а очень часто и средство производства. Увеличение расходования воды промышленностью связано не только с ее быстрым развитием, но и с увеличением расхода воды на единицу продукции. Например, на производство 1 т хлопчатобумажной ткани фабрики расходуют 250 м<sup>3</sup> воды. Много воды требуется химической промышленности. Так, на производство 1 т аммиака затрачивается около 1 000 м<sup>3</sup> воды.

Современные крупные теплоэлектростанции потребляют огромное количество воды. Только одна станция мощностью 300 тыс. кВт расходует до 120 м<sup>3</sup>/с, или более 300 млн м<sup>3</sup> в год. Валовое потребление воды для этих станций в перспективе возрастет примерно в 9–10 раз.

Одним из наиболее значительных водопотребителей является сельское хозяйство. В системе водного хозяйства это самый крупный водопотребитель. На выращивание 1 т пшеницы требуется за вегетационный период 1 500 м<sup>3</sup> воды, 1 т риса – более 7 000 м<sup>3</sup>.

Высокая продуктивность орошаемых земель стимулировала резкое увеличение из площади во всем мире – она сейчас равна 200 млн га. Составляя около 1/6 всей площади посевов, орошаемые земли дают примерно половину сельскохозяйственной продукции.

Особое место в использовании водных ресурсов занимает водопотребление для нужд населения. На хозяйственно-питьевые цели в нашей стране приходится около 10% водопотребления.

**Водные ресурсы** – поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы. В более широком смысле – воды в жидком, твердом и газообразном состоянии и их распределение на Земле.

То есть воды рек, озер, каналов, водохранилищ, морей и океанов, подземные воды, почвенная влага, вода (льды) горных и полярных ледников, водяные пары атмосферы.

*Общий объем (единовременный запас) водных ресурсов составляет 1 390 млн куб. км, из них около 1 340 млн куб. км – воды Мирового океана. Менее 3% составляют пресные воды, из них технически доступны для использования – всего 0,3%.*

Ежегодно 22 марта по решению ООН отмечается Всемирный день водных ресурсов.

Потребители водных ресурсов разделяются на сельскохозяйственные, промышленные и бытовые. Крупнейшим потребителем воды является сельское хозяйство.

*Водные ресурсы считаются возобновляемыми, хотя до сих пор неясно, с какой скоростью водные ресурсы возобновляются после использования и как сильно их нехватка угрожает экосистеме Земли. Тем не менее, существуют технологии по опреснению соленых морских вод.*

*Ниже приведена первая пятерка государств с самыми большими запасами пресной воды. Это Бразилия (6 950 км<sup>3</sup>), Россия (4 500 км<sup>3</sup>), Канада (2 900 км<sup>3</sup>), Китай (2 800 км<sup>3</sup>), Индонезия (2 530 км<sup>3</sup>).*

### *Основные направления использования водных ресурсов: водопользование и водопотребление*

*Водопользование – использование водных объектов для удовлетворения потребностей населения и объектов хозяйственной деятельности.*

*Согласно ГОСТ 171103-86 водопользование классифицируется по следующим признакам:*

- по целям водопользования – хозяйственно-питьевое, коммунально-бытовое, промышленное, сельскохозяйственное, для нужд энергетики, для рыбного хозяйства, для водного транспорта и лесосплава, для лекарств ковочных и курортных потребностей и т. д.;
- по объектам водопользования – поверхностные, подземные, внутренние и территориальные морские воды;
- по способу использования – с изъятием воды и с ее возвращением, с изъятием воды без возврата, без изъятия воды;
- по техническим условиям водопользования – с применением технических сооружений, без применения сооружений.

*В зависимости от целей водопользования источники водоснабжения делятся на две категории.*

*К I категории относятся водные объекты, которые используются как источники централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.*

*К II категории относятся водные объекты культурно-бытовых целей и находящиеся в пределах населенных пунктов*

*Требования к составу и свойствам воды регламентируются в зависимости от категории водных объектов.*

*При водопользовании имеет место водопотребление, которое может быть необратимым, повторным, оборотным. С целью рационального использования воды введены нормы потребления воды на одного жителя и на условную единицу продукции, характерную для предприятий каждой из отраслей промышленности. В районах с ограниченными водными ресурсами следует соблюдать водохозяйственный баланс, который предусматривает сравнение водопользования с потенциальными ресурсами водных бассейнов.*

Практически все реки на территории России 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. Их общий сток, особенно в европейской части России, снизился более чем на 50%, в результате чего происходит разрушение водных экосистем, что делает эти реки 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. При этом жители ряда ре-



гионов 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. Годовой объем сброшенных стоков за последние годы практически не изменяется, примерно составляет 17 куб. км. Однако необходимо отметить, что на этом фоне наблюдается снижение объемов сброса нормативно-очищенных сточных вод, что происходит из-за перегрузки очистных сооружений, их некачественной работы, нарушений технических регламентов, нехватки реагентов, прорывов и залповых сбросов загрязнений.

В России, особенно в европейской ее части, наблюдаются недопустимо большие потери воды. На пути от водоисточника до потребителя, например, при суммарном объеме забора воды из природных источников, равном 80,3 куб. км, потери составили 7,76 км. 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).

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.

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, за-*

*гязнение 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.

Это приобретает особую актуальность, поскольку при больших естественных ресурсах поверхностных и подземных вод России, преобладающая часть которых находится в восточных и северных регионах, экономически развитые европейские регионы с высоким уровнем комплексного использования водных ресурсов практически исчерпали возможность их освоения без рационализации водопользования, экономии воды и восстановления качества водной среды.

### ***Вопросы для самоконтроля 2***

1. Понятие, типы водной экосистемы.
2. Основные факторы и особенности водных экосистем.
3. Как подразделяются водные экосистемы в зависимости от масштаба?
4. Как подразделяются водные экосистемы по типу возникновения?
5. Вертикальная структура водной экосистемы.
6. Горизонтальная структура водной экосистемы.
7. Естественные водные экосистемы.
8. Искусственные водные экосистемы.
9. Компоненты водных экосистем.
10. Основные функции водной экосистемы.
11. Трофические уровни водных экосистем.
12. Роль и значение водных экосистем.
13. Основные проблемы водных экосистем.
14. Дайте понятие водных ресурсов, назовите основные виды.
15. Перечислите, согласно ГОСТ 171103-86, по каким признакам классифицируется водопользование.
16. Как подразделяются в зависимости от целей водопользования источники водоснабжения?
17. Какое бывает водопотребление?
18. Назовите главные причины негативных тенденций в сфере водных ресурсов.

## **Практическая работа 2**

Экосистемный подход в использовании и охране водных ресурсов.

Водно-ресурсный потенциал: понятие, структура, категории

### **Задание**

Подготовьте доклад и презентацию, на тему «Водоресурсный потенциал бассейнового округа, проблемы, пути решения, перспективы развития», взять для работы один из бассейновых округов на территории России.

Бассейновые округа:

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.

Преподавателем оценивается: оформление презентации (наличие картинок, таблиц, схем); информативность доклада; выступление докладчика.

## Тема 2. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

### 2.1. Формирование и режим химического состава и качества воды поверхностных водных объектов

#### Лекция 3

#### Природные воды: общая характеристика, территориальное распределение, особенности режима

*Природные воды* – это воды гидросферы Земли с содержащимися в них твердыми, жидкими и газообразными веществами. В глобальный гидрологический цикл (круговорот воды) входит три основных составляющих – осадки, испарение и сток. Поверхностный сток и поток подземных вод направлены с суши в океан. Испаряясь, вода возвращается в атмосферу. В этом процессе значительную роль играет транспирация – испарение воды растениями.

Вода распределена на Земле неравномерно. Основная ее часть (97,41%) находится в океанах и лишь малая часть (2,59%) на суше. При этом обитателям суши доступны только 0,014% всего влагозапаса планеты; ориентировочно из 1 360 млн км<sup>3</sup> мировых запасов воды человеку доступны около 9 000 км<sup>3</sup>. Этого количества достаточно, чтобы обеспечить нужды 20 млрд человек. Однако запасы воды распределены крайне неравномерно: в некоторых районах воды катастрофически не хватает, в других она потеряла свои качества и стала непригодной.

Природные воды имеют исключительное значение в существовании биосферы и жизни человечества. Они являются наиболее динамичным и активным (в биохимическом смысле) компонентом биосферы, определяющим фактором жизни и среды обитания и важнейшим естественным ресурсом. Рациональное и комплексное использование водных ресурсов, их охрана от загрязнения и истощения, разумное регулирование хозяйственной нагрузки на реки, озера, подземные воды – это важнейший фактор управления жизнеобеспечением и развития экологически безопасного промышленного и сельскохозяйственного производства.

Таблица 1 – Суммарные водные ресурсы России

Ресурс	Ср. многолетний объем (возобновление), км <sup>3</sup> /год	Статический запас, км <sup>3</sup>
Речной сток	4 270	–
Озера	532	26 600
Болота	1 000	3 000
Ледники	110	39 890
Подземные воды	787	28 000
Почвенная влага	3 500	–
Всего	8 302	Более 97 000

*Россия богата природными водами. Реки и озера, болота и ледники, подземные воды, атмосферная и почвенная влага, прибрежные и внутриконтинентальные моря – все это в совокупности образует государственный водный фонд.*

*В количественном отношении водные ресурсы слагаются из статических (вековых) запасов и возобновляемых вод.*

*Возобновляемые водные ресурсы – часть водных ресурсов, которые ежегодно восстанавливаются в процессе круговорота воды на земном шаре (глобального гидрологического цикла).*

Статические запасы считаются постоянными в течение длительного времени, а возобновляемые водные ресурсы оцениваются объемом годового стока рек.

Сток воды рек – действительно ежегодно возобновляемый природный ресурс, который можно (до некоторых пределов, конечно) изымать для хозяйственного использования.

Объем речного стока на территории России составляет 4 043 км<sup>3</sup>/год, или 237 тыс. м<sup>3</sup>/год на 1 км<sup>2</sup> территории и 27,82 тыс. м<sup>3</sup>/год на одного жителя, что в 6 раз больше, чем в Европе. Сток из сопредельных территорий равен 227 км<sup>3</sup>/год.

Реки являются основной и составляющей водного фонда России. По ее территории протекает свыше 120 тыс. рек длиной более 10 км и общей протяженностью свыше 2,3 млн км. Пригодные для судоходства участки рек имеют протяженность около 400 тыс. км. Речная сеть принадлежит бассейнам трех океанов. К бассейнам морей Северного Ледовитого океана относятся такие реки, как Северная Двина, Печора, Обь, Енисей, Лена, Индигирка, Колыма. Общая площадь

водосбора морских бассейнов этого океана составляет 12,8 млн км<sup>2</sup>. Горы и равнины Дальнего Востока дренируются реками, стекающими в моря Тихого океана (реки Амур, Анадырь, Пенжина и др.). В моря Атлантического океана стекают реки Дон, Кубань, Нева. Впадающие в Каспийское море реки Волга и Урал относятся к бассейну внутреннего стока. Основные сведения о наиболее крупных реках России приведены в таблице 2.

По территории нашей страны речная сеть распределена неравномерно. Наибольшая ее густота характерна для северных и горных районов, наименьшая – для южных. Половодье на всех реках формируется за счет таяния снегов, а паводочный режим обусловлен дождевыми осадками. Колебания уровня воды в реках связаны с изменением их водности, которая неодинакова по территории. Ледовые явления характерны для всех рек.

Таблица 2 – Крупные реки России

Название реки	Длина на территории России, км	Общая длина, км	Бассейн, км <sup>2</sup>	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Место впадения (Устье)
Лена	4 400	4 400	2,49 млн	16 350	Море Лаптевых
Обь	3 650	3 650	2,99 млн	12 492	Карское море
Волга	3 530	3 530	1,36 млн	8 060	Каспийское море
Енисей	3 487	3 487	2,58 млн	19 800	Карское море
Нижняя Тунгуска	2 989	2 989	1,86 млн	3 680	Енисей
Амур	2 824	2 824	1,86 млн	12 800	Охотское море
Вилюй	2 650	2 650	454 тыс.	1 468	Лена
Колыма	2 129	2 129	643 тыс.	3 800	Восточно-Сибирское море
Урал	1 550	2 428	231 тыс.	400	Каспийское море
Дон	1 870	1 870	422 тыс.	900	Азовское море

Ранний ледостав наступает на реках Северо-Восточной Сибири (конец сентября), поздний – на реках юго-запада европейской части (октябрь – начало декабря). Наиболее мощный ледяной покров образуется на реках Восточной Сибири (1,5–2,0 м) и сохраняется в течение 9–10 месяцев. На горных реках с большими уклонами, скоростями течения и турбулентностью потока ледостав отсутствует, но в их воде содержится большое количество твердых примесей. В зависимо-

сти от географического положения бассейна и водности многие реки замерзают зимой и пересыхают летом. Наледи характерны для большинства рек Севера, Урала и Восточной Сибири.

Особенностью речного стока является его временная и пространственная изменчивость. Многолетние колебания стока имеют циклический характер: группы многоводных и маловодных лет чередуются. Продолжительность таких циклов неодинакова – от 2 до 8 лет. В целом *годовой сток* характеризуется относительно синхронными колебаниями, которые могут охватывать огромные территории с повышенной или пониженной водностью рек. Практически все реки в той или иной степени подвергаются антропогенному воздействию. Ежегодно в открытые водоемы России сбрасывается более  $6 \times 10^9 \text{ м}^3$  сточных вод без очистки и около  $2 \times 10^{10} \text{ м}^3$  недостаточно очищенных сточных вод. Вода многих рек загрязнена и непригодна для использования, а тысячи малых рек в результате загрязнения прекратили свое существование.

Водность рек по Федеральным округам РФ приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Водность рек по федеральным округам РФ

*Рекой называется поверхностный водный поток сравнительно больших размеров, протекающий в вытянутых понижениях земной поверхности по разработанному им руслу.*

Река питается стоком атмосферных осадков и движется под воздействием силы тяжести. В зависимости от величины и физико-географических условий поверхностные водотоки могут быть постоянно или временно действующими.

Система постоянно и временно действующих водотоков, озер и болот, находящихся на данной территории, образует гидрографическую сеть суши. Речная сеть, образованная постоянно и временно действующими водотоками, является частью гидрографической сети. Для изучения реки необходимо знать ее элементы.

*Бассейном реки* называется часть земной поверхности, включая толщину почво-грунтов, откуда происходит сток вод в отдельную реку или речную систему. Бассейн каждой реки включает в себя поверхностный и подземный водосборы, границы которых, как правило, не совпадают (см. рис. 3). В силу затруднений в определении границы подземного водосбора за величину бассейна принимают поверхностный водосбор. Площадь речного бассейна ограничена водоразделом. Водосборная площадь обозначается буквой *F* и вычисляется в квадратных километрах.

*По величине площади водосбора реки принято делить на большие, средние и малые.*

К *большим* относят реки, протекающие в нескольких географических зонах с площадью водосбора более 50 тыс. км<sup>2</sup>, к *средним* – протекающие в пределах одной географической зоны с площадями от 2 до 50 тыс. км<sup>2</sup> и к *малым* – с площадью водосбора в пределах 1–2 тыс. км<sup>2</sup> и менее.

Начало реки называется *истоком*. Исток может быть в виде ряда ручьев, ключей, небольшой речки, болота или озерца (р. Волга), в виде крупной реки (р. Ангара, вытекающая из озера Байкал). В горных условиях истоком реки может быть ледник.

*Устьем реки* называется место впадения этой реки в другую реку, озеро или море. У бессточных рек, теряющих свой сток в пустыне, устье реки меняется из года в год. Реки, впадающие в море несколькими рукавами, образуют дельту. Примером дельты может быть устье Волги при ее впадении в Каспийское море или устье Дуная при впадении его в Черное море.



*Долиной реки* называется относительно узкое, вытянутое в длину, обычно извилистое углубление в земной поверхности. Речные долины характеризуются общим наклоном дна от одного конца к другому, а также тем, что долины, встречаясь между собой, никогда не пересекаются, а сливаясь вместе, образуют одну общую систему.

Для обеспечения гарантированной водоотдачи, превышающей сток маловодного года, требуется межгодовое перераспределение водных ресурсов с помощью водохранилищ.

*Водохранилищами называют* искусственные водоемы, образуемые с помощью водоподпорных сооружений в долине реки и служащие для накопления и хранения воды. *Водохранилища подразделяются на 2 типа: озерные и речные.*

Для водохранилищ озерного типа характерно формирование водных масс, отличающихся по своим физическим свойствам от вод притоков. Течения в этих водохранилищах возникают только благодаря ветрам. Водохранилища речного или руслового типа имеют вытянутую форму, а течения формируются стоком рек. Основными характеристиками водохранилища являются объем, площадь зеркала и изменение уровней воды в условиях его эксплуатации.

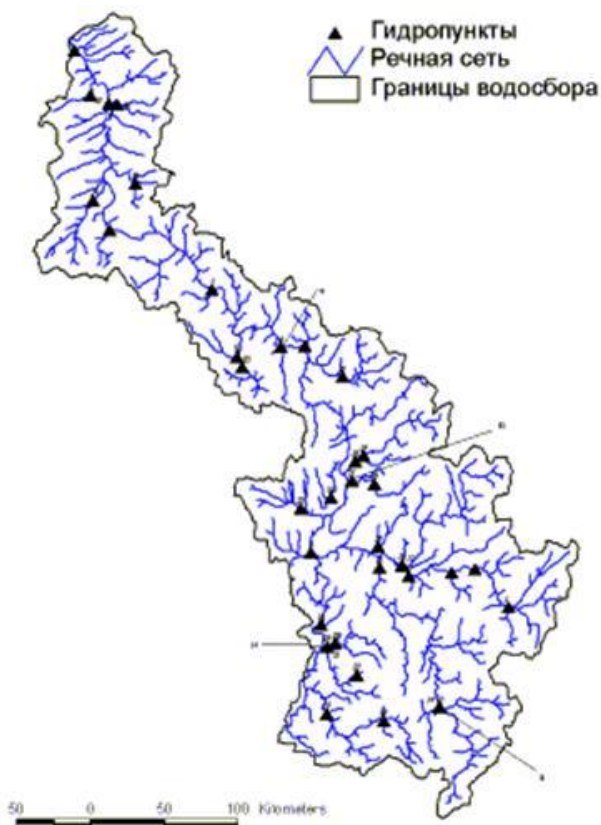


Рисунок 3 – Схема бассейна реки

Таблица 3 – Водохранилища России

Регион	Количество водохранилищ	Объем водохранилищ, км <sup>3</sup>	Площадь зеркала водохранилищ, тыс. км <sup>2</sup>
Северный и Северо-Западный	91	106,6	25,8
Центральный и Центрально-Черноземный	266	35,1	6,8
Волго-Вятский	46	23,0	3,9
Поволжский	381	124,0	14,6
Северо-Кавказский	105	36,6	5,3
Уральский	201	30,7	4,5
Западно-Сибирский	32	26,1	2,2
Восточно-Сибирский	22	398,1	46,3
Дальневосточный	18	142,5	6,0
Всего	1 162	924,5	115,4

### *Водохранилища*

В настоящее время в стране функционирует несколько десятков тысяч такого рода объектов. Общая вместимость этих водоемов составляет примерно 924,5 км<sup>3</sup> (табл. 3). К крупным и особо крупным объектам относятся 325 водохранилищ. Наибольшее количество водохранилищ находится в Поволжском районе, Центрально-Черноземном, Уральском. Самые крупные водохранилища находятся в Восточной Сибири (табл. 4).

Водохранилища играют большую роль в регулировании паводковых процессов, в предотвращении наводнений и т. п. Для России это чрезвычайно важно потому, что паводко-опасные территории охватывают в ней более 400 тыс. км<sup>2</sup>, в т. ч. в Сибирском округе (в Якутии, Забайкалье, Бурятии и др.).

*Наряду с позитивной ролью водохранилищ следует отметить и создаваемые ими проблемы:*

- разрушение берегов;
- оползневые явления, в зону которых попадают многие населенные пункты, включая такие крупные, как Волгоград, Саратов, Ульяновск и др.;

- ухудшение технического состояния гидроузлов, большинство из которых нуждается в текущем ремонте, а сотни находятся в предаварийном состоянии.

Таблица 4 – Крупнейшие водохранилища России

Водохранилище	Река	Площадь зеркала водохранилища, км <sup>2</sup>	Объем водохранилища, км <sup>3</sup>
1	2	3	4
Карелия и Кольский полуостров			
Кумское (включая Пяозеро)	Кума (Ковда)	1 930	13,2
Выгозеро (включая Выгозеро)	Выг	1 140	7,20
Сегозерское	Сегежа	906	21,5
Верхне-Тулومское	Тулома	745	4,0
Княже-Губское	Ковда	608	3,44
Иовское	Иова (Ковда)	296	2,05
Нижне-Тулومское	Тулома	37	0,37
Пальезерское	Суна	23	0,15
Ондское	Онда	22	0,07
Лесогорское	Вуокса	3	0,04
Светогорское	Вуокса	3	0,03
Верхне-Свирское (включая Онежское озеро)	Свирь	9 900	17,5
Северо-Западный район			
Нижне-Свирское	Свирь	25	0,22
Центральная часть Русской равнины			
Цимлянское	Дон	2700	23,9
Егорлыкское	Егорлык	16	0,11
Самарское	Волга	6 450	58,0
Рыбинское	Волга	4 550	25,4
Волгоградское	Волга	3 500	33,5
Саратовское	Волга	1 950	13,4
Горьковское (Нижегородское)	Волга	1 590	8,71
Иваньковское	Волга	249	1,24
Угличское	Волга	327	1,12
Камское	Кама	1 810	10,7
Воткинское	Кама	1 120	10,0
Павловское	Уфа	120	1,41
Широковское	Косьва	40	0,53

Окончание табл. 4

1	2	3	4
Северный Кавказ			
Новотроицкое	Большой Егорлык	12,75	0,95
Веселовское	Западный Маныч	25,0	1,25
Пролетарское	Западный Маныч	800	
Чограйское	Восточный Маныч	19,3	0,76
Краснодарское	Кубань	420	2,4
Западная Сибирь			
Новосибирское	Обь	1 070	8,85
Бухтарминское (включая оз. Зайсан)	Иртыш	5 500	58,0
Усть-Каменогорское	Иртыш	37	0,85
Восточная Сибирь			
Красноярское	Енисей	2 130	77,5
Иркутское	Ангара	1 470	500
Братское	Ангара	5 500	179,0
Саяно-Шушенское	Енисей	633	29,1
Вилуйское	Вилуй	1 930	30,2
Дальний Восток			
Зейское	Зея	2 420	68,4

### *Запасы воды в озерах*

Воду озер относят к статическим запасам ввиду замедленного водообмена, хотя незначительная доля запасов возобновляется ежегодно.

*Озеро* – это природный водоем в углублении суши (котловине), заполненном континентальными водными массами с замедленным водообменом, не имеющий прямой связи с морем (океаном).

Основная часть ресурсов пресных вод на территории России сосредоточена в крупных озерах: Байкал (23 000 км<sup>3</sup>, или 20% мировых и более 90% национальных запасов пресных вод), Ладожском (908 км<sup>3</sup>), Онежском (285 км<sup>3</sup>). Всего в 12 наиболее крупных озерах содержится свыше 24,3 тыс. км<sup>3</sup> пресных вод.

*Суммарные запасы воды в озерах России достигают 26,5–26,7 тыс. км<sup>3</sup>. Всего в России насчитывается порядка 2 млн пре-*

сных и соленых озер; среди них самое глубокое в мире пресноводное озеро Байкал, а также Каспийское море. По территории России озера распределены очень неравномерно: большая их часть расположена на северо-западе (Кольский полуостров, Карелия), на Урале, в Западной Сибири, на Ленско-Вилуйской возвышенности, в Забайкалье и бассейне реки Амур (см. табл. 5).

Многие озера являются своеобразными регуляторами речного стока, снижают высоту половодий и паводков, обеспечивают защиту территорий от затопления и подтопления, создают условия для равномерного внутригодового распределения речного стока.

Таблица 5 – Основные гидрологические характеристики наиболее крупных озер России

Озеро	Площадь зеркала, км <sup>2</sup>	Глубина, м		Запасы воды, км <sup>3</sup>	Поверхностный приток, км <sup>3</sup> /год
		Средняя	Наибольшая		
Каспийское море	395 000	190	980	76 040	266,4
Байкал	31 500	730	1 741	23 000	60,1
Ладожское	17 700	51	230	908	74,8
Онежское	9 720	29	127	285	19,9
Таймыр	4 560	2,8	26	13	0,3
Ханка	4 190	4	10,6	18,5	2
Чудско-Псковское	3 550	7,1	15	35,2	12,2
Топоозеро и Пяозеро	1 645	14,8	56	25	1,7

### *Болота*

Болота занимают порядка 1,4 млн км<sup>2</sup> и аккумулируют огромные массы воды.

*Болото* – это участок земной поверхности, характеризующийся избыточным увлажнением, гидрофильностью напочвенного растительного покрова, особым типом почвообразования и наличием торфа.

Основные болотные массивы сосредоточены на северо-западе и севере европейской территории России, а также на севере Западной

Сибири. Площади болот колеблются от нескольких гектаров до десятков квадратных километров. По разным оценкам, в болотах сосредоточено около  $3\,000\text{ км}^3$  статических запасов природных вод.

В питании болот участвуют сток с водосборной площади и атмосферные осадки, выпавшие непосредственно на заболоченную территорию. Среднемноголетние эксплуатационные ресурсы болот, по имеющимся оценкам, составляют порядка  $300\text{ км}^3/\text{год}$ . Болота играют важную роль в формировании гидрологического режима рек. Являясь стабильным источником питания рек, они регулируют половодья и паводки, и в пределах своих массивов способствуют естественному самоочищению речных вод от многих атмосферных и антропогенных загрязнителей.

### *Запасы вод в ледниках*

Ледники, наледи и снежники являются существенными аккумуляторами пресной воды.

*Ледники* – это массы льда преимущественно атмосферного происхождения, движущиеся под действием силы тяжести и принявшие форму потока, системы потоков, купола (щита) или плавучей плиты. Образуются из твердых атмосферных осадков там, где в течение года их отлагается больше, чем стаивает и испаряется.

На территории России основная масса ледников сосредоточена на арктических островах и в горных районах (Новая Земля –  $24\,300\text{ км}^3$ , Северная Земля –  $17\,470\text{ км}^3$ , Земля Франца-Иосифа –  $13\,700\text{ км}^3$ , Большой Кавказ –  $1\,230\text{ км}^3$ ). Наибольшие площади горного оледенения характерны для Кавказа (свыше  $1\,400$  ледников), Камчатки, Алтая, севера и северо-востока Сибири. На островах Арктики распространены ледниковые щиты и покровы.

В арктических ледниках, крупнейшим из которых является Новоземельский, в виде льда законсервировано около  $35\text{ тыс. км}^3$  статических запасов пресной воды. В горных ледниках Урала, Сибири, Алтая и Камчатки общий объем статических запасов составляет около  $5\text{ тыс. км}^3$ . Ежегодно возобновляемые ресурсы воды, аккумулярованные в ледниках, оцениваются ледниковым стоком, доля которого в общем объеме стока рек России относительно невелика.

## Ресурсы подземных вод

Подземные воды наряду с поверхностными являются основой водного фонда России и служат главным образом для питьевых целей.

*Подземные воды* – это воды, находящиеся в толще горных пород верхней части земной коры, в жидком, твердом и газообразном состоянии.

Естественные ресурсы подземных вод составляют примерно  $790 \text{ км}^3/\text{год}$ . Потенциальные эксплуатационные ресурсы оцениваются к настоящему времени в объеме свыше  $316 \text{ км}^3/\text{год}$ . Более трети потенциальных ресурсов сосредоточены в европейской части страны. Наиболее разведаны прогнозные ресурсы в Калининградской области – 87,9%, наименее – от 2,5 до 4,8% – на севере и северо-западе России, а также в Сибирском и Дальневосточном регионах. В целом по стране степень освоения запасов подземных вод не превышает 19%. К началу XXI века разведанные эксплуатационные запасы пресных подземных вод составляли более  $30 \text{ км}^3/\text{год}$ , минеральных – примерно  $0,2 \text{ км}^3/\text{год}$ , термальных –  $0,07 \text{ км}^3/\text{год}$ .

Минеральные подземные воды самых различных типов извлекаются на территории России более чем из 600 месторождений. Россия располагает огромными возможностями в отношении расширения запасов и использования минеральных подземных вод, в т. ч. на территории Сибирского региона, где известны практически все их типы. Это и сероводородные воды Иркутской области, и кремнистые термальные воды Бурятии и Читинской области, и разнообразные хлоридно-гидрокарбонатные воды Новосибирской области и др. Термальные подземные воды широко используются в целом ряде стран для теплоснабжения и получения электроэнергии. Россия обладает весьма значительными потенциальными ресурсами таких вод (в т. ч. в Сибирском регионе), но их разведанные запасы и использование очень невелики. К началу XXI века в России было разведано 60 месторождений термальных вод, в т. ч. 5 месторождений с балансовым запасом 315 тыс.  $\text{м}^3/\text{сутки}$ . В разработке находятся 28 месторождений с годовым объемом добычи 34 млн  $\text{м}^3$ .

Фактическое использование термальных вод существует в отдельных районах Кавказа, а также Сибирского и Курило-Камчатского регионов.

Промышленные подземные воды используются в качестве источника получения йода и брома, числятся они на трех месторожде-

ниях: Краснокаменском (Пермская область), Славяно-Троицком (Краснодарский край) и Черкашинско-Тобольском (Тюменская область). Эксплуатационные запасы пресных подземных вод в целом удовлетворяют первоочередные потребности, включая питьевое водоснабжение населения, но весьма серьезной проблемой продолжает оставаться загрязнение подземных вод.

### *Внутренние моря и территориальные морские воды*

Территориальные морские воды принадлежат к бассейнам окраинных морей Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического океанов. К бассейну Северного Ледовитого океана относятся: Белое, Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря.

Они расположены на материковой отмели и отличаются сравнительно небольшими глубинами, редко превышающими 200 м. На водный, ледовый и гидрохимический режимы этих морей воздействует материковый сток крупных рек северной части европейской территории, и особенно Сибири. По морям Северного Ледовитого океана проходит трасса Северного морского пути, имеющая исключительно важное значение. Берингово, Охотское и Японское моря принадлежат к бассейну Тихого океана. Ограниченные грядами Алеутских, Командорских, Курильских островов, о. Сахалин и Японскими островами, эти моря имеют относительно свободный водообмен с Тихим океаном.

Балтийское, Черное и Азовское моря являются в значительной части замкнутыми системами и имеют ограниченный водообмен с Атлантикой. К полностью замкнутым внутренним водоемам относится Каспийское море.

### ***Вопросы для самоконтроля 3***

1. Природные воды.
2. Из чего образуется государственный водный фонд? Перечислите суммарные водные ресурсы России.
3. Из чего в количественном отношении слагаются водные ресурсы?
4. Возобновляемые водные ресурсы.
5. Что является основной составляющей водного фонда России?
6. Назовите крупные реки России.



7. Что такое река, бассейн реки, гидрографическая сеть?
8. Как подразделяются реки по величине площади водосбора реки? Что такое исток, устье, долина реки?
9. Что такое водохранилище, какова цель его создания?
10. Что такое водохранилище? Основные характеристики.
11. Назовите крупные водохранилища по объему воды.
12. Что такое озеро, основные запасы? Назовите крупные озера России.
13. Что такое болота? Основные запасы. Расположение на территории России.
14. Что такое ледники? Основные запасы. Расположение на территории России.
15. Что такое подземные воды? Основные запасы.
16. Что представляют собой внутренние моря и территориальные морские воды?

### **Практическая работа 3**

Составление схемы источников загрязнения по длине реки.

Определение объемов загрязняющих веществ

#### **Задание**

Составьте схему источников загрязнения по длине реки. Определите объемы загрязняющих веществ, поступающих в реку.

*Ход выполнения задания*

1. Изучите материал.
2. Постройте расчетную схему источников поступления веществ в реку (рис. 4).
3. Определите объемы загрязняющих веществ, поступающих в реку от природных и антропогенных источников.
4. Распределите объемы веществ по отдельным участкам реки.

*Составление схемы источников загрязнения реки* проводится на основе схемы расположения лесов, болот, лугов, сельскохозяйственных угодий, населенных пунктов, и других участников водопользования, также учитываются места расположения (впадения) притоков.

*Определение объемов загрязняющих веществ.* Все учитываемые в работе источники загрязнения подразделяются на природные (формируют гидрохимический фон речной воды) и антропогенные (поставщики дополнительной загрязняющей нагрузки на реку).

В работе загрязненность воды оценивается путем определения концентрации фосфора в воде. Фосфор является лимитирующим развитие водной биоты веществом и характерным загрязнителем, так как поступает в водные объекты от сосредоточенных и рассредоточенных источников загрязнения. Фосфор относится к комплексным показателям загрязненности воды, т. е. по его концентрации можно судить об экологическом состоянии водного объекта.

Для проведения расчетов следует начертить расчетную схему поступления веществ в реку (рис. 4), где выделяются расчетные створы, которые назначаются в местах: исток и устье реки (точки 0 и 5); изменение видов угодий, с которых в реку поступают загрязняющие вещества, точка 1 и 2 (где граничат лес и болото; лес, луг и сельскохозяйственные угодья); места сосредоточенного воздействия (точки 3 – сброс сточных вод сельского коммунально-бытового хозяйства и фермы КРС, точка 4 – сброс сточных вод промышленности, городского коммунально-бытового хозяйства).

Расчетные створы в местах сосредоточенного воздействия должны учитывать условия до и после данного воздействия, поэтому на схеме отражаются двойные створы, например: 3 и 3'.

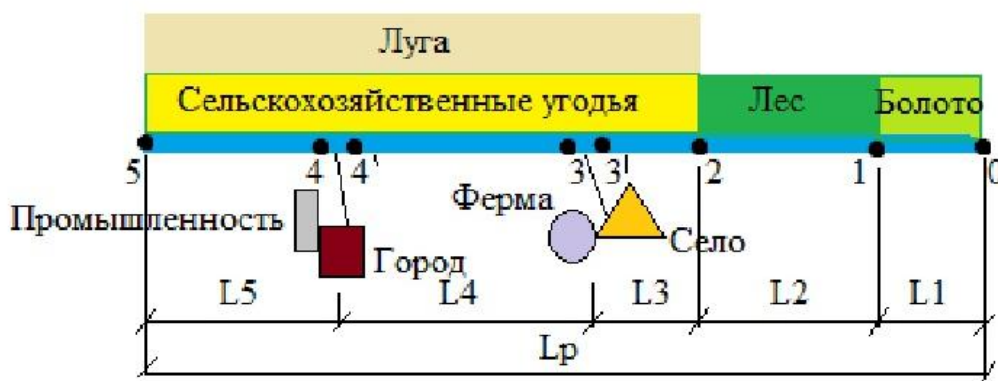


Рисунок 4 – Расчетная схема источников поступления веществ в реку

На расчетной схеме показываются длины участков реки между створами, к которым подвешены определенные угодья. Расчеты в работе выполняются без учета и с учетом проведения водоохранных мероприятий, которые направлены на снижение объемов загрязнений, поступающих в реку от источников загрязнения:

- водооборот в промышленности;
- очистка сточных вод города;
- устройство водоохранных зон;

- устройство отстойников, буртование навоза на ферме;
- обвалование территорий сельских населенных пунктов, устройство выгребных ям, складирование отходов;
- доочистка стоков животноводческой фермы на биоинженерных сооружениях;
- учет противоэрозионных мероприятий и мероприятий по сохранению почвенного плодородия на сельскохозяйственных угодьях.

Кроме того, учитываются условия: город, сельский населенный пункт и животноводство берут воду из подземного водоносного горизонта, гидравлически не связанного с рекой; промышленное предприятие забирает воду из реки.

Оценка объемов загрязняющих веществ определяется по формуле

$$C_x = \frac{G_x}{1000 \times W_x}, \quad (1)$$

где  $G_x$  – объем вещества поступающего в реку от источников загрязнения, кг;  $W_x$  – объем воды в реке, млн м<sup>3</sup>;  $x$  – расстояние от истока реки (определяется по карте), км.

Таблица 6 – Формулы для расчета объемов фосфора, поступающих в реку от природных и антропогенных источников

Источник	Формула	Значения параметров
1	2	3
Лес	$G_{\text{л}} = g_{\text{л}} \times F_{\text{л}}$	$g_{\text{л}}$ – удельный вынос фосфора 0,056кг/га; $F_{\text{л}}$ – площадь леса
Луг	$G_{\text{луг}} = g_{\text{луг}} \times F_{\text{луг}}$	$g_{\text{луг}}$ – удельный вынос фосфора 0,1кг/га; $F_{\text{луг}}$ – площадь луга
Болото	$G_{\text{б}} = g_{\text{б}} \times F_{\text{б}}$	$g_{\text{б}}$ – удельный вынос фосфора 0,4кг/га; $F_{\text{б}}$ – площадь
Сельскохозяйственные угодья	$G_{\text{с/х}} = \alpha \times \beta \times \eta \times Y \times F \times (1 - \varepsilon_{\text{воз}}) \times (1 - \varepsilon_{\text{л.п.}}) \times (1 - \varepsilon_{\text{расп.}}) \times (1 - \varepsilon_{\text{трав}}) \times (1 - \varepsilon_{\text{уд.}})$ $\varepsilon_{\text{воз}} = 0,7$ – эффективность ВОЗ; $\varepsilon_{\text{л.п.}} = 0,4$ – эффективность лесополос $\varepsilon_{\text{расп.}} = 0,5$ – эффективность распашки поперек склона $\varepsilon_{\text{трав}} = 0,4$ – эффективность введения трав в севооборот $\varepsilon_{\text{уд.}} = 0,7$ – эффективность соблюдения технологии внесения удобрений	$\alpha = 0,2$ – коэффициент, учитывающий вид загрязнителя и тип почв, $\beta = 1$ – коэффициент, учитывающий удаленность угодий от реки, $\eta$ – содержание фосфора в растении (берется из таблицы 7 по ведущей культуре), $Y$ – урожайность ведущей культуры

1	2	3
Город	$G_{\Gamma} = \text{ПДК} \times W_{\text{ВВГ}}$ ; $W_{\text{ВВГ}} = q_{\Gamma} \times N_{\Gamma} \times 365 \times 0,8 / (106 \times 0,9)$	ПДК=0,03 мг/л
Живот- ново- дство	$G_{\text{ж}} = \text{ПДК} \times W_{\text{ВВ Ж}}$ $W_{\text{ВВ Ж}} = q_{\text{ж}} \times N_{\text{ж}} \times 365 \times 0,7 / (106 \times 0,9)$	ПДК=0,03 мг/л $N_{\text{ж}}$ – численность городского населения; $q_{\text{ж}}$ – норма водопотребления на 1 жителя
Село	$G_{\text{с}} = N_{\text{с}} \times g_{\text{с}} \times (1 - \mathcal{E}_{\text{воз}}) \times (1 - \mathcal{E}_{\text{отс}}) \times (1 - \mathcal{E}_{\text{ком.}}) \times (1 - \mathcal{E}_{\text{уд.}})$ $\mathcal{E}_{\text{отс}} = 0,7$ – эффективность отстойников и выгребных ям, $\mathcal{E}_{\text{ком.}} = 0,5$ – эффективность складирования отходов и компостирования навоза	$N_{\text{с}}$ – численность сельского населения, $g_{\text{с}} = 0,5$ кг/чел.×год – удельный выход фосфора от одного человека в год

Примечание: Если в результате расчетов получится, что удельный вынос веществ с сельскохозяйственных угодий меньше, чем для луговых угодий:  $\alpha \times \beta \times \eta \times \gamma \times (1 - \mathcal{E}_{\text{воз}}) \times (1 - \mathcal{E}_{\text{лп.}}) \times (1 - \mathcal{E}_{\text{расп.}}) \times (1 - \mathcal{E}_{\text{трав}}) \times (1 - \mathcal{E}_{\text{уд.}}) < g_{\text{луг}}$ , то вынос веществ с с.-х. угодий с учетом водоохранных мероприятий определяется по формуле  $G_{\text{с/х}} = g_{\text{луг}} \times F_{\text{с/х}}$ .

