

**18/29/1**

Одобрено кафедрой  
«Теплоэнергетика и водоснабжение  
на железнодорожном транспорте»

Утверждено деканом факультета  
«Транспортные сооружения  
и здания»

## **ВОДООТВЕДЕНИЕ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД**

Рабочая программа  
для студентов V и VI курсов  
специальности

**270112 ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ (ВК)**



Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 270112 (ВК)

С о с т а в и т е л ь — ст. преп. Т.Г. Рудик

Р е ц е н з е н т — канд. воен. наук, проф. Р.А. Кузьминский

© **Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, 2008**

## 1. ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод» рассматривает устройство, принципы проектирования и основы эксплуатации системы водоотведения населенных мест, промышленных объектов.

Целью преподавания дисциплины является: ознакомление студентов с устройством и работой сооружений для отведения и очистки различных видов сточных вод, образующихся в населенных пунктах и на промышленных предприятиях, обучение их самостоятельному проектированию всего комплекса сооружений системы водоотведения населенных мест на базе современных достижений науки и техники в этой области, используя при этом современные технические средства проектирования.

Изучение дисциплины должно базироваться на знании таких дисциплин, как гидравлика, инженерная геология, инженерная геодезия, строительные материалы и общетеоретических дисциплин.

Одновременно с изучением дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод» могут изучаться: «Водоснабжение, насосы и воздухоудвнные станции», «Химия воды и микробиология», «Гидрология, гидрометрия и гидротехнические сооружения», «Санитарно-техническое оборудование зданий» и др.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучив дисциплину студент должен.

### 2.1. Знать и уметь использовать:

- устройство и назначение систем водоотведения населенных пунктов;
- гидравлическую зависимость между отдельными ее элементами;
- требования к качеству воды, сбрасываемой после использования в водные объекты или поступающей в замкнутые оборотные системы;
- способы определения необходимой степени очистки воды;

- современные методы и сооружения для очистки сточных вод, доочистки сточных вод.

## **2.2. Владеть:**

- основными тенденциями перспективного развития систем водоотведения и мероприятий по охране окружающей среды;

- основными направлениями развития техники по ресурсосберегающей и энергосберегающей технологии и рациональному использованию вторичных ресурсов водоотведения;

- современным уровнем развития основных физико-химических и биологических процессов, имеющих отношение к области проектирования, строительству и работе систем водоотведения;

- основами организации научно-исследовательской работы в области водоотведения;

- определением расчетных расходов сточных вод, образующихся в населенных местах и на предприятиях;

- расчетом и проектированием наружных сетей водоотведения в населенном пункте, на других объектах;

- определением необходимой степени очистки сточных вод перед сбросом их в водный объект или перед подачей в замкнутую оборотную систему, выбором метода очистки сточных вод и состава сооружений очистной станции водоотведения;

- расчетом всего комплекса очистных сооружений, применяемых в системах водоотведения;

- расчетом и проектированием станций для очистки и обеззараживания сточных вод от населенных мест и других объектов;

- методами технико-экономического обоснования принимаемых проектных решений;

- методикой расчета технико-экономического сравнения различных вариантов сетей и сооружений системы водоотведения.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс – V	Курс – VI
Аудиторные занятия:	36	16	20
лекции	24	12	12
лабораторный практикум	8	–	8
Курсовая работа	1	1	–
Курсовой проект	1	–	1
Практические занятия	4	4	–
Самостоятельная работа	99	45	44
Экзамен	2	1	1

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, ч	Практические занятия, ч	Лабораторный практикум, ч
1	Сети водоотведения населенных мест	12	4	–
2	Очистка сточных вод	12	–	8

#### 4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Раздел 1. Сети водоотведения населенных мест

##### 1.1. СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

Определение дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод» как одной из отраслей науки и техники. Законы об охране природы и водное законодательство. Взаимосвязь водоотведения с водоснабжением, благоустройством населенных мест и промышленным строительством. Санитарное и экономическое значение водоотведения. Краткий исторический обзор и перспективы развития систем водоотведения в нашей стране и за рубежом. Особенности систем водоотведения на железнодорожном транспорте. Санитарно-гигиеническое благоустройство населенных мест. Комплексное решение проблем водоснабжения, водоотведения, обводнения и орошения.

