****

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

****

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

###### «Водоотведение. Очистка сточных вод»

###### **Направление подготовки 08.03.01 Строительство**

###### профиль «Водоснабжение и водоотведение»

###### **Форма подготовки: очная/заочная**

курс 3 семестр 6/ курс 4 семестр 7

лекции 18/14 час.

практические занятия 54/28 час.

лабораторные работы 18/14 час.

в т. ч. с использованием МАО лек. / пр. / лаб. час.

всего часов аудиторной нагрузки 108/56 час.

в т. ч. с использованием МАО - час.

самостоятельная работа 18/ 25 час.

подготовка к экзамену (контроль) 36/9 час.

экзамен 6 семестр/3 курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 по направлению Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.03.2015 г. № 201.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Инженерных систем зданий и сооружений, протокол № \_\_\_\_\_ от « » 2015 г.

Заведующий кафедрой А.В. Кобзарь

Составитель старший преподаватель Е. В. Грищенко

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201г.№ \_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.В.Кобзарь

(подпись) (и.о. фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры**:

Протокол от «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201г.№ \_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.В.Кобзарь

(подпись) (и.о. фамилия)

**ABSTRACT**

**Bachelor’s/Specialist’s/Master’sdegreein:** 08.03.01 Construction

**Study profile/ Specialization/ Master’sProgram “Title”:** Water supply and sewage.

**Coursetitle:** Wastewater. Sewage treatment

**Basic (**variable**) part of Block 1,** 4 **credits**

**Instructor:**E.Grishchenko

**At the beginning of the course a student should be able to:**

ОПК-8, ПК-1, ПК-3.

**Course description:**

Discipline gives a general idea of water supply and sewage systems of settlements, the basics of methods for calculating water supply and sanitation systems and facilities. The course is designed in such a way that the study takes place and the application of calculation methods comes from the calculation of simple water supply systems to complex networks using applied computer programs.

**Main course literature:**

1. Vodootvedenie. Kursovoe proektirovanie : [uchebnoe posobie dlya vuzov] / A. A. Vasilenko. Moskva : Integral, 2016.

2. Vodosnabzhenie i vodootvedenie : uchebnik dlya bakalavrov / I. I. Pavlinova, V. I. Bazhenov, I. G. Gubij. Moskva : YUrajt, 2013.

3. Vodootvedenie i vodosnabzhenie : uchebnoe posobie dlya bakalavrov : uchebnoe posobie dlya vuzov / E. N. Belokonev, T. E. Popova, G. N. Puras

4. Spravochnik po ochistke prirodnyh i stochnyh vod. Vodosnabzhenie i kanalizaciya : [komplekt iz 2 kn.] [kn. 1] . Spravochnik / F. R. Spellman ; per. s angl. pod obshch. red. M. I. Alekseeva.

5. Vodootvedenie : uchebnik dlya vuzov / YU. V. Voronov, E. V. Alekseev, E. A. Pugachev [i dr.] ; pod obshch. red. YU. V. Voronova

**Form off inal control:** exam/pass-fail exam.

**Аннотация дисциплины**

**«Водоотведение. Очистка сточных вод»**

Учебная дисциплина «Водоотведение. Очистка сточных вод» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»,профиль «Водоснабжение и водоотведение», относится квариативной части блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана, является дисциплиной по выбору (индекс Б1.В.ОД.8/Б1.В.ОД.13).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3/6з.е. (108/226 часов), в том числе, лекции 18/10 часов, практические занятия 54/20 часа, лабораторные работы 32/12 час., самостоятельная работа студента 70/138 часов, включая курсовой проект и подготовку к экзамену. Форма контроля – зачет. Дисциплинареализуется на 3, 4 курсе в 6, 7 семестре/ 4 и 5 курсах.

«Водоотведение. Очистка сточных вод» опирается на уже изученные дисциплины, такие как математика, физика, химия, механика грунтов, теоретическая механика и сопротивление материалов. В свою очередь она является «фундаментом» для изучения основных профессиональных дисциплин, таких как «Основы архитектуры истроительных конструкций» и «Гидравлика».

«Водоотведение. Очистка сточных вод» изучает методы расчёта станций очистки сточных вод и курс построен таким образом, что изучение и применение этих методов расчёта идёт от расчёта простых к сложным системам с использованием прикладных компьютерных программ.

**Цель дисциплины** «Водоотведение. Очистка сточных вод» научить будущих специалистов самостоятельно проектировать системы очистки сточных вод, осуществлять их строительство с учетом знаний по строительным дисциплинам, а также рационально их эксплуатировать.

**Задачи дисциплины** «Водоотведение. Очистка сточных вод»

- дать теоретические основы расчётов сетей водоотведения;

- решить вопросы строительства инженерных систем водоотведения.

Задачи изучения дисциплины раскрываются через изложение требуемых результатов изучения дисциплины, характеризующие знания, умения и формируемые компетенции.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- умением использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности (ОПК-8);

- знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);

- способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-3).

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующиеобщепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементов компетенций).

В результате изучения данной дисциплины у обучающегося формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

|  |  |
| --- | --- |
| **Код и формулировка компетенции** | **Этапы формирования компетенции** |
| **ОПК-8**умением использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности | Знает | состав и структуру действующей нормативно-технической документацией в области проектирования и строительства систем и сооружений подготовки питьевой воды |
| Умеет | пользоваться действующей нормативно-технической документацией для определения требуемых параметров станций подготовки питьевой воды |
| Владеет | навыками использования действующей нормативно-технической документацией в области проектирования и строительства систем и сооружений подготовки питьевой воды |
| **ПК-1** знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест | Знает | нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест |
| Умеет | работать с нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест |
| Владеет | знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест |
| **ПК-3**способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Знает | предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |
| Умеет | проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |
| Владеет | способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Водоотведение. Очистка сточных вод» применяются следующие методы активного и обучения: проблемное обучение, консультирование и рейтинговый метод.

1. **структура и содержание теоретической части курса**

**Лекционные занятия (18 час.)**

**Раздел 1. Основы проектирования водоотводящих систем (2 час).**

**Тема 1. Основы проектирования водоотводящих систем (2 час).**

Краткая история развития канализации. Системы и схемы водоотведения населенных мест. Классификация систем и схем населенных мест и промышленных предприятий. Связь нормы и режимов с водопотреблением и водоотведением. Источники водоотведения и сооружения на них. Санитарно-защитные зоны и зоны санитарной охраны.

**Раздел 2.Производственно-бытовая водоотводящая сеть(4 час).**

**Тема 1. Производственно-бытовая водоотводящая сеть(2 час).**

Краткая характеристика внутренней системы водоотведения. Классификация систем внутреннего водоотведения: по назначению – хозяйственно - бытовые, производственные, ливневые, смешанные. По принципу действия – без принудительных устройств, с принудительными устройствами, комбинированные, зонные. Схема сетей производственного водоотведения.Схемы сетей внутреннего водоотведения. Классификация схем: по конфигурации, по расположению магистральных трубопроводов.

**Тема 2. Водоотводящие сети для отвода дождевых вод (2 час).**

Перечень применяемых труб. Классификация арматуры: по назначению; по способу присоединения – (муфтовая, цапковая, фланцевая, раструбная).Устройство вводов. Установка водомерных узлов. Выбор места расположения ввода. Учет водоотведения.

**Раздел 3.Устройство трубопроводов и сооружений на водоотводящих сетях.(2 час).**

**Тема 1. Устройство трубопроводов и сооружений на водоотводящих сетях. (2 час).**

Схема сетей внутренней канализации. Оборудование и материалы. Способы их соединения. Вентиляция канализационных стояков, устройство выпусков. Дворовая канализация. Присоединение к уличным сетям.

**Раздел 4.Очистка сточных вод. (2 час).**

**Тема 1. Очистка сточных вод. (2 час).**

Классификация систем по виду обслуживаемого объекта; по назначению; по цели обслуживания. Схемы водоснабжения. Классификация схем водоотведения.Наружная сетьводоотведения. Особенности прокладки сети. Деталировка сети. Виды труб, арматура. Основные данные для проектирования систем водоотведения. Удельное водопотребление. Коэффициенты неравномерности. Краткий расчет потребных расходов и напоров.

**Раздел 5.Обработка, обезвоживание и использование осадка (4 час).**

**Тема 1. Обработка, обезвоживание и использование осадка (2 час).**

Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Основные понятия и определения.Системы водоотведения. Классификация систем по назначению.Схемы водоотведения. Классификация схем по виду обслуживаемого объекта, в зависимости от благоустройства объекта и рельефа местности.Водоотводящая система. Структура водоотводящей сети. Основные элементы сети и их характеристика. Классификация канализационных насосных станций: по месту расположения в общей схеме водоотведения; по конструкции; по расположению оборудования; по надежности действия.

**Тема 2. Общие схемы станций для очистки сточных вод (2 час).**

Норма водоотведения. Основы гидравлического расчета сети.Санитарная очистка населенных мест. Характеристика сточных вод. Методы очистки стоков в зависимости от состава сточных вод. Сооружения механической и биологической очистки. Сооружения по обработке осадка.Мероприятия по улучшению санитарного состояния водоемов.

Сооружения механической очистки сточных вод. Обработка и использование осадка. Сооружения биологической очистки сточных вод в естественных и искусственных условиях.