Объемы загрязняющих веществ, поступающих в реку, определяются в целом для источника загрязнения (например, сельхозугодья) и далее распределяются по конкретным участкам.

Таблица 7 – Значения урожайности растений и содержания в них фосфора

Растение	Урожайность			$\eta$ , (кг/ц)
	Минимальная	Средняя	Максимальная	
Зерновые (З)	16–40	18–45	25–60	1.2
Овощи (О)	200–400	220–450	300–600	0.15
Кормовые (К)	100–250	150–300	200–500	0.17
Травы (Т)	30–90	40–90	50–150	0.63

Распределение объемов веществ по отдельным участкам реки (например,  $G_{\text{луга}}$  по участкам  $L_3$  и  $L_5$ ) в работе делается пропорционально длинам участков реки, к которым подвешено данное угодье:

$$G_{\text{луга}}(L_3) = G_{\text{луга}} \times \frac{L_3}{L_{\text{луга}}}. \quad (2)$$

## 2.2. Естественные, эксплуатационные и статические запасы водных ресурсов

### Лекция 4

#### Естественные, эксплуатационные и статические запасы. Расчет допустимого изъятия воды из поверхностных и подземных источников

*Водные ресурсы* – то количество природных вод, которое может быть привлечено к использованию на основе современных технико-экономических методов.

*Статические водные ресурсы* – это часть водных ресурсов, представленная запасами пресных вод озер, подземных вод, ледников, не подверженные заметным ежегодным изменениям.

К статическим (вековым) водным ресурсам относятся те части объема пресных вод, которые не участвуют (или практически не участвуют) в круговороте воды и в водном питании рек. Выделить в объеме воды пресных озер и пресных подземных вод «статическую» составляющую очень сложно.

*Ресурсы подземных вод* делятся на естественные и эксплуатационные.

*Естественные ресурсы* – это количество подземной воды, поступающей в водоносный горизонт в естественных условиях путем инфильтрации атмосферных осадков, фильтрации из рек и озер, перетекания из выше- и нижележащих горизонтов, притока со смежных территорий.

*Под эксплуатационными ресурсами (запасами) вод* понимается их количество, которое может быть получено на месторождении (участке) с помощью рациональных в технико-экономическом отношении водозаборных сооружений при заданном режиме и условиях эксплуатации, а также качестве воды, удовлетворяющем требованиям ее целевого использования в течение расчетного срока водопотребления с учетом природоохранных требований.

Как правило, эксплуатационные запасы приурочены к месторождениям подземных вод, обеспечивающих экономически обоснованную их добычу. Степень сложности этих месторождений различна, в связи с этим они подразделяются на три группы.

К первой группе относятся эксплуатационные запасы месторождений подземных вод с простыми условиями.

Вторая группа месторождений подземных вод характеризуется сложным строением, а также сложными гидрогеохимическими и геотермическими условиями.

В третью группу входят эксплуатационные запасы месторождений с очень сложными условиями, характеризующимися невыдержанным геологическим строением, крайней изменчивостью мощностей и инфильтрационных свойств водовмещающих пород, а также сложными гидрогеохимическими и геотермическими условиями.

*Эксплуатационные запасы подразделяются на категории – А, В, С1, С2 по степени изученности условий формирования, количества и качества подземных вод, а также условий эксплуатации и подготовленности месторождений подземных вод к дальнейшему изучению или освоению.*

А – запасы подземных вод освоенные;

В – запасы подземных вод разведанные;

С1 – запасы подземных вод предварительно оцененные;

С2 – запасы подземных вод выявленные.

Эти категории подразделяются на промышленные, позволяющие вести эксплуатацию месторождений (А, В, иногда С1) и не промышленные (С1, С2).

*Естественные и эксплуатационные ресурсы подземных вод определяют на основании результатов гидрогеологических исследований.*

Учитывая площадь распространения, выделяют *локальные и региональные ресурсы*. Особую группу составляют прогнозные ресурсы.

*Под прогнозными ресурсами* понимается количество подземных вод определенного качества и целевого назначения, которое может быть получено в пределах гидрогеологического региона, бассейна реки или административного района и отражает потенциальные возможности использования вод.

Эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы подземных вод оцениваются и учитываются в кубических метрах в сутки ( $\text{м}^3/\text{сут.}$ ), пароводяной смеси в тоннах в сутки.

Основой оценки региональных ресурсов, которое определяется как суммарное количество в пределах значительной территории, является результат гидрогеологических съемок, среднего масштаба (1:200000), где определяются модули подземного стока и их измене-

ния в годовых циклах. Используются также методы расчленения гидрографов рек, балансовый метод.

Для оценки прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод производится районирование территорий по распространению водоносных горизонтов, используются гидродинамические расчеты, анализ водного баланса территории, методы математического моделирования.

В таблице 8 приведены обобщенные данные о прогнозных ресурсах и запасах подземных вод, пригодных для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения и обеспечения водой объектов промышленности, по субъектам Российской Федерации, федеральным округам и Российской Федерации в целом по состоянию на 1 января 2021 года, по данным государственного водного кадастра.

На рисунке 5 показано, как по территории распределены запасы подземных вод.

Таблица 8 – Ресурсы и запасы подземных вод км<sup>3</sup>/год

Территория	Прогнозные ресурсы	Запасы
Российская Федерация в целом	<b>317,69</b>	<b>27,83</b>
Центральный ФО	27,03	8,31
Северо-Западный ФО	42,96	1,47
Южный ФО	6,67	3,04
Северо-Кавказский ФО	8,36	1,75
Приволжский ФО	30,93	5,60
Уральский ФО	52,04	1,84
Дальневосточный ФО	68,09	2,73
Сибирский ФО	81,61	3,09
Республика Тыва	1,00	0,08
Республика Хакасия	1,83	0,16
Алтайский край	12,13	0,61
Красноярский край	14,11	0,47
Иркутская область	15,85	0,55
Кемеровская область	2,05	0,51
Новосибирская область	3,87	0,26
Омская область	1,17	0,11
Томская область	21,80	0,30



Рисунок 5 – Ресурсы и запасы подземных вод (км<sup>3</sup>/год)

*Под прогнозными ресурсами какой-либо территории понимается количество подземных вод определенного качества и целевого назначения, которое может быть получено в пределах этой территории и отражает потенциальные возможности использования подземных вод.*

*Под запасами понимается объем подземных вод, который может быть получен рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями при заданном режиме эксплуатации и при качестве воды, удовлетворяющем требованиям в течение всего расчетного срока водопотребления. Запасы представляют собой разведанную и изученную часть прогнозных ресурсов подземных вод.*

*Под объемом использованной воды из природных водных источников понимается объем забранной воды за вычетом потерь при транспортировке и переброске стока. Таблица проиллюстрирована картой и диаграммами, характеризующими использование вод по федеральным округам Российской Федерации (рис. 6). Карта отображает выраженные в процентах отношения объемов использования воды к объемам местного стока. Диаграммы на карте отображают объемы воды, забранной из природных источников, использованной и сброшенной во все виды водных объектов.*





Рисунок 6 – Использование воды по федеральным округам РФ в 2020 г. по данным государственного водного кадастра

В таблице 9 приведены данные о годовых объемах забранной воды из рек, озер, русловых водохранилищ, морей и подземных горизонтов, сброшенной воды в природные водные объекты и за пределы водных объектов (накопители, природные понижения), а также использованной воды в 2020 году по субъектам Российской Федерации, федеральным округам и Российской Федерации в целом.

### Допустимое воздействие по изъятию водных ресурсов

Нормативы допустимого воздействия по изъятию водных ресурсов (НДВиз) устанавливаются в виде постоянных величин, начиная от базисного расчетного года определенной обеспеченности, и не должны приводить к изменениям характеристик водного объекта, значительно выходящим за пределы естественных сезонных многолетних колебаний.

Они устанавливаются для каждого водного объекта в разных створах и в целом для бассейна с обязательным учетом потребностей в воде водного объекта, замыкающего речной бассейн, необходимой для поддержания состояния его экологической системы, т. е. требования экологических систем должны соблюдаться в комплексе «море –

впадающие в него реки». При этом необходимо принимать во внимание категорию водо- и рыбохозяйственного использования, степень антропогенной трансформированности и социально-экономические последствия.

Таблица 9 – Использование водных ресурсов, км<sup>3</sup>/год

Территория	Объем, забранный из природных источников					Объем использованной воды, забранной из природных источников	Объем сброшенных вод				
	в том числе						в природные водные объекты			в накопители, впадины земельные, сельскохозяйственные поля орошения	
	всего	из рек, озер, русловых водохранилищ		из морей	из подземных источников		поверхностные		подземные		
		для использования	для переброски стока				всего	в том числе переброска и концевые сбросы			
<b>РФ в целом</b>	61,74	41,33	5,30	4,18	10,93	47,01	41,09	6,87	0,32	0,58	
Центральный ФО	10,20	5,70	2,21	0,0	2,29	7,35	7,85	2,21	0,00	0,14	
Северо-Западный ФО	8,72	4,23	0,00	3,79	0,70	8,23	8,57	0,03	0,03	0,03	
Южный ФО	9,27	7,87	0,43	0,06	0,91	6,93	4,70	0,59	0,00	0,16	
Северо-Кавказский ФО	11,82	9,50	1,99	0,00	0,33	6,03	5,12	3,36	0,00	0,04	
Приволжский ФО	7,21	5,06	0,61	0,00	1,54	5,94	5,39	0,61	0,07	0,08	
Уральский ФО	5,59	2,63	0,06	0,00	2,90	4,99	2,62	0,07	0,07	0,01	
Дальневосточный ФО	2,56	1,48	0,00	0,33	0,75	2,12	1,99	0,00	0,02	0,08	
<b>Сибирский ФО</b>	6,37	4,86	0,00	0,00	1,51	5,42	4,85	0,00	0,13	0,04	
Республика Алтай	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
Республика Тыва	0,06	0,04	0,00	0,00	0,02	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	
Республика Хакасия	0,14	0,03	0,00	0,00	0,11	0,07	0,09	0,00	0,00	0,01	
Алтайский край	0,38	0,29	0,00	0,00	0,09	0,35	0,26	0,00	0,00	0,00	
Красноярский край	1,75	1,30	0,00	0,00	0,45	1,54	1,30	0,00	0,10	0,00	
Иркутская область	1,06	0,85	0,00	0,00	0,21	0,88	0,85	0,00	0,00	0,01	
Кемеровская область	1,08	1,38	0,00	0,00	0,42	1,48	1,48	0,00	0,02	0,00	
Новосибирская область	0,61	0,55	0,00	0,00	0,06	0,54	0,48	0,00	0,00	0,01	
Омская область	0,21	0,2	0,00	0,00	0,01	0,18	0,13	0,00	0,00	0,00	
Томская область	0,35	0,22	0,00	0,00	0,13	0,33	0,25	0,00	0,01	0,00	

*Изъятие воды в крайне маловодные годы, с обеспеченностью стока выше критической величины производится только в объемах, необходимых для обеспечения приоритетных пользователей, – для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.*

*Для рек с зарегулированным стоком устанавливается объем экологического попуска (ЭП) и его внутригодовое распределение в целях сохранения условий естественного размножения рыб и других гидробионтов и поддержания гидрологического режима нижнего течения реки и водного объекта, замыкающего ее бассейн, не выходящего за пределы естественных многолетних колебаний. Вода из водохранилища должна подаваться на нижележащий участок реки в соответствии с установленным режимом экологического попуска.*

*Для рек с незарегулированным стоком определяется экологический сток (ЭС), т. е. экологически безопасный сток в конкретном створе при допустимом объеме безвозвратного изъятия речного стока, обеспечивающий нормальное функционирование экологических систем водных объектов и околотоводных экологических систем.*

*Экологическую ценность имеют все гидрологические фазы, поэтому определение ЭС, ЭП и НДСВиз относится ко всему гидрографу речного стока. Однако решающее значение для их определения имеют периоды половодья и паводков, когда в основном осуществляется воспроизводство биоты экологических систем, а также межени, когда создаются лимитирующие условия их функционирования.*

*Одним из основных условий при нормировании безвозвратного изъятия речного стока и установления экологического стока (попуска) является определение значений гидрологических параметров, характеризующих оптимальные, нормальные и критические условия функционирования экологических систем водных объектов и околотоводных экологических систем.*

Водные и околотоводные системы могут функционировать при эпизодических снижениях объема стока ниже критического, что имеет место и в естественных условиях. Однако систематическое снижение объемов стока при антропогенных воздействиях может привести к деградации и гибели экологических систем. Поэтому установленный НДСВиз должен обеспечить сохранение колебаний стока, максимально приближенных к естественным.

*При оценке экологически допустимого изъятия стока рек необходимо исходить из основной предпосылки – сохранения экологически безопасного и устойчивого состояния экологической системы*

водного объекта, когда изменения структурно-функциональной организации происходят в пределах границ толерантности естественной стадии гидрогенеза и не подрывается способность природных комплексов к саморегуляции, самоочищению и самовозобновлению.

Методологической основой нормирования безвозвратного изъятия речного стока и установления экологического стока и экологического попуска является принцип устойчивого функционирования экологических систем водных объектов и околосводных экологических систем и сохранение условий естественного размножения организмов.

*В качестве экологических критериев, которые учитываются и используются при разработке норм НДС, ЭП, ЭС и оценке степени нарушенности экологических систем, приняты следующие:*

- условия естественного размножения ихтиофауны и пойменной растительности;
- уровень биологической продуктивности экологических систем;
- структура сообщества рыб, в том числе соотношение ценных и малоценных видов рыб, темпы их роста;
- видовое разнообразие организмов, смена сообществ животных и растений;
- состояние русла реки и поймы, процессы дельтообразования и др.

*В качестве основных параметров при разработке норм ЭС, ЭП, НДС используются:*

- расход, сток и уровни воды, а также их внутригодовое распределение (гидрограф) в годы различной обеспеченности;
- сроки весеннего половодья и паводков;
- площадь затопления поймы и дельты;
- характеристики водного режима русловых и пойменных нерестилищ (скорость течения, глубина, температура и др.);
- уровенный режим, соленость воды, площади нагула молоди и взрослых особей рыб и др.;
- видовой состав, численность и биомасса планктонных и донных организмов, динамика численности популяций рыб, характеристики численности молоди конкретного года рождения («урожайность» поколения), промысловый возврат (величина вылова рыб одного поколения в течение всего жизненного цикла), запасы и уловы промысловых рыб.

*Общий алгоритм расчета:*

- на основе анализа связей гидрологических характеристик основной реки с продуктивностью экологических систем (гомеостатических кривых) или с характеризующими ее косвенными показателями определяются переломные точки в области маловодных лет и соответствующие им расходы ( $Q_{кр}$ ) и объемы стока ( $W_{кр}$ ), свидетельствующие о критическом состоянии экологических систем;

- определяются исторически минимальные расходы и объемы воды в самые маловодные годы ( $Q_{ист}$  и  $W_{ист}$ ). В качестве исторически минимальных рекомендуется принимать, как правило, расходы и объемы воды 99% обеспеченности;

- сопоставлением критических расходов и объемов воды ( $Q_{кр}$ ) ( $W_{кр}$ ) с исторически минимальными расходами определяется та часть стока, которая может быть изъята из водного объекта без ощутимого ущерба для естественного воспроизводства рыб и других гидробионтов в маловодные годы. Объем допустимого безвозвратного изъятия  $W_{ди}$  за год и отдельные периоды может быть выражен как

$$W_{ди} = W_{кр} - W_{ист}. \quad (3)$$

При этом  $W_{ди}$  принимается постоянным для различной водности с объемом стока выше базового.

Сток базового года ( $W_{б}$ ), т. е. минимальный сток, начиная с которого можно вести изъятие стока в размере  $W_{ди}$ , равен

$$W_{б} = W_{кр} + W_{ди}. \quad (4)$$

*В маловодные годы со стоком ниже  $W_{б}$  допускается изъятие воды только для обеспечения приоритетных водопотребителей (хозяйственно-питьевого водоснабжения); при этом объем изъятия должен быть менее  $W_{ди}$ , т. е. в годы, когда  $W_{кр} < W_i < W_{б}$ , величина  $W_{ди}$  для расчетного створа будет равна*

$$W_{ди} = W_i - W_{кр}, \quad (5)$$

где  $W_i$  – маловодный год со стоком ниже  $W_{б}$ .

Исходя из установленной НДВиз, рассчитываются экологический сток ( $W_{эс}$ ) и экологический попуск ( $W_{эп}$ ).

В общем случае

$$W_{эс}(W_{эп}) = W_i - W_{ди}, \quad (6)$$

где  $W_i$  – естественный сток в годы различной водности.

Внутригодовое распределение ЭС, ЭП, НДВиз в годы со стоком различной обеспеченности определяется в соответствии с их гидрографом условно-естественного (восстановленного) стока.

Если в отдельные периоды межени расчетное безвозвратное изъятие приводит к регулярному снижению скоростей течения до значений менее 0,2 м/с, обеспеченность  $W_{ист}$  должна быть снижена, и расчет повторен для меньшего значения  $W_{ди}$  до достижения приемлемых скоростей течения в межень.

Если на нижних участках реки не обеспечиваются экологические требования к объему стока, то допустимое безвозвратное изъятие речного стока в вышележащих створах определяется с учетом потребностей в воде нижележащих створов, т. е. часть объема водопотребления на одних участках должна возвращаться в гидрографическую сеть в пределах других ниже расположенных участков реки.

*Критические объемы речного стока могут определяться двумя методами:*

1. Метод на основе анализа связей биологических и гидрологических характеристик состояния экологических систем.

2. Метод на основе критических экологических параметров, основанных на использовании косвенных характеристик состояния экологических систем.

Метод анализа связей биологических и гидрологических характеристик состояния экологических систем.

Метод применяется для рек или их участков при наличии многолетних данных по ведущим параметрам гидрологического режима и различным показателям биопродуктивности экологических систем водных объектов и околводных экологических систем. Он является основным для водных объектов или отдельных их участков, имеющих важное значение для воспроизводства массовых и ценных видов рыб.

Критериями оценки экологически допустимого объема безвозвратного изъятия речного стока служат показатели поколений и динамика численности или промысловый возврат рыб.

Нормативы допустимого экологически безопасного объема безвозвратного изъятия речного стока должны устанавливаться дифференцированно для каждого водного объекта в разных створах. Основой для установления нормативов являются оценки влияния физико-химических и гидрологических характеристик на биопродуктивность экологических систем водных объектов и околосводных экологических систем, выбор наиболее значимых показателей и установление экологически допустимых и критических констант. На основе многолетних данных устанавливаются эмпирические зависимости между «урожайностью» поколений (численностью) популяций, промысловым возрастом рыб (или других гидробионтов) и характеристиками гидрологического режима (объемы стока, его внутригодовое распределение в годы различной водности и др.) и находится уравнение связи между «урожайностью» поколений рыб (численностью сеголетков) и объемами годового и весенне-летнего стока (или стока за другие, экологически более значимые, периоды воспроизводства рыб).

Метод критических экологических параметров. Метод критических экологических параметров рекомендуется в случае отсутствия количественных зависимостей различных видов антропогенного воздействия на экологические системы водных объектов при нормировании безвозвратного изъятия речного стока и расчете экологического стока.

*Компоненты экологических систем в бассейнах рек определяются в зависимости от экологически значимых элементов гидрологического режима, характеризующих состояние этих систем.*

*Для водотоков экологически значимый элемент гидрологического режима – скорость воды в потоке;*

*для дельтовых озер – уровень и соленость воды;*

*для морей и их частей (лиманов, лагун) – соленость воды.*

При нормировании безвозвратного изъятия речного стока и установлении экологического попуска (стока) учитываются также экологические требования к условиям естественного размножения рыб на русловых, пойменных и лиманных нерестилищах.

*Экологические требования предполагают обеспечение следующих условий:*

– объемов стока, достаточных для прохода рыб к местам нереста в период массового нерестового хода;

– объемов стока, достаточных для затопления необходимых площадей пойменных нерестилищ в требуемые сроки и с соответствующей температурой;

– продолжительности затопления нерестилищ, необходимой для достижения молодью рыб жизнестойких (покатных) стадий;

– объемов стока, гарантирующих скат молоди с пойменных нерестилищ в реку;

– состояние русла реки и поймы, процессы дельтообразования и др.

*В качестве показателей состояния используются косвенные характеристики, которые различны для разных водных объектов.*

*В бассейнах рек в зависимости от экологически значимых элементов гидрологического режима выделяются компоненты экологических систем водных объектов, характеризующие их состояние. Выделяются русла рек, устья рек и дельтовые озера (лиманы).*

*Количественная оценка влияния изъятия стока на гидрографические характеристики различных устьевых водотоков дается по расчетным гидролого-морфологическим зависимостям  $V = f(Q)$ ,  $b = f(Q)$ ,  $h = f(Q)$ , где  $V$  – средняя скорость течения,  $b$  – средняя ширина русла,  $Q$  – расход воды, и значениям статистических показателей основных гидроморфологических параметров.*

#### **Вопросы для самоконтроля 4**

1. Водные ресурсы.
2. Статические водные ресурсы.
3. Естественные ресурсы подземных вод, пояснить, что к ним относится.
4. Эксплуатационные ресурсы (запасы) вод. Привести группы по степени сложности месторождений.
5. Категории эксплуатационных запасов подземных вод.
6. Как подразделяются ресурсы подземных вод по площади распространения?
7. Прогнозные ресурсы подземных вод.
8. Каким образом проводится оценка региональных ресурсов?
9. Объем использованной воды из природных водных источников.
10. В каком округе на территории РФ наибольший объем вод, забранный из природных источников, а в каком наименьший?
11. В каком регионе Сибирского ФО наибольший объем вод, забранный из природных источников, в каком наименьший?



12. При каких условиях устанавливаются нормативы допустимого воздействия по изъятию водных ресурсов (НДВиз)?

13. Для каких приоритетных водопользователей производится изъятие воды в крайне маловодные годы с обеспеченностью стока выше критической величины?

14. Дайте определение параметрам ЭП и ЭС.

15. Назовите экологические критерии, которые учитываются и используются при разработке норм НДВиз, ЭП, ЭС и оценке степени нарушенности экологических систем.

16. Какие параметры используются в качестве основных параметров при разработке норм ЭС, ЭП, НДВиз?

17. Назовите методы, которыми могут определяться критические объемы речного стока.

18. Каким образом дается количественная оценка влияния изъятия стока на гидрографические характеристики различных устьевых водотоков?

#### **Практическая работа 4**

Оценка концентраций загрязняющих веществ в речной воде

##### **Задание**

1. Расчет концентраций загрязняющего вещества по длине реки для года 95% обеспеченности.

2. Начертите график изменения концентрации фосфора по длине реки.

3. Проведите оценку загрязненности речной воды.

4. Определите стадию развития водного объекта и пригодность воды для использования, сделайте вывод.

##### *Ход выполнения задания*

Объемы воды в реке определяются для конкретного створа. Если в расчетном створе действует сосредоточенное воздействие на реку (водозабор и сброс сточных вод), то объемы речного стока определяются до места водозабора (например, точки 4', 3' рис. 4) и после точечного воздействия (точки 4, 3).

До сосредоточенного воздействия

$$W_{p(x)} = W_{p(x-1)} + \Delta W(L). \quad (7)$$

с учетом сосредоточенного воздействия

$$W'_{p(x)} = W_{p(x)} - \Delta W_{(x)} + \Delta W_{\text{ВВ}(x)}. \quad (8)$$

Таблица 10 – Объемы водопотребления и возвратных вод

Источник воздействия	Возвратные воды	Водопотребление
Город	$W_{\text{ВВ г}}$	–
Промышленность		$W_{\text{пр}} - W_{\text{ВВ пр}}$
Село	$W_{\text{ВВ с}}$	–
Животноводство	$W_{\text{ВВ ж}}$	–

Расчет концентраций приводится в таблице 11, результаты расчетов отображаются в графическом виде (рис. 7).

Таблица 11 – Расчет концентраций загрязняющего вещества по длине реки для года 95% обеспеченности

Номер створа	$G(x)$ кг	$W(x)$ , млн м <sup>3</sup>	$C(x)$ мг/л
0	0	0	0
1	$G_1 = G_{\text{бол}}$	$W_1 = W_p \times L_1 / (L_p)$	$C_1 = G_1 / W_1$
2	$G_2 = G_1 + G_{\text{лес}}$	$W_2 = W_1 + W_p \times L_2 / (L_p)$	$C_2 = G_2 / W_2$
3	$G_3 = G_2 + G_{\text{с/х}} \times L_3 / (L_3 + L_4 + L_5) + G_{\text{луг}} \times L_3 / (L_3 + L_4 + L_5)$	$W_3 = W_2 + W_p \times L_3 / (L_p)$	$C_3 = G_3 / W_3$
3'	$G_3' = G_3 + G_{\text{с}} + G_{\text{ж}}$	$W_3' = W_3 + W_{\text{ВВ ж}} + W_{\text{ВВ с}}$	$C_3' = G_3' / W_3'$
4	$G_4 = G_3 + G_{\text{с/х}} \times L_4 / (L_3 + L_4 + L_5) + G_{\text{луг}} \times L_4 / (L_3 + L_4 + L_5)$	$W_4 = W_3' + W_p \times L_4 / (L_p)$	$C_4 = G_4 / W_4$
4'	$G_4' = G_4 + G_{\text{г}} + G_{\text{пр}}$	$W_4' = W_4 + W_{\text{ВВ г}} + W_{\text{ВВ пр}}$	$C_4' = G_4' / W_4'$
5	$G_5 = G_4' + G_{\text{с/х}} \times L_5 / (L_3 + L_4 + L_5) + G_{\text{луг}} \times L_5 / (L_3 + L_4 + L_5)$	$W_5 = W_4' + W_p \times L_5 / (L_p)$	$C_5 = G_5 / W_5$

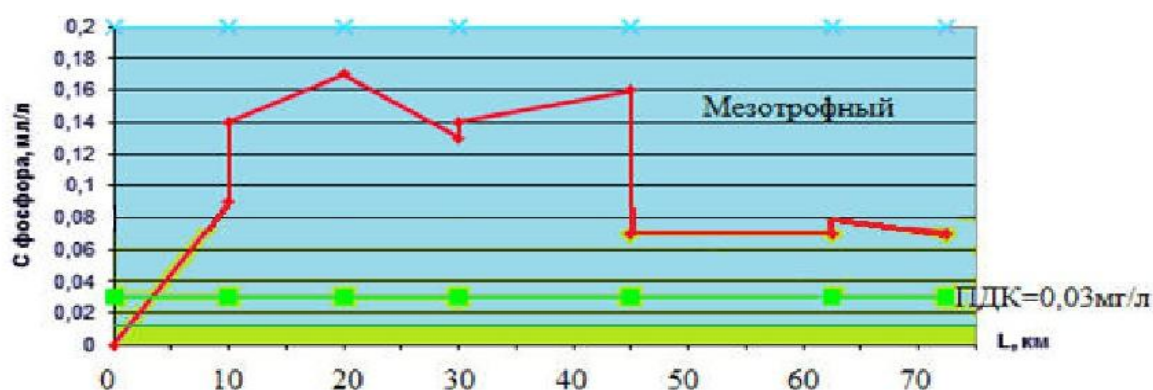


Рисунок 7 – Изменение концентрации фосфора по длине реки

Оценка загрязненности речной воды проводится путем сравнения полученных концентраций фосфора с ПДК=0,03 мг/л. Фосфор является комплексным показателем загрязненности воды, это позволяет использовать его для оценки состояния водной экосистемы и качества воды (табл. 12).

Таблица 12 – Стадии развития водного объекта и пригодность воды для использования

Уровень трофности	C, мг/л	Использование воды
Олиготрофный	0,005...0.015	Все виды использования
Мезотрофный	0,015...0,2	Все виды водопользования, питьевое водоснабжение с предварительной очисткой
Эвтрофный	0,2...0,3	Ограниченное рыбоводство, орошение, техническое водоснабжение с водоподготовкой
Дистрофный	>0,3	Техническое водоснабжение с предварительной очисткой

### Выводы

1. На всех участках реки наблюдается превышение нормативов ПДК и доходит до 5,5 ПДК.
2. Трофический статус реки соответствует мезотрофному уровню.
3. Качество воды соответствует классу «умеренно загрязненный».
4. Состояние водной экосистемы можно оценить как удовлетворительное.
5. Вода может быть использована для всех видов водопользования, но для питьевых целей с предварительной водоподготовкой.

Таблица 13 – Соответствие экологического состояния водных объектов классам качества воды

Оценочный показатель	Класс качества воды					
	1	2	3	4	5	6
	Очень чистая	Чистая	Умеренно загрязнен	Загрязненная	Грязная	Очень грязная
Фосфаты, мгр./л	0,005...0,015	0,015...0,05	0,05...0,2	0,2...0,3		0,3...0,6
Уровень трофности	Олиготрофный	Мезотрофный		Эвтрофный		Дистрофный
Зоны кризисности экосистемы	Стадия обратимых изменений	Пороговая стадия	Стадия необратимых изменений	Зоны кризисности экосистемы		–

## 2.3. Подземные воды

### Лекция 5

#### Подземные воды. Формирование подземных вод. Взаимодействие поверхностных и подземных вод

##### *Происхождение и состав подземных вод*

Подземные воды появились примерно тогда же, когда появилась гидросфера Земли. С тех пор верхняя часть литосферы (до глубин примерно 200 км) в той или иной степени насыщена водой. Вода в литосфере в жидком виде встречается до глубины залегания критической температуры, т. е. такой температуры, при которой при данном давлении вода превращается в пар. Глубина этой границы составляет от 8 до 40 км, в среднем – 12 км.

*Наибольшую роль в гидрологическом цикле играют воды, расположенные близко к поверхности, поскольку эти воды имеют разгрузку (сток) в реки, моря, водоемы и могут перемещаться довольно активно. Зону, в которой залегают такие воды, называют зоной активного водообмена. Выделяют также вторую гидродинамическую зону, расположенную ниже, и имеющую связь с морями, океанами и рус-*

лами наиболее глубоких рек. Зона активного водообмена питается водой в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков. Как формируются воды второй зоны, науке пока достоверно неизвестно.

Химический состав подземных вод неоднороден. Например, в зонах избыточного увлажнения эти воды преимущественно пресные гидрокарбонатные, в зонах недостаточного увлажнения – более соленые сульфатные и сульфатно-хлоридные. *Важной составляющей подземных вод являются растворенные газы.*

*Наиболее распространены азот, кислород, углекислый газ, водород.*

### *Залегание подземных вод и их классификация.*

Условия залегания подземных вод связаны с геологическим строением территории, наличием и глубиной залегания водонепроницаемых пород (*водоупоров*). В результате формируются условия для накопления вод. Вода может занимать не всю толщу водоносного горизонта, а лишь его часть, что формирует уровень свободной поверхности – *зеркало подземных вод*.

В водоносном слое может как присутствовать, так и отсутствовать гидростатическое давление. В первом случае воды являются *безнапорными*, во втором – *напорными*. Если скважиной вскрыть напорную воду, она будет подниматься в скважине или даже изливаться на поверхность в виде фонтана. Это, как правило, *межпластовые* воды, находящиеся в пластах горных пород, ограниченных двумя водоупорными слоями – кровлей (верхний водоупор) и ложем (нижний водоупор).

Если межпластовые воды полностью заполняют породу между двумя водонапорными слоями и находятся под гидростатическим давлением, они называются напорными межпластовыми, или *артезианскими*, водами.

*Артезианские воды* формируются в определенных геологических структурах (синеклизах, прогибах, впадинах и т. д.). Нередко они занимают огромные по площади бассейны (*артезианские бассейны*), площадь их достигает миллиона квадратных километров, а глубина залегания – до 1–2 км.

Химические свойства артезианских вод различны, они могут быть как пресными, так и солеными.

*Безнапорные воды чаще всего встречаются близко к поверхности и делятся на три вида – почвенные, почвенно-грунтовые и грунтовые.* Если вскрыть безнапорные воды, вода будет стоять в скважине на уровне зеркала, или же, если зеркало совпадает с поверхностью, изливаться в виде родника.

*Почвенные воды* представляют собой вид подземной воды, содержащейся в почвенной толще, гидравлически не связанной с ниже лежащими грунтовыми водами. В большинстве случаев они находятся в парообразном, гигроскопическом и пленочном состоянии. Однако после весеннего таяния снега или продолжительных дождей в результате инфильтрации поверхностных вод влажность почв может достигнуть полной влагоемкости. В этом случае почвенные воды будут находиться в гравитационном состоянии.

Обычно в почвенной толще различают несколько слоев с различной скважностью, уменьшающейся от поверхности в глубь почвы. *Скважность* – это наличие капиллярных пор и пустот, включая и крупные полости (трещины, каналы). На границе смежных слоев почвы с различной скважностью происходит замедление инфильтрации вод, в результате чего образуется временное скопление гравитационной воды, часть которой стекает в направлении уклонов почвенных слоев, образуя почвенный сток.

*Почвенно-грунтовые воды* – подземные воды водоносного пласта (горизонта), поверхность или капиллярная зона которого постоянно или периодически находится в почвенной толще. Как следует из определения, почвенно-грунтовые воды являются и грунтовыми, и в то же время почвенными. В тех случаях, когда зеркало почвенно-грунтовых вод расположено в почвенной толще, может наблюдаться сток как почвенных, так и грунтовых вод в направлении уклона почвенных слоев и водоупорного ложа.

*Грунтовые воды* представляют собой вид безнапорных подземных вод первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, лежащего ниже почвенного слоя и имеющего свободную поверхность, давление на которую равно атмосферному. Если между водоносным горизонтом и поверхностью земли линзообразно залегают водоупорные породы, то при инфильтрации поверхностных вод на них образуются временные водоносные горизонты, не имеющие сплошного распространения. Подземные воды этих локальных водоносных горизонтов, называемые *верховодкой*, периодически накапливаются за счет интенсивной инфильтрации поверхно-

стных вод и исчезают в результате испарения и перетекания в более глубокие горизонты.

Зеркало грунтовых вод в сглаженной форме повторяет рельеф земной поверхности, поэтому движение грунтовых вод в основном направлено к понижениям рельефа (речные долины, озерные котловины), где и происходит их разгрузка. Глубина залегания грунтовых вод обычно увеличивается с севера на юг.

### *Взаимодействие подземных и поверхностных вод*

Подземные и поверхностные воды взаимодействуют в результате обмена водой с водами океанов, морей, рек, водоемов. Такой обмен осуществляется посредством *гидравлической связи*. Если выход подземных вод находится выше уровня воды в реке или море, гидравлическая связь отсутствует. Если же выход подземных вод находится ниже уровня речных вод или вод водоема, то связь есть. Итак, возможны различные варианты взаимодействия подземных и поверхностных вод: 1) гидравлическая связь отсутствует; 2) постоянная гидравлическая связь; 3) временная гидравлическая связь (рис. 8).

1. Отсутствие гидравлической связи поверхностных и подземных вод обычно обусловлено геологическим строением и характером водопроницаемости пород. Особенности геологического строения заключаются в том, что кровля водонепроницаемых пород, на которых формируются безнапорные грунтовые воды, залегает выше максимальных уровней воды в водоеме или водотоке (рис. 8, а).

2. Постоянная гидравлическая связь поверхностных и подземных вод зависит как от характера водотока или водоема и их режима, так и от геологического строения прибрежной полосы и может иметь разный характер. Например, поверхностные водотоки и водоемы в течение почти всего года дренируют грунтовые воды тем или иным образом (рис. 8, б). Поверхностные водотоки и водоемы в течение всего года питают водоносные горизонты подрусловых грунтовых вод и грунтовых вод прибрежной полосы (рис. 8, в). Этот тип гидравлической связи широко развит в аридных пустынных и полупустынных областях, в горных районах. Поверхностные водотоки и водоемы в течение всего года получают питание из неглубоких горизонтов подземных, главным образом напорных вод (рис. 8, г, д).

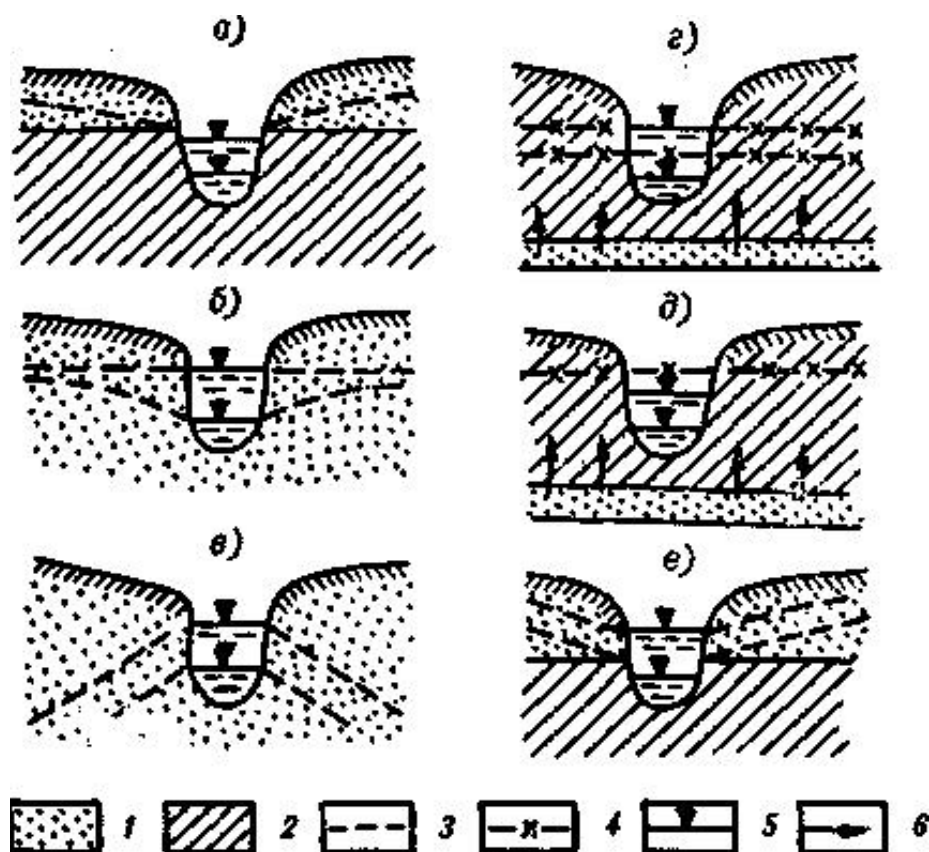


Рисунок 8 – Схема гидравлической связи грунтовых и речных вод:  
 1 – водоносные слои; 2 – водонепроницаемые или слабопроницаемые пласты;  
 3 – положение зеркала грунтовых вод; 4 – пьезометрические поверхности напорных вод; 5 – уровни речных вод; 6 – направление движения подземных вод

3. Временная или периодическая гидравлическая связь поверхностных и подземных вод вызывает неоднозначный режим подземного стока. Так, если поверхность водонепроницаемого слоя залегает выше уровня воды в реке в маловодный период, но ниже уровня воды в полноводный период, то при низких уровнях будет происходить одностороннее питание реки грунтовыми водами (см. рис. 8, е). В периоды полноводья, располагаясь в течение длительного времени выше кровли водоупора водоносного горизонта, речные воды будут вызывать подпор подземных вод.

#### Пополнение подземных вод

Пополнение запасов подземных вод зависит главным образом от количества атмосферных осадков, их интенсивности, продолжительности.

При интенсивных, но кратковременных или при незначительных дождях атмосферная влага не успевает глубоко просочиться в почву,



поэтому она испаряется из нее после дождя. Увеличение запасов подземных вод происходит при продолжительных дождях, орошающих большие территории, особенно осенью, когда потеря влаги на испарение мала.

Жидкие осадки летнего периода играют значительно меньшую роль, так как они интенсивно расходуются на испарение.