Сточные воды и их классификация. Общая система водоотведения населенного пункта, ее основные элементы. Внутренние устройства в жилых и производственных зданиях. Внутриквартальные, уличные и станционные водоотводящие сети. Коллекторы, станции перекачки, напорные трубопроводы, местные очистные сооружения и общегородские очистные сооружения населенных пунктов.

Системы водоотведения, отдельная (полная и неполная), общесплавная, полураздельная и комбинированная. Сравнительная санитарно-гигиеническая и технико-экономическая оценка систем водоотведения. Региональные (районные) системы водоотведения для сбора и отведения сточных вод от населенных мест, промышленных предприятий. [1, с. 16]

## **1.2. Основы гидравлического расчета водоотводящих сетей**

Особенности течения жидкости в водоотводящих сетях. Основы гидравлического расчета самотечной водоотводящей сети. Расчетные формулы. Учет местных сопротивлений. Расчет напорных водоводов и дюкеров. Минимальные и максимальные скорости и уклоны. Минимальные диаметры и степень наполнения труб. Основные задачи по расчету водоотводящей сети. Практические приемы расчета водоотводящей сети и с помощью расчетных таблиц и графиков. [1, с. 31]

## **1.3. Водоотводящие сети**

### ***1.3.1. Производственно-бытовая водоотводящая сеть***

Проект планировки населенного пункта, генплан промышленного объекта. Расчетный период действия системы водоотведения. Очередность строительства. Расчетное население. Нормы водоотведения. Коэффициенты неравномерности. Определение расчетных расходов для населенных мест и промышленных предприятий. Графики колебания расходов. [1, с. 9]

### ***1.3.2. Проектирование и расчет производственно-бытовой сети***

Правила проектирования сетей водоотведения. Схемы сетей. Трассирование сети. Расположение трубопроводов в попереч-

ном сечении проездов. Максимальная и минимальная глубина заложения труб. Определение расчетных расходов на участках сети. Расчет сети и построение продольного профиля. Проектирование и расчет дюкеров. Конструирование сети. Разработка вариантов сети и их технико-экономическое сравнение. [1, с. 39]

## **1.4. ДОЖДЕВАЯ СЕТЬ**

### ***1.4.1. Общие сведения для расчета дождевой сети***

Назначение дождевой сети в населенных пунктах и на промышленных предприятиях. Внутренние и наружные водостоки. Состав сточных вод дождевой сети водоотведения населенных пунктов и промышленных объектов. Учет метеорологических факторов при расчете дождевой сети. Атмосферные осадки, их количество и способы измерения. Дождемеры. Интенсивность, продолжительность и повторяемость дождей и зависимость между ними. Первичная обработка записей выпадения дождей. Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя и его выбор для населенных мест и предприятий железнодорожного транспорта. Формулы расчетной интенсивности дождя. [1, с. 76]

### ***1.4.2. Проектирование и расчет дождевой сети***

Коэффициент стока. Концентрация стока. Определение расчетных расходов дождевой воды по методу предельных интенсивностей. Гидравлический расчет дождевой сети и построение продольных профилей сети. Расчет дождевой сети, работающей под напором. Нормы на проектирование дождевой сети. Техничко-экономическое сравнение вариантов дождевой сети. Проектирование и расчет регулирующих резервуаров (прудов) на дождевой сети в населенных пунктах и на промышленных предприятиях. [1, с. 64]

### ***1.4.3. Общесплавная система водоотведения***

Особенности проектирования. Схема водоотводящей сети при общесплавной системе. Определение расчетных расходов.

Нормы проектирования общесплавной сети водоотведения. Гидравлический расчет общесплавной сети водоотведения и его особенности. Ливнеспуски и их расчет. Показатели работы ливнеспусков. Ливнеотводы и их расчет. Области применения общесплавной системы.