**Раздел 6.Системы водоотведения малонаселенных мест и отдельно расположенных объектов (2 час).**

**Тема 1. Системы водоотведения малонаселенных мест и отдельно расположенных объектов (2 час).**

**Раздел 7.Обоснование проектируемых водоотводящих систем и сооружений (2 час).**

1. **СТРУКТУРА И содержание практической части курса**

**Практические занятия (54 час.)**

**Занятие 1. Определение расчетных расходов сточных вод объекта (3 час.)**

**Занятие 2. Расчет концентраций загрязнений в сточных водах объекта (3 час.)**

**Занятие 3. Определение необходимой степени очистки сточных вод (3 час.)**

**Занятие 4. Составление ориентировочной технологической схемы очистных сооружений сточных вод и обработки осадка (4 час.)**

**Занятие 5. Расчет сооружений механической очистки (3 час.)**

**Занятие 6. Расчет решеток и подбор дробилок (4 час.)**

**Занятие7. Расчет песколовок (4 час.)**

**Занятие 8. Расчет первичных отстойников (3 час.)**

**Занятие 9. Расчет сооружений биологической очистки (4 час.)**

**Занятие 10. Расчет аэротенков (3 час.)**

**Занятие 11. Расчет вторичных отстойников (4 час.)**

**Занятие 12. Расчет сооружений глубокой очистки стоков (4 час.)**

**Занятие 13. Расчет сооружений по обеззараживанию стоков (3 час.)**

**Занятие 14. Расчет смесителя (3 час.)**

**Занятие 15. Расчет сооружений по обезвоживанию песка (3 час.)**

**Занятие 16. Расчет сооружений для обезвоживания осадка (3 час.)**

**Лабораторные работы (32 час.)**

**Лабораторная работа № 1. Изучение устройства, принципов работы сооружений механической очистки (3 час.)**

**Лабораторная работа № 2. Изучение устройства, принципов работы решеток и дробилок (3 час.)**

**Лабораторная работа № 3. Изучение устройства, принципов работы песколовок (3 час.)**

**Лабораторная работа № 4. Изучение устройства, принципов работы первичных отстойников (3 час.)**

**Лабораторная работа № 5. Изучение устройства, принципов работы сооружений биологической очистки (3 час.)**

**Лабораторная работа № 6. Изучение устройства, принципов работы аэротенков (3 час.)**

**Лабораторная работа № 7. Изучение устройства, принципов работы вторичных отстойников (3 час.)**

**Лабораторная работа № 8. Изучение устройства, принципов работы сооружений глубокой очистки стоков (3 час.)**

**Лабораторная работа № 9. Изучение устройства, принципов работы смесителя (3 час.)**

**Лабораторная работа № 10. Изучение устройства, принципов работы сооружений по обезвоживанию песка (3 час.)**

**Лабораторная работа № 11. Изучение устройства, принципов работы сооружений для обезвоживания осадка (3 час.)**

**III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Водоотведение. Очистка сточных вод» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

**IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

**Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине**

**«Водоотведение. Канализационные сети»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины | Коды и этапы формирования компетенций  | Оценочные средства - наименование |
| текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Раздел 1. Основы проектирования водоотводящих систем | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| 2 | Раздел 2.Производственно-бытовая водоотводящая сеть | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| 3 | Раздел 3.Устройство трубопроводов и сооружений на водоотводящих сетях | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| 4 | Раздел 4.Очистка сточных вод | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы13-15 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы13-15 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы13-15 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы13-15 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы13-15 |
| 5 | Раздел 5.Обработка, обезвоживание и использование осадка | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| 6 | Раздел 6.Системы водоотведения малонаселенных мест и отдельно расположенных объектов | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
|  | Раздел 7.Обоснование проектируемых водоотводящих систем и сооружений | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 3.

Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации применяется рейтинговая система успеваемости обучающихся.

Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг по дисциплине определяется в процентах. Для обучаемого, сдавшего основные контрольные мероприятия на максимальные баллы с учетом их весовых коэффициентов, рейтинг равен 100 %.

Максимальный балл контрольного мероприятия - экзамен, равный 3, соответствует системе оценок "отлично" , 2 - "хорошо", 1 - "удовлетворительно", 0 - "неудовлетворительно".

Максимальный балл контрольного мероприятия - зачет, равный 1, соответствует системе оценок "зачтено", 0 - "не зачтено".

Соответствие рейтинга студента оценке промежуточной (семестровой) аттестации устанавливается по следующей шкале:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Рейтинг в % | **Оценка по экзамену** | **Оценка по зачету** |
| Менее 61  | неудовлетворительно | не зачтено |
| От 61 до 75 | удовлетворительно | зачтено |
| От 76 до 85 | хорошо | зачтено |
| От 86 до 100 | отлично | зачтено |

Основные контрольные мероприятия рейтинг – плана по дисциплине являются обязательными для получения положительной оценки. Обучающиеся не выполнившие минимальные требования хотя бы по одному контрольному мероприятию не получают положительную оценку по результатам промежуточной аттестации.

Форма промежуточной аттестации в 5 семестре – экзамен.

**Календарный план контрольных мероприятий на *экзамен***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Пример-ная дата** **проведе-ния** | **Наименование** **контрольного** **мероприятия** | **Форма** **контроля** | **Весовой коэффи-циент** | **Макси-маль-ный балл** | **Миним-аль-ный балл**  |
| **Основные контрольные мероприятия** |
| 1 | 1 неделя | Практическая работа 1,2,3 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 неделя | Лабораторная работа 1,2 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 3 неделя | Практическая работа 4,5 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 4 неделя | Лабораторная работа 3,4 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 5 неделя | Практическая работа 6,7 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 6 неделя | Лабораторная работа 5,6 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 7 неделя | Практическая работа 8,9 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 8 неделя | Лабораторная работа 7 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 9 неделя | Практическая работа 10 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 10 неделя | Лабораторная работа 8 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 11 неделя | Практическая работа 11 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 12 неделя | Лабораторная работа 9 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 13 неделя | Практическая работа 12,13 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 14 неделя | Лабораторная работа 10 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 15 неделя | Практическая работа 14,15 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 16 неделя | Лабораторная работа 11 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 17 | 17 неделя | Практическая работа 16 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 18 неделя | Экзамен | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |

**IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основная литература:**

1. Водоотведение. Курсовое проектирование : [учебное пособие для вузов] / А. А. Василенко. Москва : Интеграл, 2016.<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:835840&theme=FEFU>
2. Водоснабжение и водоотведение : учебник для бакалавров / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий.Москва : Юрайт, 2013.<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:741060&theme=FEFU>
3. Водоотведение и водоснабжение : учебное пособие для бакалавров : учебное пособие для вузов / Е. Н. Белоконев, Т. Е. Попова, Г. Н. Пурас <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:694153&theme=FEFU>
4. Справочник по очистке природных и сточных вод. Водоснабжение и канализация : [комплект из 2 кн.] [кн. 1] . Справочник / Ф. Р. Спеллман ; пер. с англ. под общ. ред. М. И. Алексеева. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:840990&theme=FEFU>
5. Водоотведение : учебник для вузов / Ю. В. Воронов, Е. В. Алексеев, Е. А. Пугачев [и др.] ; под общ. ред. Ю. В. Воронова <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:842489&theme=FEFU>

**Дополнительная литература:**

1. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/ Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2004 – 704 с.
2. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация. Учебник для вузов. Изд. 5-е, перепаб. и доп. М., Строийздат, 1975. 632 с.
3. Василенко А.А. Водоотведение. Курсовое проектирование. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988, 256 с; 73 табл. – 32 ил. – Библиогр.: 34 назв.
4. СНиП 2.04.03-85\*. Канализация. Наружные сети и сооружения/ Госстрой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.
5. Канализация населенных мест и промышленных предприятий/ Справочник проектировщика. - М.: Строийздат, 1981. – 636 с.
6. Лукиных А.Н., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. Изд. 4-е, доп. М., Строийздат, 1974. 156 с.
7. Яковлев С.В., Ласков Ю.М. Канализация: (Водоотведение и очистка сточных вод): Учеб. для техникумов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 319 с.: ил.

**Нормативно-правовые материалы:**

1. СП 30.13330.2012 - ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД И КАНАЛИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ (Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85)
2. СП 31.13330.2012 - ВОДОСНАБЖЕНИЕ. НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ (Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84)
3. СП 32.13330.2012 - КАНАЛИЗАЦИЯ. НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ (Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85)
4. СП 10.13130.2012 - ВНУТРЕННИЙ ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ ВОДОПРОВОД (Требования пожарной безопасности)

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Научная электронная библиотека НЭБ

<http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>

2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»

<http://e.lanbook.com/>

3. ЭБС «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/>

4. ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М»

<http://znanium.com/>

5. Научная библиотека ДВФУ публичный онлайн каталог

<http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

6. Информационная система ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам

<http://window.edu.ru/resource>

1. **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Рекомендации по работе с литературой**

В процессе освоения теоретического материала дисциплины необходимо вести конспект лекций и добавлять к лекционному материалу информацию, полученную из рекомендуемой литературы.При этом, желательно проводить анализ полученной дополнительной информации и информации лекционной, анализировать существенные дополнения, возможно на следующей лекции ставить вопросы, связанные с дополнительными знаниями.

**Рекомендации по подготовке к экзамену**

При проведении аттестации необходимо иметь полный конспект лекций и проработанные практические занятия. Перечень вопросов к экзамену помещён в фонде оценочных средств (приложение 2), поэтому подготовить к сдаче экзамена лучше систематически, прослушивая очередную лекцию и поработав на очередном практическом занятии.

1. **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для осуществления образовательного процесса данной дисциплины занятия (лекции, практические занятия, лабораторные работы) проводятся в мультимедийной аудитории инженерной школы (ауд. Е‑807), включающая следующее основное оборудование: проектор, ноутбук, экран, телевизор, документ-камера.

Приложение 1



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШколА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ обеспечение самостоятельной работы ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине**

###### **«Водоотведение. Очистка сточных вод»**

###### **Направление подготовки 08.03.01 Строительство**

###### профиль «Водоснабжение и водоотведение»

###### **Форма подготовки: очная/заочная**

**Владивосток**

**2015**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Пример-ная дата** **проведе-ния** | **Наименование** **контрольного** **мероприятия** | **Форма** **контроля** | **Весовой коэффи-циент** | **Макси-маль-ный балл** | **Миним-аль-ный балл**  |
| **Основные контрольные мероприятия** |
| 1 | 1 неделя | Практическая работа 1,2,3 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 неделя | Лабораторная работа 1,2 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 3 неделя | Практическая работа 4,5 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 4 неделя | Лабораторная работа 3,4 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 5 неделя | Практическая работа 6,7 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 6 неделя | Лабораторная работа 5,6 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 7 неделя | Практическая работа 8,9 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 8 неделя | Лабораторная работа 7 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 9 неделя | Практическая работа 10 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 10 неделя | Лабораторная работа 8 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 11 неделя | Практическая работа 11 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 12 неделя | Лабораторная работа 9 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 13 неделя | Практическая работа 12,13 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 14 неделя | Лабораторная работа 10 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 15 неделя | Практическая работа 14,15 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 16 неделя | Лабораторная работа 11 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 17 | 17 неделя | Практическая работа 16 | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 18 неделя | Экзамен | Защита отчета | 1 | 1 | 1 |

**Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Самостоятельная работа обучающихсясостоит из подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам и выполнения индивидуальных заданий.