В условиях умеренных широт, где в холодный период накапливаются большие запасы снега, талая вода является основным источником питания подземных вод. Наиболее благоприятные условия для пополнения их запасов создаются в конце весеннего таяния снега, особенно если оно имеет затяжной характер. Увеличение запасов зависит также от водно-физических свойств почво-грунтов, так как они определяют степень инфильтрации поверхностных вод. В бассейнах, поверхность которых сложена лесными, песчаными или структурными почвами, обладающими большой водопроницаемостью, происходит усиленная инфильтрация поверхностных вод и значительное пополнение запасов грунтовых вод. В бассейнах, поверхность которых представлена глинами, суглинками и неструктурными почвами со значительно меньшими коэффициентами инфильтрации, отмечается небольшое пополнение запасов грунтовых вод.

*Степень пополнения запасов грунтовых вод при прочих равных условиях зависит от влажности почв и грунтов зоны аэрации: чем больше влажность при инфильтрации поверхностных вод, тем больше увеличиваются запасы грунтовых вод по сравнению с сухими почвами и грунтами, так как в последнем случае часть влаги, просочившейся в почву, идет на формирование почвенных вод.*

Изменение запасов грунтовых вод во времени может быть приближенно оценено изменением уровней грунтовых вод. Колебания уровней подземных вод можно подразделить на многолетние, сезонные и эпизодические.

Многолетние колебания средних годовых уровней грунтовых вод обусловлены различием осадков и испарения за отдельные годы, не имеющим закономерного характера. Чередования многоводных и маловодных лет вызывает соответствующее изменение уровней грунтовых вод. Это подтверждается анализом многолетних рядов наблюдений за уровнями грунтовых вод в скважинах. В годы с обильными осадками запасы грунтовых вод пополняются, а в маловодные – рас-

ходуются, что приводит к уменьшению амплитуды колебаний годового стока рек, имеющих постоянное грунтовое питание. Аккумуляция части атмосферных осадков в виде запасов грунтовых вод в многоводные годы и расходование этих запасов в виде речного стока в последующие маловодные годы приводит к тому, что связь между осадками данного года и стоком рек этого года нарушается: в многоводные годы речной сток относительно меньше, чем в маловодные.

Грунтовый сток мало меняется от года к году, поэтому в многоводные годы он будет мало отличаться от стока маловодных лет и, следовательно, составит меньшую долю к осадкам многоводного года, чем в маловодные годы.

Эпизодические колебания уровней грунтовых вод наблюдаются после оттепелей, а также после выпадения ливневых дождей летом и могут иметь значительную амплитуду.

### ***Вопросы для самоконтроля 5***

1. Какие воды играют наибольшую роль в гидрологическом цикле?
2. Что представляют собой безнапорные и напорные грунтовые воды?
3. Что представляют собой артезианские воды?
4. Виды безнапорных грунтовых вод.
5. Что представляют собой почвенные грунтовые воды безнапорных подземных вод? Виды этих вод.
6. Что такое скважность?
7. Что представляют собой почвенно-грунтовые воды безнапорных подземных вод? Виды этих вод.
8. Что представляют собой грунтовые воды безнапорных подземных вод? Виды этих вод.
9. Каким образом происходит взаимодействие подземных и поверхностных вод?
10. Каким образом происходит пополнение запасов подземных вод, от каких факторов зависит?

## Практическая работа 5

### Водоохранные мероприятия

#### Задание

1. Определите ширину водоохранной зоны реки в зависимости от категории реки по протяженности.
2. Определите количество притоков реки и ширину водоохранной зоны каждого притока в зависимости от категории реки по протяженности.
3. Определите площадь водоохранной зоны реки с учетом всей гидрографической сети, заполните таблицу 14.

#### *Ход выполнения задания*

«Правила охраны поверхностных водных объектов», утвержденные постановлением Правительства РФ от 10 сентября 2020 года № 1391, включают в себя:

а) установление границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос поверхностных водных объектов, в том числе обозначение на местности посредством специальных информационных знаков, в соответствии с Правилами установления границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 10 января 2009 г. № 17 «Об утверждении Правил установления границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов»;

б) предотвращение загрязнения, засорения поверхностных водных объектов и истощения вод, а также ликвидацию последствий указанных явлений, извлечение объектов механического засорения;

в) расчистку поверхностных водных объектов от донных отложений;

г) аэрацию водных объектов;

д) биологическую рекультивацию водных объектов;

е) залужение и закрепление кустарниковой растительностью берегов;

ж) оборудование хозяйственных объектов сооружениями, обеспечивающими охрану поверхностных водных объектов от загрязнения, засорения, заиления и истощения вод, в соответствии со статьей 65 Водного кодекса Российской Федерации. Мероприятия по охране поверхностного водного объекта осуществляются водопользователем

в соответствии с условиями договора водопользования или решением о предоставлении водного объекта в пользование.

Суммарные ежегодные затраты (З) на проведение мероприятий определяются как сумма затрат на отдельное мероприятие ( $Z_i$ ) по формуле

$$Z = \sum Z_i \quad Z_i = \varepsilon \times K_i + C_i, \quad (9)$$

где  $\varepsilon$  – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, принимается равным  $\varepsilon = 0.12$ ;  $K_i$  – капиталовложения для реализации  $i$ -го водоохранного мероприятия, руб.;  $C_i$  – ежегодные издержки для  $i$ -го мероприятия.

Ширина водоохранной зоны рек или ручьев ( $B$ ) устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью:

- 1) до 10 километров – 50 метров;
- 2) от 10 до 50 километров – 100 метров;
- 3) от 50 километров и более – 200 метров.

Для реки, ручья протяженностью менее десяти километров от истока до устья водоохранная зона совпадает с прибрежной защитной полосой. Радиус водоохранной зоны для истоков реки, ручья устанавливается в размере 50 метров.

Площадь водоохранной зоны ( $F$ ) определяется в табличной форме, с учетом всей гидрографической сети (учитывается длина главной реки ( $L_p$ ) и ее притоков ( $l_i$ ))

$$F = 2 \times 10^{-1} \times \sum l_i \times B. \quad (10)$$

Таблица 14 – Определение площади водоохранной зоны ВОЗ

Ширина ВОЗ, м	Длина, км				Общая $\sum l_i$	$F_i$ , га
	Река	Притоки				
50						
100						
200						
Итого	$L_p$	$l_1$	$l_2$	$l_3$		$F$

## Тема 3. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕОБРАЗОВАНИЮ ПРИРОДНЫХ ВОД

### 3.1. Межбассейновое и пространственное перераспределение воды. Методы водохозяйственных расчетов

#### Лекция 6

#### Межбассейновое и пространственное перераспределение воды

*Для использования водных ресурсов и защиты населения и объектов экономики от негативного воздействия природных вод в водном хозяйстве используются гидротехнические сооружения, предназначенные:*

- для забора воды из поверхностных и подземных водных источников;
- доставки воды в системе водоснабжения;
- очистки воды и ее опреснения;
- защиты от наводнений, размывов, эрозии и селей;
- регулирования речного стока;
- территориального перераспределения водных ресурсов;
- водного транспорта, рыбного хозяйства и рекреации;
- повторного использования воды.

*Группа гидротехнических сооружений, объединенных по расположению и условиям их совместной работы, образует гидроузел.*

*Гидроузлы подразделяются на энергетические, водотранспортные, водозаборные и др. Чаще всего гидроузлы бывают комплексными, одновременно выполняющими несколько водохозяйственных функций.*

*Комплекс взаимосвязанных водных объектов и гидротехнических сооружений, предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны вод, образует **водохозяйственную систему**.*

Оборудованные водоподпорными сооружениями (плотинами) на реках гидроузлы различаются по напору – разности между уровнями воды выше и ниже плотины. Низконапорные гидроузлы имеют напор не более 10 м, средненапорные – в пределах 10–40 м, высоконапорные – более 40 м.

*Сооружения, входящие в состав гидроузла, подразделяются на основные и вспомогательные.*

*Основные сооружения обеспечивают его нормальную работу и, в свою очередь, делятся на общие и специальные.*

*К общим гидротехническим сооружениям относятся плотины, поверхностные и глубинные водосбросы, сооружения для удаления льда, шуги, наносов, регуляционные, сопрягающие.*

*К специальным гидротехническим сооружениям относятся ГЭС, судоходные шлюзы, судоподъемники, рыбоходы, бревноспуски, плотоходы.*

*К вспомогательным сооружениям относятся жилые, административно-хозяйственные и культурно-бытовые здания, сооружения водопровода и канализации, дороги.*

К временным сооружениям относятся строительные перемычки, склады строительных материалов, заводы строительных материалов, мастерские, подъездные пути.

Обычно они функционируют в период строительства гидроузла, но некоторые из них иногда совмещают с постоянными, например, путем включения перемычек в состав плотины.

*Место размещения гидроузла, то есть тех его сооружений, которые образуют напорный фронт, называется створом.*

Взаимное расположение основных сооружений называется компоновкой гидроузла. Она представляет сложную инженерную задачу, решаемую с учетом эксплуатационных, строительных и технико-экономических требований, а также природных и местных условий.

Режим работы любого гидротехнического сооружения в значительной степени определяется требованиями гидроэкологической безопасности водопользования. Такие требования предназначены для обеспечения безопасности населения, хозяйственных объектов и приемлемого состояния водных объектов и прилегающих территорий.

На территории России расположены около 30 000 прудов и водохранилищ, из которых 325 водохранилищ – крупные и особо крупные, с объемом более 0,1 км<sup>3</sup>. Суммарный полезный объем всех водохранилищ, реально используемый при их наполнении и сработке, составляет 340 км<sup>3</sup>.

Суммарная площадь всех водохранилищ составляет более 100 тыс. км<sup>2</sup>. В настоящее время российские ГЭС в среднем вырабатывают около 170 млрд кВт·ч электроэнергии в год.

Суммарная длина водных путей на территории страны составляет 123 тыс. км. Суммарная протяженность всех используемых для водоснабжения, переброски речного стока и водного транспорта кана-

лов составляет около 3 000 км. Эта сеть позволяет осуществлять переброску речного стока в объеме до 17 км<sup>3</sup>/год.

Суммарная протяженность оросительных каналов составляет около 700 тыс. км. К сожалению, в этих каналах непродуктивные потери воды составляют около 30%. В течение года по водопроводной сети в среднем проходит около 170 км<sup>3</sup> воды, через канализационную сеть – 40 км<sup>3</sup>.

В очистные сооружения в среднем поступает и после очистки сбрасывается в реки и озера около 40 км<sup>3</sup>. Для защиты от наводнений наша страна располагает дамбами с суммарной протяженностью более 10 000 км.

### *Регулирование речного стока водохранилищами*

К водохранилищам относятся искусственные водоемы с объемом более 1 млн м<sup>3</sup>. Меньший объем имеют искусственные поверхностные и подземные водоемы (пруды, резервуары) для хранения воды, накопления промышленных стоков и охлаждения тепловых и атомных электростанций.

*Создание водохранилищ направлено на решение следующих задач:*

- изменение водного режима рек в интересах водоснабжения, судоходства, гидроэнергетики и других водопользователей посредством суточного, недельного, внутригодового и многолетнего регулирования речного стока;
- выработка электроэнергии на ГЭС;
- защита населения и хозяйственных объектов от последствий прохождения опасно высоких половодий и паводков путем временной аккумуляции избыточных вод.

*Водохранилища могут оказывать позитивное влияние на состояние окружающей среды. При правильном режиме эксплуатации они могут способствовать:*

- улучшению качества речных вод и состояния водных экосистем;
- увеличению биологических ресурсов и развитию рыбного хозяйства;
- смягчению климата прилегающих территорий в аридных условиях.

*Возможны и негативные последствия создания водохранилищ:*

- затопление обширных территорий с населенными пунктами, сельскохозяйственными угодьями и памятниками культуры;

- уменьшение речного стока за счет дополнительных потерь на испарение;
- уменьшение стока наносов, биогенных и органических веществ за счет их накопления в искусственном водоеме;
- замедление обмена воды в гидрографической сети;
- повышение уровня грунтовых вод и подтопление прилегающих территорий;
- волновой размыв берегов водохранилищ.

*По морфологическому строению ложа выделяют долинные и котловинные водохранилища.*

*Долинные водохранилища могут быть русловыми и пойменно-долинными, в которых помимо русла затоплена высокая пойма и участки надпойменных террас.*

*К котловинным водохранилищам относятся подпруженные (зарегулированные) озера, затопленные низины, впадины и искусственные выемки (карьеры), отгороженные дамбами от моря заливы, лиманы и лагуны.*

*По способу заполнения водой выделяются запрудные водохранилища за счет образования подпертого плотиной водотока, и наливные водохранилища, образованные за счет подачи воды из расположенного рядом водоема или водотока.*

*По географическому положению выделяют горные, предгорные, равнинные, озерные, наливные.*

Небольшие водохранилища с площадью менее  $1 \text{ км}^2$  называются прудами. К малым относятся водохранилища с площадью до  $2 \text{ км}^2$  и объемом менее  $0,1 \text{ км}^3$ . Крупные водохранилища имеют площадь более  $5\,000 \text{ км}^2$ .

Плотина Братского гидроузла с напором 106 м на р. Ангара. Образованное этой плотиной водохранилище было заполнено в 1961–1967 гг. и осуществляет многолетнее регулирование стока.

При нормальном подпорном уровне оно имеет объем  $169 \text{ км}^3$ , площадь водной поверхности  $5\,470 \text{ км}^2$ , полезный объем  $35,4 \text{ км}^3$  и амплитуду колебаний уровня воды 7 м.

К настоящему времени во всем мире имеется около 3 000 водохранилищ с объемом более  $0,1 \text{ км}^3$ . Их суммарная площадь превышает 600 тыс.  $\text{км}^2$ , суммарный объем составляет около  $6\,300 \text{ км}^3$ , полезный объем превышает  $3\,000 \text{ км}^3$ . На территории России имеется бо-



лее 100 водохранилищ с объемом более 0,1 км<sup>3</sup>. Их суммарная площадь превышает 100 тыс. км<sup>2</sup>, суммарный объем составляет около 810 км<sup>3</sup>, полезный объем – около 340 км<sup>3</sup>.

*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.*

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

*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.

## *Переброска речного стока*

*Под переброской речного стока понимают его территориальное перераспределение, которое включает забор воды из реки-донора, ее транспортировку и подачу потребителям.*

По гидрографическому критерию (характеру перераспределения воды между речными системами) можно выделить три разновидности перебросок стока – *локальные, внутрибассейновые и межбассейновые.*

*Локальные (местные) переброски стока* осуществляются внутри одного речного бассейна. Чаще всего это переброски небольших объемов воды из реки на орошаемые поля или в городские системы водоснабжения. Такой вид территориального перераспределения поверхностных вод распространен в аридных, интенсивно орошаемых районах. К нему могут быть отнесены также крупные дренажные каналы, осуществляющие отвод воды с заболоченных мелиорируемых площадей; различного рода системы каналов и трубопроводов, отводящие избыточный паводочный сток от территорий городов и населенных пунктов в ближайшие водные артерии. Длина трасс локальных перебросок воды обычно не превышает 100–200 км.

*Внутрибассейновые переброски стока* осуществляют перераспределение стока в пределах речных бассейнов, имеющих самостоятельный выход в озеро, залив или море, между любыми участками их гидрографической сети, через местные, локальные водоразделы. Для таких перебросок характерно то, что водозабор, использование воды на хозяйственные нужды и сброс использованных вод происходит в пределах одной гидрографической системы. Длина трасс внутрибассейновых перебросок стока обычно не превышает 500 км.

Внутрибассейновую переброску стока в пределах Волжского бассейна осуществляет открытый в 1937 г. канал имени Москвы, который соединяет р. Волгу с р. Москвой. Он используется для нужд водоснабжения, речного транспорта, гидроэнергетики и рекреации. Ежегодно из р. Волги в р. Москву поступает около  $1,8 \text{ км}^3$  воды, что обеспечивает более половины всей потребляемой Москвой питьевой воды. Канал имени Москвы создает кратчайшую транспортную связь Москвы с Верхней Волгой. Его длина составляет 128 км, из которых 19,4 км проходит по пяти водохранилищам. Ширина канала по поверхности составляет 85 м, по дну – 45 м, глубина – 5,5 м. Канал обо-

рудован 240 различными гидротехническими сооружениями, включая 10 плотин с 9 ГЭС, 11 шлюзов, 5 насосных станций, 3 речных порта и 26 причалов.

*Межбассейновые переброски стока* – перераспределение воды между речными бассейнами, имеющими самостоятельный выход в моря и озера. К этому классу относится большинство крупных функционирующих систем перебросок стока. Длина трасс изменяется в широких пределах: от нескольких десятков до тысячи и более километров.

Межбассейновую переброску стока осуществляет открытый в 1952 г. Волго-Донской канал, который соединяет р. Волгу у г. Волгограда с р. Доном у г. Калач-на-Дону. Длина канала составляет 101 км, из которых 45 км проходит по трем водохранилищам. Глубина канала – не менее 3,5 м. Канал оборудован 50 гидротехническими сооружениями, включая 13 шлюзов, 3 насосные станции, 13 плотин и дамб. Канал питается донской водой из Цимлянского водохранилища. Средняя продолжительность навигации на Волго-Донском канале составляет 7 месяцев. Допускается движение судов грузоподъемностью до 5 тыс. тонн. Пропускная способность канала оценивается в 16,5 млн тонн грузов в год.

*Переброски стока могут быть внутризональными или межзональными, внутригосударственными или межгосударственными.*

*По целевому назначению можно выделить переброски стока для нужд водоснабжения, судоходства, гидроэнергетики, орошаемого земледелия, осушения переувлажненных территорий, а также комплексные системы, решающие все или несколько региональных водных проблем.*

Во всем мире в сумме ежегодно перебрасывается около 400 км<sup>3</sup>/год воды. Из них 140 приходится на Канаду, 70 – на Китай, 60 – на страны СНГ, 50 – на Индию и 30 – на США. Крупнейшими системами подобного рода являются канадские «Джеймс-Бей» и «Черчилль», способные перебрасывать речной сток на расстояние около 300 км в объеме до 25 км<sup>3</sup>/год каждая.

На территории бывшего СССР крупнейшие проекты по переброске речного стока были реализованы в Центральной Азии и Казахстане. Канал Иртыш – Караганда длиной 458 км обеспечивает значительную часть потребности в воде населения и промышленности

Центрального Казахстана. Основными сооружениями канала являются обеспечивающие подъем воды на 418 м 22 насосные станции, 14 водохранилищ и 34 соединительных канала. Кроме того, на трассе канала имеется 39 других инженерных сооружений (водовыпуски, водосбросы, дюкеры, ливнепропускные трубы, мосты, перегораживающие сооружения и др.). Пропускная способность изменяется от 76 в голове канала до 13 м<sup>3</sup>/с в его конце.

Крупнейшим, но нереализованным проектом является переброска стока сибирских рек Тобол, Обь, Иртыш в Казахстан, Узбекистан и Туркменистан. По одному из вариантов предполагалась переброска 27 км<sup>3</sup>/год, что составляет более 6% среднего годового стока р. Оби в устье. Цель проекта – покрытие возрастающего водного дефицита в странах Центральной Азии и повышение возможностей водоснабжения в прилегающих областях России.

### ***Вопросы для самоконтроля 6***

1. Для чего предназначены гидротехнические сооружения?
2. Что представляет собой гидроузел? Виды гидроузлов.
3. Что представляет собой водохозяйственная система?
4. Виды сооружений, входящих в состав гидроузла.
5. Назовите основные сооружения гидроузла, обеспечивающие его нормальную работу.
6. Назовите специальные сооружения гидроузла.
7. Назовите вспомогательные сооружения гидроузла.
8. Что такое створ гидроузла?
9. Для каких задач создаются водохранилища?
10. Негативные последствия при создании водохранилищ.
11. Как подразделяются водохранилища по морфологическому строению ложа, по способу заполнения?
12. Назовите виды регулирования стока, которые применяют в зависимости от задач, характера и состава водопотребителей.
13. Как подразделяются водохранилища по назначению?
14. Какое бывает регулирование стока по продолжительности?
15. Какое бывает регулирование стока по степени использования?
16. Что такое переброска речного стока?
17. Виды переброски речного стока.

## Практическая работа 6

### Построение кривой обеспеченности речного стока

#### Задание

Вычислите и постройте эмпирическую кривую годового стока реки.

#### *Ход выполнения задания*

При разработке различных мероприятий, связанных с использованием водных ресурсов, необходимо определить не только средние значения характеристик стока, но и пределы их возможных колебаний. Для целей водоснабжения, орошения, гидроэнергетики требуется знать возможные величины стока в маловодные годы. Для защиты от наводнений – в многоводные.

Эта задача решается на основе установления статистических закономерностей рядов наблюдений за этими характеристиками. Чаще всего необходимо знать частоту или вероятность появления исследуемых переменных (характеристик стока) больших или равных заданным значениям. При наличии наблюдений за стоком минимальных (межень), максимальных (половодье, паводки), нормы стока для этой цели используются кривые обеспеченности.

*Обеспеченность* – вероятность того, что рассматриваемая случайная величина достигнет или превысит заданное значение. Обеспеченность определяется по формуле

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100, \quad (11)$$

где  $m$  – порядковый номер члена ряда;  $n$  – общее количество членов ряда.

Основой для построения кривой обеспеченности служит ряд наблюдений за стоком. По этим данным строится эмпирическая кривая обеспеченности, к которой подбирается аналитическая кривая (кривая, описываемая определенным уравнением).

Эмпирические кривые строятся следующим образом:

- значения характеристик стока переводятся в модульные коэффициенты:  $K_i = Q_i / Q_{\text{ср}}$ . – где  $Q_i$  – среднегодовой расход воды  $i$ -го года,  $Q_{\text{ср}}$  – норма стока (средний многолетний расход воды);

- располагаются в убывающем порядке эмпирические данные о модульных коэффициентах стока;
- определяется обеспеченность (P%) каждого ранжированного значения по формуле эмпирической кривой обеспеченности;
- полученные значения наносятся на график  $K = f(P)$ ;
- по полученным точкам проводится сглаженная кривая обеспеченности.

Для получения характеристик стока заданной обеспеченности значение модульного коэффициента соответствующей обеспеченности, снятое с кривой, умножается на норму стока.

Из теории вероятности и математической статистики известно, что кривые обеспеченности могут характеризоваться тремя параметрами: средним арифметическим значением ряда (Q), коэффициентом вариации (изменчивости) ( $C_v$ ), коэффициентом асимметрии ( $C_s$ ).

### Практическая работа 7

Учет разных по водности лет при расчете изменения концентраций загрязняющих веществ по длине реки

#### Задание

Определите качество воды в реке для лет разной обеспеченности.

#### *Ход выполнения задания*

Определение качества воды в реке для лет разной обеспеченности проводится с помощью коэффициента предельной загрязненности  $K_{пз}^{p\%}$ . Значения коэффициентов для лет разной обеспеченности рассчитываются по формуле

$$K_{пз}^{p\%} = \frac{(K_{пз}^{95\%} + 1) \times K_p^{95\%}}{K_p^{p\%}} - 1, \quad (12)$$

где  $K_{пз}^{95\%}$  – коэффициент предельной загрязненности воды в реке, рассчитанный для года 95% обеспеченности с учетом всех запланированных водохозяйственных мероприятий;  $K_p^{95\%}$  – модульный коэффициент речного стока для года 95% обеспеченности;  $K_p^{p\%}$  – модульный коэффициент речного стока для года обеспеченности P%.

Задаваясь значениями обеспеченности  $P\% = 25, 50, 75, 95\%$ , по формуле рассчитываются значения коэффициентов предельной за-

грязненности и строится график кривой обеспеченности  $K_{пз}^{р\%}$ , на котором в соответствии с классификацией наносятся зоны, соответствующие определенным классам качества.

## Практическая работа 8

Учет изменения годового стока реки в результате антропогенной деятельности на водосборе

### Задание

Определите изменения годового стока реки в результате антропогенной деятельности на водосборе.

*Ход выполнения задания:*

Антропогенная деятельность на водосборной площади приводит к изменению условий формирования стока, поэтому оказывает косвенное воздействие на объемы речного стока. В данной работе оценивается влияние агротехнических мероприятий на изменение годового стока. Это позволяет учесть изменение стока реки при его использовании.

Расчет производится для лесной зоны по следующей формуле

$$\Delta W = (0.002 \times O_c \times H^{0.52} \left( \left( \frac{2.5}{(H+1)^{0.45}} - 0.06 \right) \right) \times K_{wp} \times K_w^I \times K_w^{II} \times F_n \times ((S+x) \times \left( \frac{0.0144 \times I^{0.54} + 0.02}{(0.1 \times I + 1)^{0.56}} \right) \times K_{yp} \times K_y^I \times K_y^{II} \times K_{xy} \times F_n, \quad (13)$$

где  $O_c$  – осадки;  $H$  – глубина грунтовых вод;  $F_n$  – площадь пашни;  $S$  – запас воды в снеге;  $I$  – уклон водосбора реки;

$K_{wp}^{75\%}$ ,  $K_{wp}^{95\%}$ ,  $K_{yp}^{75\%}$ ,  $K_{yp}^{95\%}$  – коэффициенты для оценки изменения грунтового и склонового стока, заданной обеспеченности (вероятности превышения 75%, 95% маловодного года);

$K_w^I = 0.65 \times H^{0.52}$ ,  $K_y^I = 0.8$  – коэффициенты, учитывающие влияние состава почво-грунтов на изменение грунтового и склонового стока;

$K_w^{II} = 1.1$ ,  $K_y^{II} = 1.5$  – коэффициенты, учитывающие влияние агротехники (суглинки);

$K_{xy} = 0.9$  – коэффициент, учитывающий водность района в пределах природной зон,  $K_{xy} = \text{осадки/испарение}$ ;

$x$  – количество осадков за период склонового стока,  $x = 0,3 \cdot S$ .

По приведенной выше формуле определяется увеличение или снижение годового стока реки для лет  $W_h$  75% и 95% обеспеченности.

Оценка существенности влияний агротехнических мероприятий на реку рассчитывается для обеспеченности 75% и 95% по следующей формуле

$$\Delta\omega = \frac{\Delta W \times F_{\text{вдсб}} \times F_n}{10 \times W_p}, \quad (14)$$

если величина  $\Delta\omega > 5\%$ , то ее учитывают в проведении расчетов по средствам увеличения или уменьшения стока реки на соответствующую величину (в%);

если величина  $\Delta\omega < 5\%$ , то антропогенное влияние не учитывается в дальнейших расчетах.

## Лекция 7

### Водохозяйственный баланс бассейна реки.

#### Инженерно-техническое воспроизводство водных ресурсов

В отличие от водного баланса, который служит для анализа природных и антропогенных изменений в круговороте воды, водохозяйственные балансы представляют собой сопоставление водных ресурсов, имеющих 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 увеличения 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;
- средне маловодного 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 исходя из следующих соображений:*

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;

6) 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

$$W_{\text{прих}} - W_{\text{расх}} = \Delta W. \quad (15)$$

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 в %, см. 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) об 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) о 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>)

$$W_{\text{прих}} = W_{\text{осн}} + W_{\text{бок}} + W_{\text{подз}} \pm \Delta W_{\text{вдхр}} + W_{\text{др рег}} + W_{\text{возв}}, \quad (16)$$

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									Приходная часть ВХБ $W_{\text{прих}}$
	$W_{\text{осн}}$	$W_{\text{бок}}$	$W_{\text{подз}}$	$\pm W_{\text{вдхр}}$	$W_{\text{дррег}}$	$W_{\text{возв1}}$	$W_{\text{возв2}}$	$W_{\text{возв3}}$	
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>)

$$W_{\text{расх}} = W_{\text{кб}} + W_{\text{сх}} + W_{\text{пр}} + W_{\text{эн}} + W_{\text{рх}} + W_{\text{тр}} + W_{\text{рек}} + W_{\text{охр}} + W_{\text{пот}}, \quad (17)$$

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 на разбавление 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. 15, 16) расчета приходной и расходной частей водохозяйственного баланса, определяем его невязку

$$W_{\text{прих}} - W_{\text{расх}} = \Delta W, \quad (18)$$

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  $\Delta W > 0$  – 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 отрицательна, 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 7***

1. Понятие «водохозяйственный баланс».
2. Перечислить 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. Способы сокращения объемов потребляемой воды.

## **Лекция 8**

### **Преобразование водного баланса: влияние водохранилищ, осушение, орошение, урбанизация**

#### *Виды и масштабы антропогенных воздействий на водные ресурсы*

Водные ресурсы относятся к числу важнейших факторов экономического и социального развития региона и страны в целом.

От состояния и обеспеченности водными ресурсами зависят направления и масштабы развития и размещения производительных сил, прежде всего водоемких производств.



Их текущая производственно-хозяйственная деятельность в значительной мере связана с использованием водных ресурсов – водопользованием.

### *Типы воздействия на водные ресурсы*

1. Загрязнение гидросферы, изменение климата.
2. Трансформация почв, растительного покрова, ландшафтов водосбора.
3. Непосредственное изменение гидрографической сети (изменение водного баланса – изменение гидрологического цикла – изменение климата).
4. Изменение стока воды (забор, сброс, перераспределение стока).  
Последствия могут быть не только локальными и региональными, но и глобальными.

*Виды антропогенных воздействий на водные ресурсы:*

- *косвенное воздействие на водные ресурсы (на площади водосбора);*
- *непосредственное воздействие на водные ресурсы (на водных объектах).*

*Косвенное воздействие на водные ресурсы (на площади водосбора).* Эти мероприятия влияют на сток рек косвенно – через изменение элементов водного баланса в речных бассейнах (главным образом испарения) и через изменение условий стекания талых и дождевых вод со склонов, сопутствующее преобразованию поверхности речного бассейна, это:

- распашка, агротехнические мероприятия;
- осушение и орошение;
- вырубка, посадка лесов;
- урбанизация территории.

### *Распашка, агротехнические мероприятия*

К агротехническим и агромелиоративным мероприятиям относятся зяблевая вспашка, распашка целинных и залежных земель, создание полевых защитных лесных полос, мероприятия по снегозадержанию и т. д.

Цель этих мероприятий – повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В зоне недостаточного увлажнения это достигается, в частности, задержкой влаги на полях, уменьшением склонового стока, увеличением доли воды, идущей на продуктивное испарение.

Гидрологические последствия таких мероприятий зависят от площади водосбора. На малых водосборах благодаря улучшению в результате распашки инфильтрационных свойств почв и задержанию воды на полях существенно сокращается поверхностный сток. Уменьшается и величина годового стока, причем степень этого уменьшения растет с севера на юг, достигая 5–10% в лесостепи, 20–50% в степной зоне. С увеличением размеров речного бассейна влияние агротехнических мероприятий на сток быстро падает. Объясняется это тем, что на больших бассейнах менее заметное влияние на сток оказывает перераспределение поверхностного и подземного стока.

Влага, удержанная на полях и перешедшая в подземный сток, возвращается в русла больших рек в виде увеличивающегося подземного питания.

Суммарное влияние агротехнических мероприятий на больших территориях проявляется в сокращении стока половодья, некотором увеличении меженного стока и, как правило, небольшом уменьшении годового стока. Последнее – это следствие не столько самих агротехнических мероприятий, сколько более продуктивного использования вод на сельскохозяйственных угодьях.

### *Орошение*

Этот вид водопотребления приводит к наибольшим безвозвратным потерям воды. Главным источником вод для орошения и обводнения служат реки. Водозабор из рек на орошение может быть самоотечным, плотинным, машинным (с применением насосов). Поступающие на поля речные воды идут частично на продуктивное испарение (используются сельскохозяйственными культурами), частично – на непродуктивное испарение с поверхности водохранилищ, каналов, подтопленных земель и т. д. и инфильтрацию, частично возвращаются в реки через коллекторно-дренажную сеть в виде возвратных вод.

Возвратные воды нередко имеют повышенную минерализацию, содержат вымытые из почвы соли и растворенные химикаты (удобрения, пестициды, гербициды) и непригодны для повторного использования. Избыточная подача воды на орошение (явление, к сожалению, нередкое) ведет не только к нерациональному использованию вод, их потере, но и может вызвать повышение уровня грунтовых вод, заболачивание и засоление земель. В результате забора речных вод на орошение и сброса в эти же реки возвратных вод годовой сток рек

уменьшается, но внутригодовое распределение стока несколько выравнивается.

### *Вырубка лесов*

Вырубка лесов была исторически первым крупным проявлением деятельности человека, оказавшим влияние на сток рек. Главная причина возможного изменения годового стока рек заключается в изменении суммарного испарения в результате вырубки или восстановления леса. Испарение же зависит от характера подстилающей поверхности, в частности от потребления воды лесом, которое различается у лесов разного возраста и состава. В первое десятилетие после вырубки леса испарение резко снижается (на 20–35%), так как надпочвенная растительность, оставшаяся после вырубки спелого елового леса, не требует большого количества влаги. Снижение испарения может привести к переувлажнению почвы, повышению уровня грунтовых вод. В это время сток с лесосеки возрастает и превышает норму в 1,4–1,9 раза.

Особенно существенно возрастает поверхностный сток. Это, в свою очередь, приводит к усилению эрозии и увеличению стока наносов.

В последующие годы по мере восстановления древостоя испарение быстро увеличивается, а сток уменьшается. И лишь после полного восстановления видового состава леса сток возвращается к норме. Этот период продолжается 110–130 лет.

При этом наиболее сильные изменения претерпевает поверхностная составляющая стока. Когда на лесосеке проводят искусственную посадку хвойного леса, восстановление и леса, и стока происходит на 25–50 лет быстрее. Если же на месте лесосеки создают сельскохозяйственные угодья, то изменение величины стока будет зависеть от вида сельскохозяйственных культур и от того, больше или меньше воды потребляют они по сравнению с водопотреблением леса. Во многих случаях годовой сток с сельхозугодий приблизительно такой же, как и с леса.

Что касается оценки влияния леса на подземную составляющую стока и на питание рек в меженьный период, то роль леса в этом безусловно, положительная. Подземное питание рек в пределах лесной зоны на 30–70%, а сток в летне-осенний период на 20–50% больше на залесенных водосборах, чем на малооблесенных. В этом проявляется во-

доохранная и регулирующая роль леса. Восстановление лесов увеличивает ресурсы пресных подземных вод и подземное питание рек.

### *Урбанизация*

Непосредственное влияние городских территорий на сток (без учета водопотребления на промышленные и коммунальные нужды) связано с изменением составляющих водного баланса. Над крупным городом благодаря увеличению запыленности атмосферы и повышенной «шероховатости» подстилающей поверхности атмосферные осадки возрастают приблизительно на 10% по сравнению с осадками в естественных условиях.

Радикальное изменение характера поверхности (увеличение площадей крыш и территорий, покрытых асфальтом) приводит к резкому сокращению инфильтрации, ускорению стекания талых и дождевых вод. В результате величина стока с городских территорий возрастает на 10–15%, причем особенно заметно увеличиваются поверхностная составляющая стока и в 2–3 раза максимальные величины паводочного стока. Подземная составляющая стока заметно уменьшается. Несмотря на такие большие изменения стока в пределах городских территорий, суммарное влияние урбанизации на сток рек невелико, что объясняется небольшой долей городских территорий в общей площади бассейна реки (не более 1–2%). Значительно существеннее отрицательное влияние урбанизации на качество речных вод. Во многих городах мира ухудшение качества воды протекающих здесь рек превращается в серьезную проблему.

*Непосредственное воздействие на водные ресурсы (на водных объектах)* виды хозяйственной деятельности, которые связаны с изъятием, территориальным перераспределением и регулированием самого речного стока:

В результате этих водохозяйственных мероприятий может измениться как величина стока, так и его внутригодовое определение, которое включает:

- создание водохранилища;
- аккумуляцию местного стока;
- забор и сброс воды в водные объекты на орошение земель, промышленное и коммунальное водоснабжение;
- изменение морфометрических элементов водного объекта;
- крупномасштабные переброски стока.

## *Создание водохранилища*

Водоохранилища – искусственно созданные долинные, котловинные и естественные озерные водоемы с замедленным водообменом, полным объемом более 1 млн м<sup>3</sup>, уровенный режим который постоянно регулируется, контролируется гидротехническими сооружениями в устьях накопления и последующего использования запасов вод для удовлетворения хозяйственных и социальных потребностей.

Его можно рассматривать как: склад воды, акватория для водного транспорта, рыбохозяйственный объект, рекреационный объект и т. д.

Особенности водохранилищ: это природно-технический источник (режим определяется гидрометеорологическими факторами и воздействием человека). Водоохранилище заметно воздействуют на окружающую среду, вызывая изменения природных и хозяйственных условий на прилегающей территории, в том числе негативные.

Водоохранилищам свойственна особая система внутриводоемных процессов – гидрологических, гидрофизических, гидробиологических. Это водоемы, наиболее интенсивно используемые разными отраслями хозяйства, на каждом водохранилище формируется свой водохозяйственный комплекс, участники которого предъявляют разные, часто противоречивые требования к режиму использования водохранилищ. Для водохранилищ как природно-хозяйственных объектов характерна чрезвычайно высокая динамичность развития (эволюция).

*Негативное воздействие водохранилищ:*

- затопление использованных в хозяйстве земель;
- подтопление и заболачивание прибрежных территорий;
- переформирование берегов (подмыв, обрушение, просадки, обвалы и т. д.);
- изменение режима рек и качество вод.

*Районы воздействия водохранилищ на окружающую среду:*

- само водохранилище и прилегающая территория;
- район, где сказываются последствия регулирования ниже по течению;
- район изъятия стока из реки (возвратно или безвозвратно);
- район дополнительного стока (орошаемые массивы, обводняемые реки).

*Местным стоком называется сток осадков, выпадающих на определенной территории. Основной объем его образуется за счет весеннего снеготаяния. При помощи гидротехнического строительст-*

ва, то есть создания водохранилищ, прудов, проведение различных агротехнических мероприятий (глубокая вспашка, обработка поперек склона, создание лиманов, снегозадержание), проведение лесомелиорации происходит аккумуляция местного стока, то есть вода не попадает в реки и моря.

*При использовании водного объекта, водопользовании* происходит забор и сброс воды в водные объекты на орошение земель, промышленное и коммунальное водоснабжение, когда часть воды безвозвратно изымается из водного объекта.

*К морфометрическим характеристикам водных объектов относятся* количественные показатели водных объектов и их водосборов.

Морфометрические характеристики могут быть разделены на следующие группы:

- морфометрические характеристики водотоков: длина, средний уклон, координаты продольного профиля, извилистость, координаты поперечного профиля;

- морфометрические характеристики водоемов: площадь водоема, площадь водосбора, уровень воды, нормальный подпорный уровень водохранилища, средняя глубина, максимальная глубина, объем озера, объем водохранилища (полный и полезный), длина, максимальная ширина и координаты батиграфических кривых (площадей и объемов) водоема;

- морфометрические характеристики водосборов, из них основные – площадь, средняя высота, средний уклон склонов, густота речной сети, площадь замкнутых впадин, координаты гипсографической кривой, коэффициент канализованности речной сети.

*Под переброской речного стока понимают его территориальное перераспределение, которое включает забор воды из реки-донора, ее транспортировку и подачу потребителям.*

### ***Вопросы для самоконтроля 8***

1. Типы воздействия на водные ресурсы.
2. Виды антропогенных воздействий на водные ресурсы.
3. Что включает в себя косвенное воздействие на водные ресурсы (на площади водосбора)?
4. Что включает в себя непосредственное воздействие на водные ресурсы (на водных объектах)?

## **Тема 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ. ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС И ЕГО РАЗВИТИЕ**

### **4.1. Использование водных ресурсов**

#### **Лекция 9**

#### **Структура и особенности водного хозяйства. Место в экономике страны. Комплексное использование водных ресурсов**

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

Как уже отмечалось в материале лекции 1, *основная стратегическая цель* государственного управления водным хозяйством – это достижение и поддержание экономически эффективного и экологически безопасного уровня водопользования.