#### ***1.4.4. Полураздельная система водоотведения***

Проектирование схемы водоотводящих сетей полураздельной системы. Особенности определения расчетных расходов в главном (общем) коллекторе. Нормы проектирования полураздельной системы. Особенности гидравлического расчета главного (общего) коллектора полураздельной системы водоотведения. Разделительные камеры на полураздельной сети водоотведения, их проектирование и расчет.

#### ***1.4.5. Устройство водоотводящих сетей***

Трубопроводы и коллекторы. Требования, предъявляемые к материалу труб и коллекторов. Трубы керамические, бетонные, железобетонные, асбестоцементные, металлические и из пластмассы и их соединения. Коллекторы из сборных железобетонных элементов. Стандарты труб. Выбор материала труб. Устройство стыковых соединений. Основания под трубы и каналы. Защита труб и каналов от агрессивного воздействия сточных вод. Инфильтрация и экофильтрация. [1, с. 97]

#### ***1.4.6. Сооружения на водоотводящей сети***

Смотровые и перепадные колодцы. Промывные колодцы. Дождеприемники. Присоединение внутриквартальных и дворовых сетей к уличным. Безколодезные присоединения. Сопряжение труб и коллекторов в колодцах. Переходы через реки и овраги. Переходы под железнодорожными путями и автомобильными дорогами и трамвайными путями. Пересечения с подземными сооружениями. Выпуски дождевых вод в водоемы. Стандартизация сооружений на водоотводящей сети.



#### ***1.4.7. Устройство водоотводящих сетей в особых условиях***

Особенности устройства водоотводящих сетей в районах вечной мерзлоты, сейсмических районах, оползневых зонах и районах с просадочными грунтами. [1, с. 665]

### **1.5. ПЕРЕКАЧКА СТОЧНЫХ ВОД**

Технико-экономическое обоснование необходимости устройства насосных станций и выбор места их расположения. Главные и районные насосные станции. Напорные водоводы. Аварийные выпуски. Насосные станции для перекачки дождевых и дренажных вод.

## **Раздел 2. Очистка сточных вод**

### **2.1. Состав и свойства сточных вод**

Состав сточных вод. Нерастворенные, коллоидные и растворенные вещества в сточных водах. Концентрация загрязнений сточных вод. Санитарно-химический анализ сточных вод. Оседающие и не оседающие вещества в сточных водах. Осадок сточных вод. Его количественная и качественная характеристика. Процессы нитрификации, их значение при очистке сточных вод. Растворение и потребление кислорода. Аэробные и анаэробные процессы. Биохимическая потребность в кислороде (БПК), химическая потребность в кислороде (ХПК), окисляемость сточных вод. Бактериальное и биологическое загрязнение сточных вод. Активная реакция сточных вод. Относительная стабильность сточных вод. Определение концентрации загрязнений бытовых сточных вод населенных пунктов и промышленных предприятий, определение эквивалентного и приведенного числа жителей в населенном пункте. Пути использования сточных вод и осадка. [1, с. 156]

### **2.2. Методы очистки сточных вод**

Сооружения для механической, биологической, химической и физико-химической очистки сточных вод и их применение. Перспективные направления развития методов очистки сточных вод. Схемы очистных станций. Технико-экономи-

ческая и санитарно-гигиеническая оценка методов очистки воды. [1, с. 174]

### **2.3. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД**

Сооружения для механической очистки. Решетки, решетки-дробилки их конструкции и расчет. Песколовки горизонтальные, тангенциальные, аэрируемые, их конструкции и расчет. Отстойники горизонтальные, вертикальные и радиальные, в том числе тонкослойные, их конструкции и расчет. Преимущества и недостатки сооружений механической очистки сточных вод. Техничко-экономическая оценка и условия применения различных сооружений механической очистки. [1, с. 186]

### **2.4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ АЭРАЦИЯ И БИОКОАГУЛЯЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД**

Преаэраторы и биокоагуляторы, их конструкции и расчет. Осветлители с естественной аэрацией. Техничко-экономическая оценка и область применения.