**Самостоятельная работа обучающихся по выполнению практических заданий**выполняется обучающимисяв соответствии с лекционным материалом и методическими рекомендациями "Гидрология" (приложение 3) для заданного варианта исходных данных. Вариант исходных данных выдается преподавателем. В каждом задании обучаемый должен привести исходные данные, выполнить установленные задания и оформить отчет.

**Лабораторные работы** выполняются обучающимисяв соответствии с лекционным материалом и технической литературой по дисциплине. Вариант задания выдается преподавателем. В каждом задании обучаемый должен привести исходные данные, выполнить установленные задания и оформить отчет.

**Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Оформление отчета о выполнении практических заданий и лабораторных работ производится обучающимся в соответствии с установленными в ДВФУ требованиями, предъявляемыми к письменным работам.

После проверки отчета о выполнении индивидуального задания и устранения выявленных замечаний обучающиеся допускается к защите отчета.

**Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Результаты выполненных обучающимися индивидуальных заданий (практических заданий и лабораторных работ) оцениваются по двухбалльной системе – "зачтено" или "не зачтено". Оценка проставляется по результатам защиты отчета. Для положительной оценки необходимо проявить знания по каждому этапу выполненной работы. Каждое индивидуальное задание является основным контрольным мероприятием рейтинговой системы оценки обучающихся по дисциплине.

Приложение 2



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШколА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

***«*Водоотведение. Очистка сточных вод*»***

###### **Направление подготовки 08.03.01 Строительство**

###### профиль «Водоснабжение и водоотведение»

###### **Форма подготовки: очная/заочная**

**Владивосток**

**2015**

**Паспорт фонда оценочных средств**

 **по дисциплине**

***«*Водоотведение. Очистка сточных вод*»***

|  |  |
| --- | --- |
| **Код и формулировка компетенции** | **Этапы формирования компетенции** |
| **ОПК-8**умением использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности | Знает | состав и структуру действующей нормативно-технической документацией в области проектирования и строительства систем и сооружений подготовки питьевой воды |
| Умеет | пользоваться действующей нормативно-технической документацией для определения требуемых параметров станций подготовки питьевой воды |
| Владеет | навыками использования действующей нормативно-технической документацией в области проектирования и строительства систем и сооружений подготовки питьевой воды |
| **ПК-1** знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест | Знает | нормативную базу в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест |
| Умеет | работать с нормативной базой в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест |
| Владеет | знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест |
| **ПК-3**способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Знает | предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |
| Умеет | проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |
| Владеет | способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |

**Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине**

**«Водоотведение. Очистка сточных вод»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины | Коды и этапы формирования компетенций  | Оценочные средства - наименование |
| текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Раздел 1. Основы проектирования водоотводящих систем | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы1-4 |
| 2 | Раздел 2.Производственно-бытовая водоотводящая сеть | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы5-8 |
| 3 | Раздел 3.Устройство трубопроводов и сооружений на водоотводящих сетях | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| 4 | Раздел 4.Очистка сточных вод | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы9-12 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы13-15 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы13-15 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы13-15 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы13-15 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы13-15 |
| 5 | Раздел 5.Обработка, обезвоживание и использование осадка | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы16-18 |
| 6 | Раздел 6.Системы водоотведения малонаселенных мест и отдельно расположенных объектов | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы19-22 |
|  | Раздел 7.Обоснование проектируемых водоотводящих систем и сооружений | (ОПК-2) | законы сохранения массы и энергии | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |
| применять эти законы для составления уравнений материального и энергетического балансов. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |
| навыками изучения процессов на основе математического моделирования. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |
| (ПК-1) | основные принципы проектирования сооружений, инженерных систем и оборудования по водоподготовке и водоотведению с учётом планировки и застройки населённых мест на основе существующей нормативной базы в данной области. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |
| применять полученные знания по дисциплине при решении задач по проектированию, строительству и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |
| осмысленным выбором вариантов комплексов: водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, технологические схемы очистки сточных вод. | Индивидуальное задание (ПР-11) | ЗачетВопросы23-25 |

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код и формулировка****компетенции** | **Этапы формирования компетенции** | **Критерии** | **Показатели** |
| **ОПК-8**умением использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности | Знает | основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов систем водоснабжения и канализации; | знание законов сохранения массы и энергии | способность дать определения законам сохранения массы и энергии  |
| Умеет | применять математические методы, физические законы для решения профессиональных задач; | умение использовать эти законы при составлять уравнений материального и энергетического балансов  | способность составлять уравнения материального и энергетического балансов на основе законов сохранения массы и энергии |
| Владеет | методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов; | владение навыками математического моделирования и изучения процессов на их основе | способность применять методы физико-математического аппарата при изучении процессов движения жидкости |
| **ПК-1** знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест | Знает | структуру и требования нормативно-технической документации в области строительства | знание на основе существующей нормативной базы основных принципов проектирования инженерных систем по водоподготовке и водоотведению | способность перечислить основные нормативные документы и назвать основные принципы проектирования инженерных систем  |
| Умеет | пользоваться нормативно-технической документацией для определения основных расчетных параметров проектируемых сооружений и подбора оборудования | умение полученные знания по дисциплине для проектирования объектов инженерных систем применять  | способность использовать знания, полученные для проектирования инженерных систем на базе нормативных материалов в практических целях  |
| Владеет | навыками проектирования основных систем и сооружений водоснабжения и канализации | владение набором знаний вариантов инженерных комплексов, их названиями и принципами проектирования | способность запроектировать на основе нормативных документов инженерные системы , такие как - водозабор – очистные сооружения – сеть водопотребителя, а также технологические схемы очистки сточных вод |
| **ПК-3**способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Знает | структуру и требования нормативно-технической документации в области строительства | знание основных законов специальных дисциплин, необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности | способностью перечислить основные законы гидравлики, позволяющие решать практические вопросы, связанные с устройством водопроводной сети, насосных станций и других объектов. |
| Умеет | пользоваться нормативно-технической документацией для определения основных расчетных параметров проектируемых сооружений и подбора оборудования | умение накапливать знания по теоретическим основам специальных дисциплин для обоснования проектных решений в области водоснабжения и водоотведения | способность применить законы гидравлики для обоснования проектных решений в области водоснабжения и водоотведения. |
| Владеет | навыками проектирования основных систем и сооружений водоснабжения и канализации | владение основными понятиями, входящими в методику выполнения гидравлических расчётов трубопроводов, потерь напора, гидравлических параметров систем водоснабжения и водоотведения с целью обоснования осуществляемых проектных решений. | способностью используя методиками выполнения гидравлических расчётов трубопроводов, потерь напора, гидравлических параметров систем водоснабжения и водоотведения обосновать разрабатываемые проекты по специальности |

**Методические рекомендации****по оцениванию результатов освоения дисциплины**

Контроль достижения целей курса включает текущий контроль (контроль посещения занятий, контроль выполнения лабораторных работ, контроль выполнения индивидуальных практических заданий) и промежуточную аттестацию.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине Водоотведение. Очистка сточных вод» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Промежуточная аттестация по дисциплине включает экзамен (6,7 семестр).

**Контрольные вопросы к экзамену**

1. Какие загрязнения содержатся в составе сточных вод?
2. Назовите основные процессы, происходящие при очистке сточных вод.
3. Какие факторы влияют на самоочищающую способность водоемов?
4. Как определяют требуемую степень очистки сточных вод? Что такое биохимическая потребность в кислороде?
5. Какие существуют схемы очистки сточных вод и в каких случаях их применяют?
6. Какие сооружения применяют для механической очистки сточных вод? Их расчет и конструкции.
7. В каких случаях может применяться механический способ очистки сточных вод и каковы его особенности?
8. Как рассчитывают сооружения, предназначенные для обработки и ликвидации осадка?
9. На каких сооружениях можно очищать сточные воды в естественных условия?
10. Как рассчитывают биологические фильтры?
11. В чем особенность работы высоконагружаемых биофильтров и как их рассчитывают?
12. В чем принцип работы аэротенков на полную и неполную очистку?
13. Как рассчитывают аэротенки?
14. Каковы особенности механической аэрации сточных вод?
15. Какие существуют конструкции аэротенков?
16. Как рассчитывают вторичные отстойники после биофильтров и аэротенков?
17. В каких целях устраивают глубокую очистку сточных вод? Сооружения глубокой очистки и сравнительная оценка разных типов этих сооружений.
18. Как выполняют дезинфекцию сточных вод?
19. На основании чего выбирают состав и схемы очистных сооружений?
20. В чем состоят задачи эксплуатации очистных сооружений?
21. Как устраивают сооружения для очистки малых количеств сточных вод?
22. Каковы особенности применения полей орошения и биофильтров в условиях очистки малых количеств сточных вод?
23. Что такое механическое обезвоживание осадка и какими средствами оно достигается?
24. Чем отличаются мезофильный и термофильный режимы сбраживания осадка в метантенках?
25. Конструкции выпусков очищенных сточных вод в водоемы и область их применения.

**Оценочные средства для текущей аттестации**

В качестве форм текущей аттестации обучающихся используется защита отчетов о выполняемых лабораторных работах и отчетов о выполнении практических заданий.

Контроль выполнения лабораторных работ включает контроль результатов выполнения расчетов и обоснования схем проектных решений. В случае успешного выполнения лабораторной работы и правильного оформления к отчета, студенты допускаются к защите. Контрольные вопросы направлены на выявления правильного раскрытия сути рассматриваемых методов и сооружений. Знания обучающихся по итогам защиты лабораторной работы оцениваются «зачтено» или «не зачтено».