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).

Федеральному агентству (Росводресурсы) подчиняются бассейновые управления (БВУ), которые являются территориальным органом, по одному в каждом бассейновом округе которых на территории РФ 21. Согласно статье 28 «Бассейновые округа» Водного кодекса:

*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.*

Специфические особенности водного хозяйства, выступающего посредником между природой и потребителями воды, ставят водохозяйственное районирование как грань между отраслевым и комплексным.

Основной признак комплексного районирования сводится к выявлению особенностей водообеспечения большинства населенных пунктов и всех водопотребляющих отраслей хозяйства и служит основой для выявления внутренних экономических связей.

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

*Выделен 41 укрупненный водохозяйственный район, они разбиты на шесть типов:*

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

2-й тип – районы, расположенные в степной зоне неустойчивого увлажнения и отчасти в горных условиях. Здесь 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.

*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, лимитов сбросов сточных вод, других параметров использования водных объектов или их частей, расположенных в пределах конкретных водохозяйственных участков.

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

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.

*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>.*

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.

*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.;
- восьми городов с населением от 100 000 до 300 000 чел.

Установление (выделение) водохозяйственных участков и определение их границ проводится на основе государственных топографических карт и цифровых моделей рельефа с использованием гео-

информационных технологий. Границы водохозяйственных участков проходят по водоразделам (географической границе между смежными водосборами) и граничным расчетным створам.

*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 рисунку 9.



Рисунок 9 – Структура кода водохозяйственного участка

Комплексный подход об экономически эффективном и экологически безопасном использовании водных ресурсов предполагает оптимизацию водопользования в целях достижения максимального экономического эффекта при выполнении требований безопасности населения и сохранения водных объектов и прилегающих территорий в удовлетворительном состоянии.

*Комплексное использование водных ресурсов остается основополагающим принципом при строительстве гидроэнергетических объектов во всех странах мира в настоящее время.*

Комплексное использование водохранилищ позволяет эффективно решать глобальные проблемы, которые особенно остро встали перед человечеством в настоящее время и связаны с обеспечением водой населения, промышленности, сельского хозяйства, борьбой с наводнениями, с применением экологически чистых источников

электроэнергии, таких как возобновляемые гидроэнергетические ресурсы.

*Водоохранилище с гидроузлом и участок нижнего бьефа, в пределах которого сказывается влияние изменения гидрологического режима, а также все гидротехнические, защитные и природоохранные сооружения образуют водохозяйственный комплекс (ВХК). ВХК может объединять каскад гидроузлов на реке.*

*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); совершенствования правовых основ управления водными ресурсами; расширения научных исследований по проблемам рационального использования и охраны водных ресурсов, восстановления и сохранения водных экосистем; проведения мероприятия по предотвращению и устранению последствий вредного воздействия вод.

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 про-

явления 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; проведения реконструкции, своевременного ремонта сооружений; повышения 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. 18) позволяет дать их характеристику по ряду отличительных признаков, по масштабу и государственной важности объекта, основному направлению использования водных ресурсов, сложности в плане количества отраслей, использующих воду, и гидротехнических сооружений.

Таблица 18 – Классификация водохозяйственных комплексов

Классификация ВХК	Классификационные группы	
По масштабу	Межгосударственные	Государственные Региональные
	Бассейновые	Участка бассейна реки
По количеству отраслей	Одноотраслевой	Многоотраслевой
По количеству гидроузлов	Безузловой Узловой	Одноузловой Многоузловой
По направлению использования	Хозяйственно-питьевой	Промышленный
	Энергетический	Ирригационный
	Многоцелевой	Природоохранный

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.

### ***Вопросы для самоконтроля 9***

1. Понятие «водное хозяйство», как осуществляется государственное управление.
2. Что является основной единицей управления в области использования и охраны водных объектов?
3. По каким принципам укрупненные водохозяйственные районы разбиты на шесть типов?
4. Что представляют из себя водохозяйственные участки?
5. По каким принципам осуществляется выделение водохозяйственных участков?
6. Минимальная, максимальная площадь водохозяйственного участка.
7. Какое количество населенных пунктов может находиться в пределах одного водохозяйственного участка?
8. Где начинается выделение водохозяйственных участков и где заканчивается?
9. Структура кода водохозяйственного участка.
10. Что такое водохозяйственный комплекс?
11. Привести классификацию водохозяйственных комплексов

### **Лекция 10**

#### **Водопотребление и водоотведение. Виды использования водных ресурсов**

Согласно трактовке в *Водном кодексе РФ*, *использование водных объектов (водопользование)* – использование различными способами водных объектов для удовлетворения потребностей Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, физических лиц, юридических лиц.

В современной профессиональной терминологии используется обобщенное понятие «водопользование», под которым подразумеваются все виды отношений к воде, водоемам, водоисточникам. Вместе

с тем в обиходе по-прежнему широко распространены понятия «водопотребление», обозначающее использование водных объектов с изъятием водных ресурсов, и «водопользование» – использование водных объектов без изъятия водных ресурсов.

*При водопотреблении воду изымают из водных объектов, часть которой после использования возвращается в этот же или другой водный объект, 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.*

*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. 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.

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

- на совместное водопользование;
- обособленное водопользование.

*Обособленное водопользование может осуществляться на водных объектах или их частях, находящихся в собственности физических лиц, юридических лиц, водных объектах или их частях, находящихся в государственной или муниципальной собственности и предоставлен-*

ных 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:

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

### *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 (статья 87 ВК РФ).



## *Водопользование в промышленности*

Вода в промышленности используется как *сырье* при получении различных продуктов, таких как кислоты, спирты и т. д.; в качестве *разбавителя* и *растворителя* используется при выщелачивании и кристаллизации. Вода является *теплоносителем* или *охладителем* в различных технологических процессах; служит *рабочей средой* в гидравлических устройствах; является *моющим средством* при промывке сырья, тары, готовых изделий. На каждом предприятии вода используется также в непромышленных целях: для удовлетворения потребностей персонала, противопожарной безопасности, обеспечения нормальных санитарно-гигиенических условий и т. д. Расход воды для промышленного предприятия определяют в зависимости от удельного расходования воды (на единицу промышленной продукции) и мощности предприятия.

*Удельное водопотребление в значительной мере зависит от технологической схемы производства, системы промышленного водоснабжения, климатических условий и ряда других факторов.*

*Для составления схем комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейнов рек, отдельных районов используют укрупненные нормы водопотребления и водоотведения на единицу продукции.*

Для крупных промышленных объектов требуемое большое количество воды и водных ресурсов часто оказывается недостаточным. Место расположения предприятий диктуется источниками сырья или месторождением полезных ископаемых, используемых непосредственно в производстве.

При выборе места строительства нового предприятия всегда необходимо произвести технико-экономический расчет в сравнении с другими вариантами выбора наиболее дешевого транспортирования сырья либо водных ресурсов. При выборе площадки под строительство промышленного объекта следует учитывать его возможное влияние на природные водоемы.

*В промышленном водоснабжении используются прямоточные, оборотные, последовательные и смешанные схемы использования воды.* В большинстве производств создают системы оборотного водоснабжения. Поскольку часть воды (не более 2...5%) безвозвратно теряется, ее количество периодически пополняют «свежей» водой. Применение оборотного водоснабжения в промышленности дает существенную экономию природной воды. Экономия «свежей» воды

достигается также при использовании эффективных схем промышленного водоснабжения с повторным использованием воды. *Повторное использование воды* представляет собой забор возвратных вод (в том числе без дополнительной очистки или обработки) для технологических целей, орошения, обводнения, водоснабжения и других нужд.

Системы водоснабжения рекомендуется создавать с *оборотом воды или в виде замкнутых циклов для отдельных цехов*. На промышленном предприятии следует предусматривать строительство локальных очистных сооружений для очистки стоков, охлаждения оборотной воды, обработки и повторного использования сточных вод. Последовательное и прямоточное использование воды на производственные нужды со сбросом очищенных сточных вод в водоем допускается только при невозможности или нецелесообразности применения ее в системе оборотного водоснабжения.

#### *Водопользование в теплоэнергетике*

Основным потребителем воды на тепловой электростанции является конденсатор паровой турбины. Помимо этого имеются мелкие теплообменные аппараты, к которым подводится охлаждающая вода: воздухоохладители или газоохладители генераторов, воздухоохладители питательных электронасосов и возбuditелей генераторов, маслоохладители систем смазки механизмов. Система водоснабжения тепловой электростанции может быть прямоточной, оборотной или смешанной.

#### *Водоснабжение*

Современные системы водоснабжения городов и населенных мест представляют собой сложные технические системы, обеспечивающие прием природной воды, ее очистку с последующей подачей и распределением воды потребителям. Наиболее распространены многофункциональные системы водоснабжения, предназначенные для питьевого, бытового, хозяйственного, производственного и противопожарного водоснабжения. Состав и свойства питьевой воды при любом типе водоисточника, способе обработки и конструктивных особенностях водопроводной сети должны обеспечивать безопасность в эпидемиологическом отношении, безвредность химического состава и благопри-

ятные органолептические свойства. Технические и гигиенические требования и нормы, предъявляемые к питьевой воде, регламентирует ГОСТ 2874-82 и СанПиН № 4630-88.

*Среднесуточное водопотребление служит отправной точкой определения расчетного расхода воды, который необходим для удовлетворения потребности населения в любое время года, месяца, недели, включая сутки наибольшего водопотребления.*

Параметры водопроводных сооружений систем водоснабжения городов и населенных мест рассчитывают на определенный расчетный период, который может включать несколько очередей строительства, учитывающих перспективу развития города и повышение уровня благоустройства потребителей воды.

Расход воды, на прохождение которой рассчитывают элементы системы водоснабжения, изменяется в течение кварталов года, месяцев сезона, часов суток и минут часа. Эти колебания водопотребления необходимо учитывать при проектировании системы водоснабжения с заданным уровнем благоустройства. Рост численности населения и увеличение норм водопотребления поддаются прогнозу.

*Водопотребление зависит от степени благоустройства зданий, численности населения и климатических условий населенного пункта или города. Неравномерность водопотребления наблюдается в течение суток: максимальный расход воды – в середине дня, минимальный – ночью. Существенно возрастает водопотребление в праздничные и предвыходные дни. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды колеблется даже в течение часа. Нормы удельного водопотребления в зависимости от степени благоустройства зданий регламентируются.*

### *Водопользование в сельском хозяйстве*

По объему потребления воды сельское хозяйство значительно превосходит все другие отрасли народного хозяйства РФ.

*Водопользование в сельском хозяйстве включает орошение, водоснабжение и обводнение земель. В водохозяйственный комплекс входят также системы осушения переувлажненных и заболоченных угодий, сооружения сброса дренажных вод (после промывки засоленных земель) и другие коллекторно-дренажные сооружения.*

Продуктивность земельных угодий в значительной мере зависит от их влагообеспечения. Поэтому важнейшей задачей сельскохозяй-

ственного водопользования в деле обеспечения высокой продуктивности сельскохозяйственных культур является поддержание влажности почвы в необходимых пределах на протяжении всего вегетационного периода.

Орошение и обводнение, регулирование естественной влажности почвы осуществляется в результате реализации мелиоративных мероприятий. Главной задачей мелиорации земель является обеспечение устойчивости и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, повышение производительности труда и рост доходов предприятий.

### *Водоотведение и очистка сточных вод*

В процессе жизнедеятельности человека вода загрязняется веществами органического и минерального происхождения. Изменяются и ее физические свойства. Такие воды принято называть сточными.

*Сточные воды* представляют собой жидкие отходы, образующиеся в результате бытовой и производственной деятельности людей, а также организованного удаления с территорий атмосферных осадков и подразделяются:

- на *сточные воды населенных мест* – смесь бытовых и промышленных сточных вод;
- *дождевые* – образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков;
- *производственные* – от технологических операций на предприятиях;
- *оросительных систем* – дренажные воды.

Комплекс инженерных сооружений и санитарных мероприятий, предназначенных для сбора, отвода (транспортирования) за пределы обслуживаемых объектов, очистки, обезвреживания и обеззараживания загрязненных сточных вод и выпуска их в водоемы, называется *водоотводящей системой*. Водоотводящие системы также обеспечивают отвод и очистку вод, образующихся вследствие выпадения атмосферных осадков и таяния снега.

### *Вопросы для самоконтроля 10*

1. Водопользование согласно Водному кодексу.
2. Понятия «водопользование», «водопотребление», «водоотведение».

3. Виды водопользования исходя из условий предоставления водных объектов в пользование.
4. Чем отличается водопользование общее и специальное?
5. Назовите факторы, которые характеризуют рациональное использование водных ресурсов на промышленном предприятии.
6. Какие системы водоснабжения применяются на промышленном предприятии?
7. Для каких целей потребляется вода на тепловой электростанции?
8. Для чего предназначены современные системы водоснабжения городов и населенных мест? Что они собой представляют?
9. Какое водопотребление является отправной точкой определения расчетного расхода воды, который необходим для удовлетворения потребности населения?
10. От чего зависит водопотребление населенных пунктов, когда наблюдается его максимум и минимум?
11. Что включает в себя водопользование в сельском хозяйстве?
12. Что представляют из себя сточные воды, как образуются и подразделяются?

## 4.2. Водохозяйственный комплекс и его развитие

### Лекция 11

#### **Распределение воды по категориям водопользования. Платежи за пользование водными объектами. Виды платежей. Алгоритм расчета размера платежей**

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:

- забора (изъятия) водных ресурсов из поверхностных водных объектов;

- использования акватории водных объектов, в том числе для рекреационных целей;
- использования 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.*

Договор водопользования должен содержать:

- 1) сведения о водном объекте, в том числе описание границ водного объекта, его части, в пределах которых предполагается осуществлять водопользование;
- 2) цель, виды и условия использования водного объекта или его части (в том числе объем допустимого забора (изъятия) водных ресурсов);
- 3) срок действия договора водопользования;
- 4) размер платы за пользование водным объектом или его частью, условия и сроки внесения данной платы;
- 5) порядок прекращения пользования водным объектом или его частью;
- б) ответственность сторон договора водопользования за нарушение его условий.

К договору водопользования прилагаются материалы в графической форме (в том числе схемы размещения гидротехнических и иных сооружений, расположенных на водном объекте, а также зон с особыми условиями их использования) и пояснительная записка к ним.

### *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;

б) 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 плотах и с применением;

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.*

*Платежи за пользование водными объектам, водный налог*

*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.

*Размер платы определяется как произведение платежной базы и соответствующей ей ставки платы. Платежная база устанавливается в договоре водопользования по каждому виду пользования вод-*

ными объектами и определяется отдельно в отношении каждого водного объекта или его части.

*Платежной базой является:*

– для плательщиков, осуществляющих забор (изъятие) водных ресурсов из водных объектов или их частей, – объем допустимого забора (изъятия) водных ресурсов, включая объем их забора (изъятия) для передачи абонентам, за платежный период;

– для плательщиков, использующих водные объекты или их части без забора (изъятия) водных ресурсов для целей гидроэнергетики, – количество производимой электроэнергии за платежный период;

– для плательщиков, использующих акватории водных объектов или их частей, – площадь предоставленной акватории водного объекта или его части.

*К первичным документам по определению объемов забора воды из водных объектов (и дальнейшему ее использованию, включая отпуск воды другим потребителям) относятся:*

– журналы первичного учета использования воды, а именно:

формы ПОД-11 «Журнал учета водопотребления (водоотведения) средствами измерений», ПОД-12 «Журнал учета водопотребления (водоотведения) другими методами», ПОД-13 «Журнал учета качества сбрасываемых сточных вод»;

– журнал учета работы технологического оборудования;

– договоры на отпуск питьевой воды и прием сточных вод;

– форма государственной статистической отчетности по забору воды и сбросу сточных вод № 2-ТП (водхоз) «Сведения об использовании воды».

Таким образом, фактический объем забранной воды проверяется по данным журнала по учету забора воды, который должен вестись на предприятии ежедневно, на основании данных водоизмерительных приборов, а в случае отсутствия такого учета объем забранной воды рассчитывается исходя из времени работы и производительности технологического оборудования, объема выпускаемой продукции, норм водопотребления, суммарного расхода электроэнергии либо другими косвенными методами.

В случае если объем фактически забранной воды превысил показатель, закрепленный в договоре водопользования, на основании статьи 18 Водного кодекса № 74-ФЗ водопользователь обязан уплатить штраф за такое превышение в размере пятикратной платы за пользование водным объектом.



*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.*

Ставки водного налога установлены в абсолютной величине в рублях за единицу измерения налоговой базы – 1 тыс. куб. м забранной воды; 1 кв. км используемой акватории; 1 тыс. кВт/ч электроэнергии; 1 тыс. куб. м сплавляемой в плотях и кошелях древесины на каждые 100 км сплава.

Необходимо обратить внимание на то, что ставки водного налога за использование водного пространства (за исключением сплава древесины в плотях и кошелях) установлены в расчете на год. По остальным объектам налогообложения – на квартал.

*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 ка-

чества 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:*

- определения допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты;
- определения потребностей в водных ресурсах в перспективе;
- обеспечения охраны водных объектов;
- 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, геологоразведочных работ, а также работ по добыче полезных ископаемых, прокладке трубопроводов, кабелей и т. п.

Учетом осуществляется по форме № 2-ТП (водхоз), которым 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 м<sup>3</sup> 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 м<sup>3</sup> и более воды в сутки, а также водопользователи, имеющие оборотные системы водоснабжения общей мощностью 5 000 м<sup>3</sup> 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 м<sup>3</sup> и более в сутки.

### ***Вопросы для самоконтроля 11***

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

2. Для каких целей водный объект или часть водного объекта предоставляется в пользование, на какой срок?

3. Какие пункты должен содержать договор водопользования, с какого момента он считается заключенным?

4. Какие водные объекты предоставляются в пользование согласно решению о предоставлении водных объектов в пользование?

5. Какие органы власти устанавливают ставки платы за пользование водными объектами?

6. Каким образом определяется размер платы за использование водным объектом?

7. Что является платежной базой при оплате за использование водного объекта?

8. Какие документы относятся к первичным документам по определению объемов забора воды из водных объектов?

9. Что представляет из себя водный налог, по каким видам водопользования он оплачивается, каковы ставки?

10. Что такое лимит водопользования, каким образом он устанавливается и в каких документах?

11. В каких целях разрабатываются схемы комплексного использования и охраны водных объектов?

12. Что подлежит государственному учету, по какой форме он проводится?

## Практическая работа 9

Определение годового объема водопотребления участниками ВХК

### Задания

1. Определите годовой объем водопотребления участниками ВХК агропромышленного производства.
2. Определите годовой объем водопотребления участниками ВХК в промышленности.

### Ход выполнения задания

Годовой объем водопотребления в животноводстве определяется в зависимости от поголовья скота ( $N_{ж}$ ), нормы водопотребления одним животным в сутки ( $g_{ж}$ ), продолжительности расчетного периода ( $t = 365$  сут.) и КПД водопроводной сети ( $\eta_{ж}$ ). Норма водопотребления на перспективный период принимается по таблице 19.

Годовой объем водопотребления рассчитывается для каждого вида скота и по животноводству в целом (млн м<sup>3</sup>)

$$W_{жи} = N_{жи} \times g_{жи} \times \frac{365}{\eta_{ж}} \quad (19)$$

Общий объем

$$W_{ж} = \sum W_{жи} \quad (20)$$

Таблица 19 – Нормы водопотребления и водоотведения в животноводстве

Потребитель	Норма водопотребления g, л/сут*гол		Коэффициент возвратных вод $K_{вв}$	
	с гидросмывом	без гидросмыва	с гидросмывом	без гидросмыва
КРС	100	65	0.55	0.3
Свиньи	15	6	0.5	0.42
Овцы	10	8	0.5	0.2
Птица	1	0.8	0.0	0.0

Объем водопотребления в промышленности определяется в зависимости от планируемого объема выпускаемой продукции ( $V_i$ ) млн м<sup>3</sup>, годовой нормы водопотребления ( $g_{пи}$ ) и КПД системы водоснабжения ( $\eta$ ), а также использование структуры предприятия различных систем водоснабжения (последовательные, оборотные, комбинированные) (табл. 20).

$$W_{\pi i} = B_i \times \frac{g_{\pi i}}{\eta_{\pi}}, \quad (21)$$

где  $i$  – номер промышленного предприятия; КПД системы водоснабжения ( $\eta_{\pi}$ ) в промышленности принимается равным 0,98.

Общий объем

$$W_{\pi} = \sum W_{\pi i}. \quad (22)$$

Таблица 20 – Показатели использования водных ресурсов в промышленности

Вид промышленности	Норма водопотребления (всего)		Коэффициент водооборота, $K_{об}$	Коэффициент возвратных вод, $K_{вв}$
	Размерность	$g_{\pi}$		
Тяжелое машиностроение	шт/м <sup>3</sup>	110	0,82	0,18
Станкостроение	т/м <sup>3</sup>	337	0,82	0,18
Химическая	т/м <sup>3</sup>	52	0,90	0,10
Электроприборостроение	т/м <sup>3</sup>	208	0,84	0,16
Строительные материалы	т/м <sup>3</sup>	140	0,64	0,36
Металлургия	т/м <sup>3</sup>	261	0,92	0,08
Леспром	т/м <sup>3</sup>	350	0,76	0,24
Пищевая промышленность	т/м <sup>3</sup>	83	0,89	0,11
Легкая промышленность	1 000 м/м <sup>3</sup>	1 263	0,72	0,28
Энергопром	т/м <sup>3</sup>	6	0,50	0,50

## Лекция 12

### Возмещение вреда, причиняемого водным объектам при нарушении водного законодательства

Согласно ВК РФ, статье 69 «Возмещение вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства»:

1. Лица, причинившие вред водным объектам, возмещают его добровольно или в судебном порядке.

2. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства, утверждается в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, с учетом особенностей возмещения вреда, причиненного окружающей среде при сбросе загрязняющих веществ в водные объекты через централизованные системы водоотведения поселений или

городских округов, установленных законодательством Российской Федерации в сфере водоснабжения и водоотведения.

Приказом Минприроды России от 13 апреля 2009 г. № 87 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» с изменениями на 26 августа 2015 года была утверждена методика.

*Настоящая Методика применяется для исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства, в том числе нарушения правил эксплуатации водохозяйственных систем, сооружений и устройств, а также при авариях на предприятиях, транспорте и других объектах, связанных со сбросом вредных (загрязняющих) веществ в водный объект, включая аварийные разливы нефти и иных вредных (загрязняющих) веществ, в результате которых произошло загрязнение, засорение и (или) истощение водных объектов.*

*Настоящей Методикой учитывается причинение вреда водным объектам исключительно в результате следующих нарушений водного законодательства Российской Федерации:*

- загрязнение водных объектов с судов нефтью, вредными веществами, сточными водами или мусором (пункт 5 части 5 статьи 36 Водного кодекса);

- загрязнение водных объектов в результате сброса сточных вод и (или) дренажных вод в водные объекты, содержащие природные лечебные ресурсы, или отнесенные к особо охраняемым водным объектам (часть 2 статьи 44 Водного кодекса);

- загрязнение водных объектов в результате сброса сточных вод и (или) дренажных вод в водные объекты, расположенные в границах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения; первой, второй зон округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов; рыбоохранных зон, рыбохозяйственных заповедных зон (часть 3 статьи 44 Водного кодекса);

- засорение водных объектов в результате сплава древесины (статья 48 Водного кодекса);

- загрязнение и засорение водных объектов в результате сброса в водные объекты и захоронение в них отходов производства и потребления, в том числе выведенных из эксплуатации судов и иных плавучих средств (их частей и механизмов) (часть 1 статьи 56 Водного кодекса);

- загрязнение водных объектов вследствие аварий и иных чрезвычайных ситуаций (часть 3 статьи 56 Водного кодекса); загрязнение и засорение водных объектов радиоактивными веществами, пестицидами, агрохимикатами и другими опасными для здоровья человека веществами и соединениями вследствие превышения соответственно предельно допустимых уровней естественного радиационного фона, характерных для отдельных водных объектов, и иных установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации нормативов (часть 4 статьи 56 Водного кодекса);
- загрязнение и засорение водных объектов в результате захоронения в них ядерных материалов и радиоактивных веществ (часть 5 статьи 56 Водного кодекса);
- загрязнение и засорение водных объектов в результате сброса в них сточных вод, содержание в которых радиоактивных веществ, пестицидов, агрохимикатов и других опасных для здоровья человека веществ и соединений превышает нормативы допустимого воздействия на водные объекты (часть 6 статьи 56 Водного кодекса);
- загрязнение и засорение водных объектов радиоактивными и (или) токсичными веществами в результате проведения на водных объектах взрывных работ (часть 7 статьи 56 Водного кодекса);
- загрязнение и засорение болот отходами производства и потребления, загрязнение их нефтепродуктами, ядохимикатами и другими вредными веществами (часть 1 статьи 57 Водного кодекса);
- ухудшение состояния неиспользуемых частей болот, других водных объектов и истощение вод вследствие осушения либо иного использования болот или их частей (часть 2 статьи 57 Водного кодекса);
- загрязнение ледников, снежников в результате несанкционированного сброса сточных вод, а также засорение ледников, снежников отходами производства и потребления, загрязнение их нефтепродуктами, ядохимикатами и другими вредными веществами (часть 1 статьи 58 Водного кодекса);
- негативное воздействие на состояние водных объектов и истощение вод в результате забора (изъятия) льда из ледников (часть 2 статьи 58 Водного кодекса);
- загрязнение водных объектов в результате сброса в водные объекты сточных вод, не подвергшихся санитарной очистке, обезвреживанию (пункт 1 части 6 статьи 60 Водного кодекса), а также в случае нарушения установленных нормативов допустимого воздействия на водные объекты (часть 4 статьи 35 Водного кодекса), в том

числе в результате сброса абонентами сточных вод в централизованную систему водоотведения с нарушением нормативов допустимых сбросов абонентов и (или) лимитов, установленных в соответствии с Федеральным законом «О водоснабжении и водоотведении», а также нормативов водоотведения (сброса) по составу сточных вод, установленных в соответствии с Правилами холодного водоснабжения и водоотведения;

- забор (изъятие) водных ресурсов из водного объекта в объеме, оказывающем негативное воздействие на водный объект (пункт 2 части 6 статьи 60 Водного кодекса);

- загрязнение и засорение водных объектов вследствие сброса в водные объекты сточных вод, в которых содержатся возбудители инфекционных заболеваний, а также вредные вещества, для которых не установлены нормативы предельно допустимых концентраций (пункт 3 части 6 статьи 60 Водного кодекса);

- загрязнение, засорение, заиление водных объектов и истощение их вод вследствие нарушения специального режима осуществления хозяйственной и иной деятельности на территории водоохраных зон водных объектов (статья 65 Водного кодекса).

*Настоящая Методика не распространяется на случаи исчисления размера вреда, причиненного:*

- здоровью и имуществу граждан, имуществу юридических лиц, а также водным биоресурсам в результате ухудшения экологического состояния водных объектов;

- водным объектам в результате стихийных бедствий, если установлено, что причинение вреда связано с обстоятельствами непреодолимой силы;

- затоплением и подтоплением сельскохозяйственных угодий, зданий, сооружений и коммуникаций при разрушении гидротехнических и иных сооружений на водных объектах;

- водным объектам в результате сброса сточных вод, осуществляемого в пределах параметров, установленных в разрешительной документации, предусмотренной действующим законодательством;

- водным объектам в результате забора воды в целях обеспечения питьевого водоснабжения населения в случае возникновения чрезвычайной ситуации.



## *Общие принципы исчисления размера вреда, причиненного водным объектам*

1. Исчисление размера вреда основывается на компенсационном принципе оценки и возмещения размера вреда по величине затрат, необходимых для установления факта причинения вреда и устранения его причин и последствий, в том числе затрат, связанных с разработкой проектно-сметной документации, и затрат, связанных с ликвидацией допущенного нарушения и восстановлением состояния водного объекта до показателей, наблюдаемых до выявленного нарушения, а также для устранения последствий нарушения.

2. Исчисление размера вреда может осуществляться исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния водного объекта, а также в соответствии с проектами восстановительных работ.

*Исчисление размера вреда водному объекту исходя из фактических затрат осуществляется на основании данных о стоимости основных видов работ и (или) фактически произведенных расходах по следующим основным мероприятиям и работам:*

- проведение анализов качества вод и донных отложений водного объекта;
- расчет затрат или разработка проектно-сметной документации по устранению последствий нарушения водного законодательства;
- мероприятия по оценке распространения вредных (загрязняющих) веществ в водном объекте и последующего их влияния на использование водного объекта для водоснабжения, рекреации и иных целей водопользования;
- мероприятия по предупреждению распространения загрязнения на другие участки водного объекта или на другие водные объекты;
- строительство временных зданий и сооружений, использованных при осуществлении работ по ликвидации последствий нарушения водного законодательства;
- сбор, удаление, утилизация вредных (загрязняющих) веществ, нефти, нефтесодержащих веществ, отходов производства и потребления, фильтрующего материала и иных материалов, использованных при ликвидации последствий нарушения водного законодательства;
- подъем затонувших судов и иных предметов;
- мероприятия по предотвращению попадания в водный объект вредных (загрязняющих) веществ и отходов с водосборной площади;

- очистка донных отложений водного объекта от вредных (загрязняющих) веществ;
- мероприятия по очистке и восстановлению водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов.

*Исчисление размера вреда производится с учетом факторов, влияющих на его величину и к которым относятся:* состояние водных объектов, природно-климатические условия, длительность и интенсивность воздействия вредных (загрязняющих) веществ на водный объект.

Исчисление размера вреда, причиненного водному объекту, осуществляется независимо от того, проводятся мероприятия по устранению нарушения и его последствий непосредственно вслед за фактом нарушения или будут проводиться в дальнейшем в соответствии с программами по использованию, восстановлению и охране водных объектов, а также программами социально-экономического развития регионов.

### ***Вопросы для самоконтроля 12***

1. Каким образом лица, причинившие вред водным объектам, возмещают ущерб согласно ВК РФ статьи 69?
2. Назовите номер, дату утверждения, последнюю редакцию приказа «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства».
3. Назовите случаи, когда применяются Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства.
4. Перечислите нарушения водного законодательства Российской Федерации, которые учитываются Методикой.
5. Назовите случаи исчисления размера вреда, на которые не распространяется Методика.
6. В чем заключаются общие принципы исчисления размера вреда, причиненного водным объектам?
7. Назвать мероприятия и работы по которым осуществляется исчисление размера вреда водному объекту, исходя из фактических затрат, на основании данных, о их стоимости и (или) фактически произведенных расходах.
8. Назвать факторы, влияющие на величину исчисления размера вреда водному объекту.

## Практическая работа 10

Определение годового объема водопотребления участниками ВХК агропромышленного предприятия. Коммунально-бытовое хозяйство

### Задание

Определение годового объема водопотребления участниками ВХК агропромышленного предприятия. Коммунально-бытовое хозяйство.

### Ход выполнения задания

Объем водопотребления в коммунально-бытовом хозяйстве (к.б.х.) определяется в зависимости от численности населения ( $N$ ), нормы водопотребления (по классификации норм водопотребления, для перспективных расчетов используется: перспективная балансовая норма ( $g$ ), расчетного периода времени ( $t = 365$  сут.) и коэффициента полезного действия ( $\eta$ ) системы водоснабжения:

– городское коммунально-бытовое хозяйство (млн  $m^3$ )

$$W_r = N_r \times g_r \times \frac{365}{\eta_r}; \quad (23)$$

– сельское коммунально-бытовое хозяйство (млн  $m^3$ )

$$W_c = N_c \times g_c \times \frac{365}{\eta_c}. \quad (24)$$

Норма водопотребления в основном зависит от степени благоустройства (табл. 21). На перспективный период планируется повышение степени благоустройства, поэтому для условий города принимается норма  $g_{\text{перг}} = 360$  л/сут.×чел, для сельской местности  $g_{\text{перс}} = 50$  или 80 л/сут.×чел.

Таблица 21 – Нормы водопотребления в коммунально-бытовом хозяйстве в зависимости от степени благоустройства

Характеристика степени благоустройства	Нормы водопотребления, л/сут.×чел.
1	2
Сельская местность	
Водозабор из колодцев	30
Водозабор из водоразборных колонок общего пользования	50

1	2
Поселки городского типа	
Централизованное водоснабжение холодной водой, канализация	125...160
Города	
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

Примечания: коэффициента полезного действия ( $\eta$ ) системы водоснабжения принимаются равными: для города 0,95, для села 0,9.

## Практическая работа 11

### Оценка объемов водоотведения для отраслей хозяйства

#### Задание

Определите объемы сточных вод для различных потребителей.

#### *Ход выполнения задания*

Объемы сточных вод определяются для водопотребителей по формуле в зависимости от коэффициентов возвратных вод и объемов водопотребления (млн м<sup>3</sup>)

$$W_{\text{вв}i} = K_{\text{вв}i} \times W_i, \quad (25)$$

где  $K_{\text{вв}i}$  – коэффициент возвратных вод  $i$ -го участника ВХК, с учетом системы водоснабжения;  $W_i$  – объем водопотребления (всего), который подается потребителю. Рассчитанные объемы водопотребления и водоотведения представляются в табличной форме (табл. 22).

Таблица 22 – Объемы водопотребления и водоотведения участниками ВХК, млн м<sup>3</sup>

Водопотребители	W	$K_{\text{вв}}$	$W_{\text{вв}}$
Городское кбх		0,7	
Сельское кбх		0,6	
Промышленность		Табл. 19	
Животноводство		Табл. 20	
Рекреация		0,7	
Орошение		0,1	
Рыбное прудовое хозяйство		0,8	

## Практическая работа 12

Оценка показателя предельной загрязненности. Оценка качества речной воды в многолетнем разрезе

### Задание

Определите загрязненность сточных вод

### Ход выполнения задания

Загрязненность сточных вод оценивается показателем предельной загрязненности  $W_{пз}$  (млн м<sup>3</sup>), который определяется по формуле

$$W_{пзи} = K_{пзи} \times W_{вви}, \quad (26)$$

где  $K_{пзи}$  – коэффициент предельной загрязненности  $i$ -го источника загрязнения;  $W_{вви}$  – объем загрязненных сточных вод, поступающий в водный объект от  $i$ -го источника загрязнения. Для водопотребителей – это объем возвратных вод.

$$K_{пз} = \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{ПДК_j} - 1, \quad (27)$$

где  $C_j$  – концентрация  $j$ -го загрязняющего вещества в сточных водах;  $ПДК_j$  – предельно допустимая концентрация  $j$ -го загрязняющего вещества;  $n$  – количество загрязняющих веществ, используемых для оценки загрязненности сточных вод. В расчетах по оценке загрязненности воды количество загрязняющих веществ берется в пределах от 5 до 10 ( $n = 5 \dots 10$ ), в состав которых входят: взвешенные вещества, органические вещества, оцениваемые по БПК, вещества азотной группы ( $NH_4$ ,  $NO_3$ ), растворенный кислород и другие характерные загрязнители.

Коэффициенты предельной загрязненности определяются в табличной форме.

## Практическая работа 13

Расчет водохозяйственного баланса с учетом ВОМ

### Задание

Рассчитайте водохозяйственный баланс с учетом ВОМ.

### *Ход выполнения задания*

*Водохозяйственные расчеты и балансы* – один из наиболее важных разделов схем комплексного использования и охраны водных объектов (КИОВО), определяющий необходимость и очередность проведения водохозяйственных и водоохраных мероприятий.

*Водохозяйственные балансы* – расчеты по сопоставлению потребностей водопользователей в водных ресурсах с доступными для использования водными ресурсами в границах речных бассейнов, подбассейнов, водохозяйственных участков при различных условиях водности (с учетом неравномерного распределения поверхностного и подземного стоков вод в различные периоды, территориального перераспределения стоков поверхностных вод, пополнения водных ресурсов подземных водных объектов), предназначенные для оценки количества и степени освоения доступных для использования водных ресурсов водных объектов.

*Водохозяйственный участок* – часть речного бассейна, имеющая характеристики, позволяющие установить лимиты забора (изъятия) водных ресурсов из водного объекта и другие параметры использования водного объекта.

*Располагаемые водные ресурсы* – объем поверхностных и подземных вод, доступных для многолетнего гарантированного использования при существующем и проектируемом составе водохозяйственных мероприятий.

*Речной бассейн* – территория, поверхностный сток с которой через связанные водоемы и водотоки осуществляется в море или озеро.

*Под бассейн* – бассейн реки, впадающей в главную реку речного бассейна.

В проектной практике обосновывающие воднобалансовые расчеты оценивают количественное соотношение располагаемых водных ресурсов и водопотребления. В дальнейшем результаты балансов оценивают с позиций достаточности предусматриваемых водоохраных мероприятий. По величине ВХБ делается вывод о наличии или отсутствии дефицита воды.

Уравнение водохозяйственного баланса имеет вид

$$\text{ВХБ} = W_p + W_{\text{п.в.}} + \sum W_{\text{вв}i} + \sum W_i - W_{\text{поп}} - \alpha \times W_{\text{п.в.}}, \quad (28)$$

где  $W_p$  – объем стока реки;

$W_{\text{п.в.}}$  – водозабор из подземных вод;

$W_{\text{вв}i}$  – объем возвратных вод  $i$ -го участника ВХК;

$W_i$  – объем водопотребления  $i$ -м участником ВХК;

$W_{\text{поп.}}$  – объем расчетных попусков на нижележащий участок реки;

$\alpha$  – коэффициент гидравлической связи речных и подземных вод;

$W_{\text{п.в.}}$  – объем водозабора из подземных вод;

$\alpha \times W_{\text{п.в.}}$  – ущерб речному стоку от использования подземных вод.

Составляющие водохозяйственного баланса используются для оценки качества воды в реке на основе показателей загрязненности сточных вод. Оценка качества речной воды делается путем расчета показателя предельной загрязненности речной воды и классификационной таблицы. Показатель загрязненности реки определяется по формуле

$$K_{\text{пзр}} = \frac{\sum W_{\text{пз}} + \sum W_{\text{вв}}}{W_{\text{ф}}} - 1, \quad (29)$$

где  $W_{\text{ф}}$  – фактический сток воды в реке

$$W_{\text{ф}} = W_p + W_{\text{п.в.}} + \sum W_{\text{вви}} + \sum W_i - W_{\text{поп}} - \alpha \times W_{\text{п.в.}}. \quad (30)$$

Таблица 23 – Оценка качества воды по показателю предельной загрязненности

$K_{\text{пз}}$	$\leq -0,8$	$-0,8 \dots 0$	$0 \dots 1$	$1 \dots 3$	$3 \dots 5$	$> 5$
Класс качества	Очень чистая	Чистая	Умеренно грязная	Загрязненная	Грязная	Очень грязная

Расчеты водохозяйственного баланса и оценка качества воды в реке проводятся в табличной форме.

Таблица 24 – Водохозяйственный баланс в годовых объемах стока и водопотребления на перспективный период с учетом планируемых водохозяйственных мероприятий (ВХМ). Основная расчетная обеспеченность 75%, проверочная  $P = 95\%$

Статьи ВХБ	ВХБ без ВХМ	Водохозяйственные мероприятия, $P = 75\%$						$P = 95\%$
		1	2	3	4	5	6	
Приход								
$W_p$								
$W_{пв}$								
Возвратные воды								
Город								
Село								
Промышленность								
Животноводство								
Рекреация								
Орошение								
$\sum W_{вв}$								
Итого приход								
Расход								
Водопотребление								
Город								
Село								
Промышленность								
Животноводство								
Рекреация								
Орошение								
$\sum W$								
$\alpha * W_{пв}$								
$W_{поп}$								
Итого расход								
ВХБ								
Загрязненность сточных вод								
Город								
Село								
Промышленность								
Животноводство								
Рекреация								
Орошение								
Богара								
$\sum W_{пз}$								
$K_{пз р}$								
Класс качества воды в реке								



### *Выводы*

1. Если  $VXB < 0$  – на перспективный период ожидается дефицит стока:

$$D = /VXB < 0/,$$

если  $VXB > 0$  – дефицита стока нет, есть резерв воды (свободный ресурс):

$$R = (VXB > 0).$$

2. Показывается изменение качества воды в реке с учетом водоохраных мероприятий.