### **2.5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Поля орошения и фильтрации, земельные поля. Биологические пруды с естественной и искусственной аэрацией. Устройство, расчет, область их применения, технико-экономическое обоснование. [1, с. 227]

### **2.6. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В ИСКУССТВЕННО СОЗДАНЫХ УСЛОВИЯХ**

#### ***2.6.1. Биофильтры***

Сущность процессов биологической очистки. Классификация биофильтров. Биофильтры капельные, высоконагружаемые, с пластмассовой и блочной загрузкой. Принцип работы биофильтров, их конструкция и расчет. Распределение сточных вод на биофильтрах, вентиляция биофильтров. Рециркуляция сточных вод на биофильтрах. Техничко-экономические показатели биофильтров. Условия и область применения биофильтров. [1, с. 308]

### **2.6.2. Аэротенки**

Сущность процессов биохимической очистки сточных вод в аэротенках. Существующие технологические схемы очистки сточных вод в аэротенках (одноступенчатых, одноступенчатых с отдельной регенерацией циркулирующего ила, двухступенчатых аэротенках с рассредоточенной подачей сточных вод, аэротенках-смесителях, аэротенках-отстойниках, аэротенках с длительной аэрацией, аэротенках контактно-стабилизационного типа). Конструкции аэротенков (вытеснителей, аэротенков-смесителей, аэротенков-отстойников). Окситенки, флототенки и др. Методы расчета аэротенков. Способы аэрации сточных вод в аэротенках: пневматическая (мелко-, средне и крупнопузырчатая аэрация) с использованием перфорированных труб, тканевых аэраторов, фильтросных пластин и пористых труб. Механическая, пневматическая аэрация и другие способы. Техничко-экономические показатели работы различных типов аэротенков. [1, с. 239]

### **2.7. Вторичные отстойники и илоуплотнители**

Вторичные отстойники после биофильтров и после аэротенков. Особенности конструкции горизонтальных, вертикальных и радиальных вторичных отстойников, их расчет и область применения. Илоуплотнители, их конструкция и расчет. Флотационные установки для разделения иловой смеси (флотационные илоотделители). Техничко-экономические показатели работы вторичных отстойников и илоуплотнителей. [1, с. 205]

### **2.8. Методы и сооружения для доочистки биологически очищенных сточных вод**

Методы удаления взвешенных веществ. Фильтры и микрофильтры, их конструкции и расчет. Глубокая очистка сточных вод от азота и фосфора. Методы химической и физико-химической доочистки воды и сточных вод. Выбор метода доочистки сточных вод в зависимости от вида сточных вод и их дальнейшего использования. Перспективы применения доочищенных сточных вод на промышленных предприятиях. [1, с. 396]

## **2.9. ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД**

Методы обеззараживания сточных вод. Обеззараживание жидким хлором и хлорной известью. Применение для обеззараживания сточных вод гипохлорита кальция, гипохлорита натрия и озона. Условия применения различных методов обеззараживания. Смесители, хлораторные и контактные резервуары. Устройства для насыщения очищенной воды кислородом. Выбор метода выпуска сточных вод. Выпуск очищенных сточных вод в водостоки, моря и водохранилища. [1, с. 420]

## **2.10. СХЕМЫ СТАНЦИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Санитарные и технологические требования. Выбор места расположения очистной станции. Генпланы очистных станций. Высотные схемы расположения очистных сооружений. Распределение сточных вод по отдельным сооружениям очистной станции. Измерительные устройства. Технико-экономическое обоснование выбора типа очистных сооружений и технологической схемы станций. Принципы оптимизации при проектировании очистной станции. [1, с. 396]

## **2.11. СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ И ОТДЕЛЬНО РАСПОЛОЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Местная система водоотведения. Особенности проектирования водоотводящих сетей и очистных сооружений при малом количестве сточных вод.. Технологические схемы очистки малых количеств сточных вод.. Механическая очистка: септики и двухъярусные отстойники. Биологическая очистка малых количеств сточных вод. Фильтрующие колодцы. Поля подземной фильтрации. Песчано-гравийные фильтры и фильтрующие траншеи. Окислительные каналы. Компактные аэрационные установки заводского изготовления, их устройство и расчет. Дезинфекция малых количеств сточных вод. Типовые станции для обезвреживания малых количеств сточных вод. Технико-экономическое обоснование строительства систем водоотведения малых населенных мест. Удаление жидких и твердых отходов из не канализованных отдельно стоящих зданий. [1, с. 421]