Объектами оценивания выступают:

- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками применения изучаемых методов проведения гидрологических исследований;

- результаты самостоятельной работы по обоснованию гидрологических характеристик и элементов гидротехнических сооружений систем водоснабжения (водоотведения).

**Лабораторные работы**

Уровень овладения обучающимися практических умений и навыков по дисциплине оценивается на основании результатов выполненных работ в части достоверности изложенных материалов исследований, а также соответствия изложенных материалов варианту задания и действующим техническим документам.

Темы лабораторных работ:

Лабораторная работа № 1. Изучение устройства, принципов работы сооружений механической очистки

Лабораторная работа № 2. Изучение устройства, принципов работы решеток и дробилок

Лабораторная работа № 3. Изучение устройства, принципов работы песколовок

Лабораторная работа № 4. Изучение устройства, принципов работы первичных отстойников

Лабораторная работа № 5. Изучение устройства, принципов работы сооружений биологической очистки

Лабораторная работа № 6. Изучение устройства, принципов работы аэротенков

Лабораторная работа № 7. Изучение устройства, принципов работы вторичных отстойников

Лабораторная работа № 8. Изучение устройства, принципов работы сооружений глубокой очистки стоков

Лабораторная работа № 9. Изучение устройства, принципов работы смесителя

Лабораторная работа № 10. Изучение устройства, принципов работы сооружений по обезвоживанию песка

Лабораторная работа № 11. Изучение устройства, принципов работы сооружений для обезвоживания осадка

**Практические работы**

Результаты работы обучающихся по выполнению практических заданий, направленных на решение прогнозных гидрологических задач, оцениваются по умению выбора методики расчета, обоснованию соответствующих ей расчетных зависимостей и полученных результатов, умению обосновать правильность принятых решений и их соответствие действующим техническим документам.

Темы заданий для самостоятельной работы:

Занятие 1. Определение расчетных расходов сточных вод объекта

Занятие 2. Расчет концентраций загрязнений в сточных водах объекта

Занятие 3. Определение необходимой степени очистки сточных

Занятие 4. Составление ориентировочной технологической схемы очистных сооружений сточных вод и обработки осадка

Занятие 5. Расчет сооружений механической очистки

Занятие 6. Расчет решеток и подбор дробилок

Занятие7. Расчет песколовок

Занятие 8. Расчет первичных отстойников

Занятие 9. Расчет сооружений биологической очистки

Занятие 10. Расчет аэротенков

Занятие 11. Расчет вторичных отстойников

Занятие 12. Расчет сооружений глубокой очистки стоков

Занятие 13. Расчет сооружений по обеззараживанию стоков

Занятие 14. Расчет смесителя

Занятие 15. Расчет сооружений по обезвоживанию песка

Занятие 16. Расчет сооружений для обезвоживания осадка

**Критерии выставления оценки обучающимся на экзамене**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Баллы(*рейтинговой оценки*) | Оценкаэкзамена(*стандартная*) | Требования к сформированным компетенциям*(оценку в соответствии с компетенциями,**привязать к дисциплине)* |
| 86-100 | «зачтено»/ «отлично» | Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет увязывать теорию с практическими гидрологическими задачами, вопросами обоснования гидротехнических сооружений систем водоснабжения и водоотведения, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет необходимыми навыками и приемами обоснования проектных решений. |
| 76-85 | «зачтено»/ «хорошо» | Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на поставленный вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении прогнозных гидрологических задач, владеет необходимыми навыками и приемами обоснования конструкций гидротехнических сооружений систем водоснабжения и водоотведения. |
| 61-75 | «зачтено»/ «удовлетво-рительно» | Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, дает недостаточно правильные формулировки, допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при решении типовых задач гидрологического прогнозирования, и обоснования проектных решений гидротехнических сооружений систем водоснабжения и водоотведения. |
| до 60 | «не зачтено»/ «неудовлетво-рительно» | Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на поставленные вопросы, неуверенно, с большими затруднениями решает типовые прогнозные гидрогеологические и характеризует гидротехнические сооружений систем водоснабжения и водоотведения. |

Приложение 3



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШколА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по дисциплине**

**«Водоотведение. Очистка сточных вод»**

**Направление подготовки 08.03.01 Строительство**

**(уровень бакалавриата)**

профиль «Водоснабжение и водоотведение»

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2015**

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

"Дальневосточный государственный технический университет

(ДВПИ имени В.В.Куйбышева)"

Строительный институт

Кафедра гидравлики, водоснабжения и водоотведения

# РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

методические указания по выполнению курсового

проекта для студентов очной и заочной форм обучения

специальности 270112 "Водоснабжение и водоотведение"

Владивосток 2008

УДК 628.2

Методические указания по выполнению курсового проекта «Расчёт и проектирование станций очистки сточных вод». – для студентов специальности 270112 «Водоснабжение и водоотведение» очной и заочной форм обучения – Владивосток: Дальневосточный государственный технический университет, 2008. – 70 с.

Методические указания содержат рекомендации по выполнению курсового проекта “Расчёт и проектирование станций очистки сточных вод” для студентов очной и заочной форм обучения и составлены в соответствии с государственным образовательным стандартом специальности 270112 «Водоснабжение и водоотведение».

В методических указаниях изложены требования к объему и оформлению курсового проекта, рекомендации по проектированию, список рекомендуемой литературы.

Составили преподаватели кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения: канд. техн. наук, профессор В.В. Земляной, ст. преподаватель Л.В. Кучерова, ст. преподаватель А.А. Надёжкина.

Рецензент: докт. техн. наук, профессор Н.В. Земляная

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. | Общие положения......................................................................................... |  |
| 1.1. | Цель курсового проекта ………………………………………………….. |  |
| 1.2. | Исходные данные для проектирования …………………………………. |  |
| 1.3. | Оформление и содержание курсового проекта ………………………….... |  |
| 2. | Общие методические указания по выполнению курсового проекта ….. |  |
| 2.1. | Определение расчетных расходов сточных вод объекта ………………. |  |
| 2.2. | Характеристика промышленных предприятий………………………….... |  |
| 2.3. | Расчет концентраций загрязнений в сточных водах объекта ……………. |  |
| 2.4. | Определение необходимой степени очистки сточных вод ……………..… |  |
| 2.5. | Составление ориентировочной технологической схемы очистных сооружений сточных вод и обработки осадка …………………..……… |  |
| 2.6. | Расчет сооружений механической очистки ………………….………….. |  |
| 2.6.1. | Подбор размеров приемной камеры…………………………………………... |  |
| 2.6.2. | Расчет решеток и подбор дробилок……………………………………… |  |
| 2.6.3. | Расчет песколовок…………………………………………………………. |  |
| 2.6.4. | Расчет первичных отстойников…………………………………………. |  |
| 2.7. | Расчет сооружений биологической очистки …............................................ |  |
| 2.7.1. | Расчет аэротенков……………………………………………………………. |  |
| 2.7.2. | Расчет вторичных отстойников…………………………………………... |  |
| 2.8. | Расчет сооружений глубокой очистки стоков ……………………………. |  |
| 2.9. | Расчет сооружений по обеззараживанию стоков ………………………… |  |
| 2.9.1. | Расчет смесителя……………………………………………………………. |  |
| 2.9.2. | Расчет контактных резервуаров………………………………………….. |  |
| 2.9.3. | Расчет хлорного хозяйства……………………………………………….. |  |
| 2.10. | Расчет сооружений по насыщению сточной воды кислородом ………..…. |  |
| 2.11. | Расчет сооружений по обработке осадка ………………………………...... |  |
| 2.11.1. | Расчет сооружений по обезвоживанию песка…………………………… |  |
| 2.11.2. | Расчет илоуплотнителей………………………………………………….. |  |
| 2.11.3. | Расчет метантенков………………………………………………………... |  |
| 2.11.4. | Расчет сооружений для обезвоживания осадка…………………………. |  |
| 2.12. | Описание вспомогательных зданий и сооружений ………..……………… |  |
| 2.13. | Описание генплана площадки очистных сооружений ……………………. |  |
| 2.14. | Правила и требования к санитарно-защитным зонам ………………...…... |  |
| 3. | Построение продольного профиля движения сточной воды и ила по сооружениям………………………………………………………………….  |  |
| 4. | График выполнения курсового проекта…………………………………. |  |
| 5. | Вопросы для самопроверки………………………………………………. |  |
|  | Литература…………………………………………………………………. |  |
|  | Приложение 1……………………………………………………………… |  |
|  | Приложение 2……………………………………………………………… |  |
|  | Приложение 3……………………………………………………………… |  |
|  | Приложение 4……………………………………………………………… |  |
|  | Приложение 5……………………………………………………………… |  |

1. **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**
	1. **Цель курсового проекта**

Очистка сточных вод населенных пунктов и обработка осадков, образующихся при очистке стоков, является инженерно сложной задачей. Осложняет решение этой задачи разнообразие санитарного состояния, гидрологического режима и вида водопользования водного объекта. В Приморском крае к этому добавляется ограниченность территории при выборе площадки под строительство очистных сооружений.

При выполнении курсового проекта "Расчёт и проектирование станций очистки сточных вод" ставиться цель, научить студентов практическим приемам проектирования очистных сооружений, их компоновке на выбранной площадке под строительство с учетом всех нормативных требований.

Работа над курсовым проектом развивает у студентов навыки и умения пользоваться специальной, технической и нормативной литературой, анализировать исходные данные по объекту, осваивать элементы инженерных приемов при выборе технологической схемы очистки сточных вод и обработки осадков и решать генеральный план площадки методом вариантного проектирования.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения специальности 270112 «Водоснабжение и водоотведение».

* 1. **Исходные данные для проектирования**

Для выполнения курсового проекта “Расчёт и проектирование станций очистки сточных вод” студент использует исходные данные, полученные на предыдущих этапах комплексного курсового проектирования. Недостающие характеристики студент принимает по прил.1, согласно своему варианту (В). Вариант задания (В) принимается по шифру (Ш) соответствующему последним двум цифрам номера зачетки. Если Ш = 00 то В = 50; если Ш ≤ 50 то В = Ш; если Ш > 50 то В = Ш - 50.