## **Лекция 13**

### **Капитальные и текущие затраты на использование и охрану водных ресурсов**

Все природные ресурсы, в том числе и водные, – общенародная собственность. Однако это не означает, что они не должны иметь экономической оценки. Использование природных ресурсов должно осуществляться на экономической основе.

*Существуют два способа расчета экономических показателей: на базе расходов, имевших место при освоении ресурсов, и по ожидаемому эффекту.*

Вопросам всестороннего анализа мероприятий по использованию и охране водных ресурсов необходимо уделять серьезное внимание, так как водохозяйственные объекты являются весьма капиталоемкими и требующими длительных сроков строительства и освоения.

*Водохозяйственные мероприятия по использованию водных ресурсов оценивают:*

- *с технической;*
- *экологической;*
- *социологической;*
- *экономической сторон.*

*Такой анализ называют технико-экономическим.* Он необходим при проектировании, реконструкции и эксплуатации водохозяйственных систем.

*Технико-экономический анализ является основой при определении структуры системы, выборе параметров ее элементов, оценке экономической эффективности варианта решения, для распределения затрат между участниками водохозяйственного комплекса, при обосновании эффективности водоохраных мероприятий.*

При технико-экономическом анализе рассматривают несколько альтернативных вариантов решения поставленной задачи. Большое значение при этом имеет, какой ценой достигается поставленная цель в каждом из рассматриваемых решений.

*При проектировании выявляют экономически наиболее выгодный вариант проектного решения. Это делают на основе общей компоновки системы, построения структурной схемы, выбора типа сооружений водоснабжения и водоотведения, способов повторного использования воды, методов орошения и осушения сельскохозяйственных земель, видов мелиорации земель в сельскохозяйственном производстве.*

### *1. Основные фонды водного хозяйства*

В сфере материального производства участвуют люди и средства производства. Средства производства делятся на средства труда и предметы труда.

*Средства труда* – машины, оборудование, здания и сооружения относят к основным фондам. Их стоимость переносится на выпускаемую продукцию долями в виде амортизационных отчислений в течение относительно длительного периода.

*Предметы труда* – сырье, материалы и т. д. – относят к оборотным фондам. Стоимость их полностью переносится на продукцию одного производственного цикла.

*Капитальные вложения* представляют собой затраты на создание новых, расширение и реконструкцию действующих основных фондов. Основным источником затрат на капитальные вложения является национальный доход, который представляет собой часть совокупного общественного продукта.

*Национальный доход* состоит из фонда потребления и фонда накопления.

Фонд накопления направляют на расширение и совершенствование производства; значительную часть его используют на капитальные вложения.

*Одним из важнейших показателей интенсификации использования водных ресурсов является водоемкость национального дохода.*

Водоемкость национального дохода (по забору свежей воды) имеет тенденцию к снижению. Более быстрыми темпами снижалась водоемкость совокупного общественного продукта. Однако снижение водоемкости происходит неравномерно: отстающим звеном является

сельское хозяйство. Динамика водоемкости общественного производства показывает, что в сфере потребления воды имеются значительные резервы интенсификации водопользования, хотя уже наметилась общая тенденция снижения забора свежей воды.

## *2. Капитальные вложения и эксплуатационные расходы*

*Капитальные вложения включают:*

- затраты на выполнение строительно-монтажных работ;
- стоимость приобретенного оборудования, инструмента, инвентаря;
- прочие затраты (научные, проектно-изыскательские работы, содержание дирекции строящихся предприятий и др.).

*В структуре капитальных вложений наибольший удельный вес имеют строительно-монтажные работы, меньший – оборудование, незначительный – прочие затраты.*

Эффективность капитальных вложений проектного решения определяет экономический эффект, получаемый в результате реализации проекта строительства. Задача здесь сводится к отысканию такого варианта проектного решения, при котором достигается минимум общественно необходимых затрат в сфере строительства и эксплуатации.

Проектирование неразрывно связано с технико-экономическим анализом, позволяющим обосновать выбор наилучшего варианта строительства, способствующего повышению эффективности капитальных вложений.

Эта задача решается в двух направлениях: *выявление общей (абсолютной) экономической эффективности и сравнение экономического эффекта вариантов технического решения.*

Общая (абсолютная) экономическая эффективность представляет собой отношение эффекта ко всей сумме капитальных вложений. *Эффективность капитальных вложений Э в целом по отрасли водного хозяйства может быть представлена отношением прироста годового дохода к способствующим ему капитальным вложениям*

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta D}{K}, \quad (31)$$

где  $\Delta D$  – прирост годового дохода (чистая продукция), равный разности фактических объемов дохода за два следующих друг за другом года;  $K$  – капитальные вложения.

Когда прирост чистой продукции не определяют, то экономическую эффективность устанавливают отношением прироста прибыли к капитальным вложениям, обеспечивающим этот прирост. Прибыль определяют как разность стоимости годового выпуска продукции в оптовых ценах и себестоимости этой продукции, а экономический эффект равен отношению этой разности к капитальным вложениям.

Сравнительная экономическая эффективность рассматривается в процессе оценки и выявления более эффективного варианта проектных решений. Показателем эффективности в этом случае являются приведенные затраты

$$З = И + E_n \times K \quad (32)$$

или полные затраты

$$З = И \times T_n + K, \quad (33)$$

где И – издержки эксплуатации (текущие затраты, себестоимость или эксплуатационные расходы);  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (в настоящее время принят для отрасли водного хозяйства, равный 0,12)  $E_n = 1 / T_n$ ; К – единовременные капитальные затраты в осуществление строительства;  $T_n$  – нормативный срок окупаемости, равный 8,35 года.

Приведенные затраты относят к одному году эксплуатации сравниваемых вариантов объектов строительства.

*Издержки эксплуатации (текущие затраты) составляют себестоимость единицы выпускаемой продукции или себестоимость годового выпуска продукции.*

*В себестоимость входят все затраты, связанные с выпуском какой-либо продукции:*

- оплата труда;
- стоимость потребленных материалов, топлива, энергии;
- амортизационные отчисления по основным фондам;
- эксплуатационные расходы по их содержанию (отопление, водоснабжение, электроснабжение, смазочные и обтирочные материалы и др.);
- накладные расходы.

*К единовременным затратам относят капитальные вложения на создание новых, расширение и реконструкцию существующих основных фондов производственного и непроизводственного назначе-*

ния. При выявлении экономической эффективности объектов принимают полные капиталовложения с учетом сопряженных затрат.

Капитальные вложения в строительство включают затраты на возведение основного объекта и на приобретение производственного оборудования, а также затраты на все смежные сооружения, необходимые для получения основной продукции (вспомогательные здания и сооружения, подъездные пути, водозаборы, водосбросы, очистные сооружения, энергетические объекты, коммуникации и т. п.).

К сопряженным затратам относят капитальные вложения на создание материально-технической базы строительной индустрии (заводов железобетонных изделий, домостроительных и деревообделочных комбинатов, заводов стальных конструкций и товарного бетона, заводов санитарно-технических заготовок и др.).

При определении приведенных затрат пользуются себестоимостью единицы продукции и удельными капитальными вложениями. В данном случае удельные капитальные вложения представляют собой полные единовременные затраты, приходящиеся на единицу годовой мощности, на 1 м коммуникаций и т. п.

При технико-экономическом анализе проектных решений используют следующие основные показатели:

- капитальные вложения, эксплуатационные расходы, затраты на возведение водохозяйственных объектов в смежных отраслях народного хозяйства, себестоимость (очистки и транспортирования питьевой воды в городе;
- очистки и отведения канализационных стоков;
- подачи воды для орошения сельскохозяйственных культур).

В практической деятельности проектных организаций капитальные вложения определяют в соответствии со сметно-финансовой документацией, разрабатываемой на основе Инструкции о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений и СНиП 1.02.01-85.

Полные капитальные вложения (сметная стоимость проектируемого объекта) в учебных условиях определяют по удельным капитальным вложениям. В этом случае полные капитальные вложения на возведение объектов определяют умножением значений удельных капитальных вложений на производительность сооружения, протяженность коммуникаций и т. п.

*Капитальные вложения для возведения сооружений систем водоснабжения и канализации включают сумму затрат на строительство водозаборных резервуаров и башен, прокладку водоводов магистральных и распределительных сетей, строительство коллекторов и очистных сооружений, в том числе отстойников, фильтров, установок для обеззараживания воды насосных станций и т. п. Капитальные вложения по каждому из вариантов определяют с учетом сопоставимости по комплексу затрат и уровню цен.*

Объектные сметы составляют по рабочим проектам. Они определяют сметную стоимость сооружений, входящих в состав системы водоснабжения или канализации, а также всего водохозяйственного комплекса узла.

*Сметную стоимость отдельных сооружений определяют по прейскурантам, укрупненным сметным нормам.*

Составлению сметы предшествует определение объемов работ с применением технических спецификаций. Например, техническая спецификация для составления смет на внешние сети систем водоснабжения включает наименование участка сети, длину трубопровода, диаметр и материал труб, характеристику грунтов, глубину заложения, наличие грунтовых вод и т. п.

В объектные сметы включают средства на возведение временных зданий и сооружений в размере не более 3% от строительных и монтажных работ, а также прочие затраты, которые относятся к данному сооружению. Резерв средств на непредвиденные работы и затраты начисляется в размере 1,5% от итогов.

*Издержки эксплуатации (эксплуатационные расходы) определяют путем сложения затрат, связанных с амортизацией основных фондов, текущим ремонтом, расходом электроэнергии, на выплату заработной платы и т. д.*

Амортизационные отчисления определяют в процентах от сметной стоимости. Они включают сумму амортизационных отчислений, необходимых для поддержания в работоспособном состоянии сооружений, зданий и установленного на них оборудования.

### *3. Эффективность капитальных вложений*

*Экономическую эффективность капитальных вложений в водохозяйственные мероприятия рассматривают одновременно с вопросами рационального использования водных ресурсов и мероприятиями по охране вод, а также при решении задач по охране вод от загряз-*

нения, их очистке и обеспечению возможностей дальнейшего и повторного использования.

*Определение экономически наиболее выгодного варианта решения в целом и отдельных его элементов является основной целью качественного проектирования.* Получаемые при этом экономические показатели (размеры капитальных вложений, себестоимость, сроки окупаемости и пр.) позволяют всесторонне оценить качество проекта. Обоснование структуры и построение технологической схемы при проектировании водохозяйственного комплекса целиком и полностью основывается на данных технико-экономического анализа.

*Для определения рациональной структуры последовательно сопоставляют между собой варианты решения.* Наилучшей структурой (состав участников ВХК) считается та, где наименьшие затраты для народного хозяйства.

Методической основой для выбора наилучшего варианта технического решения из числа альтернативных служит метод сравнительной экономической эффективности. Многообразие и взаимосвязи водохозяйственных мероприятий, их комплексный характер определяют сложность определения экономической эффективности.

*Определение экономической эффективности использования водных ресурсов и проведения водоохраных мероприятий состоит в сопоставлении затрат на эти мероприятия с получаемыми от них результатами, при помощи которых получают ответ на вопрос о том, оправдаются ли производимые затраты.*

Величиной, характеризующей затраты, чаще всего являются капитальные вложения, а в качестве экономического результата используют данные о сумме прибыли  $D$ , получаемой благодаря этим капитальным вложениям. Если, например, капитальные вложения в водоохраные мероприятия составляют 10 млн руб. и обеспечивают ежегодно получение прибыли 1,3 млн руб., то срок возврата капитальных вложений составит 7 лет, что является благоприятным показателем общей экономической эффективности при  $T_n = 8,3$  года.

Одно и то же мероприятие может быть выполнено с применением разных технических вариантов его осуществления, различающихся как по капитальным вложениям, так и по ежегодным издержкам или себестоимости продукции. Таких вариантов может быть несколько. Из них необходимо выбрать самый экономичный. Вариант с минимальным значением приведенных затрат признается наилучшим.

Оценка экономической эффективности обязательна для всех объектов, так как при проведении любого мероприятия необходимо знать, насколько оно эффективно и является ли выбранный вариант наиболее экономичным.

При выборе экономически наиболее выгодного варианта пользуются коэффициентом сравнительной экономической эффективности, который показывает экономию ежегодных издержек на 1 руб. дополнительных капитальных вложений

$$E = \frac{(I_{II} - I_I)}{(K_I - K_{II})}. \quad (34)$$

Обратную коэффициенту сравнительной экономической эффективности величину называют сроком окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{\Delta K} = \frac{(K_I - K_{II})}{(I_{II} - I_I)}. \quad (35)$$

Вариант с большими капитальными вложениями (но меньшими ежегодными издержками) экономически выгоден тогда, когда  $E > E_n$ , при  $E = E_n$  (формула выше) оба варианта равнозначны.

При определении экономической эффективности капитальных вложений, в особенности по крупным водохозяйственным объектам, для осуществления которых требуется длительное время, необходимо учитывать фактор времени, т. е. срок освоения капитальных вложений, с одной стороны, и срок вывода объекта на проектный уровень получения прибыли – с другой.

Когда капитальные вложения осваиваются в разные сроки, суммарные (за все годы строительства) приведенные капитальные вложения вычисляют по формуле

$$K \sum_{t=1}^T K_t \times (1 + E_0)^{\tau - t}, \quad (36)$$

где  $T$  – срок строительства;  $K_t$  – капитальные вложения в  $t$ -м году;  $E_0$  – нормативный коэффициент, учитывающий потери в результате омертвления капитальных вложений;  $\tau$  – год приведения (базисный год).

Значения  $E_0$  связаны с нормативным коэффициентом эффективности капитальных вложений  $E_n$  зависимостью  $E_0 = 0,8E_n$ .



#### 4. Принципы технико-экономического анализа водохозяйственных систем

Основными техническими и экономическими характеристиками при анализе вариантов являются:

- продукция;
- производственная мощность;
- производительность;
- себестоимость продукции;
- удельные капиталовложения;
- экономический эффект и др.

Для гидроэлектростанций это установленная мощность, МВт; среднегодовая выработка электроэнергии, кВт·ч; себестоимость электроэнергии, коп/(кВт·ч). Для водоснабжения – это расход воды, м<sup>3</sup>/с; себестоимость воды, коп/м<sup>3</sup>. Для морского порта это грузооборот, длина причалов (причальной линии), себестоимость перевозки грузов, руб/т.

Продукция  $Pr$  дает представление об объеме ежегодно производимой отдельным объектом или всем водохозяйственным комплексом выработки (вырабатываемая электроэнергия, кВт·ч); количестве перевезенного груза, т·км; расходе воды, м<sup>3</sup>/год; урожайности, т/га и т. д.

Удельные капиталовложения  $K_{уд}$  определяют отношения капиталовложений к установленной мощности или производимой продукции, т. е. представляют собой капиталовложения, приходящиеся на единицу мощности или продукции. Удельные капиталовложения при возведении комплекса сооружений определяются по формуле

$$K_{уд} = \frac{K_i}{N}, \quad (37)$$

где  $K_i$  – капитальные вложения, руб.;  $N$  – производительность системы (например, водоснабжения и канализации), м<sup>3</sup>/сут.

Полученные в результате обработки данных сметно-финансовых расчетов удельные капиталовложения служат не только для оценки экономической эффективности проектных решений, но и для определения стоимости капитальных вложений в элементы системы при технико-экономическом анализе предпроектных решений или выборе альтернативных вариантов решения для последующего анализа.

*Ежегодные расходы (издержки) эксплуатации складываются:*

- прямых эксплуатационных расходов (заработной платы эксплуатационному персоналу;
- из стоимости сырья, материалов, текущего ремонта;
- расхода на электроэнергию и т. д.) и отчислений (руб/год) на амортизацию (реновацию, т. е. на полное восстановление сооружений и оборудования и на капитальный ремонт).

*Ежегодные издержки равны себестоимости годового выпуска продукции.*

*Себестоимость* – годовой выпуск продукции, руб/год, – охватывает определенную номенклатуру расходов.

Например, для канализационных хозяйств Министерством жилищно-коммунального хозяйства РФ установлена номенклатура расходов, состоящая из следующих основных статей:

- материалы (химические реагенты);
- электроэнергия, топливо;
- амортизация;
- заработная плата производственных рабочих;
- цеховые и обще эксплуатационные расходы; внеэксплуатационные расходы.

*Себестоимость производства единицы продукции* – отношение полных ежегодных расходов (издержек, включая отчисления на амортизацию) к производимой продукции (для водоснабжения, водоотведения – к производительности системы, м<sup>3</sup>/год).

Стоимость годового выпуска продукции представляет собой *валовой доход*.

Годовая прибыль, или чистый доход, водохозяйственного комплекса или отдельного объекта (руб/год) равна  $D = Ц - И$ , где  $Ц$  – стоимость годового выпуска продукции, производимой водохозяйственным комплексом или отдельным объектом, в оптовых ценах предприятия, руб/год.

Важнейшей характеристикой строящегося объекта является экономическая эффективность капитальных вложений. Для действующих объектов экономическую эффективность определяют отношением годовой прибыли к среднегодовым фондам (основным и оборотным). Показателем общей экономической эффективности для проектируемых объектов считают коэффициент эффективности капитальных вложений  $E_n$ .

Нормативный коэффициент  $E_n$  установлен для различных отраслей народного хозяйства 0,10...0,16 в зависимости от специализации хозяйств.

Для расширяющихся или реконструируемых предприятий коэффициент  $E_n$  этого предприятия должен быть не ниже, чем до расширения или реконструкции.

*Водоохранные мероприятия имеют своей целью борьбу с загрязнением вод, ухудшающих качество природной воды и приводящих к ущербу народное хозяйство.*

Показатели экономической эффективности капитальных вложений в этом случае должны учитывать снижение ущерба.

Предположим, что в результате дополнительных капитальных вложений  $\Delta K = 10$  млн руб. на водоохранные мероприятия, до осуществления которых ежегодный ущерб составлял  $U_1 = 6$  млн руб., последний снизился до  $U_2 = 4$  млн руб.

Тогда срок возврата капитальных вложений

$$T = \Delta K / (U_1 - U_2) = 10 / (6 - 4) = 5 \text{ лет,}$$

а коэффициент эффективности

$$E = (U_1 - U_2) / \Delta K = (6 - 4) / 10 = 0,2.$$

*Если  $T = 5 < T$  и  $F > F_n$ , то капитальные вложения в водоохранные мероприятия оправдают себя.*

Для оценки ущерба разработана методика, сущность которой излагается ниже.

##### *5. Учет ущерба водным ресурсам от хозяйственной деятельности*

*Водохозяйственные объекты оказывают непосредственное воздействие на природную среду в период строительства объектов и при их эксплуатации.*

Так, создание водохранилищ существенно влияет на гидросферу: увеличивается испарение, нарушаются естественные режимы водного стока (поверхностного и подземного), изменяется качество воды и т. п.

При сооружении крупных водохранилищ возникает дополнительная нагрузка на земную кору, интенсифицируются тектонические процессы, вызывающие землетрясения.

Фильтрация воды из водохранилища способствует изменению геологической структуры пород и их физико-химических характеристик.

При интенсивном испарении влаги с поверхности водохранилищ, а также с подтопленных прилегающих территорий возможны локальные изменения климата (повышение влажности воздуха, образование туманов, усиление ветров и т. п.). Такие воздействия могут иметь и положительные последствия, например, создание водохранилищ в засушливых зонах ведет к благоприятным изменениям климатических условий, повышая влажность воздуха. Однако в большинстве случаев эти последствия негативны, и требуются время и большие материальные затраты для приспособления к новым условиям окружающей среды.

*Водохозяйственные объекты оказывают существенное влияние и на живую природу, растительный и животный мир. Изменения параметров водной среды, атмосферы, почвы вызывают экологические нарушения, что приводит к изменению экологических систем.*

При создании водохозяйственного комплекса и хозяйственной деятельности изменяются природные условия и сложившаяся практика. Значительная часть изменений природных условий является ожидаемым положительным следствием водохозяйственного строительства. Однако часть изменений носит негативный характер (например, затопление и подтопление территорий, изменение микроклимата и гидрологического режима нижнего бьефа водохранилищ, истощение водных ресурсов, загрязнение и засорение водных объектов).

*Отрицательное воздействие участников водохозяйственного комплекса на окружающую природную и хозяйственную среду оценивают по двум группам затрат, компенсирующих причиненные ущербы (I группа), и реализацию мероприятий, направленных на предупреждение или ограничение размера отрицательных воздействий (II группа).*

*Пример затрат I группы.* При возведении водохозяйственного комплекса на строящемся водохранилище необходимо освоение новых сельскохозяйственных угодий и увеличение продуктивности используемых земель, обеспечивающих получение сельскохозяйственной продукции взамен теряемой на затопливаемых землях, восстановление леса на новых землях, сооружение специальных прудовых хозяйств, рыбоводных заводов и т. п.

*I группа расходов* включает в себя затраты на инженерные сооружения, предназначенные для защиты земель и водных объектов, защиту от вредного воздействия участников водохозяйственного

комплекса, устройство рыбопропускных сооружений, объектов искусственной очистки и др.

Для планирования мероприятий по охране водных ресурсов, направленных на достижение их нормативного качества, а также для оценки осуществления этих мероприятий, необходимо знать размер возможного ущерба, который может быть нанесен народному хозяйству негативными воздействиями по видам реципиентов. (В данном случае объект, воспринимающий отрицательные воздействия, связанные с негативными последствиями хозяйственной деятельности.)

Воздействующие факторы и показатели состояния реципиентов. Деятельность водохозяйственных систем приводит к заметным изменениям в природных условиях.

Интенсивное развитие водохозяйственного строительства зачастую влечет за собой изменения в окружающей природной среде, а в некоторых случаях вызывает необратимые природные процессы в экологических системах. Таким образом, деятельность участников водохозяйственного комплекса характеризуется не только положительными, но и отрицательными последствиями.

Учет и оценка отрицательных последствий изучены пока неполно и носят приближенный характер.

Отрицательные последствия являются следствием воздействующих факторов. Рассмотрим структуру воздействующих факторов.

*Антропогенные факторы* оказывают доминирующее влияние на качество воды и истощение водных ресурсов.

*Атмосферные факторы* отрицательно влияют на гидрохимический и гидробиологический режимы водных объектов.

*Климатические факторы* оказывают отрицательное влияние на состояние водных объектов в тех случаях, когда климатические условия существенно отличаются от нормы.

*Гидравлические факторы* отрицательно действуют на гидрогеологический, гидрохимический и гидробиологический режимы водных объектов.

Воздействующие факторы оказывают различное влияние на реципиентов. Например, антропогенные факторы, влияющие на качество воды, могут привести к изменению состояния людей в результате пользования водой плохого качества. Под влиянием атмосферных факторов могут произойти гидрохимические изменения в режиме водного объекта, при которых существенным образом ухудшатся рекреационные показатели.

*В качестве основных видов реципиентов рассматриваются:*

- население;
- объекты жилищно-коммунального хозяйства (селитебная территория, жилищный фонд, городской транспорт, зеленые насаждения и др.);
- сельскохозяйственные угодья;
- лесные ресурсы;
- элементы основных фондов промышленности и транспорта;
- рыбные ресурсы;
- рекреационные ресурсы.

*При определении ущерба необходима количественная оценка изменения состояния людей и различных объектов под действием загрязненной среды.*

- для населения такой оценкой может служить работоспособность и ее потеря в результате заболеваемости и травматизма;
- для жилищно-коммунального хозяйства – срок службы основных фондов, периодичность текущего и планового ремонтов; продолжительность межремонтных циклов капитальных ремонтов и простоев оборудования в ремонте, объем работ для уборки городских территорий от пыли и снега;
- для сельскохозяйственных, лесных и рыбохозяйственных угодий – продуктивность угодий, качество продукции;
- уровень загрязнений угодий, численность рыбных стад, уровень заболеваемости животных, растений и рыб;
- для промышленности – интенсивность износа и длительность межремонтных циклов, частота выхода из строя производственного оборудования, показатели интенсивности ремонтных работ;
- для рекреационных ресурсов – показатели качества рекреационных ресурсов (включая показатели чистоты), потенциальная рекреационная емкость отдельных элементов этих ресурсов, степень освоенности и доступности ресурсов для населения, показатели фактического и перспективного фондов рекреационного назначения, уровень текущих затрат на поддержание требуемого состояния рекреационных ресурсов.

*Загрязнение или истощение водных ресурсов может оказывать отрицательное воздействие на реципиентов. Оно проявляется главным образом в повышении заболеваемости людей, снижении их работоспособности, ухудшении условий жизни населения, снижении*

*продуктивности природных ресурсов, ускоренном износе основных фондов и т. д.*

*Предупреждение нежелательного действия загрязненной среды на реципиентов (когда такое предупреждение технически возможно) требует определенных затрат.*

Предотвращение нежелательных последствий возможно в результате строительства сооружений по охране водных объектов, для возведения которых необходимы единовременные затраты:

- на строительство станций биологической, физико-химической и механической очистки производственных и коммунальных сточных вод; сооружений и установок по доочистке сточных вод, включая поля орошения (кроме земледельческих);

- сооружений первичной стадии очистки сточных вод (нефтеловушки, жироловки, станции нейтрализации, флотационные установки, установки обезвреживания шламов);

- водоохраных зон с комплексом технологических, лесомелиоративных, агротехнических, гидротехнических, санитарных и других мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения, засорения и истощения водных ресурсов;

- установок по сбору нефти, мазута, мусора и других отходов с акваторий водных объектов, включая суда-сборщики и нефтеочистные станции;

- опытных установок по разработке новых методов очистки сточных вод;

- установок и сооружений для сбора, транспортировки, переработки и ликвидации жидких производственных отходов и кубовых остатков;

- полигонов и установок для обезвреживания вредных промышленных отходов, загрязняющих водные объекты;

- береговых сооружений для приема с судов хозяйственно-бытовых сточных вод и мусора для утилизации, складирования и очистки; систем канализации городов;

- основных коммуникаций для отвода промышленных сточных вод (включая ливневые) и сооружений на них (при этом в основные коммуникации не входят внутриплощадочные сети предприятий).

Затраты необходимы также для возмещения последствий, вызываемых воздействием загрязненной среды. Затраты последнего типа возникают, если полное предупреждение такого воздействия невозможно или если затраты на полное предупреждение воздействия ока-

зываются большими, чем сумма затрат обоих типов при частичном предотвращении воздействия загрязненной среды на людей и различные объекты.

*Ущерб от сброса сточных вод определяют как затраты на ликвидацию последствий загрязнений.*

Это увеличение затрат на медицинское обслуживание в связи с ростом заболеваемости, по переносу мест массового отдыха, на мероприятия по оздоровлению рек (создание сооружений искусственной очистки) и т. п.

*Ущерб ( $Y$ ) от сброса содержащихся в сточных водах (предприятия, населенного пункта) загрязняющих примесей в  $k$ -й водохозяйственный участок (руб/год)*

$$Y = \gamma \times \sigma_k \times M, \quad (38)$$

где  $\gamma$  – множитель, принимаемый в условных рублях на тонну;  $\sigma_k$  – константа, имеющая разное значение для различных водохозяйственных участков (безразмерная);  $M$  – приведенная масса годового сброса примесей данным источником в  $k$ -й водохозяйственный участок, усл. т/год. Приведенная масса составляет

$$M = \sum_{i=1}^N A_i \times m_i, \quad (39)$$

где  $i$  – номер примеси, содержащейся в сбрасываемой сточной жидкости;  $N$  – число разновидностей примесей, сбрасываемых со сточной жидкостью в водоем;  $A_i$  – показатель относительной опасности сброса  $i$ -го вещества в водоем, усл. т/т;  $m_i$  – общая масса годового сброса  $i$ -й примеси в сточных водах (предприятия, населенного пункта), т/год.

Сточные воды, как правило, содержат несколько типов примесей, различающихся степенью очистки. Поэтому общая масса  $m_i$  годового сброса  $i$ -й примеси, поступающей в водоем, определяется суммированием всех видов сточных вод

$$m_i = \sum_{j=1}^k m_{ij}, \quad (40)$$

где  $m_{ij}$  – масса годового поступления  $i$ -го вещества в водоем отдельного объекта со сточными водами  $j$ -го типа,  $j = 1, 2, \dots, k$  (т/год).



Если сточные воды  $j$ -го типа сбрасываются в водоем только от оцениваемого объекта, без смешения со сточными водами других источников, и величина концентрации  $i$ -й примеси  $c_{ij}$  (г/м<sup>3</sup>) в поступающих в водоем сточных водах  $j$ -го типа в течение года относительно постоянна, то масса годового поступления  $i$ -го вещества со сточными водами  $j$ -го типа  $m_{ij}$  (т/год) может быть приближенно определена по формуле

$$m_{ij} = c_{ij} \times V_j, \quad (41)$$

где  $V_j$  – объем годового сброса сточных вод  $j$ -го типа данным объектом в водоем, млн м<sup>3</sup> /год.

*При оценке ущерба от загрязнения водоемов следует учитывать все сбрасываемые загрязняющие вещества, включая микропримеси. Игнорирование какой-либо микропримеси, сбрасываемой в водоем, приводит к занижению ущерба, а значит, к заниженной оценке социально-экономической эффективности водоохраных мероприятий.*

*6. Оценка экономического эффекта водоохраных мероприятий*  
*Строительство и эксплуатация водохозяйственных объектов неразрывно связаны с реализацией мероприятий по охране природной среды. К этим мероприятиям относятся:*

- пополнение водой истощенных водоемов и водостоков;
- сокращение потребления и сброса воды;
- попуски воды для разбавления промышленных, бытовых и сельскохозяйственных стоков;
- регулирование стока для поддержания необходимого гидробиологического, гидрохимического, санитарно-гигиенического состояния водной системы и др.

Экономический эффект от водоохраных мероприятий определяется с целью технико-экономического обоснования вариантов решений, мероприятий, различающихся между собой способами достижения поставленной цели, а также по воздействию на производственные результаты отраслей, осуществляющих эти мероприятия (обоснования экономически наиболее целесообразного вида мероприятия, распределения вложений между одно- и многоцелевыми мероприятиями, включая малоотходные технологические процессы и др.); экономической оценки фактически осуществленных водоохраных мероприятий.

*Водоохранные мероприятия представляют собой все виды хозяйственной деятельности, направленные на снижение и ликвидацию отрицательного антропогенного воздействия на водные ресурсы, сохранение улучшения и рациональное использование их потенциала. К числу таких мероприятий относятся:*

– строительство и эксплуатация очистных и обезвреживающих воду сооружений и устройств;

– развитие малоотходных и безотходных технологических процессов и производств; размещение предприятий и систем транспортных потоков с учетом экологических требований;

– меры по борьбе с непроизводительным расходом воды, охране вод от засоления и загрязнения; рациональное использование водных ресурсов и др.

*Водоохранные мероприятия предусматривают:*

- соблюдение нормативных требований, отвечающих интересам охраны здоровья людей и охраны водных ресурсов, с учетом перспективных изменений, обусловленных развитием производства и демографическими сдвигами;

- получение максимального народно-хозяйственного экономического эффекта от улучшения состояния водохозяйственного комплекса и рационального использования водных ресурсов.

Экономическая эффективность капиталовложений в охрану природы определяется для установления допустимых соотношений между затратами на природоохранные мероприятия и народно-хозяйственным эффектом, получаемым от их реализации.

Решение этой задачи включает следующие этапы:

– составление перечня альтернативных вариантов природоохранных мероприятий;

– выбор из числа сравниваемых наиболее эффективного и практически реализуемого варианта;

– экономическая оценка природоохранных мероприятий или отдельных факторов;

– определение оптимальных параметров мероприятия.

*На первом этапе решения задачи выявляются все возможные последствия от создания объекта и намечаются природоохранные мероприятия по ограничению его негативного влияния на окружающую среду.*

Эффективность рассматриваемых природоохранных мероприятий оценивается совокупностью экологических, социальных, техни-

ческих и экономических параметров. Мера достижения указанных целей характеризуется показателями социальных и экономических результатов, которые проявляются в экологическом, социально-экономическом и социальном эффектах.

*Экологический результат* заключается в снижении отрицательного воздействия на водные ресурсы и улучшении их состояния; проявляется в снижении объемов поступающих в водные объекты загрязнений и понижении уровня их загрязнения (концентраций вредных веществ), а также в увеличении объема и улучшении качества пригодных к использованию водных ресурсов.

*Социально-экономический эффект* характеризуется повышением уровня жизни населения, эффективностью общественного производства, увеличением национального богатства страны; проявляется в перечисленных ниже социальных и экономических результатах.

*Социальные результаты выражаются* в улучшении физического развития населения и в сокращении заболеваемости, увеличении продолжительности жизни и периода активной деятельности, улучшении условий труда и отдыха, поддержании экологического равновесия (включая сохранение генетического фонда).

*Социальный результат* может быть представлен в денежной форме и поэтому получает частичное отражение в экономическом результате природоохранных мероприятий.

*Экономический результат*, достигаемый благодаря осуществлению водоохранных мероприятий, заключается в экономии или предотвращении потерь ресурсов, улучшении условий труда, а также в расширении сферы личного потребления.

Расчет экономического эффекта водоохранных мероприятий основан на сопоставлении затрат. Для многоцелевых мероприятий он выражается в виде суммы значений предотвращаемых ущербов и приростов дохода (дополнительного) от улучшения производственных результатов деятельности участника или группы участников водохозяйственного комплекса.

Экономический результат ( $\mathcal{E}$ ) (для многоцелевых водоохранных мероприятий) рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = \Delta U + \Delta D, \quad (42)$$

где  $\Delta U$  – предотвращаемый ущерб,  $\Delta U = U_1 - U_2$ ,  $U_1$  – ущерб до осуществления мероприятия;  $U_2$  – остаточный ущерб после проведения этого мероприятия;  $\Delta D$  – прирост дохода.

*Экономический эффект водоохраных мероприятий характеризуют:*

- предотвращение ущерба от загрязнения вод благодаря снижению уровня их загрязнения;
- прирост экономического потенциала водных ресурсов, сберегаемых (улучшаемых) в результате осуществления водоохранного мероприятия;
- экономия реализуемой продукции благодаря более полной утилизации материальных ресурсов.

Капиталовложения и эксплуатационные расходы для осуществления водоохраных мероприятий называют водоохраными затратами.

*Водоохраные мероприятия могут быть одно- и многоцелевые.*

*Одноцелевые мероприятия* (строительство и эксплуатация очистных и улавливающих из воды загрязнений сооружений и т. п.) направлены исключительно или главным образом на снижение загрязнения водной среды.

*Многоцелевые мероприятия* (строительство и эксплуатация систем замкнутого водоснабжения, утилизация отходов производства и потребления, применение малоотходных технологических процессов и производств, устройство водоохраных зон, зон санитарной охраны) направлены на снижение загрязнения водных ресурсов, улучшение состояния водных объектов, улучшение деятельности участников водохозяйственного комплекса, увеличение выпуска продукции, расширение ее ассортимента и повышение качества.

В результате осуществления защитных мероприятий происходит и оздоровление природной среды, повышение продуктивности земельных, лесных и других видов угодий.

*Экономический эффект затрат представляет собой отношение экономического эффекта от водоохраных мероприятий к вызвавшим их затратам.*

*Эффективность водоохраных затрат определяется величиной минимально необходимых эксплуатационных расходов и капитальных вложений в осуществление природоохраных мероприятий, приведенных к годовой размерности с учетом фактора времени.* Этот показатель используют также для выбора экономически наиболее выгодного варианта водоохраных мероприятий в тех случаях, когда сравниваемые варианты обеспечивают достижение одинакового

уровня качества функционирования и тождественны по основным социальным и экономическим результатам.

Экономически наилучший вариант водоохраных мероприятий выбирают на основе максимизации приносимого экономического эффекта, когда сравниваемые варианты мероприятий неодинаковы по своим социальным и экономическим результатам.

*Общий эффект*, исчисляемый по народному хозяйству, характеризует прирост экономического потенциала водных ресурсов или прирост чистой продукции.

*Хозрасчетный эффект* характеризует прирост прибыли или снижение себестоимости (экономия среднегодовых затрат).

Критерии минимизации водоохраных затрат или максимизации экономического эффекта водоохраных мероприятий применяются при обосновании структурной схемы осуществления этих мероприятий. Их используют при построении комплексных схем охраны водных ресурсов по территории республики, краев и областей, по отдельным речным бассейнам, городам и промышленным центрам.

Затраты, возникающие в народном хозяйстве в результате загрязнения и истощения водных ресурсов, представляют собой экономический ущерб, выражающийся двумя видами затрат.

*К первому виду затрат относят затраты на предупреждение воздействия загрязненной водной среды на реципиентов.*

Они определяются величиной расходов, необходимых для предупреждения использования загрязненной воды на технологические и коммунально-бытовые нужды.

*Ко второму виду относят затраты на возмещение потерь, которые нанесены реципиентам в результате загрязнения водоема.* Такие затраты возникают при загрязнении водных источников для тех водопотребителей (водопользователей), которые используют загрязненную воду (орошаемое земледелие, водопроводные сооружения и объекты промышленного водоснабжения). Величину этих затрат определяют расходами на компенсацию негативных последствий воздействия загрязнений на людей и различные объекты.

Показатели экономической эффективности водоохраных затрат дополняются показателями их экологической и социальной эффективности. Экологическая эффективность определяется путем внесения величин экологических результатов к вызвавшим их затратам и рассчитывается по разности показателей отрицательного воздействия

на водную среду или по разности показателей состояния водной среды до и после проведения мероприятий.

*Социальный эффект* определяет эстетическую ценность природного ландшафта, используемого для занятий спортом и отдыха населения. Уменьшение загрязнения природной среды (воды и воздуха) сохраняет людям здоровье, берегает флору и фауну рек и озер, поэтому социальные факторы могут быть решающими при обосновании наиболее эффективных мероприятий по охране уникальных природных комплексов.

Социальный эффект водоохранных затрат измеряется отношением показателя социального результата к требующимся для его достижения затратам. Их находят по разности показателей, характеризующих изменения в социальной сфере.

Указанные выше показатели необходимы для определения фактического уровня состояния водных ресурсов и обоснования нормативов укрупненных показателей затрат, а также для установления предельно допустимого уровня загрязнений и изъятия водных ресурсов или формулирования требований, обуславливающих поддержание заданного состояния.

*Технико-экономический анализ* и выявление оптимального варианта решения выполняют с учетом изменения условий окружающей природной среды, параметров почвенного и растительного покровов, а также характеристик животного мира, экономической оценки изменений природных условий и ресурсов прилегающих территорий, влияния отрицательно воздействующих факторов, водоохранных мероприятий, направленных на сохранение природных систем.

Закономерности изменения в природных условиях оцениваются природными, экологическими, технологическими и экономическими параметрами.

*Природный параметр* включает сравнение установленных (экологических, климатических, гидрологических, ботанических, почвенных и др.) изменений с постоянной или временной изменчивостью тех же показателей.

*Экологический параметр* определяет сравнение показателей (скорости ветра, влажности почвы, атмосферных осадков и т. д.) в зависимости от биологической и хозяйственной продуктивности водного объекта, состояния луговой и лесной растительности, прохождения растениями фенологических фаз.

*Технологическая оценка* предусматривает выявление параметров, характеризующих изменения (с позиций современных и перспективных требований) различных отраслей хозяйства, производств и видов деятельности человека (промышленности, сельского, рыбного, лесного и охотничьего хозяйств, рекреации и т. д.).

*Экономическая оценка* включает в себя ущерб от снижения (или эффект от повышения) биологической продуктивности водных объектов.