## **2.12. ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ СХЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ, СТОИМОСТЬ ОТВЕДЕНИЯ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Состав изысканий. Изыскания топографические, геологические, метеорологические. Санитарная характеристика водных объектов. Обработка результатов изысканий. Стадии проектирования систем водоотведения. Мероприятия по снижению стоимости строительства систем водоотведения. Комплексное решение схемы водоотведения с технико-экономическим обоснованием. Сравнение и оценка вариантов. Стоимость водоотведения и очистки сточных вод. Единичные показатели. Тарифы за использование водоотведения. [1, с. 545]

### **4.3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Название лабораторной работы
1	Раздел 2. Подразделы: 2.3 и 2.7	Механическая очистка сточных вод. Изучение процессов процеживания и отстаивания в свободном объеме, в емкости
1	Раздел 2 Подраздел 2.6	Биологическая очистка сточных вод. Изучение процессов биологической очистки в аэробных условиях

### **4.4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема
1	Раздел 1. Подразделы: 1.3.1 и 1.4.2	Определение расчетных расходов бытовых, производственных и дождевых сточных вод населенных пунктов
2	Раздел 1. Подраздел 1.3.2	Гидравлический расчет и построение продольного профиля самотечного трубопровода производственно-бытовой водоотводящей сети железнодорожной станции и поселка

## 5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

### 5.1. V курс

а) контрольная работа — не предусмотрена,

б) курсовой проект — не предусмотрен,

в) курсовая работа.

Пояснительная записка к курсовой работе.

Дождевая сеть населенного пункта. Определение расчетных расходов. Гидравлический расчет дождевой сети.

Графическая часть работы выполняется на 1 листе формата А1.

План населенного пункта с нанесением дождевой сети.

Профиль наиболее протяженного дождевого коллектора.

### 5.2. VI курс

а) контрольная работа — не предусмотрена,

б) курсовая работа — не предусмотрена,

в) курсовой проект.

Пояснительная записка к курсовому проекту.

С определением концентрации загрязнений сточных вод.

Выбор рациональной технологической схемы очистки сточных вод.

Технологические и гидравлические расчеты всех очистных сооружений.

Высотная установка сооружений на очистной станции.

Графическая часть.

Генплан очистной станции в масштабе 1:500, 1:1000.

Профиль движения воды по очистным сооружениям в масштабе: вертикальный 1:100, горизонтальный 1:500, 1:1000.

Конструкция одного из сооружений очистной станции в масштабе 1:50 (по варианту).

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### *Основная*

1. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. — М.: АВС, 2006.

#### *Дополнительная*

2. СНиП 2.04.03 — 85\* Канализация. Наружные сети и сооружения.

3. Дикаревский В.С., Якубчик П.П. и др. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте. — М., 1999.

4. Пааль Л.Л., Кару Х.А., Репин Б.Н. Справочник по очистке природных и сточных вод. — М., 1994.

5. Водоотведение: Учеб. / Под ред. Воронова Ю.В. — М.: ИНФРА — М., 2007.

### 6.2. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Тесты для студентов V курса.

# ВОДООТВЕДЕНИЕ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Рабочая программа  
для студентов V и VI курсов

Редактор *П.В. Елистратова*  
Корректор *В.В. Игнатова*  
Компьютерная верстка *О.А. Денисова*

---

Тип. зак.	Изд. зак. 144	Тираж 200 экз.
Подписано в печать 21.04.08	Гарнитура NewtonC	
Усл. печ. л. 1,0		Формат 60×90 <sub>1/16</sub>

---

Издательский центр и Участок оперативной печати  
Информационно-методического управления РГОТУПСа,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2