Исходные данные для проектирования должны содержать:

а) Данные по населенному пункту:

- место расположения населенного пункта;

- количество жителей;

- норма водоотведения;

- среднегодовая температура воздуха;

- господствующий летний ветер.

б) Данные по промышленным предприятиям:

- наименование промышленных предприятий;

- среднесуточный расход сточных вод промышленных предприятий;

- количество смен работы;

- коэффициент часовой неравномерности.

в) Характеристики сточных вод промышленных предприятий с кратким описанием технологии студент самостоятельно выбирает из справочников, каталогов и других литературных источников со ссылкой на них. Можно воспользоваться [13].

г) Данные по водному объекту - приемнику сточных вод:

- категория водного объекта;

- расход 95% - ной обеспеченности (м3/с);

- концентрации загрязнений водного объекта по взвешенным веществам, БПКполн., растворенному кислороду (мг/л);

- скорость течения (м/с);

- глубина реки (отметка в реке при паводночных расходах);

- коэффициент извилистости русла;

- расстояние между выпуском и контрольным створом.

д) Данные о площадке строительства:

- грунтовые условия;

- уровень грунтовых вод.

К заданию прилагается топографический план участка в масштабе 1:1000, на котором предполагается размещение очистных сооружений.

* 1. **Оформление и содержание курсового проекта**

Курсовой проект представляется к защите пояснительной запиской и чертежами.

Пояснительная записка выполняется в виде рукописного или печатного текста на бумаге стандартного формата А4 (210×297 мм). Объем пояснительной записки не должен превышать 20 страниц.

Чертёж представляется одним листом формата А1, выполненным в соответствии с требованиями ГОСТ 21.205 - 93.

На листе студент вычерчивает:

* генеральный план станции очистки сточных вод с технологическими трубопроводами, вспомогательными зданиями и сооружениями, элементами благоустройства и вертикальной планировки в масштабе 1:1000 или 1:500;
* ситуационный план населенного пункта с водным объектом, площадкой станции очистки и выпуском очищенных сточных вод в масштабе 1:5000 с зоной санитарного разрыва и розой ветров;
* условные обозначения, экспликацию сооружений, технические показатели объекта.

Профили движения воды и ила вычерчиваются на миллиметровой бумаге формата А1 с горизонтальным масштабом, соответствующим масштабу генерального плана станции очистки, с вертикальным масштабом 1:100, 1:200 и входят в состав пояснительной записки в качестве приложения. Оформление продольных профилей должно соответствовать требованиям ГОСТ 21.604 – 82 и [2: п. 119]. Профили по воде и илу строятся на основании компоновки генерального плана. На профиль наносятся отметки земли до и после планировки, уровень грунтовых вод. На профиле вычерчиваются отметки верха и низа канала, уровня воды в канале и уклоны.

Примерное содержание пояснительной записки представлено в прил.2.

1. **ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

## В работе над курсовым проектом, прежде всего, определяются:

## расчетные расходы сточных вод объекта;

## расчетные концентрации загрязнения в сточных водах объекта;

## требуемая степень очистки сточных вод.

Далее составляется ориентировочная технологическая схема очистных сооружений сточных вод и обработки осадка, выполняется расчет сооружений механической и биологической очистки. Выполняется расчет сооружений глубокой очистки. Затем рассчитываются сооружения по обеззараживанию стока. Сооружения по насыщению кислородом сточных вод проектируются при необходимости, по результатам определения требуемой степени очистки. Далее выполняют расчет выпуска и сооружений по обработке осадков сточных вод. Определяются размеры всех вспомогательных зданий и сооружений.

После расчетов приступают к выполнению чертежных работ на листе формата А1 в масштабе 1:1000 или 1:500 и А2 в масштабе 1:50 или 1:100. Затем на миллиметровой бумаге вычерчиваются профили "по воде" и "по илу", горизонтальный масштаб соответствует масштабу плана, вертикальный масштаб 1:100 или 1:200.

* 1. **Определение расчетных расходов сточных вод объекта**

Первым этапом определяются расчетные расходы сточных вод от населения. Среднесуточный, среднечасовой, средне секундный расходы студент берет из курсового проекта «Расчет и проектирование водоотводящих сетей». Максимальные расходы определяются перемножением средних расходов на соответствующие коэффициенты общей неравномерности определенные по [4].

Расчетные расходы воды от промышленных предприятий принимаем из курсового проекта «Расчет и проектирование водоотводящих сетей» и условно считаем их максимальными.

Сумма расходов сточных вод от населения и промышленных предприятий составляет общий расход сточных вод. К общему расходу необходимо добавить 5% на неучтенные расходы.

Результаты расчетов сводятся в табл. 3.1. прил. 3.

* 1. **Характеристика промышленных предприятий**

## Характеристика промышленных предприятий приводится в пояснительной записке в виде кратких рефератов размером 0,5 ÷ 1 стр. В реферате излагается краткое описание каждого вида производства с характеристикой состава сточных вод [13].

* 1. **Расчет концентраций загрязнений в сточных водах объекта**

**а)** Концентрация загрязнений бытовых сточных вод (мг/л) определяется по количеству загрязняющих воду веществ и удельному водоотведению на одного жителя по формуле:

, (1)

где а – количество загрязнений в сутки от одного человека [4: табл.25], г; q – норма водоотведения на одного жителя, л/(чел·сут).

Определённые по формуле (1) концентрации загрязнений бытовых сточных вод сводятся в табл. 3.2. прил. 3.

**б)** Концентрации загрязнений промышленных сточных вод принимаются по данным проектных организаций или из других источников [5: раздел XI], [13] и определяются по следующим показателям: БПКполн. осветленных сточных вод, взвешенные вещества, СПАВ, азот, фосфор, соли тяжелых металлов, масла и нефтепродукты.

Концентрации загрязнений производственных сточных вод сводятся в табл. 3.2. прил.3.

**в)** Концентрация смеси бытовых и промышленных сточных вод населенного пункта (мг/л) определяется по формуле:

, (2)

где Сenбыт , Сenпп – концентрация загрязнений бытовых и производственных сточных вод соответственно, мг/л; Qср. сутбыт , Qср. сутпп – среднесуточный расход бытовых и производственных сточных вод соответственно, м3/сут.

Полученные результаты сводятся в табл. 3.2. прил.3 и анализируются на основании [5: табл. 4.2].

После этого делается заключение о необходимости предварительной или локальной очистки производственных сточных вод.

Сооружения по локальной очистке не рассчитываются. Указывается только, до какой концентрации по загрязнениям выполняется локальная очистка.

* 1. **Определение необходимой степени очистки сточных вод**

Перед тем как определять необходимую степень очистки, выполняется расчёт разбавления сточных вод в водных объектах. Для расчета разбавления в средних и больших реках используют метод Фролова-Родзиллера. Степень смешения и кратность разбавления очищенных сточных вод с водой водного объекта зависит от расхода воды в водном объекте, скорости течения, глубины, извилистости русла, расхода сточных вод, условий выпуска [13: гл. 4, 5].

Коэффициент смешения определяют по формуле:

, (3)

где Q – расход воды (при 95% - ной обеспеченности) в створе реки у места выпуска сточных вод, м3/с; q – расход сточных вод, м3/с; L – длина русла от места выпуска сточных вод до расчетного створа, принимаем 500 м; α - коэффициент, зависящий от гидравлических условий смешения.

Коэффициент α определяют по формуле:

, (4)

где ξ - коэффициент, учитывающий место расположения выпуска (для руслового выпуска равный 1,5 а для берегового - 1); ϕ - коэффициент извилистости русла; Е – коэффициент турбулентной диффузии.

, (5)

где Lф – длина реки между расчетными створами по фарватеру, м; L – длина реки между расчетными створами по прямой, м.

Коэффициент турбулентной диффузии определяют:

, (6)

где Vср – средняя скорость течения воды в реке на участке между выпуском и расчетным створом, м/с; Нср – средняя глубина реки на участке, м.

Кратность разбавления сточных вод с водой водного объекта определяют по формуле:

, (7)

Затем выполняется расчет необходимой степени очистки сточных вод по взвешенным веще­ствам, по БПКполн. и по растворенному в воде водного объекта кислороду [5: гл. 5.3].

**а)** Необходимая степень очистки по взвешенным веществам оп­ределяется по формуле:

, (8)

где Р *-* допустимое санитарными нормами увеличение содержания взвешенных веществ в водоеме после спуска сточных вод, Р=0,25 мг/л для водоемов I категории (рыбохозяйственные I категории; источники водоснабжения), Р=0,75 мг/л для водоемов II категории (рыбохозяйственные II категории; источники культурно-бытового назначения); b *-* содержание взвесей в водоеме до спуска сточных вод, мг/л; Q – расход водного объекта 95% обеспеченности м3/с; q – максимальный расход сточных вод, м3/с.

Требуемый эффект очистки вычисляется по формуле:

%, (9)

где Сen – концентрация загрязнений городского стока по взвешенным веществам, мг/л.

**б)** Необходимая степень очистки сточных вод по БПКполн определяется по формуле:

, (10)

где Lпд –предельно допустимая БПКполн смеси речной и сточной воды в расчетном створе, мгО2/л; Lр *-* БПКполнречной воды до места выпуска сточных вод, мг/л; Q – расход водного объекта 95% обеспеченности м3/с; q – максимальный расход сточных вод, м3/с; К1 – константа скорости потребления кислорода стоками, сут-1 см. табл.3.3. прил.3; К2 – константа скорости реаэрации кислорода, сут-1 см. табл.3.4. прил.3; t – время перемещения сточных вод и воды водоема от места выпуска до расчетного створа, сут,

 (11)

Если фактическая БПКполн подлежащей сбросу сточной воды Lа>Lст, то до выпуска в водоем сточная вода должна быть очищена.

Требуемый эффект очистки определяется по формуле:

%, (12)

где Lа – концентрация загрязнений общего стока по БПКполн, мг/л.