При анализе водоохраных мер рассматривают наряду с технико-экономическими показателями решаемых задач показатели экономического развития региона и размер возможного ущерба без проведения намечаемых мероприятий и при этом учитывают:

- положительные и отрицательные воздействия проводимых мероприятий на природную среду;

- экономические и социальные интересы водопотребителей и водопользователей, выражающиеся в эффекте или в ущербе всех заинтересованных и затрагиваемых отраслей или отдельных водопользователей – участников водохозяйственного комплекса;

- технические решения по введению сооружений и мероприятия, обеспечивающие действие элементов ВХК;

- распределение площадей прибрежной зоны и акватории водохранилищ между водопотребителями и водопользователями с учетом показателей их заинтересованности и возможности наиболее эффективного использования водно-земельных ресурсов;

- возможность снижения рекреационного потенциала защищаемой территории и акватории.

*При подсчете ущерба учитывают:*

- изъятие земельных угодий сельскохозяйственного производства;
- ухудшение качества земель в связи с затоплением и подтоплением;

- изменение продуктивности сельскохозяйственных угодий и структуры посевов, плодово-ягодных насаждений, травостоя на сенокосах и пастбищах и трансформацию угодий;

- степень загрязнения водоема сточными водами;

- снижение рекреационного потенциала и другие факторы.

*При расчете показателей экономического развития водохозяйственного комплекса учитывают:*

- возрастающую во времени эффективность земель в связи с повышением их ресурсоотдачи;

– повышение ресурсоотдачи в связи с осуществлением мероприятий по регулированию стока воды на защищаемой территории и улучшением условий очистки сточных вод, сбрасываемых в водный объект;

– получение дополнительной сельскохозяйственной продукции с незатапливаемых земель и в зонах орошаемого земледелия;

– восстановление экологических условий и повышение условий рекреационного потенциала водного объекта.

Примером экономии затрат может служить использование очищенных сточных вод для орошения сельскохозяйственных полей. При этом сокращается расход свежей воды, уменьшается объем загрязнений, сбрасываемых в водоем, повышается урожайность сельскохозяйственных культур. Таким образом, наряду с водоохранными мероприятиями экономятся затраты на получение дополнительной сельскохозяйственной продукции.

Задача обоснования оптимального использования выделяемых средств сводится к сопоставлению дополнительного дохода от водоохраных мероприятий и предотвращенного ущерба с затратами на эти мероприятия

$$\mathcal{E} = D + \Delta Y - Z \rightarrow \max, \quad (43)$$

где  $\mathcal{E}$  – эффект от водоохраных мероприятий;  $D$  – дополнительный годовой доход от сокращения потребления и сброса вод, улучшения деятельности водопользователей, снижения платы за воду и т. д.;  $\Delta Y$  – предотвращенный годовой ущерб от реализации водоохраных мероприятий;  $Z$  – приведенные затраты на водоохраные мероприятия.

### ***Вопросы для самоконтроля 13***

1. Два способа расчета экономических показателей использования природных ресурсов.

2. Каким образом оцениваются водохозяйственные мероприятия по использованию водных ресурсов?

3. Что такое технико-экономический анализ?

4. Что включают в себя основные фонды водного хозяйства?

5. Что представляют собой капитальные вложения, из чего состоят, каков основной источник затрат?



6. Один из важнейших показателей интенсификации использования водных ресурсов.
7. Что такое эффективность капитальных вложений?
8. Что включают в себя издержки эксплуатации (текущие затраты)?
9. Какие затраты входят в себестоимость?
10. Что относится к единовременным затратам?
11. Что включают в себя капитальные и сопряженные вложения в строительство ВХК?
12. Основные показатели, используемые при технико-экономическом анализе проектных решений.
13. Какие нормативные и технические документы используются при определении капитальных вложений в практической деятельности проектных организаций?
14. В чем состоит определение экономической эффективности использования водных ресурсов и проведения водоохраных мероприятий?
15. Основные технические и экономические характеристики при анализе вариантов водохозяйственных систем.
16. Из чего складываются ежегодные расходы (издержки) эксплуатации ВХК?
17. Что включает в себя себестоимость производства единицы продукции?
18. Группы затрат, по которым оценивают отрицательное воздействие участников водохозяйственного комплекса на окружающую природную и хозяйственную среду.
19. Воздействующие факторы отрицательных последствий, влияющих на окружающую природную и хозяйственную среду.
20. Основные виды реципиентов, на которые влияют последствия при изменении окружающей природной и хозяйственной среды.
21. Мероприятия по охране природной среды при строительстве и эксплуатации водохозяйственных объектов.
22. Водоохраные мероприятия, направленные на снижение и ликвидацию отрицательного антропогенного воздействия на водные ресурсы, сохранение улучшения и рациональное использование их потенциала.
23. Какие показатели характеризуют экономический эффект водоохраных мероприятий?
24. Одно- и многоцелевые водоохраные мероприятия.

25. Что представляет собой экономический эффект затрат при определении эффективности водоохранных мероприятий?
26. Что учитывают при подсчете ущерба?
27. Что учитывают при расчете показателей экономического развития водохозяйственного комплекса?

### **Практическая работа 14**

Расчет ущерба, причиняемого сбросом сточных вод

#### **Задание**

Определите ущерб, причиняемый сбросом сточных вод.

#### *Ход выполнения задания*

Вероятностный ущерб от ухудшения экологического состояния водных объектов определяется в соответствии с «Методикой исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства», утв. приказом министерства природных ресурсов и экологии РФ № 87 от 13 апреля 2009 г., как наиболее адекватно отражающей современную сложившуюся ситуацию.

Вероятностный ущерб от ухудшения экологического состояния водохранилища определен от суммарного загрязнения водоема взвешенными веществами и загрязнения (засорения) водного объекта мусором. В соответствии с п. 19 раздела II методики стоимость прогнозного ущерба от загрязнения водотока взвешенными веществами определится по формуле

$$U_{\text{ВВ}} = K_{\text{ВГ}} \times K_{\text{В}} \times K_{\text{ИН}} \times H_{\text{ВЗВ}}, \quad (44)$$

где  $U_{\text{ВВ}}$  – размер вреда, причиненного водным объектам загрязнением взвешенными веществами, (млн руб.);  $K_{\text{ВГ}}$  – коэффициент, учитывающий природно-климатические особенности в зависимости от времени года;  $K_{\text{В}}$  – коэффициент, учитывающий экологические факторы;  $K_{\text{ИН}}$  – индекс-дефлятор;  $H_{\text{ВЗВ}}$  – таксы для исчисления размера вреда, причиненного водному объекту загрязнением взвешенными веществами (определяется по пропорции осевших взвешенных наносов по результатам иловой съемки).

В соответствии с п. 16 раздела II методики стоимость прогнозного ущерба от загрязнения водотока загрязнением (засорения) водного объекта мусором определится по формуле

$$Y_M = K_{BG} \times K_B \times K_{IH} \times K_{ZAGR} \times N_{VZV}, \quad (45)$$

где  $Y_M$  – размер вреда, причиненного водным объектам загрязнением взвешенными веществами, млн руб.;  $K_{BG}$  – коэффициент, учитывающий природно-климатические особенности в зависимости от времени года;  $K_B$  – коэффициент, учитывающий экологические факторы;  $K_{IH}$  – индекс-дефлятор;  $K_{ZAGR}$  – коэффициент, учитывающий загрязненность акватории водного объекта мусором;  $N_{VZV}$  – такса для исчисления размера вреда, причиненного водным объектам загрязнением (засорением) мусором, отходами производства и потребления.

Экономическая эффективность вложений в мероприятие по очистке водных объектов (Эн) определяется отношением суммарного прогнозного ущерба (У) за вычетом эксплуатационных издержек на содержание и обслуживание объектов инженерной защиты (Ин) к капитальным вложениям (Кн), обеспечивающим получение этого результата

$$Э_n = \frac{Y - I_n}{K_n}. \quad (46)$$

Срок окупаемости ( $T_{OK}^n$ ) вложений в реализацию мероприятий по очистке водных объектов определяется по формуле

$$T_{OK}^n = \frac{K_n}{Y - I_n}. \quad (47)$$

Все необходимые для расчетов коэффициенты, входящие в формулы, определяются по специальным приложениям «Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства», утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 87 от 13 апреля 2009 г.

## Тема 5. ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

### 5.1. Источники загрязнения природных вод

#### Лекция 14

**Влияние антропогенной деятельности на водные ресурсы. Источники загрязнения природных вод. Допустимое вредное воздействие на водные объекты. Нормативы допустимого воздействия на водные объекты. Восстановление водных объектов. Восстановление водосборной территории**

*Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органических свойств, увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода, появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей.*

Более половины (56%) воды, используемой в хозяйстве, возвращается в природную среду в виде загрязненных сточных вод. Основную ответственность за загрязнение природных вод несут: машиностроение, включая судостроение и судоремонт (39% от общего поступления загрязняющих веществ), коммунальное хозяйство (37%), цветная металлургия (7%) и сельское хозяйство (8% без учета смывов пестицидов и минеральных удобрений).

Водоемы значительно загрязняются при сбросе сточных вод, содержащих большое количество органического вещества. В таких водах быстро размножаются грибы и бактерии, что приводит к изменению структуры животного сообщества и к уменьшению содержания растворенного в воде кислорода. Биологическое потребление кислорода (БПК) является одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема органическими веществами. Он определяет количество кислорода, необходимое для разложения органических загрязняющих веществ.

*Эвтрофикация – повышение уровня первичной продуктивности водоемов из-за повышения в них концентрации биогенных веществ, в основном азота и фосфора; часто приводит к цветению вод.*

## *Виды загрязнения природных вод*

*Химические.* В этом виде участвуют все виды промышленного, с.-х. производства, транспорт. Представляет собой изменение естественных химических свойств воды из-за увеличения в ней вредных примесей как неорганической (кислоты, щелочи, соли, нефтепродукты, пестициды, диоксины, тяжелые металлы, фенолы, аммонийный и нитритный азот).

*Биологические.* Вызывается микроорганизмами и способными к брожению органическими веществами, приводит к бактериологическому заражению (вирусы, бактерии, другие болезнетворные организмы, водоросли, дрожжевые и плесневые грибы).

*Физические.* Связаны со сбросом тепла в воду, что приводит к потрясению всего биоценоза водоемов. Источником служат подогретые сбросные воды ТЭЦ и промышленности; повышение температуры изменяет естественные условия для водных организмов, снижает количество растворенного кислорода, изменяет скорость обмена веществ. Также к физическому загрязнению относится радиоактивное загрязнение вод, попадание различных взвесей в водные системы (радиоактивные элементы, взвешенные твердые частицы, тепло, органолептические (цвет, запах), шлам, песок, ил, глина).

*Источники загрязнения:*

– *Промышленные стоки*

- целлюлозно-бумажный комплекс, деревообработка: органические вещества (смолы, жиры, лигнины, фенол), аммонийный азот, сульфаты, вывешенные вещества;
- нефтегазодобыча: нефтепродукты, СПАВ, фенолы, аммонийный азот, сульфиды;
- машиностроение, металлообработка, металлургия: тяжелые металлы, взвешенные вещества, цианиды, аммонийный азот, нефтепродукты, смолы, фенолы, фотореагенты;
- химическая, нефтехимическая промышленность: фенолы, нефтепродукты, СПАВ, полициклические ароматические углеводороды, бензапирен, взвешенные вещества;
- горнодобывающая, угольная: флотореагенты, минеральные взвешенные вещества, фенолы;
- легкая, текстильная, пищевая: СПАВ, нефтепродукты, органические красители, органические вещества.

Производственные сточные воды делятся на две основные категории: *загрязненные и незагрязненные* (условно чистые).

Загрязненные производственные сточные воды содержат различные примеси и подразделяются на три группы:

- загрязненные преимущественно минеральными примесями (предприятия металлургической, машиностроительной, угледобывающей промышленности);
- органическими примесями (предприятия рыбной, мясной, молочной, пищевой, целлюлозно-бумажной промышленности);
- минеральными неорганическими примесями (предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, текстильной, легкой промышленности).

– *Коммунальные стоки*

Города и другие населенные пункты дают большое количество загрязненных веществ. В составе коммунальных стоков, кроме фекальных вод, содержится значительное количество вредных соединений от использования химических веществ в быту, а также от предприятий пищевой промышленности, общественного питания, торговли и т. д. Наличие в коммунальных стоках болезнетворных микробов и вирусов, а также яиц гельминтов делает их особенно опасными для здоровья людей. Особенность коммунальных стоков – неравномерность их поступления, затрудняющая работу городской канализации.

– *Атмосферные стоки*

Населенные пункты дополнительно загрязняют водные объекты поверхностным стоком от дождей или таяния снега с улиц, дворов и с территорий промышленных предприятий. Они содержат в себе нефтепродукты и другие специфические загрязнения.

– *Химизация сельского хозяйства*

Интенсификация сельскохозяйственного производства сопровождается быстрым наращиванием темпов применения минеральных удобрений и химических средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней. В результате в окружающую среду поступает много химических веществ, в том числе пестицидов, некоторые из них устойчивы к воздействию внешних факторов и в течение длительного времени сохраняют свои свойства. Пестициды накапливаются в почве, а затем смываются в водоемы или просачиваются в водоносные горизонты. При обработке полей с помощью авиации пестициды могут попадать в водоисточники непосредственно.

Особая опасность загрязнения вод удобрениями и пестицидами заключается в том, что стоки с полей невозможно пропустить через очистные сооружения. Кроме того, огромные площади сельскохозяйственных угодий являются основными речными водосборами, с которых вода поступает в водные объекты.

Исследованиями установлено, что из внесенных удобрений в водоисточники попадает около 20% азота, 2,5% фосфора и 30% калия. Таким образом, сельское хозяйство стало основным загрязнителем водных объектов биогенными веществами.

Биогенные вещества способствуют интенсивному развитию фитопланктона, стимулируют рост нежелательных водных организмов, вызывают прогрессирующую эвтрофикацию (содержание в воде питательных веществ и первичной продукции) водных объектов, приводят к нарушению процессов самоочищения.

– *Стоки животноводческих хозяйств*

Многочисленные животноводческие фермы и крупные животноводческие комплексы для промышленного производства свинины, говядины и молока на 50–100 тыс. голов являются существенным источником загрязнения.

Для облегчения водопооя фермы обычно располагают по берегам водоемов или вблизи них. При отсутствии жижесборников и навозохранилищ их отходы легко смываются ливневыми стоками или спускаются в водоисточники. Если учесть, что от фермы крупного рогатого скота ежедневно образуется 1 т навозной жижи от каждой сотни голов, то становится ясной степень возможного загрязнения водных источников. На небольших реках ниже ферм при отсутствии природоохранных мероприятий вода становится мутной и приобретает неприятные запахи, рыба погибает. Отходы животноводческих хозяйств опасны тем, что в них содержатся яйца гельминтов и патогенные микроорганизмы, являющиеся источником заболеваний.

Особенно опасны отходы свиноводческих комплексов. Одна свиноферма на 100 тыс. голов по результатам загрязнения равнозначна городу с населением 250 тыс. человек. Сложность проблемы охраны вод от стоков животноводческих хозяйств заключается в трудности санитарного обеспечения накопителей и утилизации отходов.

– *Продукты распада синезеленых водорослей*

Синезеленые водоросли относятся к группе низших, наиболее примитивных растений. В большинстве случаев это одноклеточные организмы, обычно соединяющиеся в колонии. У некоторых клетки

при помощи слизи и выростов соединены в ценобии в виде нитей, давая внешнюю картину многоклеточности. Размножаются они преимущественно путем деления клеток. Живут синезеленые водоросли не только в воде, но и на суше (на берегах водоемов, в почвах и на поверхности). Это самые распространенные растения земного шара. Они первыми заселяют бесструктурные почвы и совместно с бактериями приготавливают их для освоения другими растениями. Эти водоросли вообще аэробные организмы. Они способны к синтезу углеводов, но используют и распадающиеся органические вещества.

В сезоны массового размножения вода кажется окрашенной в зеленый, синий и другие цвета; это явление называют цветением воды. Синяя жидкость образуется при распаде синезеленых водорослей в результате выхода из клеток водорастворимых пигментов – билихромпротеидов.

При избыточном развитии водорослей, сопровождающемся цветением воды, качество ее резко ухудшается. В результате активно протекающих процессов брожения и гниения вода насыщается токсичными продуктами (фенолами, цианидами, высшими спиртами), обедняется кислородом, приобретает неприятные запахи. Это приводит к заболеванию и гибели рыб и других гидробионтов. Вода становится непригодной для питья и рекреации. Биологическое загрязнение воды отмирающими водорослями можно сравнить с загрязнением промышленными сточными водами.

Массовое развитие синезеленых водорослей наносит значительный ущерб народному хозяйству вследствие нарушения режима водоснабжения городов и населенных пунктов, возникновения заморов рыбы, загрязнения мест отдыха и т. д.

Синезеленые водоросли наиболее интенсивно развиваются в застойных водоемах, расположенных в районах с теплым климатом. В водохранилищах озерного типа со значительной изрезанностью береговой линии и большим числом заливов возрастает доля внутриводоемных процессов, характерных для застойных зон, усиливаются процессы эвтрофирования. Эвтрофирование особенно усиливается под влиянием поступления в водоемы удобрений с полей и сточных вод.

#### *– Тепловое загрязнение*

Нагревание воды, воздуха или почвы в результате попадания в окружающую среду тепловых отходов предприятий топливно-энергетического комплекса (тепловые и атомные электростанции), при сжигании попутного газа нефтедобывающей промышленности,



от газовых факелов нефтехимических предприятий, при утечке тепла в жилищно-коммунальном хозяйстве и т. д.

Современные тепловые и атомные электростанции используют для охлаждения огромное количество воды – до 100...200 м<sup>3</sup>/с, которая, потом возвращается в водоемы в подогретом виде, изменяя их тепловой баланс. В результате повышения температуры воды усиливается ее испарение и увеличивается минерализация. Более интенсивный рост водной растительности приводит к накоплению органического вещества, а его последующее разложение – к дальнейшей минерализации и уменьшению растворенного кислорода. Все это отрицательно сказывается на растительности и живых организмах.

Для погашения отрицательного эффекта влияния теплового загрязнения на окружающую среду используется охлаждение в градирнях или специальных водоемах-охладителях. Любое тепловое загрязнение – это потеря дорогостоящей тепловой энергии, заставляющая увеличивать ее производство. Для уменьшения потерь энергии меняется структура энергетического комплекса: вместо мощных ТЭС строятся сотни мелких электростанций (блок-ТЭС), приближенных к потребителям энергии. КПД в 2–3 раза выше, чем при получении энергии на крупных ТЭС. Тепловое загрязнение от жилищно-коммунального хозяйства уменьшается при теплоизоляции стен, окон, дверей и т. д.

– *Молевой сплав леса*

При сплаве бревен россыпью с них при ударах о берега, камни и соударения между собой сдирается кора, ломаются сучья, которые оседают на дно рек. До 10% тонет и деловых стволов. Затонувшая древесина, а также выделяющиеся смолы, дубильные вещества и вредные соединения, медленно разлагаясь, поглощают кислород и выделяют фенольные и другие вредные вещества, отравляя воду. Вырубка густого кустарника по берегам рек, мешающего лесосплаву, усиливает эрозионные процессы, ускоряя заиление русла. Особенно большой ущерб молевой сплав наносит рыбному хозяйству. При движении бревен рыба травмируется, разрушаются нерестилища, а под влиянием отравления гибнут икра и кормовые организмы.

Рубка леса на территории водосборов нарушает температурный и биологический режим рек. Они мелеют, пересыхают и выпадают из фонда рыбохозяйственных угодий. Последствия лесосплава сказываются даже через многие годы после его прекращения.

### *– Отходы водного транспорта*

Водный транспорт загрязняет воду вследствие прямого сброса в нее всех отходов и особенно подсланевых вод, сильно загрязненных нефтепродуктами. Огромное количество нефти попадает в воду при ее перевозках морским транспортом. При холостом рейсе танкеры для устойчивости наполняют водой, в месте загрузки нефтью балластную воду, сильно насыщенную нефтепродуктами, сбрасывают за борт. Много нефти попадает в моря при авариях танкеров. В совокупности в моря и океаны ежегодно попадает не менее 5 млн т нефти.

Пагубное влияние попадающей в воду нефти на природу проявляется в следующем. При концентрации нефтепродуктов более 0,05 мг/л вкусовые качества воды сильно падают, рыба приобретает неприятный и неустранимый привкус, а при концентрации свыше 0,5 мг/л – гибнет.

Одна тонна нефти образует на поверхности воды пленку площадью 12 км<sup>2</sup>, затрудняющую поступление в воду кислорода. Это приводит к массовой гибели рыбы и водоплавающей птицы. Опасность для флоры фауны может представлять не только сама нефть, но и поверхностно-активные вещества, которые используют для борьбы с нефтью. Большой ущерб разлившаяся нефть приносит курортным побережьям многих стран.

### *– Радиоактивные отходы*

Все радиоактивные и зараженные материалы, образующиеся в процессе использования радиоактивности человеком и не находящие дальнейшего применения. К радиоактивным отходам относятся отработанные тепловыделяющие элементы АЭС (ТВЭЛы), конструкции АЭС при их демонтаже и ремонте, обладающие радиоактивностью части медицинских приборов, рабочая одежда сотрудников АЭС и др. Радиоактивные отходы должны храниться или захораниваться таким образом, чтобы была исключена возможность их попадания в окружающую среду.

Радиоактивные отходы некоторых производств представляют большую опасность для природных вод. В организмах растений, рыб и животных происходят процессы биологической концентрации радиоактивных веществ. Мелкие организмы, содержащие эти вещества в небольших дозах, поглощаются более крупными, в которых возникают уже опасные концентрации.

Поэтому отдельные пресноводные рыбы в несколько тысяч раз радиоактивнее водной среды, в которой они обитают.

Сточные воды с радиоактивностью в 1 л свыше  $3,7 \cdot 10^{12}$  с-1 сливают в специальные подземные резервуары или закачивают в глубокие бессточные подземные бассейны. Используют также обезвоживание стоков и дальнейшее захоронение «блоков» в контролируемых местах. В местах сохранения и захоронения радиоактивных отходов проводится постоянный дозиметрический контроль радиационной обстановки, который координируется Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ), используется автоматизированная система контроля радиационной обстановки.

*К общим показателям загрязненности сточных вод относятся:*

- органолептические (цвет, вкус, запах, прозрачность, мутность);
- физико-химические (температура, кислотность, значение рН (щелочность сточных вод), оптическая плотность, электропроводность, жесткость, общее содержание солей и пр.);
- общее содержание растворенных веществ, в частности кислорода;
- общее содержание органических веществ;
- содержание отдельных веществ (углерода, азота, серы);
- химическое (ХПК) и биологическое (БПК) потребление кислорода.

Кроме того, часто проводят в сточных водах определение индивидуальных специфических соединений, характеризующихся особой токсичностью (тяжелые металлы, соли синильной кислоты, фенолы и др.).

*Различают два вида проб – простую (разовую) и смешанную.*

*Простую пробу* получают путем однократного отбора всего требуемого для анализа количества воды. Анализ простой пробы свидетельствует о составе воды в данный момент в данном месте.

*Смешанную пробу* получают, сливая простые пробы, взятые в одном и том же месте через определенные промежутки времени или отобранные одновременно в различных местах обследуемого объекта. Эта проба характеризует средний состав воды исследуемого объекта или средний состав за определенный период времени (час, смену и т. п.), или, наконец, средний состав с учетом как места, так и времени.

Ее получают смешиванием частей простых проб в таком количестве, чтобы окончательный объем смешанной пробы соответствовал требованиям анализа. Смешанную пробу не рекомендуется отбирать за период больше суток. Ее нельзя использовать в тех случаях, когда состав и свойства вод меняются во времени.

*Методы анализа воды: гравиметрические, титриметрические, фотометрические, потенциометрические, вольтамперометрические.*

**Контроль и управление качеством воды в водных объектах осуществляется по следующим показателям:**

- предельно допустимая концентрация ПДК загрязняющих веществ – для водной среды ПДК загрязняющих веществ означает такую концентрацию вещества, выше которой вода становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования;

- предельно допустимая нагрузка на водный объект ПДН, степень предельно допустимого загрязнения воды определяется его физическими особенностями (температурой, скоростью течения), а также способность к нейтрализации примеси, есть предельно допустимая нагрузка на водный объект ПДН, так как использование воды связано с ее изъятием, а значит с угрозой истощения водного объекта, разрушение его экологической системы;

- предельно допустимый сброс ПДС – сброс сточных вод должен осуществляться до уровня саморазгрузки. Либо сточные воды должны очищаться или разбавляться перед сбросом, либо рассеиваться сразу после сброса до установления норматива.

ПДС – устанавливается санэпидемслужбой для каждого предприятия с учетом: ПДК вредного вещества, осимилизирующие способности водного объекта, сброс других производств, скорости течения воды, с учетом химического состава и рельефа;

- химическое потребление кислорода ХПК, определяется как количество кислорода, потребляемого при химическом окислении под воздействием окислителей, содержащихся в воде органических и неорганических веществ;

- биологическая потребляемость кислорода БПК – это количество кислорода, израсходованного за определенный промежуток времени (5, 20 суток) на аэробное биохимическое окисление, то есть на разложение органических соединений микроорганизмами.

*Нормы допустимого воздействия на водные объекты определяются согласно водному законодательству: Водному кодексу, Методическим указаниям по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты и пр.*

*Защита от воздействия загрязняющих веществ и восстановление водных объектов производится:*

- при развитии безотходных и безводных технологий, систем замкнутого водоснабжения;

- очистке сточных вод;
- очистке и обеззараживании поверхностных вод, используемых для водоснабжения;
- закачке сточных вод в глубокие водоносные горизонты.

*Механические методы* очистки сточных вод: процеживание, отстаивание, фильтрация, центрифугирование. Типовое оборудование.

Механическая очистка:

- процеживание через решетки;
- отстаивание – преаэрация, биокоагуляция, осветление во взвешенном слое (отстойники – осветлители) или в тонком слое (тонкослойные отстойники), а также с помощью гидроциклонов;
- фильтрование – пропускание воды через слой различного зернистого материала (кварцевого песка, гранитного щебня, дробленого антрацита и керамзита, горелых пород и других материалов) или через сетчатые барабанные фильтры, микрофильтры, через высокопроизводительные напорные фильтры и фильтры с плавающей загрузкой;
- центрифугирование;
- типовое оборудование для механической очистки – решетки, отстойники, фильтры, гидроциклы, центрифуги, жидкостные сепараторы.

*Химические методы очистки:* комплексообразование, нейтрализация, осаждение, окисление-восстановление. Химические методы обработки сточных вод основаны на применении химических реакций, в результате которых загрязнения превращаются в соединения, безопасные для потребителя, или легко выделяются в виде осадков. В особую группу химических методов следует выделить хлорирование и озонирование сточных вод, содержащих органические примеси, а также цианиды и другие пахнущие неорганические вещества. Хлорирование и озонирование наиболее часто применяют для доочистки и обезвреживания питьевой воды на городских водопроводных станциях.

### *Восстановление рек и водоемов*

*Восстановление рек и водоемов – совокупность прикладных научных исследований и организационно-технических мероприятий, направленных на восстановление нормального функционирования водных экосистем, нарушенного вследствие эксплуатации природных ресурсов или загрязнения производственными отходами водных объектов суши и их водосборов.*

Наиболее очевидно нарушение речных биоценозов и деградация рек при разработке в речных долинах карьеров для добычи полезных ископаемых открытым способом, при прокладке пересекающих реки транспортных магистралей (сооружение шоссейных и железнодорожных мостов, траншей для трубопроводов и т. п.), при мелиоративном преобразовании заболоченных пойм, при сооружении набережных в городах, сопровождающихся канализацией речных русел и нередко перемещением русел малых рек.

Менее заметны медленные изменения при антропогенном нарушении стока, в особенности качества воды под воздействием сосредоточенных (точечных) и рассредоточенных источников загрязнения рек. К ним относят сброс кислых шахтных, дренажных и сточных промышленных вод, ливневые стоки с городских территорий и промышленных зон, смыв удобрений и ядохимикатов с сельскохозяйственных полей и площадок их складирования, навоза с животноводческих ферм, наносов вследствие усиления эрозии при вырубке лесов и т. д.

Деградация озер, создающая необходимость их восстановления, наиболее часто бывает вызвана либо сбросом в них ядовитых для водных организмов веществ, либо обогащением озерной воды органическими и минеральными биогенными веществами, стимулирующими эвтрофирование водоема.

В мировой практике восстановления речных русел и водоемов распространен принцип стабилизации гидрологического режима в диапазоне колебаний скорости течения, уровня воды (следовательно, и ее расхода) и гидрохимических характеристик качества воды, оптимального для устойчивого функционирования речной экосистемы, а затем создание и размещение в русле сооружений, способствующих привлечению водных организмов переселенцев для ускорения развития биоты в восстанавливаемом участке реки. Таким образом, восстановление реки заключается лишь в стимулировании заселения реконструированного русла речной флорой и фауной.

Проект восстановительных работ, по мнению гидроэкологов, должен включать несколько этапов:

- 1) формирование группы специалистов в составе гидрологов, инженеров-гидротехников, биологов-экологов и рыбоводов, ландшафтоведов;

- 2) разработка плана восстановительных работ с учетом местных условий, имеющегося опыта подобных работ;

3) техническое осуществление плана реконструкции водного объекта;

4) организация мониторинга водной экосистемы с целью анализа эффективности выполненных природоохранных мероприятий.

*К восстановительным мероприятиям на реках относятся следующие:* конструирование устойчивых меандров с закономерным чередованием плесов и перекатов, установка ловушек мусора, наносоуловителей и небольших запруд на притоках для перехвата повышенного стока наносов в период восстановления растительного покрова на рекультивируемых участках водосбора, возобновление береговой растительности, размещение в новом русле (при необходимости) струенаправляющих конструкций, водоподпорных дамб и др.

*К восстановительным работам на озерах и водохранилищах относят следующие:*

1) снижение внешней нагрузки на водоем от вредных веществ путем водоохранных мероприятий на водосборах;

2) регулирование функционирования водной экосистемы и внутриводоемного круговорота веществ и энергии с целью улучшения качества формирующейся в водоеме основной водной массы.

*Водоохранные мероприятия на водосборе подразделяются на три уровня:*

- *первый уровень* предусматривает переход производства на экологически чистые технологии (в сельском хозяйстве это совершенствование кормовых рационов животных, технологии удаления и утилизации навоза, очистки животноводческих стоков, технологии использования минеральных удобрений);

- *водоохранные мероприятия второго уровня* направлены на снижение миграционной способности загрязнений (использование в качестве водоприемников сельскохозяйственных сточных вод земельных полей орошения, биологических прудов, болот; обвалование сельскохозяйственных полей, расположенных вблизи русел рек и берегов водоемов; систематическая расчистка русел и водоемов мелиоративных систем и их аэрация; лесонасаждение и залужение прибрежных водоохранных полос;

- *третий уровень* состоит в использовании для очистки воды высшей водной растительности, активно поглощающей биогенные вещества, в самых верхних звеньях гидрографической сети (мелиоративные биоплато, биологические пруды). К такого рода водным объ-

ектам могут быть отнесены предводохранилища, сооружаемые на притоках водоемов-источников питьевого назначения.

*В комплекс водосберегающих и водоохраных мероприятий на водосборах рек входит создание лесозащитных полос различного назначения и осуществление разнообразных агротехнических мероприятий по уменьшению эрозии почв и выносу минеральных удобрений.*

*С позиции гидрологии общим для них является,*

во-первых, то, что лес способствует переводу части поверхностного стока в грунтовый и тем самым предотвращает обмеление малых рек в летний период;

во-вторых, лес перехватывает часть взвешенных и растворенных веществ, содержащихся в талой и дождевой воде, улучшая качество речной воды;

в-третьих, лесные полосы способствуют задержанию снега на полях, что особенно важно для открытых степных районов.

*Лесные насаждения по берегам водоемов* создаются для защиты берегового склона от размыва, для перехвата части взвешенных и растворенных веществ.

Лесные насаждения по берегам водохранилищ предназначаются в первую очередь для снижения интенсивности процесса переработки берегов. На прудах и малых водохранилищах способствуют также уменьшению испарения с водной поверхности и улучшают условия произрастания макрофитов в прибрежной зоне. Лесные посадки по берегам водоемов повышают их рекреационную ценность.

Лесные насаждения в оврагах и балках, а также на горных склонах. В первую очередь засаживаются отвершки оврагов. Если расстояние между отвершками небольшое, то создается сплошная полоса; в противном случае промежуточные пространства отводятся под залужение. Дно и склоны оврагов и балок желательно сплошь засаживать деревьями и кустарником. Агротелиоративные мероприятия в речном бассейне направлены прежде всего на предотвращение эрозии почв. Эрозия почв есть мощный гидролого-экологический фактор, особенно для малых рек и водохранилищ. Из-за перегруженности водного потока взвешенными и влекомыми наносами ускоряется процесс заиления прудов и водохранилищ. Наносы, откладываясь в руслах рек в виде кос, побочней, осередков и пр., меняют в худшую сторону русловой процесс. Более того, из-за отложения наносов многие малые реки в плотно населенных районах уже превратились в цепочку разобщенных бьефов, где анаэробные процессы распада орга-



нических веществ начинают преобладать над аэробными со всеми вытекающими отсюда отрицательными последствиями.

Подобная река плохо дренирует грунтовые воды, что подчас ведет к заболачиванию прибрежной территории. С продуктами эрозии в реки и водоемы поступает значительное количество биогенных веществ. Овраги и балки иссушают территорию, лишая реку устойчивого грунтового питания.

Агролесомелиоративные мероприятия по борьбе с эрозией почв и выносом минеральных удобрений весьма разнообразны и в целом подразделяются на агротехнические и гидротехнические.

Агротехнические мероприятия включают безотвальную и контурную пахоту, посев озимых культур и многолетних трав, лункование зяби и щелевание озимых, оставление буферных полос, регулирование пастьбы скота, снегозадержание и уплотнение снега, вспашку и боронование поперек склона, а еще лучше по горизонтали, строгое соблюдение норм внесения минеральных удобрений и недопущение их длительного хранения, под открытым небом и т. д.

Гидротехнические мероприятия: террасирование крутых склонов, устройство на них сети ловчих канав и невысоких гребенчатых валов для перехвата талой и дождевой воды, укрепление откосов оврагов, создание на дне оврагов каскада низконапорных запруд, устройство прудов и небольших водохранилищ в долинах рек, а также биологических прудов и прудов-отстойников в устьях каналов и рек, создание сети перехватывающих нагорных канав вдоль бровок оврагов и балок и т. д.

### ***Вопросы для самоконтроля 14***

1. Каким образом проявляется загрязнение вод?
2. Что такое эвтрофикация?
3. Виды загрязнения природных вод.
4. Назовите основные источники загрязнения вод, приведите примеры.
5. Назовите общие показатели загрязненности сточных вод.
6. Чем отличаются виды проб – простая (разовая) и смешанная?
7. Назовите методы анализа воды.
8. При помощи каких показателей осуществляется контроль и управление качеством воды в водных объектах?
9. Назовите механические методы очистки сточных вод.

10. Назовите химические методы очистки сточных вод.
11. Что включает в себя понятие «восстановление рек и водоемов»?
12. Что относят к восстановительным мероприятиям на реках?
13. Что относят к восстановительным мероприятиям на озерах и водохранилищах?
14. Охарактеризуйте водосберегающие и водоохраные мероприятия на водосборах водных объектов, назовите уровни.

## **Лекция 15**

### ***Водоохранные зоны. Зоны санитарной охраны***

*Водный кодекс РФ. Статья 65. Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы*

1. *Водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии (границам водного объекта) морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.*

2. *В границах водоохраных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.*

3. *За пределами территорий городов и других населенных пунктов ширина водоохранной зоны рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и ширина их прибрежной защитной полосы устанавливаются от местоположения соответствующей береговой линии (границы водного объекта), а ширина водоохранной зоны морей и ширина их прибрежной защитной полосы – от линии максимального прилива. При наличии централизованных ливневых систем водоотведения и набережных границы прибрежных защитных полос этих водных объектов совпадают с парапетами набережных, ширина водоохранной зоны на таких территориях устанавливается от парапета набережной.*

4. *Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью:*

- до десяти километров – в размере пятидесяти метров;
- от десяти до пятидесяти километров – в размере ста метров;
- от пятидесяти километров и более – в размере двухсот метров.

5. Для реки, ручья протяженностью менее десяти километров от истока до устья водоохранная зона совпадает с прибрежной защитной полосой. Радиус водоохранной зоны для истоков реки, ручья устанавливается в размере пятидесяти метров.

6. Ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 квадратного километра, устанавливается в размере пятидесяти метров. Ширина водоохранной зоны водохранилища, расположенного на водотоке, устанавливается равной ширине водоохранной зоны этого водотока.

7. Границы водоохранной зоны озера Байкал устанавливаются в соответствии с Федеральным законом от 1 мая 1999 года № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал».

8. Ширина водоохранной зоны моря составляет пятьсот метров.

9. Водоохранные зоны магистральных или межхозяйственных каналов совпадают по ширине с полосами отводов таких каналов.

10. Водоохранные зоны рек, их частей, помещенных в закрытые коллекторы, не устанавливаются.

11. Ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в зависимости от уклона берега водного объекта и составляет тридцать метров для обратного или нулевого уклона, сорок метров для уклона до трех градусов и пятьдесят метров для уклона три и более градуса.

12. Для расположенных в границах болот проточных и сточных озер и соответствующих водотоков ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в размере пятидесяти метров.

13. Ширина прибрежной защитной полосы реки, озера, водохранилища, являющихся средой обитания, местами воспроизводства, нереста, нагула, миграционными путями особо ценных водных биологических ресурсов (при наличии одного из показателей) и (или) используемых для добычи (вылова), сохранения таких видов водных биологических ресурсов и среды их обитания, устанавливается в размере двухсот метров независимо от уклона берега.

14. На территориях населенных пунктов при наличии централизованных ливневых систем водоотведения и набережных границы прибрежных защитных полос совпадают с парапетами набережных. Ширина водоохранной зоны на таких территориях устанавливается от

парапета набережной. При отсутствии набережной ширина водоохранной зоны, прибрежной защитной полосы измеряется от местоположения береговой линии (границы водного объекта).

*15. В границах водоохранных зон запрещается:*

1) использование сточных вод в целях повышения почвенного плодородия;

2) размещение кладбищ, скотомогильников, объектов размещения отходов производства и потребления, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ, пунктов захоронения радиоактивных отходов, а также загрязнение территории загрязняющими веществами, предельно допустимые концентрации которых в водах водных объектов рыбохозяйственного значения не установлены;

3) осуществление авиационных мер по борьбе с вредными организмами;

4) движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие;

5) строительство и реконструкция автозаправочных станций, складов горюче-смазочных материалов (за исключением случаев, если автозаправочные станции, склады горюче-смазочных материалов размещены на территориях портов, инфраструктуры внутренних водных путей, в том числе баз (сооружений) для стоянки маломерных судов, объектов органов федеральной службы безопасности), станций технического обслуживания, используемых для технического осмотра и ремонта транспортных средств, осуществление мойки транспортных средств;

б) хранение пестицидов и агрохимикатов (за исключением хранения агрохимикатов в специализированных хранилищах на территориях морских портов за пределами границ прибрежных защитных полос), применение пестицидов и агрохимикатов;

7) сброс сточных, в том числе дренажных, вод;

8) разведка и добыча общераспространенных полезных ископаемых (за исключением случаев, если разведка и добыча общераспространенных полезных ископаемых осуществляются пользователями недр, осуществляющими разведку и добычу иных видов полезных ископаемых, в границах предоставленных им в соответствии с законодательством Российской Федерации о недрах горных отводов и (или) геологических отводов на основании утвержденного техниче-

ского проекта в соответствии со статьей 19.1 Закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 года № 2395-1 «О недрах»).

*16. В границах водоохранных зон допускаются проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация хозяйственных и иных объектов при условии оборудования таких объектов сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения, заиления и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды.*

Выбор типа сооружения, обеспечивающего охрану водного объекта от загрязнения, засорения, заиления и истощения вод, осуществляется с учетом необходимости соблюдения установленных в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов. В целях настоящей статьи под сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения, заиления и истощения вод, понимаются:

1) централизованные системы водоотведения (канализации), централизованные ливневые системы водоотведения;

2) сооружения и системы для отведения (сброса) сточных вод в централизованные системы водоотведения (в том числе дождевых, талых, инфильтрационных, поливомоечных и дренажных вод), если они предназначены для приема таких вод;

3) локальные очистные сооружения для очистки сточных вод (в том числе дождевых, талых, инфильтрационных, поливомоечных и дренажных вод), обеспечивающие их очистку исходя из нормативов, установленных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и настоящего Кодекса;

4) сооружения для сбора отходов производства и потребления, а также сооружения и системы для отведения (сброса) сточных вод (в том числе дождевых, талых, инфильтрационных, поливомоечных и дренажных вод) в приемники, изготовленные из водонепроницаемых материалов;

5) сооружения, обеспечивающие защиту водных объектов и прилегающих к ним территорий от разливов нефти и нефтепродуктов и иного негативного воздействия на окружающую среду.

16.1. В отношении территорий ведения гражданами садоводства или огородничества для собственных нужд, размещенных в границах водоохранных зон и не оборудованных сооружениями для очистки

сточных вод, до момента их оборудования такими сооружениями и (или) подключения к системам, указанным в пункте 1 части 16 настоящей статьи, допускается применение приемников, изготовленных из водонепроницаемых материалов, предотвращающих поступление загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в окружающую среду.

16.2. На территориях, расположенных в границах водоохранных зон и занятых защитными лесами, особо защитными участками лесов, наряду с ограничениями, установленными частью 15 настоящей статьи, действуют ограничения, предусмотренные установленными лесным законодательством правовым режимом защитных лесов, правовым режимом особо защитных участков лесов.

16.3. Строительство, реконструкция и эксплуатация специализированных хранилищ агрохимикатов допускаются при условии оборудования таких хранилищ сооружениями и системами, предотвращающими загрязнение водных объектов.

*17. В границах прибрежных защитных полос наряду с установленными частью 15 настоящей статьи ограничениями запрещаются:*

- 1) распашка земель;
- 2) размещение отвалов размываемых грунтов;
- 3) выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей, ванн.

18. Установление границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов, в том числе обозначение на местности посредством специальных информационных знаков, осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

*Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14 марта 2002 г. № 10 «О введении в действие санитарных правил и норм «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.4.1110-02»*

## *I. Общие положения*

1.1. Санитарные правила и нормы (СанПиН) «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения» разработаны на основании Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г.

№ 52-ФЗ, Постановления Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 г. № 554, утвердившего Положение о государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании.

1.2. Настоящие СанПиН определяют санитарно-эпидемиологические требования к организации и эксплуатации зон санитарной охраны (ЗСО) источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.

1.3. Соблюдение санитарных правил является обязательным для граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц.

1.4. ЗСО организуются на всех водопроводах, вне зависимости от ведомственной принадлежности, подающих воду как из поверхностных, так и из подземных источников.

Основной целью создания и обеспечения режима в ЗСО является санитарная охрана от загрязнения источников водоснабжения и водопроводных сооружений, а также территорий, на которых они расположены.

1.5. ЗСО организуются в составе трех поясов: первый пояс (строгого режима) включает территорию расположения водозаборов, площадок всех водопроводных сооружений и водопроводящего канала. Его назначение – защита места водозабора и водозаборных сооружений от случайного или умышленного загрязнения и повреждения. Второй и третий пояса (пояса ограничений) включают территорию, предназначенную для предупреждения загрязнения воды источников водоснабжения.

Санитарная охрана водоводов обеспечивается санитарно-защитной полосой.

В каждом из трех поясов, а также в пределах санитарно-защитной полосы, соответственно их назначению, устанавливается специальный режим и определяется комплекс мероприятий, направленных на предупреждение ухудшения качества воды.

1.6. Организации ЗСО должна предшествовать разработка ее проекта, в который включаются:

- а) определение границ зоны и составляющих ее поясов;
- б) план мероприятий по улучшению санитарного состояния территории ЗСО и предупреждению загрязнения источника;
- в) правила и режим хозяйственного использования территорий трех поясов ЗСО.

При разработке проекта ЗСО для крупных водопроводов предварительно создается положение о ЗСО, содержащее гигиенические основы их организации для данного водопровода.

1.7. Определение границ ЗСО и разработка комплекса необходимых организационных, технических, гигиенических и противоэпидемических мероприятий находятся в зависимости от вида источников водоснабжения (подземных или поверхностных), проектируемых или используемых для питьевого водоснабжения, от степени их естественной защищенности и возможного микробного или химического загрязнения.

1.8. На водопроводах с подруловым водозабором ЗСО следует организовывать как для поверхностного источника водоснабжения.

На водопроводах с искусственным пополнением подземных вод ЗСО организуется как для поверхностного источника (относительно водозабора для инфильтрационных бассейнов), так и для подземного источника (для защиты инфильтрационных бассейнов и эксплуатационных скважин).

1.9. Принципиальное решение о возможности организации ЗСО принимается на стадии проекта районной планировки или генерального плана, когда выбирается источник водоснабжения. В генеральных планах застройки населенных мест зоны санитарной охраны источников водоснабжения указываются на схеме планировочных ограничений.

При выборе источника хозяйственно-питьевого водоснабжения для отдельного объекта возможность организации ЗСО должна определяться на стадии выбора площадки для строительства водозабора.

1.10. На санитарно-эпидемиологическое заключение выбора в центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора заказчик представляет материалы, характеризующие источник водоснабжения, в том числе ориентировочные границы ЗСО и возможные источники загрязнения. *Акт о выборе площадки (трассы) подписывается при наличии положительного санитарно-эпидемиологического заключения центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора.*

1.11. Проект ЗСО должен быть составной частью проекта хозяйственно-питьевого водоснабжения и разрабатываться одновременно с последним. Для действующих водопроводов, не имеющих установленных зон санитарной охраны, проект ЗСО разрабатывается специально.



1.12. В состав проекта ЗСО должны входить текстовая часть, картографический материал, перечень предусмотренных мероприятий, согласованный с землепользователями, сроками их исполнения и исполнителями.

1.12.1. Текстовая часть должна содержать:

а) характеристику санитарного состояния источников водоснабжения;

б) анализы качества воды в объеме, предусмотренном действующими санитарными нормами и правилами;

в) гидрологические данные (основные параметры и их динамика во времени) – при поверхностном источнике водоснабжения или гидрогеологические данные – при подземном источнике;

г) данные, характеризующие взаимовлияние подземного источника и поверхностного водоема при наличии гидравлической связи между ними;

д) данные о перспективах строительства в районе расположения источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, в том числе жилых, промышленных и сельскохозяйственных объектов;

е) определение границ первого, второго и третьего поясов ЗСО с соответствующим обоснованием и перечень мероприятий с указанием сроков выполнения и ответственных организаций, индивидуальных предпринимателей, с определением источников финансирования;

ж) правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в зону санитарной охраны всех поясов.

1.12.2. Картографический материал должен быть представлен в следующем объеме:

а) ситуационный план с проектируемыми границами второго и третьего поясов ЗСО и нанесением мест водозаборов и площадок водопроводных сооружений, источника водоснабжения и бассейна его питания (с притоками) в масштабе: при поверхностном источнике водоснабжения – 1:50000 – 1:100000, при подземном – 1:10000 – 1:25000;

б) гидрологические профили по характерным направлениям в пределах области питания водозабора – при подземном источнике водоснабжения;

в) план первого пояса ЗСО в масштабе 1:500 – 1:1000;

г) план второго и третьего поясов ЗСО в масштабе 1:10000 – 1:25000 – при подземном водоисточнике и в масштабе 1:25000 –

1:50000 – при поверхностном водосточнике с нанесением всех расположенных на данной территории объектов.

1.13. Проект ЗСО с планом мероприятий должен иметь заключение центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора и иных заинтересованных организаций, после чего утверждается в установленном порядке.

1.14. Установленные границы ЗСО и составляющих ее поясов могут быть пересмотрены в случае возникших или предстоящих изменений эксплуатации источников водоснабжения (в том числе производительности водозаборов подземных вод) или местных санитарных условий по заключению организаций, указанных в п. 1.13 настоящих СанПиН. Проектирование и утверждение новых границ ЗСО должны производиться в том же порядке, что и первоначальных.

1.15. *Санитарные мероприятия должны выполняться:*

а) в пределах первого пояса ЗСО – органами коммунального хозяйства или другими владельцами водопроводов;

б) в пределах второго и третьего поясов ЗСО – владельцами объектов, оказывающих (или могущих оказать) отрицательное влияние на качество воды источников водоснабжения.

1.16. *Государственный санитарно-эпидемиологический надзор на территории ЗСО* осуществляется органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации путем разработки и контроля за проведением гигиенических и противоэпидемических мероприятий, согласования водоохраных мероприятий и контроля качества воды источника.

1.17. Отсутствие утвержденного проекта ЗСО не является основанием для освобождения владельцев водопровода, владельцев объектов, расположенных в границах ЗСО, организаций, индивидуальных предпринимателей, а также граждан от выполнения требований, предъявляемых настоящими СанПиН.

## *II. Определение границ поясов ЗСО*

### *2.1. Факторы, определяющие ЗСО*

2.1.1. Дальность распространения загрязнения зависит:

- от вида источника водоснабжения (поверхностный или подземный);
- характера загрязнения (микробное или химическое);
- степени естественной защищенности от поверхностного загрязнения (для подземного источника);

- гидрогеологических или гидрологических условий.

2.1.2. При определении размеров поясов ЗСО необходимо учитывать время выживаемости микроорганизмов (2-й пояс), а для химического загрязнения – дальность распространения, принимая стабильным его состав в водной среде (3-й пояс).

Другие факторы, ограничивающие возможность распространения микроорганизмов (адсорбция, температура воды и др.), а также способность химических загрязнений к трансформации и снижение их концентрации под влиянием физико-химических процессов, протекающих в источниках водоснабжения (сорбция, выпадение в осадок и др.), могут учитываться, если закономерности этих процессов достаточно изучены.

## *2.2. Определение границ поясов ЗСО подземного источника*

### *2.2.1. Границы первого пояса*

2.2.1.1. Водозаборы подземных вод должны располагаться вне территории промышленных предприятий и жилой застройки. Расположение на территории промышленного предприятия или жилой застройки возможно при надлежащем обосновании. Граница первого пояса устанавливается на расстоянии не менее 30 м от водозабора – при использовании защищенных подземных вод и на расстоянии не менее 50 м – при использовании недостаточно защищенных подземных вод.

Граница первого пояса ЗСО группы подземных водозаборов должна находиться на расстоянии не менее 30 и 50 м от крайних скважин.

Для водозаборов из защищенных подземных вод, расположенных на территории объекта, исключающего возможность загрязнения почвы и подземных вод, размеры первого пояса ЗСО допускается сокращать при условии гидрогеологического обоснования по согласованию с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

2.2.1.2. К защищенным подземным водам относятся напорные и безнапорные межпластовые воды, имеющие в пределах всех поясов ЗСО сплошную водоупорную кровлю, исключающую возможность местного питания из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов.

К недостаточно защищенным подземным водам относятся:

а) грунтовые воды, т. е. подземные воды первого от поверхности земли безнапорного водоносного горизонта, получающего питание на площади его распространения;

б) напорные и безнапорные межпластовые воды, которые в естественных условиях или в результате эксплуатации водозабора получают питание на площади ЗСО из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов через гидрогеологические окна или проницаемые породы кровли, а также из водотоков и водоемов путем непосредственной гидравлической связи.

2.2.1.3. Для водозаборов при искусственном пополнении запасов подземных вод граница первого пояса устанавливается как для подземного недостаточно защищенного источника водоснабжения на расстоянии не менее 50 м от водозабора и не менее 100 м от инфильтрационных сооружений (бассейнов, каналов и др.).

2.2.1.4. В границы первого пояса инфильтрационных водозаборов подземных вод включается прибрежная территория между водозабором и поверхностным водоемом, если расстояние между ними менее 150 м.

### 2.2.2. Граница второго и третьего поясов

2.2.2.1. При определении границ второго и третьего поясов следует учитывать, что приток подземных вод из водоносного горизонта к водозабору происходит только из области питания водозабора, форма и размеры которой в плане зависят от:

типа водозабора (отдельные скважины, группы скважин, линейный ряд скважин, горизонтальные дрены и др.);

величины водозабора (расхода воды) и понижения уровня подземных вод;

гидрологических особенностей водоносного пласта, условий его питания и дренирования.

2.2.2.2. Граница второго пояса ЗСО определяется гидродинамическими расчетами исходя из условий, что микробное загрязнение, поступающее в водоносный пласт за пределами второго пояса, не достигает водозабора.

2.2.2.3. Граница третьего пояса ЗСО, предназначенного для защиты водоносного пласта от химических загрязнений, также определяется гидродинамическими расчетами. При этом следует исходить из того, что время движения химического загрязнения к водозабору должно быть больше расчетного  $T_x$ .

Тх принимается как срок эксплуатации водозабора (обычный срок эксплуатации водозабора – 25–50 лет).

Если запасы подземных вод обеспечивают неограниченный срок эксплуатации водозабора, третий пояс должен обеспечить соответственно более длительное сохранение качества подземных вод.

2.2.2.4. Для инфильтрационного водозабора подземных вод необходимо устанавливать второй и третий пояса ЗСО и для поверхностного водоема, питающего его, в соответствии с п.п. 2.3.2 и 2.3.3.

2.2.2.5. Определение границ второго и третьего поясов ЗСО подземных источников водоснабжения для различных гидрогеологических условий проводится в соответствии с методиками гидрогеологических расчетов.

### *2.3. Определение границ поясов ЗСО поверхностного источника*

#### 2.3.1. Границы первого пояса

2.3.1.1. Граница первого пояса ЗСО водопровода с поверхностным источником устанавливается с учетом конкретных условий, в следующих пределах:

а) для водотоков:

вверх по течению – не менее 200 м от водозабора;

вниз по течению – не менее 100 м от водозабора;

по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от линии уреза воды летне-осенней межени;

в направлении к противоположному от водозабора берегу при ширине реки или канала менее 100 м – вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от линии уреза воды при летне-осенней межени, при ширине реки или канала более 100 м – полоса акватории шириной не менее 100 м;

б) для водоемов (водохранилища, озера) граница первого пояса должна устанавливаться в зависимости от местных санитарных и гидрологических условий, но не менее 100 м во всех направлениях по акватории водозабора и по прилегающему к водозабору берегу от линии уреза воды при летне-осенней межени.

*Примечание:* на водозаборах ковшевого типа в пределы первого пояса ЗСО включается вся акватория ковша.

#### 2.3.2. Границы второго пояса

2.3.2.1. Границы второго пояса ЗСО водотоков (реки, канала) и водоемов (водохранилища, озера) определяются в зависимости от природных, климатических и гидрологических условий.

2.3.2.2. Граница второго пояса на водотоке в целях микробного самоочищения должна быть удалена вверх по течению водозабора на столько, чтобы время пробега по основному водотоку и его притокам, при расходе воды в водотоке 95% обеспеченности, было не менее 5 суток – для IА, Б, В и Г, а также IIА климатических районов, и не менее 3 суток – для IД, IIБ, В, Г, а также III климатического района.

Скорость движения воды в м/сутки принимается усредненной по ширине и длине водотока или для отдельных его участков при резких колебаниях скорости течения.

2.3.2.3. Граница второго пояса ЗСО водотока ниже по течению должна быть определена с учетом исключения влияния ветровых обратных течений, но не менее 250 м от водозабора.

2.3.2.4. Боковые границы второго пояса ЗСО от уреза воды при летне-осенней межени должны быть расположены на расстоянии:

- а) при равнинном рельефе местности – не менее 500 м;
- б) при гористом рельефе местности – до вершины первого склона, обращенного в сторону источника водоснабжения, но не менее 750 м при пологом склоне и не менее 1 000 м при крутом.

2.3.2.5. Граница второго пояса ЗСО на водоемах должна быть удалена по акватории во все стороны от водозабора на расстояние 3 км – при наличии нагонных ветров до 10% и 5 км – при наличии нагонных ветров более 10%.

2.3.2.6. Граница второго пояса ЗСО на водоемах по территории должна быть удалена в обе стороны по берегу на 3 или 5 км в соответствии с п. 2.3.2.5 и от уреза воды при нормальном подпорном уровне (НПУ) на 500–1 000 м в соответствии с п. 2.3.2.4.

2.3.2.7. В отдельных случаях, с учетом конкретной санитарной ситуации и при соответствующем обосновании, территория второго пояса может быть увеличена по согласованию с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

### *2.3.3. Границы третьего пояса*

2.3.3.1. Границы третьего пояса ЗСО поверхностных источников водоснабжения на водотоке вверх и вниз по течению совпадают с границами второго пояса. Боковые границы должны проходить по линии водоразделов в пределах 3–5 километров, включая притоки. Границы третьего пояса поверхностного источника на водоеме полностью совпадают с границами второго пояса.

2.4. Определение границ ЗСО водопроводных сооружений и водоводов

2.4.1. Зона санитарной охраны водопроводных сооружений, расположенных вне территории водозабора, представлена первым поясом (строгoго режима), водоводов – санитарно-защитной полосой.

2.4.2. Граница первого пояса ЗСО водопроводных сооружений принимается на расстоянии:

от стен запасных и регулирующих емкостей, фильтров и контактных осветлителей – не менее 30 м;

от водонапорных башен – не менее 10 м;

от остальных помещений (отстойники, реагентное хозяйство, склад хлора, насосные станции и др.) – не менее 15 м.

*Примечание:*

1. По согласованию с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора первый пояс ЗСО для отдельно стоящих водонапорных башен, в зависимости от их конструктивных особенностей, может не устанавливаться.

2. При расположении водопроводных сооружений на территории объекта указанные расстояния допускается сокращать по согласованию с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора, но не менее чем до 10 м.

2.4.3. *Ширину санитарно-защитной полосы следует принимать по обе стороны от крайних линий водопровода:*

а) при отсутствии грунтовых вод – не менее 10 м при диаметре водоводов до 1 000 мм и не менее 20 м при диаметре водоводов более 1 000 мм;

б) при наличии грунтовых вод – не менее 50 м вне зависимости от диаметра водоводов.

В случае необходимости допускается сокращение ширины санитарно-защитной полосы для водоводов, проходящих по застроенной территории, по согласованию с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

2.4.4. При наличии расходного склада хлора на территории расположения водопроводных сооружений размеры санитарно-защитной зоны до жилых и общественных зданий устанавливаются с учетом правил безопасности при производстве, хранении, транспортировании и применении хлора.

### *III. Основные мероприятия на территории ЗСО*

#### *3.1. Общие требования*

*3.1.1. Мероприятия предусматриваются для каждого пояса ЗСО в соответствии с его назначением. Они могут быть единовременными, осуществляемыми до начала эксплуатации водозабора, либо постоянными, режимного характера.*

*3.1.2. Объем указанных ниже основных мероприятий на территории ЗСО при наличии соответствующего обоснования должен быть уточнен и дополнен применительно к конкретным природным условиям и санитарной обстановке с учетом современного и перспективного хозяйственного использования территории в районе ЗСО.*

*3.2. Мероприятия на территории ЗСО подземных источников водоснабжения.*

*Целью мероприятий является сохранение постоянства природного состава воды в водозаборе путем устранения и предупреждения возможности ее загрязнения.*

*Целью мероприятий является максимальное снижение микробного и химического загрязнения воды источников водоснабжения, позволяющее при современной технологии обработки обеспечивать получение воды питьевого качества.*

#### *3.2.1. Мероприятия по первому поясу*

*3.2.1.1. Территория первого пояса ЗСО должна быть спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена и обеспечена охраной. Дорожки к сооружениям должны иметь твердое покрытие.*

*3.2.1.2. Не допускается посадка высокоствольных деревьев, все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к эксплуатации, реконструкции и расширению водопроводных сооружений, в том числе прокладка трубопроводов различного назначения, размещение жилых и хозяйственно-бытовых зданий, проживание людей, применение ядохимикатов и удобрений.*

*3.2.1.3. Здания должны быть оборудованы канализацией с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой или производственной канализации или на местные станции очистных сооружений, расположенные за пределами первого пояса ЗСО с учетом санитарного режима на территории второго пояса.*

*В исключительных случаях при отсутствии канализации должны устраиваться водонепроницаемые приемники нечистот и бытовых*



отходов, расположенные в местах, исключаящих загрязнение территории первого пояса ЗСО при их вывозе.

3.2.1.4. Водопроводные сооружения, расположенные в первом поясе зоны санитарной охраны, должны быть оборудованы с учетом предотвращения возможности загрязнения питьевой воды через оголовки и устья скважин, люки и переливные трубы резервуаров и устройства заливки насосов.

3.2.1.5. Все водозаборы должны быть оборудованы аппаратурой для систематического контроля соответствия фактического дебита при эксплуатации водопровода проектной производительности, предусмотренной при его проектировании и обосновании границ ЗСО.

### *3.2.2. Мероприятия по второму и третьему поясам*

3.2.2.1. Выявление, тампонирование или восстановление всех старых, бездействующих, дефектных или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в части возможности загрязнения водоносных горизонтов.

3.2.2.2. Бурение новых скважин и новое строительство, связанное с нарушением почвенного покрова, производится при обязательном согласовании с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

3.2.2.3. Запрещение закачки отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли.

3.2.2.4. Запрещение размещения складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод.

Размещение таких объектов допускается в пределах третьего пояса ЗСО только при использовании защищенных подземных вод, при условии выполнения специальных мероприятий по защите водоносного горизонта от загрязнения при наличии санитарно-эпидемиологического заключения центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора, выданного с учетом заключения органов геологического контроля.

3.2.2.5. Своевременное выполнение необходимых мероприятий по санитарной охране поверхностных вод, имеющих непосредственную гидрологическую связь с используемым водоносным горизонтом, в соответствии с гигиеническими требованиями к охране поверхностных вод.

### 3.2.3. Мероприятия по второму поясу

Кроме мероприятий, указанных в разделе 3.2.2, в пределах второго пояса ЗСО подземных источников водоснабжения подлежат выполнению следующие дополнительные мероприятия:

#### 3.2.3.1. Не допускается:

размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, навозохранилищ, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, обуславливающих опасность микробного загрязнения подземных вод;

применение удобрений и ядохимикатов;

рубка леса главного пользования и реконструкции.

3.2.3.2. Выполнение мероприятий по санитарному благоустройству территории населенных пунктов и других объектов (оборудование канализацией, устройство водонепроницаемых выгребов, организация отвода поверхностного стока и др.).

*3.3. Мероприятия на территории ЗСО поверхностных источников водоснабжения*

#### 3.3.1. Мероприятия по первому поясу

3.3.1.1. На территории первого пояса ЗСО поверхностного источника водоснабжения должны предусматриваться мероприятия, указанные в п.п. 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.1.3.

3.3.1.2. Не допускается спуск любых сточных вод, в том числе сточных вод водного транспорта, а также купание, стирка белья, водопой скота и другие виды водопользования, оказывающие влияние на качество воды.

Акватория первого пояса ограждается буями и другими предупредительными знаками. На судоходных водоемах над водоприемником должны устанавливаться бакены с освещением.

#### 3.3.2. Мероприятия по второму и третьему поясам ЗСО

3.3.2.1. Выявление объектов, загрязняющих источники водоснабжения, с разработкой конкретных водоохраных мероприятий, обеспеченных источниками финансирования, подрядными организациями и согласованных с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

3.3.2.2. Регулирование отведения территории для нового строительства жилых, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также согласование изменений технологий действующих предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения сточными водами источника водоснабжения.

3.3.2.3. Недопущение отведения сточных вод в зоне водосбора источника водоснабжения, включая его притоки, не отвечающих гигиеническим требованиям к охране поверхностных вод.

3.3.2.4. Все работы, в том числе добыча песка, гравия, донноуглубительные, в пределах акватории ЗСО допускаются по согласованию с центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора лишь при обосновании гидрологическими расчетами отсутствия ухудшения качества воды в створе водозабора.

3.3.2.5. Использование химических методов борьбы с эвтрофикацией водоемов допускается при условии применения препаратов, имеющих положительное санитарно-эпидемиологическое заключение государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации.

3.3.2.6. При наличии судоходства необходимо оборудование судов, дебаркадеров и брандвахт устройствами для сбора фановых и подсланевых вод и твердых отходов; оборудование на пристанях сливных станций и приемников для сбора твердых отходов.

### *3.3.3. Мероприятия по второму поясу*

Кроме мероприятий, указанных в разделе 3.3.2, в пределах второго пояса ЗСО поверхностных источников водоснабжения подлежат выполнению мероприятия пунктов 3.2.2.4, абзац 1, 3.2.3.1, 3.2.3.2, а также следующее:

3.3.3.1. Не производятся рубки леса главного пользования и реконструкции, а также закрепление за лесозаготовительными предприятиями древесины на корню и лесосечного фонда долгосрочного пользования. Допускаются только рубки ухода и санитарные рубки леса.

3.3.3.2. Запрещение расположения стойбищ и выпаса скота, а также всякое другое использование водоема и земельных участков, лесных угодий в пределах прибрежной полосы шириной не менее 500 м, которое может привести к ухудшению качества или уменьшению количества воды источника водоснабжения.

3.3.3.3. Использование источников водоснабжения в пределах второго пояса ЗСО для купания, туризма, водного спорта и рыбной ловли допускается в установленных местах при условии соблюдения гигиенических требований к охране поверхностных вод, а также гигиенических требований к зонам рекреации водных объектов.

3.3.3.4. В границах второго пояса зоны санитарной охраны запрещается сброс промышленных, сельскохозяйственных, городских и

ливневых сточных вод, содержание в которых химических веществ и микроорганизмов превышает установленные санитарными правилами гигиенические нормативы качества воды.

3.3.3.5. Границы второго пояса ЗСО на пересечении дорог, пешеходных троп и пр. обозначаются столбами со специальными знаками.

3.4. Мероприятия по санитарно-защитной полосе водоводов

3.4.1. В пределах санитарно-защитной полосы водоводов должны отсутствовать источники загрязнения почвы и грунтовых вод.

3.4.2. Не допускается прокладка водоводов по территории свалок, полей ассенизации, полей фильтрации, полей орошения, кладбищ, скотомогильников, а также прокладка магистральных водоводов по территории промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

### ***Вопросы для самоконтроля 15***

1. Что представляют собой водоохранные зоны?
2. Для чего предназначены прибрежные защитные полосы
3. Каким образом устанавливается ширина водоохранных зон за пределами территорий городов и других населенных пунктов и ширина водоохранных зон морей?
4. Каким образом устанавливается ширина водоохранной зоны рек или ручьев?
5. Каким образом устанавливается ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 квадратного километра?
6. Что запрещается в границах водоохранных зон?
7. Что допускается в границах водоохранных зон?
8. Что запрещается в границах прибрежных защитных полос наряду с ограничениями, установленными частью 15 статьи ВК?
9. Что такое СанПиН, что они определяют?
10. В каком составе организуют ЗСО?
11. Что должно предшествовать организации ЗСО, и что включает в себя организация?
12. Что входит в состав проекта ЗСО, что содержит каждая часть?

13. Кто выполняет санитарные мероприятия и осуществляет Государственный санитарно-эпидемиологический надзор на территории ЗСО?

14. От чего зависит дальность распространения загрязнения на территории ЗСО?

15. Каким образом производится определение границ первого пояса ЗСО подземного источника?

16. Каким образом производится определение границ второго и третьего пояса ЗСО подземного источника?

17. Определение границ первого пояса ЗСО поверхностного источника.

18. Определение границ второго пояса ЗСО поверхностного источника.

19. Определение границ третьего пояса ЗСО поверхностного источника.

20. При каких условиях ширину санитарно-защитной полосы следует принимать по обе стороны от крайних линий водопровода?

21. Какие мероприятия предусматриваются для каждого пояса ЗСО в соответствии с его назначением?

22. Какова цель мероприятий на территории ЗСО подземных источников водоснабжения, что они включают?

23. Мероприятия по второму и третьему поясам ЗСО подземных источников водоснабжения. Что они включают?

24. Мероприятия на территории ЗСО поверхностных источников водоснабжения по первому поясу. Что они включают?

25. Мероприятия на территории ЗСО поверхностных источников водоснабжения по второму и третьему поясам. Что они включают?

### **Практическая работа 15**

Расчет экономического эффекта от реализации водоохраных мероприятий. Оценка эффективности ВОМ

#### **Задание**

1. Выполните расчет экономического эффекта от реализации водоохраных мероприятий. Оцените эффективность ВОМ.

2. Определите величину предотвращенного ущерба от загрязнения.

### *Ход выполнения задания*

Проводится оценка капитальных вложений, эксплуатационных издержек и суммарных ежегодных затрат на проведение таких водохозяйственных мероприятий, как:

- ведение водооборотных систем водоснабжения;
- введение повторных систем водоснабжения;
- очистка сточных вод;
- устройство биоплато;
- устройство водоохранных зон;
- создание гидроузла;
- устройство дамб обвалования.

Суммарные ежегодные затраты ( $Z$ ) определяются как сумма затрат на отдельное мероприятие ( $Z_i$ ) по формуле

$$Z = \sum Z_i, \quad (48)$$

$$Z_i = \varepsilon \times K_i + C_i, \quad (49)$$

где  $\varepsilon$  – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, принимается равным  $\varepsilon = 0.12$ ;  $K_i$  – капиталовложения для реализации  $i$ -го водохозяйственного мероприятия, руб.;  $C_i$  – ежегодные издержки для  $i$ -го мероприятия. Расчеты проводятся в табличной форме (см. табл. 24).

### *Определение величины предотвращенного ущерба от загрязнения*

Эффективность водоохранных мероприятий определяется через величину предотвращенного ущерба ( $Y$ ), который представляет собой дополнительные затраты на использование воды, в случае если водоохранные мероприятия не проводятся. Величина предотвращенного ущерба рассчитывается по формуле

$$Y = p \times K_{уд} \times \sum_i W_{вв} \times (C_p - C_{pi}^l) \times A_i, \quad (50)$$

где  $p$  – коэффициент, учитывающий значимость водного объекта для водохозяйственных целей  $p = 1.5$ ;  $K_{уд}$  – удельная величина предотвращенного ущерба ( $K_{уд} = 1\ 200$  руб/усл. тонна);  $C_p$  – концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества в возвратных водах до проведения водоохранных мероприятий (мг/л);  $C_{pi}^l$  – концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества в возвратных водах после проведения водоохранных мероприятий (мг/л), принимаются в зависимости от проводимого ме-

роприятия;  $W_{\text{ВВ}}$  – объем возвратных вод всех участников ВХК;  $A_i$  – коэффициент для перевода объема сбрасываемых веществ из тонн в условные тонны,  $A_i = 1/\text{ПДК}_i = 33.33$ .

Таблица 25 – Расчет суммарных ежегодных затрат

Мероприятие	Объем	Капитальные затраты		Ежегодные издержки		$Z_i$ , руб/год
		Удельные, $K_i$	$K_i$ руб	Удельные, $C_i$	$C_i$ , руб/год	
Водооборот в промышленности	$W_{\text{пром вв}}$	0,5...1 руб/м <sup>3</sup>		0,1* $K_{\text{водооб.}}$		
Повторная систем: животноводство – орошение	$W_{\text{ж вв}}$	2...4 руб/м <sup>3</sup>		0,1* $K_{\text{повторн.}}$		
Очистка стоков города и рекреации	$W_{\text{гор}} + W_{\text{рекр}}$	1...3 руб/м <sup>3</sup>		0,1* $K_{\text{очист.}}$		
Биоплато в орошении	$F_{\text{биоплато}}$	10000–30000 руб/га		100-500		
Гидроузел	$W_{\text{пол.}}$	0,5–2 руб/м <sup>3</sup>		0,01* $K_{\text{гироуз.}}$		
Водоохранная зона	$F_{\text{ВОЗ}}$	1000–3000 руб/га		100–300		
Итого		$\Sigma K_i$		$\Sigma C_i$		$\Sigma Z_i$

## 5.2. Защита и восстановление водных объектов от загрязнения и истощения

### Лекция 16

#### Защита водных объектов от загрязнения и истощения

*Защита водных объектов от загрязнения и истощения включает ряд мероприятий, в частности:*

- мониторинг водных объектов;
- создание водоохранных зон;

- развитие безводных технологий, а также систем оборотного (замкнутого) водоснабжения;
- очистка сточных вод (промышленных, коммунально-бытовых и других) или их закачка в глубокие водоносные горизонты;
- очистка и обеззараживание поверхностных вод, используемых для питьевого водоснабжения и других целей;
- надлежащий государственный контроль за использованием и охраной водных объектов.

*Согласно ВК РФ Статьи 30. Государственный мониторинг водных объектов – представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, собственности муниципальных образований, собственности физических лиц, юридических лиц.*

Государственный мониторинг водных объектов является частью государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды).

Государственный мониторинг водных объектов осуществляется в целях:

1) своевременного выявления и прогнозирования негативного воздействия вод, а также развития негативных процессов, влияющих на качество воды в водных объектах и их состояние, разработки и реализации мер по предотвращению негативных последствий этих процессов;

2) оценки эффективности осуществляемых мероприятий по охране водных объектов;

3) информационного обеспечения управления в области использования и охраны водных объектов, в том числе для федерального государственного экологического контроля (надзора) и регионального государственного экологического контроля (надзора).

Государственный мониторинг водных объектов включает в себя:

1) регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, количественными и качественными показателями состояния водных ресурсов, а также за режимом использования водоохраных зон, зон затопления, подтопления;

2) сбор, обработку и хранение сведений, полученных в результате наблюдений;

3) внесение сведений, полученных в результате наблюдений, в государственный водный реестр;



4) оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов.

Государственный мониторинг водных объектов состоит:

1) из мониторинга поверхностных водных объектов с учетом данных мониторинга, осуществляемого при проведении работ в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;

2) мониторинга состояния дна и берегов водных объектов, а также состояния водоохранных зон;

3) мониторинга подземных вод с учетом данных государственного мониторинга состояния недр;

4) наблюдений за водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, а также за объемом вод при водопотреблении и сбросе вод, в том числе сточных вод, в водные объекты.

*Государственный мониторинг водных объектов осуществляется в границах бассейновых округов с учетом особенностей режима водных объектов, их физико-географических, морфометрических и других особенностей.*

Организация и осуществление государственного мониторинга водных объектов проводятся уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти с участием уполномоченных органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Порядок осуществления государственного мониторинга водных объектов устанавливается Правительством Российской Федерации.

*Оборотное водоснабжение – это система обеспечения водой нужд производственного предприятия, при которой использованная вода после соответствующей подготовки подается повторно, без сброса сточных вод в природные водоемы. Оборотное водоснабжение или водооборотный цикл представляет собой замкнутую систему, состоящую из различного технологического оборудования, соединенного трубопроводами.*

Чаще всего вода используется как теплоноситель для нагрева или охлаждения оборудования. Также обратное водоснабжение используется в гальванике, горнодобывающей промышленности, ТЭЦ, пищевом производстве и др.

Сферы применения:

- транспортировка нефти и ее переработка;

- металлургическая и горнодобывающая отрасли;
- химическая и нефтехимическая промышленность;
- тепловые и атомные электростанции;
- лакокрасочная и целлюлозно-бумажная промышленность;
- машиностроение;
- сфера обслуживания автомобильного и железнодорожного транспорта;
- пищевые и перерабатывающие сельхозпродукцию предприятия.

После прохождения воды через оборудование она, как правило, загрязняется продуктами производства, поэтому перед повторным использованием воду необходимо подготовить (произвести водоподготовку).

*В зависимости от характера загрязнений используют различные способы водоподготовки – отстаивание, фильтрацию, добавление реагентов, охлаждение, продувку.*

Фильтрация используется для очистки воды от механических загрязнений. Для очистки воды от растворенных примесей используется химическая очистка воды. Также для снижения концентрации растворенных загрязнений применяют продувку.

Продувка – это добавление в систему оборотного водоснабжения чистой воды. Во время технологического процесса часть воды может теряться в результате испарений и капельного уноса; для компенсации этих потерь в схеме оборотного водоснабжения предусматривается подпитка.

Все перечисленные способы водоподготовки направлены на достижение воды нужного качества. Таким образом, система оборотного водоснабжения позволяет поддерживать длительное время состав циркулирующей воды.

Выбор технологической схемы оборотного водоснабжения зависит от сферы применения оборотной воды.

Основные схемы:

- без промежуточной обработки воды;
- с промежуточной обработкой.

В первом случае оборотная вода является теплоносителем или охладителем. Применяются эти системы на тепловых и атомных электростанциях для охлаждения турбин и дальнейшего преобразования пара в жидкое состояние с последующим применением воды. Для этого строят вспомогательное оборудование – брызгальные бассейны и градирни.

Оборотное водоснабжение с промежуточной обработкой используется на нефтехимических, машиностроительных, лакокрасочных предприятиях. Здесь предусматривается несколько стадий очистки воды. Применяется механическая очистка от твердых частиц с помощью песколовков и процессов отстаивания в специальных резервуарах, используется метод коагуляции с применением флотаторов. Также включаются в работу нефтеуловители для удаления масел, жиров, нефтепродуктов при промывке деталей, узлов и агрегатов.

*Основным направлением уменьшения сброса сточных вод и загрязнения ими водоемов является создание замкнутых систем водного хозяйства.*

*Под замкнутой системой водного хозяйства территориально-промышленного комплекса, района или центра понимается система, включающая использование поверхностных вод, очищенных промышленных и городских сточных вод на промышленных предприятиях, на сельскохозяйственных полях для орошения при выращивании сельскохозяйственных культур, для полива лесных угодий, для поддержания объема (уровня) воды водоемов, исключающих образование каких-либо отходов и сброс сточных вод в водоем.*

Подпитка замкнутых систем свежей водой допускается в случае, если недостаточно очищенных сточных вод для восполнения потерь воды в этих системах, допускается также расход ее в технологических операциях, в которых очищенные сточные воды не могут быть использованы по условиям технологии или гигиены. Свежая вода расходуется только для питьевых и хозяйственно-бытовых целей.

*Необходимость создания замкнутой системы производственного водоснабжения обусловлена:*

- дефицитом воды;
- исчерпанием ассимилирующей разбавляющей и самоочищающей способности водного объекта, принимающего сточные воды;
- экономическими преимуществами перед очисткой сточных вод до требований, предъявляемых водоохраным контролем.

Таким образом, организация замкнутой системы целесообразна, когда затраты на рекуперацию воды и веществ, выделенных из сточной воды и переработанных до товарного продукта или вторичного сырья, ниже суммарных затрат на водоподготовку и очистку сточной воды до показателей, позволяющих сбрасывать ее в водные объекты без загрязнения последних. В тех случаях, когда создание замкнутых систем водоснабжения диктуется экологическими требованиями,

должен быть выбран оптимальный вариант с экономической точки зрения.

Замкнутая система должна обеспечить рациональное использование воды во всех технологических процессах, максимальную рекуперацию компонентов сточных вод, сокращение капитальных и эксплуатационных затрат, нормальные санитарно-гигиенические условия работы обслуживающего персонала, исключение загрязнения окружающей среды.

*Основная задача очистки воды – полностью освободить ее от взвеси (мутности), сделать прозрачной (осветлить) и снизить цветность до незаметного уровня.*

В современных условиях большое значение имеет предварительное удаление из воды зоопланктона (мельчайших животных организмов) и фитопланктона (мельчайших растительных организмов). Для этого используют микрофильтры и барабанные сетки, через которые производится процеживание воды.