**в)** Расчет степени очистки сточных вод по потреблению растворенно­го кислорода без учета реаэрации производится по формуле:

, (13)

где ОР *-* содержание растворенного кислорода в водоеме до спуска сточных вод, мг/л (по заданию); 0,4 - коэффициент пересчета БПКполн в двухсуточное; О- допустимое минимальное остаточное количество кислорода в водоеме, принимаемое равным 4 мг/л для водоёмов II категории и 6 мг/л для водоёмов I категории.

Если полученное значение Lст1<Lст то сточные воды должны быть очищены до концентрации загрязнений Lст1 определённой расчетом.

Требуемый эффект очистки вычисляется по формуле:

%, (14)

По результатам расчетов делается заключение о необходимой степени очистки: механической, неполной биологической, полной биологической, полной биологической с глубокой очисткой стоков (при Lст < 15 мг/л) и по сооружениям для насыщения кислородом очищенных сточных вод (при Lст1 < 0 мг/л). [4: п.п. 6.1 - 6.2].

**2.5. Составление ориентировочной технологической схемы очистных сооружений сточных вод и обработки осадка**

Составление предварительной технологической схемы очистки сточных вод и обработки осадка задача творческая. Для правильного выбора типа сооружений механической, биологической очистки и глубокой очистки нужно учитывать следующие факторы:

* расчетную мощность очистных сооружений и возможность их расширения;
* грунтовые условия площадки строительства, ее рельеф, общие размеры, необходимость вертикальной планировки;
* отметки воды в водотоке при паводочных расходах;
* уровень грунтовых вод на площадке;
* возможность организации зоны санитарного разрыва;
* повторяемость направлений ветра теплого периода года;
* отметку подводящего коллектора, с учетом режима подачи стоков (самотечный или напорный) на первое сооружение станции.

В зависимости от количества сточных вод, рекомендуются следующий состав сооружений станции очистки приведенный в табл.4.1. прил.4.

Глубокая очистка сточных вод производится в биологических прудах, а при отсутствии достаточных площадей – на песчаных и двухслойных фильтрах или микрофильтрах.

Обеззараживание очищенной сточной воды при применении вместо жидкого хлора электролитического гипохлорита натрия осуществляется в электролизерах ЭН-100 на очистных станциях с пропускной способностью до 50000 м3/сут. Обеззараживание с применением жидкого хлора осуществляется на очистных станциях независимо от их пропускной способности.

На станциях очистки пропускной способностью до 50000 м3/сут при соответствующем обосновании допускается применять аэробную стабилизацию как избыточного активного ила, так и смеси его с осадком из первичных отстойников.

Стабилизированные осадки надлежит подвергать дальнейшей обработке. Наиболее правильным решением проблемы обработки осадка является переход на искусственные методы механического обезвоживания и термической сушки.

Более подробно с составлением технологической схемы станции очистки можно ознакомиться в [1].

Метод очистки, схема очистных сооружений, тип сооружений на площадке уточняется на основе технико-экономических показателей. [5: гл.66].

Примерная технологическая схема станции очистки сточных вод представлена на рис.1.

После выбора технологической схемы очистки сточных вод необходимо сделать описание работы водящих в ее состав сооружений и только потом приступать к их расчету.

Описание работы сооружений представленных на рис.1 выглядит следующим образом:

Сточные воды от города самотеком поступают на главную насосную станцию (ГНС). С ГНС стоки перекачиваются в приемную камеру 1 очистных сооружений (ОС) и самотеком поступают в здание решеток 2. В здании решеток устанавливаются решетки с прозорами не более 16 мм со стержнями прямоугольной формы или решетки - дробилки. В этом же здании размещаются насосы гидроэлеваторов для удаления песка из песколовок. Дробленые отбросы можно сбросить в лоток перед решетками или специальными насосами перекачать в приемный резервуар насосной станции метантенков.

К установке приняты аэрируемые песколовки 3, как обеспечивающие практически полную отмывку песка от органики. Удаление песка механизировано. Гидроэлеваторы подают песок в песковые бункера 22 для обезвоживания. Для измерения расхода устанавливается лоток Паршаля 4. Механическая очистка завершается в радиальных отстойниках 5 с удалением из них осадка плунжерными насосами.

Биологическая очистка стоков осуществляется в аэротенках с пневматической аэрацией 6. Вторичные отстойники радиального типа 7 приняты по аналогии с первичными. Принят смеситель воды с хлором типа "лоток Паршаля" 8. Контактные резервуары 9 горизонтального типа. Хлораторная 14 оборудована вакуумными хлораторами и совмещена со складом хлора. Активный ил из вторичных отстойников самотеком поступает в приемный резервуар насосно-воздуходувной станции 12. Одна группа насосов перекачивает возвратный активный ил ваэротенки, другая - избыточный активный ил в илоуплотнители 13. Уплотненный активный ил из уплотнителей и осадок из первичных отстойников самотеком поступают в приемный резервуар насосной станции метантенков 15.

Рис. 1. Технологическая схема станции очистки сточных вод

1 - приемная камера; 2 - здание решеток; 3 - песколовки; 4 - измеритель расхода; 5 - первичные отстойники; 6 - аэротенки; 7 - вторичные отстойники; 8 - смеситель; 9 - контактные резервуары; 10 - выпуск; 11 - НС активного ила; 12 - воздуходувная станция; 13 - илоуплотнители; 14 - хлораторная со складом хлора; 15 - метантенки с насосной станцией; 16 - цех механического обезвоживания осадка; 17 - площадки для хранения кека; 18 - аварийные иловые площадки; 19 - газгольдеры; 20 - котельная; 21 - НС внутриплощадочной канализации; 22 - песковые бункеры; К14 – пескопульпа; К15 - обезвоженный песок; К27 - сливная вода; К20 - сырой осадок; К17 - активный ил; К18 - возвратный активный ил; К25 - избыточный активный ил; В - воздуховод; К26 - уплотненный активный ил; К5 - иловая вода; К22 - сброженный осадок; К24 - кек на удобрение; К23 - кек на хранение; 2К1Н – два напорных трубопровода бытовой канализации; К19 - осадок контактных резервуаров; Г - газ; Т – пар.

Между метантенками расположена камера управления с соответствующим оборудованием.

Сброженный осадок из метантенков поступает в цех механического обезвоживания осадка. Подсушенный осадок направляется на сельскохозяйственные поля в качестве удобрения или складируется на площадках хранения кека 17.

Фильтрат от вакуум-фильтров направляется в уплотнители или хозяйственно-бытовую канализацию на площадке ОС.

При аварии цеха механического обезвоживания сброженный осадок из метантенков временно может обезвоживаться на резервных иловых площадках 18. Дренажная вода с иловых площадок самотеком поступает в хозяйственно-бытовую канализации ОС. Иловая вода с уплотнителей и осадкоуплотнителей цеха механического обезвоживания осадка направляется в хозяйственно-бытовуюканализацию ОС*,* или, если позволяет высотное положение этих сооружений, в аэротенки. Дренажная вода песковых площадок направляется в хозяйственно-бытовую канализацию ОС.

Газ, получаемый в метантанках, аккумулируется в мокрых газгольдерах 19 и поступает в котельную 20.

На площадке ОС располагается административный корпус с химической лабораторией, гараж, проходная, ремонтная мастерская, насосная стан­ция хозяйственно-бытовой канализации для перекачки стоков в голову ОС, обычно совмещенная с насосной станцией технической воды.

**2.6. Расчет сооружений механической очистки**

Расчет сооружений механической очистки выполняется на основании требований [4] и включает в себя:

* подбор размеров приемной камеры;
* расчет решеток и подбор дробилок;
* расчет песколовок;
* расчет первичных отстойников.

Подробные примеры расчетов сооружений механической очистки приведены в [11].

**2.6.1. Подбор размеров приемной камеры**

Размеры приемной камеры принимаются в зависимости от пропускной способности ОС, диаметра и количества напорных трубопроводов. Типовые размеры приемных камер см. табл.4.2. прил.4

**2.6.2. Расчет решеток и подбор дробилок**

Решетки рассчитываются на пропуск максимального секундного расхода [4: п.п.5.12-5.16, 6.16]. При расчете решеток определяется количество прозоров, по которым подбирается число и тип механизированных решеток. Количество резервных единиц решетчатого оборудования определяется по [4: табл. 22].

Решетки на площадке очистных сооружений можно не проектировать в случае установки насосной станции подкачки сточных вод в непосредственной близости от площадки (до 500 м). Установка шнековой станции подкачки стоков не исключает проектирование решеток на площадке очистных сооружений.

Для обоснования принятого типа решеток можно использовать технико-экономические показатели, приведенные в [5: гл. 66].

Число прозоров решётки определяют по формуле:

, (15)

где qмакс – максимальный расход сточных вод, м3/с; h1 – глубина воды перед решёткой, м; υр – средняя скорость в прозорах решётки, около 1 м/с; k3 – коэффициент, учитывающий стеснение прозоров граблями и задержанными загрязнениями, равный 1,05.

Общая ширина решёток

, (16)

где s – толщина стержней решётки, м; b – ширина прозоров между стержнями, м.

Принимая число решёток, равным N, находят ширину одной, по формуле:

. (17)

Тип решёток принимается по [5]. Схему установки решётки см. рис. 2.

Рис. 2. Схема установки решётки

Длину камеры решётки определяют конструктивно:

, (18)

где *l1* – длина камеры перед решёткой, м; *l2 -* длина камеры за решёткой, м.

Отметка уровня воды перед решёткой

, (19)

где Z1 – отметка дна канала перед решёткой, Z1 = 0,1 м; h1 – глубина воды в канале перед решёткой, м.