*Для осветления и обесцвечивания в комплекс сооружений по очистке воды входят: отстойники, смесители, камеры реакции, фильтры и т. д.*

*Отстойники (горизонтальные, вертикальные) – сооружения, предназначенные для осаждения под силой тяжести в основном крупных по размеру и массе частиц, находящихся в воде во взвешенном состоянии.*

Недостатком естественного осаждения взвеси в отстойниках является длительность этого процесса, при котором не обеспечивается осаждение основной части мелкой взвеси и всех коллоидных частиц. С целью ускорения и повышения эффективности выпадения взвешенных веществ и удаления коллоидных веществ в отстойниках перед отстаиванием производится коагуляция воды.

*Коагуляцией называется процесс укрупнения, агрегации коллоидных и тонко диспергированных примесей воды, происходящий вследствие взаимного слипания под действием сил молекулярного притяжения.*

Процесс коагуляции завершается образованием видимых невооруженным глазом агрегатов – хлопьев. Коагуляция происходит под влиянием химических реагентов – коагулянтов, к которым относятся соли алюминия (алюминия сульфат  $Al_2(SO_4)_3$ ,) и железа (железа сульфат, железа хлорид). Для ускорения процесса коагуляции применяют вещества флокулянты.

*Фильтрация – это следующий после коагуляции и отстаивания процесс для освобождения воды от взвешенных веществ, оставшихся после первых этапов очистки. Сущность фильтрации заключается в пропуске воды через мелкопористый материал, на поверхности, в верхнем слое или в толще которого задерживаются взвешенные частицы. Фильтр представляет собой железобетонный резервуар, заполненный фильтрующим материалом обычно в два слоя. В качестве фильтрующего материала используют кварцевый песок, антрацитовую крошку, керамзит (дробленый и недробленый), некоторые вулканические шлаки, пенополистирол и другие.*

Для очистки вод с незначительной мутностью и высоким содержанием органических соединений, которые плохо поддаются обработке в отстойниках и осветлителях, эффективным методом очистки является флотация.

*Флотация – это процесс, сущность которого заключается в том, что коллоидные и дисперсные примеси соединяются с пузырьками воздуха, тонко диспергированного в воде. Комплексы, которые образуются при этом, всплывают и образуют пену на поверхности флотационного устройства. Снижение поверхностного натяжения на границе вода-воздух приводит к повышению эффективности очистки воды методом флотации. Для этого в воду добавляют поверхностно-активные вещества (флотореагенты).*

*Обеззараживание (дезинфекция) питьевой воды осуществляется с целью обеспечения эпидемической безопасности питьевой и предотвращения передачи через воду возбудителей инфекционных заболеваний. Обеззараживание направлено на уничтожение патогенных и условно-патогенных микроорганизмов.*

В целях обеззараживания применяют *реагентные* (химические) *безреагентные* (физические) методы. Реагентные методы основаны на использовании сильных окислителей (хлора, хлорсодержащих веществ, озона), ионов серебра и других веществ.

К безреагентным методам относятся: ультрафиолетовое облучение, воздействие ультразвука, вакуума, радиоактивное излучение, то есть физические методы, а также термическая обработка.

На водопроводах обычно обеззараживание воды осуществляется на последнем этапе ее очистки перед поступлением в резервуары чистой воды и разводящую водопроводную сеть. Выбор конкретного метода обеззараживания зависит от качества и количества исходной

воды, методов ее предварительной очистки, условий поставки реагентов и других факторов.

*Хлорирование – обработка питьевой воды водным раствором хлора с целью ее обеззараживания.* Этот метод стал наиболее широко распространен среди всех методов обеззараживания воды. Это связано с относительной дешевизной хлора, несложностью используемого оборудования и надежностью обеззараживающего действия.

*Озонирование – обработка воды озоном для уничтожения микроорганизмов и устранения неприятных запахов.*

Озон ( $O_3$ ) – газ голубоватого цвета со специфическим запахом, очень хорошо растворим в воде. Обладает высокой окислительной способностью, которая обуславливает его бактерицидность. Действует на протоплазму микроорганизмов, уничтожает вирусы (в частности, полиомиелита).

Озонирование по сравнению с хлорированием имеет следующие *основные преимущества:*

- надежное обеззараживание достигается в течение нескольких минут, при этом озон эффективнее хлора обеззараживает воду от споровых форм бактерий и возбудителей вирусных инфекций;
- озон, а также продукты его соединения с веществами, находящимися в воде, не имеют вкуса и запаха;
- происходит обесцвечивание воды и устранение ранее имевшихся запахов различного происхождения;
- избыточный озон через несколько минут превращается в кислород, выделяющийся в атмосферный воздух, и поэтому не оказывает влияния на организм человека;
- при этом значительно меньше, чем при хлорировании образуется новых токсических веществ;
- процесс озонирования в меньшей степени, чем хлорирование зависит от рН, мутности, температуры и других свойств воды;
- производство озона на месте избавляет от необходимости доставки и хранения реагентов.

*Недостатки озонирования.* Озон является взрывоопасным и токсичным реагентом, это более дорогой способ по сравнению с хлорированием

*Обеззараживание воды ионами серебра основано на олигодинамическом действии этого металла.* Серебро обладает свойством консервировать воду на длительное время. Согласно опубликованным данным, вода, обработанная серебром в концентрации 0,1 мг/л,

сохраняет высокие санитарно-гигиенические показатели в течение года и более.

Обеззараживание серебром осуществляется непосредственно путем обеспечения контакта воды с поверхностью металла или в результате растворения солей серебра в воде электролитическим способом. Во втором случае используются ионаторы, обеспечивающие растворение серебра под действием постоянного электрического тока.

*Ультрафиолетовое облучение.* Бактерицидное действие ультрафиолетовых (УФ) лучей широко известно и неоднократно доказано в экспериментах. УФ лучи проникают через 25-сантиметровый слой прозрачной и бесцветной воды. Под воздействием УФ излучения в клетках находящихся в воде микроорганизмов происходят необратимые процессы, вызывающие нарушение молекулярных и межмолекулярных связей. Это приводит к денатурации (разрушению) белков клеток протоплазмы, в частности к повреждению ДНК, РНК, клеточных мембран и, как следствие, к гибели микроорганизмов. Образующиеся под воздействием УФ излучения короткоживущие молекулы озона, атомарный кислород, свободные радикалы и гидроксильные группы дополнительно воздействуют на находящиеся в воде микроорганизмы.

*Обеззараживание воды ультразвуком.* Бактерицидное действие ультразвука объясняется в основном механическим разрушением клеточной оболочки бактерий в ультразвуковом поле. При этом бактерицидный эффект связан с интенсивностью ультразвуковых колебаний и не зависит от мутности (до 50 мг/л) и цветности. Эффект обеззараживания распространяется не только на вегетативные, но и на споровые формы микроорганизмов.

*Обеззараживание воды вакуумом* предусматривает обеззараживание бактерий и вирусов пониженным давлением. При этом полный бактерицидный эффект может быть достигнут за 15–20 мин.

*Радиационное обеззараживание воды.* Ионизирующим (проникающим) излучением называется коротковолновое рентгеновское и  $\gamma$ -излучение, поток высокоэнергетических заряженных частиц (электроны, протоны, дейтроны,  $\alpha$ -частицы и ядра отдачи), а также быстрых нейтронов (частицы, не имеющие зарядов). Взаимодействуя с электронными оболочками атомов и молекул среды, они передают им часть своей энергии, производя ионизацию молекул. Освободившиеся при этом электроны, как правило, обладают значительной энергией, которая расходуется на ионизацию еще нескольких молекул воды.

Ионизирующее излучение является мощным безреагентным фактором, действие которого приводит к гибели имеющихся в облучаемой воде болезнетворных микроорганизмов и ее обеззараживание. Первичные продукты радиолиза воды нарушают обмен веществ в бактериальной клетке.

Радиационная очистка и обеззараживание воды имеют следующие преимущества по сравнению с традиционными методами обработки:

- универсальность, то есть возможность обезвреживать многие органические и любые микробные загрязнители;
- высокую степень обеззараживания и очистки;
- высокую скорость обработки и возможность полной автоматизации.

*Термическое обеззараживание воды* применяется в основном для обеззараживания небольшого количества воды в детских учреждениях (школах, дошкольных учреждениях, пионерских и летних лагерях), санаториях, больницах, на судах, а также в домашних условиях.

Установлено, что полное обеззараживание воды (уничтожение всех видов и форм болезнетворных микроорганизмов) достигается только в результате кипячения воды в течение 5–10 минут. Однако нужно учитывать, что кипяченая вода лишена не только болезнетворных, но и сапрофитных, безвредных или даже полезных для человека микроорганизмов. В такой воде легко размножаются попавшие в нее уже после кипячения и охлаждения микроорганизмы, что приводит к быстрому ухудшению ее качества. Поэтому кипяченую воду следует сохранять в плотно закрытых емкостях в прохладном месте не более 24 часов.

В практике хозяйственно-питьевого водоснабжения специальные методы очистки питьевой воды в основном применяют с целью нормализации ее солевого состава, удаления привкуса, запаха, удаления радиоактивных веществ и т. д.

*Согласно статье 81 Водного кодекса, государственный контроль за использованием и охраной водных объектов призван обеспечить соблюдение:*

- порядка использования и охраны водных объектов;
- лимитов водопользования (водопотребления и водоотведения);
- стандартов, нормативов и правил в области использования и охраны водных объектов;



- режима использования территорий водоохраных зон;
- иных требований водного законодательства Российской Федерации.

*Государственный контроль за использованием и охраной водных объектов осуществляется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору за использованием и охраной водных объектов, другими федеральными органами исполнительной власти в пределах их компетенции (государственный федеральный контроль) и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации (государственный региональный контроль).*

Порядок осуществления государственного контроля за использованием и охраной водных объектов определяется Правительством Российской Федерации.

### ***Вопросы для самоконтроля 16***

1. Какие мероприятия включает защита водных объектов от загрязнения и истощения?
2. Что представляет собой государственный мониторинг водных объектов согласно статье 30 ВК РФ?
3. В каких целях осуществляется государственный мониторинг водных объектов?
4. Что включает в себя государственный мониторинг водных объектов?
5. Из чего состоит государственный мониторинг водных объектов?
6. На какой территории проводится государственный мониторинг водных объектов, кем осуществляется ведение?
7. Что представляет из себя оборотное водоснабжение?
8. Какова сфера применения оборотного водоснабжения, для каких целей проводится?
9. Что такое водоподготовка при оборотном водоснабжении? Назовите ее способы.
10. Технологические схемы оборотного водоснабжения в зависимости от сферы применения оборотной воды.
11. Что представляют собой замкнутые системы водного хозяйства?
12. Основная задача очистки воды. Что входит в комплекс сооружений по очистке воды для осветления и обесцвечивания?
13. Основные способы очистки воды.

14. Что призван обеспечить государственный контроль за использованием и охраной водных объектов? Какие органы власти осуществляют функции по контролю и надзору за использованием и охраной водных объектов?

### Практическая работа 16

Оценка рекреационного потенциала водного объекта

#### Задание

Оцените рекреационный потенциал водного объекта

#### Ход выполнения задания

Важной областью водопользования является организация зон отдыха на берегах водоемов или вблизи них. Такие зоны отдыха называются водные рекреации (рис. 10).

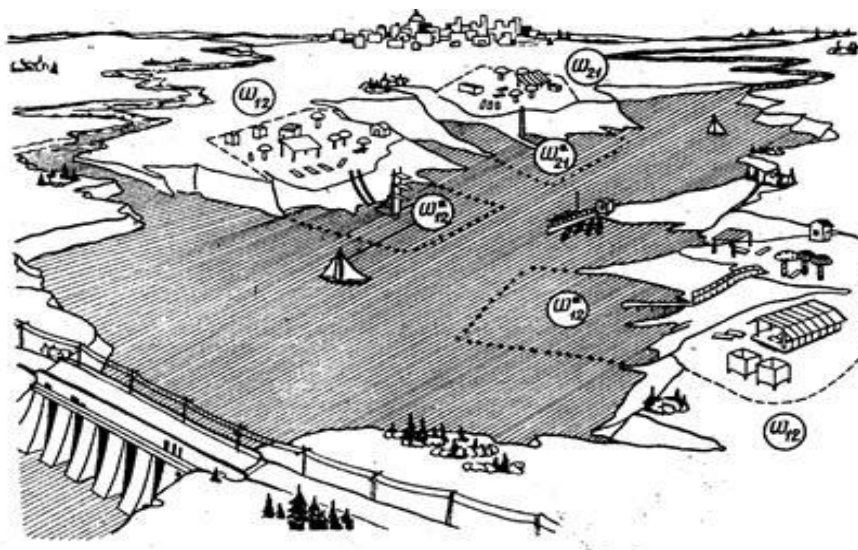


Рисунок 10 – Схема размещения зон рекреации на водохранилище, где  $\omega_i$ ,  $\omega_j$  – зоны отдыха соответственно на берегу и на воде

Площадь территории рекреации определяется по формуле,  $m^2$

$$A = \sum_{i=1}^n \omega_i + \sum_{j=1}^m \omega_j, \quad (51)$$

где  $\omega_i$ ,  $\omega_j$  – зоны отдыха соответственно на берегу и на воде;  $i$ ,  $j$  – виды отдыха соответственно на берегу и на воде, которых в общем случае может быть  $n$ - и  $m$ -видов.

Водные рекреации – зоны отдыха населения, на которых организуют короткий или длительный отдых, лечение, спортивные игры, рыболовство. В России наиболее распространены зоны рекреации в Крыму, на Черноморском побережье Кавказа, на побережье Балтийского моря и Финского залива.

В соответствии с санитарными требованиями рекомендуются следующие нагрузки для определения территории рекреации (м<sup>2</sup>/чел.):

- 5 – на берегу моря;
- 8 – на берегу реки или озера;
- 4 – на берегу детских пляжей (морских, речных, озерных).

Количество посетителей территории рекреации рассчитывается с учетом коэффициента одновременной нагрузки территории:

- 0,4 – для санаторно-курортных учреждений и бальнеологических курортов;
- 0,8 – для климатических курортов;
- 0,9 – для учреждений отдыха;
- 0,5 – для пионерских лагерей.

Рекреационные водные объекты характеризуются следующими свойствами:

- тип ландшафта;
- форма, глубина и площадь водоема;
- уклон берегов;
- богатство водной фауны;
- тип прибрежной растительности;
- температура воды и продолжительность комфортных дней;
- чистота воды и прибрежной территории;
- наличие природных и исторических памятников;
- удаленность от крупных городов и промышленных предприятий;
- обеспеченность транспортом и подъездными путями.

Для оценки уровня рекреационного потенциала водного объекта используется комплексный показатель качества, определяемый методом средневзвешенного числа

$$K = \sum_{i=1}^n K_i \times \alpha_i , \quad (52)$$

где  $K_i$  – показатель  $i$ -го свойства объекта, в баллах;  $\alpha_i$  – коэффициент весомости показатели  $K_i$ , в долях единицы ( $\sum \alpha_i = 1$ ).

Из формулы (52) следует, что комплексный показатель качества водного объекта характеризуется  $n$ -ми свойствами, учитываемыми в рекреационных целях. Оценка рекреационных свойств водного объекта в баллах (по пятибалльной системе) и соответствующие им коэффициенты весомости представлены в таблице 25.

Таблица 26 – Оценка рекреационных свойств водного объекта

Свойства водного объекта	Количественная характеристика коэффициента $K_i$ , в баллах					$\alpha_i$
	Илистое	Глинистое	Каменистое	Гравийное	Песчаное	
Дно водоема						0,12
Ширина мелководья	50 м	40 м	30 м	20 м	10 м	0,08
Качество воды	С видимыми следами загрязнений	С содержанием запахов и взвеси выше нормы	В пределах нормы для культурно-бытового водоснабжения	В пределах нормы для хозяйственно-питьевого водоснабжения	Исключительно чистые воды с ключевым питанием	0,15
Площадь прибрежной зоны	17 м <sup>2</sup> /чел.	18 м <sup>2</sup> /чел.	19 м <sup>2</sup> /чел.	20 м <sup>2</sup> /чел.	21 м <sup>2</sup> /чел.	0,13
Водная фауна	Малоценный состав ихтиофауны	Ихтиопродуктивность 5...15 кг/га	Ихтиопродуктивность до 30 кг/га	Промысловый состав ихтиофауны	Ценные виды рыб	0,1
Прибрежная растительность	Болотистая с редким кустарником	Мелколесье и еловые леса	Луговая растительность	Смешанный лес	Светлые леса	0,12
Эстетика ландшафта	Слабо выраженный ландшафт	Однообразный ландшафт	Выразительный ландшафт	Живописные виды ландшафта	Яркие многоплановые виды ландшафта	0,1
Площадь акватории	Менее 50 м <sup>2</sup> /чел.	60 м <sup>2</sup> /чел.	70 м <sup>2</sup> /чел.	80 м <sup>2</sup> /чел.	90 м <sup>2</sup> /чел.	0,1
Историко-культурные памятники	Отсутствие достопримечательностей	Рядовые памятники	Значительные памятники	Памятники большой художественной ценности	Памятники, охраняемые законом	0,05
Уровень благоустройства пляжей	Незначительный уровень	Дополнительное благоустройство	Пункты питания	Пункты питания, ночлег	Капитальные сооружения по благоустройству	0,05
Итого: $\sum \alpha_i = 1$						

## Практическая работа 17

### Платежи за водопользование

#### Задание

Определите платежи за водопользование исходя из налоговых ставок, приведенных в таблицах 26–30.

#### *Ход выполнения задания*

##### *Предоставление водных ресурсов в пользование. Водный налог*

Исходя из структуры статьи 333.12 Кодекса, устанавливающей сначала общие правила применения ставок водного налога, а затем специальные, положение о пятикратном увеличении ставок водного налога при заборе воды в указанных целях сверх установленных лимитов в отношении объемов воды, предназначенных для водоснабжения населения, не применяется.

Как уже отмечалось ранее (лекция 11) ставки водного налога установлены в абсолютной величине (в рублях) за единицу измерения налоговой базы: 1 тыс. куб. м воды; 1 кв. м водного пространства; 1 тыс. кВт×ч электроэнергии; 1 тыс. куб. м леса за 100 км сплава (см. табл. 25–33).

Ставки налога за забор воды, использование акватории водных объектов установлены только по внутренним водным объектам, территориальному морю и внутренним морским водам. Таким образом, на исключительную экономическую зону РФ юрисдикция налога, так же как и плата за пользование водными объектами, не распространяется.

С 1 января 2015 года указанные налоговые ставки ежегодно индексируются с применением следующих повышающих коэффициентов: в 2015 году – 1,15, в 2016 году – 1,32, в 2017 году – 1,52, в 2018 году – 1,75, в 2019 году – 2,01, в 2020 году – 2,31, в 2021 году – 2,66, в 2022 году – 3,06, в 2023 году – 3,52, в 2024 году – 4,05, в 2025 году – 4,65.

Начиная с 2026 года налоговые ставки применяются с коэффициентами, определенными для года, предшествующего году налогового периода, умноженными на коэффициент, учитывающий фактическое изменение (в среднем за год) потребительских цен на товары (работы, услуги) в Российской Федерации, определенный федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по нормативно-правовому регулированию в сфере анализа и прогнозирования социально-экономического развития, в соответствии с дан-

ными государственной статистической отчетности для второго по порядку года, предшествующего году налогового периода.

Таблица 27 – Налоговые ставки за забор воды из поверхностных и подземных водных объектов в пределах установленных квартальных (годовых) лимитов водопользования

Экономический район	Бассейн реки, озера	Налоговая ставка в рублях за 1 тыс. м	
		Из поверхностных водных источников	Из подземных водных источников
1	2	3	4
Северный	Волга	300	384
	Нева	264	348
	Печора	246	300
	Северная Двина	258	312
	Проч. реки и озера	306	378
Северо-Западный	Волга	294	390
	Западная Двина	288	366
	Нева	258	342
	Проч. реки и озера	282	372
Центральный	Волга	288	360
	Днепр	276	342
	Дон	294	384
	Западная Двина	306	354
	Нева	252	306
	Проч. реки и озера	264	336
Волго-Вятский	Волга	282	336
	Северная Двина	252	312
	Проч. реки и озера	270	330
Центрально-Черноземный	Днепр	258	318
	Дон	336	402
	Волга	282	354
	Проч. реки и озера	258	318
Поволжский	Волга	294	348
	Дон	360	420
	Проч. реки и озера	264	342
Северокавказский	Дон	390	486
	Кубань	480	570
	Самур	480	576
	Сулак	456	540
	Терек	468	558
	Проч. реки и озера	540	654
Уральский	Волга	294	444
	Обь	282	456
	Урал	354	534
	Проч. реки и озера	306	390
Западносибирский	Обь	270	330
	Проч. реки и озера	276	342

Окончание табл. 27

1	2	3	4
Восточносибирский	Амур	276	330
	Енисей	246	306
	Лена	252	306
	Обь	264	348
	Озеро Байкал и его бассейн	576	678
	Проч. реки и озера	282	342
Дальневосточный	Амур	264	336
	Лена	288	342
	Проч. реки и озера	252	306
Калининградская область	Неман	276	324
	Проч. реки и озера	288	336

Таблица 28 – Налоговые ставки за забор воды из территориального моря РФ и внутренних морских вод в пределах установленных квартальных (годовых) лимитов водопользования

Море	Налоговая ставка в рублях на 1 тыс. куб. м морской воды
Балтийское	8,28
Белое	8,40
Баренцево	6,36
Азовское	14,88
Черное	14,88
Каспийское	11,52
Карское	4,80
Лаптевых	4,68
Восточно-Сибирское	4,44
Чукотское	4,32
Берингово	5,28
Тихий океан (в пределах территориального моря РФ)	5,64
Охотское	7,68
Японское	8,04

Таблица 29 – Налоговые ставки при использовании акватории  
поверхностных водных объектов, за исключением лесосплава  
в плотях и кошелях

Экономический район	Налоговая ставка (тыс. руб. в год) за 1 кв. км используемой акватории
Северный	32,16
Северо-Западный	33,96
Центральный	30,84
Волго-Вятский	29,04
Центрально-Черноземный	30,12
Поволжский	30,48
Северо-Кавказский	34,44
Уральский	32,04
Западно-Сибирский	30,24
Восточно-Сибирский	28,20
Дальневосточный	31,32
Калининградская область	30,84

Таблица 30 – Налоговые ставки при использовании акватории  
территориального моря РФ и внутренних морских вод

Море	Налоговая ставка (тыс. рублей в год) за 1 кв. км используемой акватории
Балтийское	33,84
Белое	27,72
Баренцево	30,72
Азовское	44,88
Черное	49,80
Каспийское	42,24
Карское	15,72
Лаптевых	15,12
Восточно-Сибирское	15,00
Чукотское	14,04
Берингово	26,16
Тихий океан (в пределах территориального моря РФ)	29,28
Охотское	35,28
Японское	38,52



Таблица 31 – Налоговые ставки при использовании водных объектов без забора воды для целей гидроэнергетики

Бассейн реки, озера	Налоговая ставка в рублях на 1 тыс. кВт. ч электроэнергии
Нева	8,76
Неман	8,76
Реки бассейнов Ладожского, Онежского озер и озера Ильмень	9,00
Прочие реки бассейна Балтийского моря	8,88
Северная Двина	8,76
Прочие реки бассейна Белого моря	9,00
Реки бассейна Баренцева моря	8,76
Амур	9,24
Волга	9,84
Дон	9,72
Енисей	13,70
Кубань	8,88
Лена	13,50
Обь	12,30
Сулак	7,20
Терек	8,40
Урал	8,52
Бассейн озера Байкал и река Ангара	13,20
Реки бассейна Восточно-Сибирского моря	8,52
Реки бассейнов Чукотского и Берингова морей	10,44
Прочие реки и озера	4,80

Таблица 32 – Налоговые ставки при использовании водных объектов для целей лесосплава в плотях и кошелях

Бассейн реки, озера, моря	Налоговая ставка в рублях за 1 тыс. куб. м сплаваемой в плотях и кошелях древесины на каждые 100 км сплава
1	2
Нева	1 656,0
Реки бассейнов Ладожского Онежского озер и озера Ильмень	1 705,2
Прочие реки бассейна Балтийского моря	1 522,8

1	2
Северная Двина	1 650,0
Прочие реки бассейна Белого моря	1 454,4
Печора	1 554,0
Амур	1 476,0
Волга	1 636,8
Енисей	1 585,2
Лена	1 646,4
Обь	1 576,8
Прочие реки и озера, на которых осуществляется лесосплав в плотках и кошелях	1 183,2

Кроме того, с 1 января 2015 года к указанным ставкам применяются дополнительные повышающие коэффициенты в следующих случаях:

1,1 – для налогоплательщиков, не имеющих средств измерений (технических систем и устройств с измерительными функциями) для измерения количества водных ресурсов, забранных (изъятых) из водного объекта, применяют ставку водного налога;

10 – при добыче подземных вод (за исключением промышленных, минеральных, а также термальных вод) в целях их реализации после обработки, подготовки, переработки и (или) упаковки в тару.

При заборе воды сверх установленных квартальных (годовых) лимитов водопользования налоговые ставки в части такого превышения применяются в пятикратном размере с учетом повышающих коэффициентов. В случае отсутствия у налогоплательщика утвержденных квартальных лимитов квартальные лимиты определяются расчетно, как одна четвертая утвержденного годового лимита.

Главой 25.2 Кодекса предусмотрена льготная ставка при заборе воды из водных объектов для водоснабжения населения в размере 70 рублей за 1 тыс. куб. м воды. Условия, связанные с забором воды для водоснабжения населения, должны отражаться в лицензии, выдаваемой в установленном порядке уполномоченными органами МПР России (Федерального агентства водных ресурсов).

Если в лицензии не указано соответствующее целевое использование воды, то налоговые ставки за пользование водными объектами для забора воды для населения налогоплательщиком не могут применяться. К забору воды для водоснабжения населения относится забор

воды только для водоснабжения жилого фонда – городского, сельского, поселкового (государственного, муниципального, индивидуального, кооперативного, общественного, находящегося на балансе предприятий и организаций). Потери воды при заборе и транспортировке до населения относятся к собственным нуждам водоснабжающих организаций, и водный налог за данные объемы забранной, но впоследствии потерянной воды исчисляется по общеустановленной налоговой ставке. Объем забранной и потерянной непосредственно в домах и квартирах воды облагается по пониженной налоговой ставке только в случае ведения отдельного учета использования воды на эти цели. В иных случаях налог исчисляется не по льготной ставке.

С 1 января 2015 года ставки водного налога за воду, забираемую для водоснабжения населения, также ежегодно индексируются и будут составлять (в рублях за одну тысячу кубических метров водных ресурсов): в 2015 году – 81; в 2016 году – 93; в 2017 году – 107; в 2018 году – 122; в 2019 году – 141; в 2020 году – 162; в 2021 году – 186; в 2022 году – 214; в 2023 году – 246; в 2024 году – 283; в 2025 году – 326.

Начиная с 2026 года ставка водного налога при заборе (изъятии) водных ресурсов из водных объектов для водоснабжения населения определяется ежегодно путем умножения ставки водного налога для этого вида водопользования, действовавшей в предыдущем году, на коэффициент, учитывающий фактическое изменение (в среднем за год) потребительских цен на товары (работы, услуги) в РФ, определенный федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по нормативно-правовому регулированию в сфере анализа и прогнозирования социально-экономического развития, в соответствии с данными государственной статистической отчетности для второго по порядку года, предшествующего году налогового периода.

К ставкам водного налога при заборе воды для водоснабжения населения не применяются дополнительные повышающие коэффициенты 1,1 и 10 и пятикратные ставки при заборе воды сверх установленных лимитов.

По окончании налогового периода (квартала) налогоплательщик в соответствии со статьей 333.13 Кодекса должен самостоятельно исчислить водный налог, а именно: определить налоговую базу (количество забранной воды, площадь акватории, количество выработанной электроэнергии, производную величину от объема сплавляемой

древесины и расстояния лесосплава) и умножить ее на налоговую ставку, соответствующую виду водопользования, экономическому району и водному бассейну. Статья 333.14 Кодекса устанавливает тот же предельный срок уплаты водного налога: налог должен быть уплачен не позднее 20-го числа месяца. Поскольку налоговым периодом по водному налогу признан квартал, то предельной датой уплаты налога будет являться, соответственно, 20 апреля, 20 июля, 20 октября и 20 января.

*Уплата водного налога осуществляется по местонахождению объекта налогообложения – соответствующего вида пользования водным объектом.*

### *Плата за пользование водными объектами*

В соответствии с Водным кодексом № 74-ФЗ плата за пользование водными объектами взимается в случае предоставления права пользования соответствующим водным объектом на основании договора водопользования (подробно см. в лекции 11).

Таблица 33 – Ставки платы за забор (изъятие) водных ресурсов из поверхностных водных объектов или их отдельных частей (за исключением морей) в пределах объема допустимого забора (изъятия) водных ресурсов, установленного договором водопользования

Речные бассейны	Субъекты Российской Федерации	Ставка платы (руб. за 1 тыс. куб. м водных ресурсов)
1	2	3
Енисей	Республика Бурятия	246
	Республика Тыва	246
	Республика Хакасия	246
	Красноярский край	246
	Иркутская область	246
	Тюменская область	246
	Усть-Ордынский Бурятский автономный округ	246
	Ямало-Ненецкий автономный округ	246
Обь	Республика Алтай	270
	Республика Башкортостан	282
	Республика Хакасия	264
	Алтайский край	270
	Пермский край	282
	Красноярский край	264
	Кемеровская область	270

1	2	3
	Курганская область	282
	Новосибирская область	270
	Омская область	270
	Оренбургская область	282
	Свердловская область	282
	Томская область	270
	Тюменская область	270
	Челябинская область	282
	Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	270
	Ямало-Ненецкий автономный округ	270

*Примечания.* 1. Ставка платы за забор (изъятие) водных ресурсов из поверхностных водных объектов или их частей для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения устанавливается в размере 70 рублей за 1 тыс. куб. м водных ресурсов, забранных (изъятых) из водного объекта. 2. Ставка платы за забор (изъятие) водных ресурсов, установленная по речному бассейну, применяется в отношении всех поверхностных водных объектов, расположенных на территории речного бассейна.

На основании статьи 20 Водного кодекса № 74-ФЗ ставки платы за пользование водными объектами, порядок ее расчета и взимания устанавливаются Правительством РФ, органами государственной власти субъектов РФ или органами местного самоуправления (в зависимости от того, в чьей собственности находятся водные объекты).

Таблица 34 – Ставки платы за забор (изъятие) водных ресурсов из водных объектов или их отдельных частей в пределах объема допустимого забора (изъятия) водных ресурсов, установленного договором водопользования

Водные объекты (в пределах территориального моря РФ)	Ставка платы (руб. за 1 тыс. куб. м водных ресурсов)
Азовское	14,88
Балтийское	8,28
Баренцево	6,36
Белое	8,4
Берингово	5,28
Восточно-Сибирское	4,44
Карское	4,8
Каспийское	11,52
Лаптевых	4,68
Охотское	7,68
Черное	14,88
Чукотское	4,32
Японское	8,04
Тихий океан	5,64

Таблица 35 – Ставки платы за использование водных объектов или их частей без забора (изъятия) водных ресурсов для целей производства электроэнергии

Речные бассейны	Ставки платы (руб. за 1 тыс. кВт ч) электроэнергии
Амур	9,24
Ангара и бассейн озера Байкал	13,2
Волга	9,84
Дон	9,72
Енисей	13,7
Кубань	8,88
Лена	13,5
Обь	12,3
Реки бассейна Балтийского моря	8,88
Реки бассейна Баренцева моря	8,76
Реки бассейна Белого моря	9
Реки бассейна Берингова, Восточно-Сибирского, Чукотского и Японского морей, а также Тихого океана	10,44
Сулак	7,2
Терек	8,4
Урал	8,52
Прочие реки	4,8

Таблица 36 – Ставки платы за использование акватории поверхностных водных объектов или их частей

Водные объекты	Ставки платы (тыс. руб. за 1 кв. км используемой акватории в год)
1	2
1. Речные бассейны:	
Амур	31,32
Волга	30,48
Дон	34,44
Енисей	28,2
Кубань	34,44
Лена	31,32
Обь	30,24
Реки бассейна Балтийского моря	33,96
Реки бассейна Баренцева моря	32,16
Реки бассейна Белого моря	32,16
Реки бассейна Берингова, Восточно-Сибирского, Чукотского и Японского морей, а также Тихого океана	31,32
Самур, Сулак	34,44
Терек	34,44
Прочие реки	32,04

## Окончание табл. 36

1	2
2. Озера:	
Байкал	28,2
Белое, Выгозеро, Ильмень, Псковское, Чудское	33,96
Ладожское, Онежское	33,96
Прочие озера	32
3. моря (в пределах территориального моря РФ)	
Азовское	44,88
Балтийское	33,84
Баренцево	30,72
Белое	27,72
Берингово	26,16
Восточно-Сибирское, Карское, Лаптевых, Чукотское	15,72
Каспийское	42,24
Охотское, Японское	38,52
Черное	49,8
4. Тихий океан (в пределах территории моря РФ)	29,28

Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2006 № 876 утверждены размеры ставок платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности.

## Заключение

Рациональное использование и охрана водных ресурсов как составная часть охраны окружающей природной среды представляет собой комплекс мер (технологических, биотехнических, экономических, административных, правовых, международных, просветительских и т. д.), направленных на рациональное использование ресурсов, их сохранение, предупреждение истощения, восстановление природных взаимосвязей, равновесия между деятельностью человека и средой.

Водные ресурсы 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.

Настоящее учебное пособие «Рациональное использование и охрана водных ресурсов» поможет бакалаврам направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Водные ресурсы и водопользование» сформировать систему знаний, умений и навыков для решения практических задач комплексной оценки запасов природных вод и прогнозирования их состояния; основных приемов расчета и методов проектирования водохозяйственных комплексов, рационально использующих водные ресурсы; разрабатывать мероприятия по сокращению непроизводительного расхода воды и защите водных объектов.



## Литература

1. Афонин, В.В. Восстановление водных объектов. Очистка природных и сточных вод: краткий курс лекций для студентов 3-го курса направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» / сост. В.В. Афонин; Саратовский ГАУ. – Саратов, 2016. – 70 с.
2. Водный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 03.06.2006 № 74-ФЗ / Справочная правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683) (дата обращения: 21.03.2023).
3. Маркин, В.Н. Обоснование и разработка водохозяйственных и водоохраных мероприятий в речном бассейне: учебное пособие / В.Н. Маркин, Л.Д. Раткович, С.А. Соколова. – Москва: РГАУ ТСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 77 с.
4. Маркин, В.Н. Разработка водохозяйственных мероприятий в бассейне реки: учебное пособие / В.Н. Маркин, Л.Д. Раткович, С.А. Соколова. – Москва: МГУП, 2011. – 105 с.
5. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства: приказ Минприроды России от 13 апреля 2009 г. № 87 // Справочная правовая система «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/12167365> (дата обращения: 21.03.2023).
6. О введении в действие санитарных правил и норм «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. СанПиН 2.1.4.1110-02»: постановление главного государственного санитарного врача РФ от 14 марта 2002 г. № 10 // Справочная правовая система «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/12126663> (дата обращения: 21.03.2023).

**Перечень вопросов для осуществления  
промежуточного контроля**

1. Круговорот воды в природе, составные части. Роль воды в природе и хозяйственной деятельности человека.

2. Понятие и виды загрязнения, истощения водных ресурсов, В чем заключается рациональное использование поверхностных и подземных вод, какие мероприятия включает?

3. Государственное управление в области использования и охраны водных объектов, назвать органы управления и основные уровни. Понятие и функции, основная цель водного хозяйства. Что такое бассейновые округа?

4. Понятие, типы водной экосистемы, основные факторы и особенности водных экосистем, деление.

5. Из чего образуется государственный водный фонд, из чего в количественном отношении слагаются водные ресурсы? Статические водные ресурсы и естественные, эксплуатационные, прогнозные, региональные ресурсы, подземные воды. Что к ним относится?

6. Нормативы допустимого воздействия по изъятию водных ресурсов (НДВиз). При каких условиях устанавливаются? Для каких приоритетных водопользователей производится изъятие воды в крайне маловодные годы, с обеспеченностью стока выше критической величины?

7. Для чего предназначены гидротехнические сооружения? Что представляют собой гидроузел, водохозяйственная система? Как подразделяются сооружения, входящие в состав гидроузла? Назовите специальные и вспомогательные сооружения гидроузла. Что такое створ гидроузла?

8. Для каких задач создаются водохранилища? Негативные последствия при создании водохранилищ. Как подразделяются водохранилища по морфологическому строению ложа, способу заполнения, назначению?

9. Водохозяйственный баланс. Виды водохозяйственных балансов. Для каких целей составляются водохозяйственные балансы? Из каких частей состоит уравнение водохозяйственного баланса, что включает?

10. Типы воздействия на водные ресурсы. Виды антропогенных воздействий на водные ресурсы. Что включают в себя типы воздействия?

11. Что представляют собой водохозяйственные участки? По каким принципам осуществляется выделение водохозяйственных участков? Минимальная, максимальная площадь водохозяйственного участка, структура кода водохозяйственного участка.

12. Что такое водохозяйственный комплекс? Классификация водохозяйственных комплексов. Понятие «водное хозяйство». Как осуществляется государственное управление, что является основной единицей управления в области использования и охраны водных объектов?

13. Дайте понятие водопользованию, водопотреблению, водоотведению. Назовите виды водопользования исходя из условий предоставления водных объектов в пользование. Что представляют собой сточные воды, как они подразделяются?

14. На основании чего осуществляется предоставление водного объекта в пользование? Для каких целей водный объект или часть водного объекта предоставляется в пользование, на какой срок?

15. Какие органы власти устанавливают ставки платы за пользование водными объектами? Каким образом определяется размер платы за использование водным объектом?

16. Что представляет собой водный налог? По каким видам водопользования он оплачивается, каковы ставки? Что такое лимит водопользования, каким образом он устанавливается и в каких документах?

17. Перечислите нарушения водного законодательства Российской Федерации, которые учитываются Методикой исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства. Назовите случаи исчисления размера вреда, на которые не распространяется.

18. Каким образом оцениваются водохозяйственные мероприятия по использованию водных ресурсов? Что такое технико-экономический анализ?

19. Что включают капитальные и сопряженные вложения в строительство ВХК? Какие нормативные и технические документы используются при определении капитальных вложений в практической деятельности проектных организаций?

20. Назовите водоохранные мероприятия, направленные на снижение и ликвидацию отрицательного антропогенного воздействия на водные ресурсы, сохранение улучшения и рациональное использование их потенциала. Какие показатели характеризуют экономический эффект водоохранных мероприятий?

21. Каким образом проявляется загрязнение вод? Виды загрязнения природных вод. Основные источники загрязнения вод, примеры.

22. Методы анализа воды. При помощи каких показателей осуществляется контроль и управление качеством воды в водных объектах?

23. Что представляют из себя водоохранные зоны? Для чего предназначены прибрежные защитные полосы? Каким образом устанавливается ширина водоохранных зон?

24. Что запрещается и допускается в границах водоохранных зон? Что запрещается в границах прибрежных защитных полос наряду с ограничениями, установленными частью 15 статьи ВК?

25. Что такое ЗСО? В каком составе организуют? Кто выполняет санитарные мероприятия и осуществляет государственный санитарно-эпидемиологический надзор на территории ЗСО?

26. Какие мероприятия включает защита водных объектов от загрязнения и истощения?

27. Из чего состоит государственный мониторинг водных объектов? На какой территории проводится, кем осуществляется ведение?

28. Системы водоснабжения, сферы применения.

29. Основная задача очистки воды. Что входит в комплекс сооружений по очистке воды для осветления и обесцвечивания? Основные способы очистки воды.

30. Что призван обеспечить государственный контроль за использованием и охраной водных объектов? Какие органы власти осуществляют функции по контролю и надзору за использованием и охраной водных объектов?

# РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

*Учебное пособие*

*Иванова Ольга Игоревна*

Редактор И.В. Рыкова

*Электронное издание*

Подписано в свет 05.03.2024. Регистрационный номер 63  
Редакционно-издательская служба Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117  
e-mail: rio@kgau.ru