Для определения отметки уровня воды в канале после решётки Z4, составляют уравнение Бернулли для двух сечений: I – I перед решёткой и II – II после решётки:

, (20)

где hм – местные потери напора, м,

; (21)

ξ – коэффициент местного сопротивления решётки,

; (22)

β – коэффициент, равный 2,42 для прямоугольных и 1,72 для круглых стержней; υ – скорость движения воды в камере перед решёткой, м/с; g – ускорение свободного падения; р – коэффициент, учитывающий увеличение потерь напора при засорении решётки, р = 3; Z2 - отметка дна канала после решётки, Z2 = 0 м;  - глубина воды в канале перед решёткой, м;  - глубина воды в канале за решёткой, м; , м/с; , м/с; Вк – ширина канала в месте установки решётки, м.

Подставляя соответствующие значения в уравнение Бернулли определяют величину h2, а затем отметку Z4.

Количество отбросов, снимаемых с решеток при прозорах размером 16 мм определяют по формуле:

, (23)

где а -количество отбросов, снимаемых с решетки, а = 8 л/год⋅чел. [5]; Nввпр -приведенное число жителей по взвешенным веществам, чел.

, (24)

Nэкв – эквивалентное число жителей, чел; Nж – число жителей в населенном пункте, чел.

, (25)

Сппen вв – концентрация взвешенных веществ в сточных водах промышленного предприятия, мг/л; Qпп – максимальный расход сточных вод промышленного предприятия, м3/сут; а – количество взвешенных веществ приходящихся на 1 жителя в сутки, 65 г/сут.

Отбросы, снятые с решетки, имеют плотность *ρ*= 750 кг/м3, Р0 - влажность 80%; *к* - коэффициент часовой неравномерности образования отбросов, *к* = 2. Тогда масса отбросов, т/сут, составит:

. (26)

За час снимается отбросов, кг/ч:

. (27)

Для дробления отбросов принимаем по [5] дробилки молоткового типа. Дробленые отбросы, сбрасываемые вновь перед решетками, поступят совместно с осадком первичных отстойников в метантенки.

**2.6.3. Расчет песколовок**

Песколовки рассчитываются на пропуск максимального секундного расхода и проверяются на пропуск минимального секундного расхода [4: п.п. 6.26-6.29, 6.31, 6.32]. Обосновать принятое решение можно, используя технико-экономические показатели, приведенные в [5: гл. 66].

Очень важно предотвратить попадание песка в первичные отстойники, так как при совместном выделении минеральных и органических примесей затрудняется удаление осадка и уменьшается его текучесть. В дальнейшем, песок, попадая в сооружения обработки и обезвоживания осадков нарушает их работу. Для глубокого удаления песка с размером зерен 0,15 мм и более применяют аэрируемые песколовки. Согласно [4] принимается не менее двух песколовок или отделений песколовок, причем все песколовки или отделения должны быть рабочими.

Площадь живого сечения песколовки определяется по формуле:

, (28)

где n -число песколовок; VS - скорость движения сточных вод, м/с, [4:табл.28].

Ширину песколовки В (м) принимают согласно [5], тогда её общая глубина H = *ω /* B (м).

Длина песколовки определяется по формуле:

, (29)

где Ks - коэффициент, принимаемый в зависимости от отношенияВ/Н по [4: табл.27]; U0 - гидравлическая крупность песка, мм/с, принимаемая в зависимости от диаметра задерживаемых частиц песка по [4: табл. 27]; Hs - расчетная глубина песколовки м, Hs = Н / 2.

Определив размеры сооружения, принимаем типовой проект аэрируемой песколовки по [5].

Для аэрации стоков устанавливаем дырчатые трубы с отверстиями 3÷5 мм. Аэраторы располагаются на глубине 0,7Н вдоль длинной сто­роны песколовки над лотком для сбора песка [4]. При интенсивности аэрации J = 3÷5 м3/(м2⋅ч) расход воздуха (м3/ч) при общей площади песколовок будет равен

. (30)

Расход технической воды при гидромеханическом удалении песка (гидросмывом с помощью трубопровода со спрысками укладываемого в песковый лоток) определяем по формуле [4]:

, (31)

где Vh - восходящая скорость смывной воды в лотке, 0,0065 м/с; вsc *-* ширина пескового лотка 0,5 м;lsc - длина пескового лотка, равная длине песколовки за вычетом длины пескового бункера, м.

Количество песка, задерживаемого в аэрируемых песколовках [4], ап = 0,03 л/чел·сут, тогда общий объем песка (м3/сут) определяется по формуле:

, (32)

**2.6.4. Расчет первичных отстойников**

Первичные отстойники рассчитываются на макси­мальный часовой расход в м3/ч [4: п.п.6.57-6.77].

В курсовом проекте требуется определить основные технологические параметры сооружения (глубину проточной части отстойника или высоту зоны осаждения, длину и ширину отстойника или его диаметр, размеры осадочной части и т.п.).

При расчете отстойников с тонкослойными блоками и с вращающейся сборно-распределительной системой следует использовать [12].

Расчет отстойников (радиальные, вертикальные, двухъярусные) начинают с определения диаметра, а для горизонтальных - длины. Диаметр (длина) зависит от глубины проточной части отстойника (высоты зоны осаждения), которая принимается по[4: табл.31].

Эффект осветления в первичных отстойниках для городских сточных вод составляет 50÷55%, поэтому при наличии в сточной воде взвешенных веществ более 300 мг/л надлежит предусматривать интенсификацию первичного отстаивания [4: п.п.6.113-6.116].

Концентрация взвешенных веществ в осветленных сточных водах, подаваемых в аэротенки или биофильтры на полную биологическую очистку желательна не более 150 мг/л, так как высокие концентрации взвешенных веществ ведут к увеличению объёма сооружений по обработке осадка.

Чтобы проверить правильность принятого типа отстойника рекомендуется использовать технико-экономические показатели [5: гл. 66].

При определении эффекта очистки по взвешенным веществам необходимо учитывать технологические особенности отстойников, которые могут обеспечить эффект 50÷60% (горизонтальные, радиальные), 30÷40% (вертикальные), 70%(осветлители сестественной аэрацией).

Расчет радиальных отстойников с удалением из них осадка плунжерными насосами начинают с определения эффекта осветления. Вынос взвешенных веществ из первичных отстойников (Ccdp) должен быть не более 150 мг/л, тогда эффект осветления будет равен:

. (33)

Если эффект очистки ниже 50%, то целесообразно его повысить до 55%, тогда вынос взвешенных веществ из отстойников (мг/л) равен:

. (34)

Количество первичных отстойников следует принимать не менее двух при условии, что оба рабочие. Одновременно следует учитывать, что при минимальном их количестве расчетный объем необходимо увеличивать в 1,2 - 1,3 раза. Ориентировочно необходимое количество отстойников определим по нагрузке на зеркало воды, равной q=1,5÷2м3/(м2·ч) [5].Площадь отстойника (м2) равна:

. (34)

Определяем гидравлическую крупность частиц (мм/с), задерживаемых в отстойнике, при Э=55%и температуре стоков 20°С по формуле:

**, (35)

гдеHset - глубина зоны отстаивания, м; Кset - коэффициент использования объема проточной части отстойника, [4: табл.31]; t - продолжительность отстаивания, соответствующая заданному эффекту очистки и полученная в лабораторных условиях в слое воды h1=0,5 м, [4: табл.30]; n2 - коэффициент агломерации, [4: черт.2].

Определяем радиус отстойников (м):

. (36)

Принимаем к установке типовой проект радиальных отстойников, диаметр и строительная глубина которых подобраны по [5].

Суточный объем осадка (м3/сут) равен:

, (37)

где Pmud-влажность осадка при удаления плунжерными насосами - 93,5%,самотеком - 95%; γmud*-* плотность осадка, 1т/м3.

**2.7. Расчет сооружений биологической очистки**

В блок биологической очистки входят следующие сооружения:

* биофильтры или аэротенки;
* вторичные отстойники.

Примеры расчетов сооружений биологической очистки приведены в [11].

**2.7.1. Расчет аэротенков**

Аэротенки-вытеснители следует принимать при отсутствии залповых поступлений токсичных веществ, т.е. при отсутствии в схеме канализации промпредприятий, которые могут сбросить токсичные вещества и при сравнительно равномерном поступлении сточных вод (малые максимальные коэффициенты общей неравномерности).

В остальных случаях целесообразнее применять аэротенки-смесители, биотенки.

Для малых очистных сооружений (производительностью до 1400 м3/сут) целесообразно применение аэротенков на полное окисление, аэротенков-отстойников.

В случае наличия в сточных водах веществ имеющих значительные различия в скорости окисления, что характерно для некоторых видов производственных сточных вод, следует принимать двухступенчатые аэротенки.

Если в аэротенки поступает сточная вода, имеющая концентрацию загрязнений по взвешенным веществам 150 мг/л и более, следует принимать аэротенки с регенераторами.

При расчете аэротенков различных видов следует использовать [12].

Для очистки любого количества бытовых сточных вод рекомендуются аэротенки-вытеснители коридорного типа: при БПКполн > 150 мг/л - с регенераторами; при БПКполн< 150мг/л - без регенераторов.

Продолжительность аэрации в аэротенке (ч):

, (38)

где a*i*- доза ила в аэротенке, г/л, рекомендуется принимать исходя из технологии работы аэротенков-вытеснителей ai = 1,5 г/л; Len - величина БПКполн сточных вод, поступающих в аэротенк, мг/л; Leх - расчетная величина до которой в процессе очистки необходимо снизить БПКполн, мг/л.

Степень рециркуляции активного ила Ri в аэротенке рассчитываем по формуле:

, (39)

где Ji – иловый индекс, см3/г, 100÷150 см3/г рекомендуется принимать для хорошо оседающего ила бытовых сточных вод.

Величина Ri должна быть не менее 0,3 для отстойников с илососами, 0,4 - с илоскребами, 0,6 - при самотечном удалении ила из вторичных отстойников.

Определяем дозу ила в регенераторе (г/л) по формуле:

, (40)

Определяем удельную скорость окисления органических загрязнений в мг/(г·ч):

, (41)

где ρmax- максимальная скорость окисления, 85 мг·БПКполн/(г·ч); C0 - концентрация растворенного кислорода в аэротенке, 2 мг/л; Kl- константа, характеризующая свойства, органических загрязняющих веществ, 33 мг·БПКполн/л; К0 - константа, характеризующая влияние кислорода, 0,625 мг·O2/л ; *ϕ -* коэффициент ингибирования продуктами распада активного ила, 0,07 л/г*.* Данные приняты по [4:табл.40] и являются постоянными для городских сточных вод.

Определяем общее время (ч) пребывания стоков в аэротенке-регенераторе при зольности активного ила S = 0,3 по формуле:

, (42)

Определяем продолжительность регенерации tr по формуле:

. (43)

Объем аэротенка, м3, равен:

, (44)

где qω - расчетный расход сточных вод, м3/ч.

Вместимость аэротенков определяется по среднечасовому поступлению воды за период аэрации в часы максимального притока.

Объем регенератора равен

. (45)

Общий объем аэротенков с регенераторами:

. (46)

Перед подбором аэротенков необходимо определить процент от общего объема сооружения, отводимого под регенератор.

Согласно [4], следует принимать не менее двух секций аэротенка, обе рабочие. Одновременно необходимо обеспечивать мобильность работы аэротенков на случай аварии или текущего ремонта. Максимальное число секций может быть 8÷10 секций. При подборе числа секций необходимо учитывать технологию строительства, удобство эксплуатации ОС, протяженность распределительных и сборных лотков. Задаваясь количеством секций аэротенка, принимаем по [5:табл.27.7] его типовой проект с шириной одного коридора b (м), шириной секции B (м), глубиной Н (м). Длина аэротенка равна:

, (47)

где W1 – объём одной секции, м3.

Длина аэротенка должна быть кратна 3м - длине типовой панели при индустриальных методах строительства.

Определение расхода воздуха, подаваемого в аэротенк, производится по формуле:

, (48)

где qair -удельный расход воздуха, м3/м3 очищаемой воды.

При пневматической системе аэрации (аэраторы - фильтросные пластины) удельный расход воздуха определяется по формуле:

, (49)

где qо - удельный расход кислорода воздуха, мг/мг·БПКполн, принимаемый при очистке до БПКполн равной 15÷20 мг/л - 1,1; при очист­ке до БПКполн свыше 20 мг/л - 0,9; К1 - коэффициент, учитывающий тип аэратора, при пневматической аэрации зависит от отношения площади зоны аэрации к площади аэротенка far/fat по [4: табл. 42]; при среднепузырчатой и низконапорной аэрации К1=0,75; К2 -коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов hа по [4: табл. 43]; К3 - коэффициент качества воды; для городских сточных вод 0,85; при наличии СПАВ принимается в зависимости far/fat пo [4: табл.44]; КТ - коэффициент, учитывающий температуру сточных вод,

; (50)

Тω - среднемесячная температура воды за летний период, °С; Са -растворимость кислорода в воде аэротенка, мг/л,

; (51)

СТ - растворимость кислорода в воде по справочным данным, мг/л,; hа - глубина погружения аэратора, м, для пневматических аэраторов равна глубине аэротенка Н (м).

Напор воздуходувок определяем по формуле:

, (52)

где ha -глубина слоя воды, которую необходимо преодолеть воздуху при выходе из аэратора, равна глубине аэротенка, м; hФ - потери напора ваэраторах (фильтросах), принимаются с учетом увеличения сопротивления фильтросов во время эксплуатации 0,7 м; (hЛ + hМ) - потери напора по длине воздуховодов от воздуходувки до наиболее удаленного стояка к фильтросам, принимаются ориентировочно 0,3÷0,5 м;hЗ - запас напора на неучтенные потери, принимается 0,1 м.

Расчетное давление воздуходувок (МПа) определяют по формуле

*.* (53)

Подбираем воздуходувки с учетом расхода воздуха на нужды станции, который по опыту эксплуатации очистных сооружений водоотведения можно принять равным 10 % от расчетного расхода Qо (м3/ч). Марку воздуходувок и их количество принимаем по [5: табл.28.1].

**2.7.2. Расчет вторичных отстойников**

Вторичные отстойники для станции биологической очистки сточных вод следует рассчитывать исходя из нагрузки на поверхность отстойников и максимального часового расхода [4: п.п. 6.160 - 6.163].

В этом же разделе определяется объем циркулирующего активного ила.

Вторичные отстойники предназначены для разделения иловой смеси после аэротенков на очищенную воду и активный ил. Количество вторичных отстойников следует принимать не менее 3, все рабочие. При минимальном количестве объем принимаем с коэффициентом 1,2-1,3 [4]. Все типы отстойников после аэротенков следует рассчитывать по гидравлической нагрузке на зеркало воды отстойника (м3/(м2·ч)) по формуле

, (54)

где KSS - коэффициент использования объема зоны отстаивания, принимается для радиальных отстойников 0,4; at -концентрация ила в осветленной воде (вынос взвешенных веществ извторичных отстойников), принимается в зависимости от степени очистки по взвешенным веществам, но не менее 10 мг/л; ai - концентрация активного ила в аэротенке по расчету, но не более 1,5 мг/л; Нset – расчётная глубина отстойника, м.

Площадь вторичных отстойников (м2):

. (55)

По аналогии с первичными отстойниками принимаем вторичные по [5].

Определяем прирост активного ила (мг/л) в аэротенках по формуле:

, (56)

где Ccdp- концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей в аэротенк, мг/л.

Суточный объем активного ила (м3/сут) при влажности Р1 = 99,6 % равен:

. (57)

Количество возвратного (циркулирующего) активного ила (м3/ч) при степени рециркуляции Ri = 0,3 и расчетном расходе сточных вод qω, м3/ч равно:

. (58)

Проверяем время пребывания активного ила во вторичных отстойниках (ч), которое должно быть не более 2часов во избежание снижения окислительной способности активного ила.

, (59)

где W - объем иловой зоны отстойника при её глубине hi(м) и диаметре отстойника D (м),  м3; n - число отстойников; qi - максимальный часовой расход избыточного активного ила (м3/ч) с учетом его концентрации в зоне регенерации 4 г/л, равный:

. (60)

**2.8. Расчет сооружений глубокой очистки стоков**

Расчет сооружений глубокой очистки сточных вод производится в зависимости от выбранного типа сооружений. Фильтры и контактные осветлители, микрофильтры и барабанные сетки рассчитываются по [4: п.п.6.232 - 6.249].

Конструктивные элементы песчаных фильтров рассчитываются по методике расчета водопроводных сооружений [8; 11].

Расчет биологических прудов ведется по окислительной способности пруда [4: п.п. 6.198-6.214].

Также к сооружениям глубокой очистки относятся резервуары и насосные станции промывных вод и оборота промывных вод. Емкость резервуаров промывных вод рассчитывается на хранение двух промывок. Емкость резервуаров оборота промывных вод должна опреде­ляться с таким расчетом, чтобы перекачка промывной воды в начало сооружений производилась в часы минимального притока. Учитывая это же условие, выполняется подбор насосного оборудования перекачки промывных вод.

## Площадь (м2) однослойных песчаных фильтров с восходящим потоком воды, определяется по формуле

, (61)

где Qmax – производительность станции очистки сточных вод, м3/сут; T – продолжительность работы станции в течение суток, 24 ч; υф – скорость фильтрования, 11 м/ч; n – количество промывок каждого фильтра в сутки, n = 1; W1 – интенсивность, л/(с·м2), первоначального взрыхления верхнего слоя загрузки продолжительностью t1, ч; W2 – интенсивность подачи воды, 4 л/(с·м2), с продолжительностью водовоздушной промывки t2 = 10 мин = 0,17 ч (только при водовоздушной промывке); W3 – интенсивность промывки, 6 л/(с·м2), продолжительностью t3 = 8 мин = 0,13 ч; t4 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки, 0,33 ч; m – коэффициент, учитывающий расход воды на промывку барабанных сеток, m=0,005.

Число фильтров определяют по эмпирической формуле

. (62)

## Площадь одного фильтра

. (63)

Размер фильтра в плане L×B м.

Принимаем число фильтров, находящихся в ремонте, Nр = 1. Тогда скорость фильтрования воды при форсированном режиме

, (64)

Эта скорость не превышает скорости допускаемой на форсированном режиме работы фильтров [4].

**2.9. Расчет сооружений по обеззараживанию стоков**

Прежде всего, выбирается метод обеззараживания, затем ведется расчет основного оборудования. При хлорировании опреде­ляется расчет хлора по максимальному часовому расходу сточных вод, объем расходного склада хлора, смесительное устройство и объ­ем контактного резервуара [4: п.п. 6.221- 6.231].

**2.9.1. Расчет смесителя**

Для смешения хлора с очищенной сточной водой принимаем смеситель типа "лоток Паршаля" рис. 3. Размеры смесителя подбирают с учетом расхода сточных вод по [5: табл. 16.2].

В пояснительной записке необходимо привести схему лотка, выписать из таблицы его размеры и привязать к своей схеме очистки. Подбирают размеры подводящего и отводящего лотка таким образом, чтобы .

Длину участка до створа полного смешения определяем по формуле:

. (65)

Длина отводящего лотка до створа полного перемешивания, если Е = 1,7 м

. (66)

Потери напора в смесителе определяют по формуле

. (67)

где ; ; *i*= 0,002.

Рис. 3. Схема смесителя

1 - подводящий лоток; 2 - переход; 3 - хлоропровод; 4 -подводящий раструб; 5 - горловина; 6 - отводящий раструб; 7 - отводящий лоток; 8 - створ полного смешения

**2.9.2. Расчет контактных резервуаров**

Контактные резервуары рассчитываются на максимальный приток сточных вод, и время контакта воды с хлором не менее t = 30 мин. Контактные резервуары необходимо проектировать без скребков, которые при контакте с хлором подвергаются коррозии. Число резервуаров принимается не менее двух. В качестве контактных резервуаров принимают вертикальные отстойники с самотечным удалением осадка или горизонтальные отстойники, оборудованные системой труб с насадками для смыва осадка технической водой с днища отстойника к осадочной части, предварительно взмученный осадок, удаляется самотеком под гидростатическим давлением.

Объем контактных резервуаров равен:

, (68)

Принимаем тип контактного резервуара по [5].

Количество осадка, выпадающего в контактных резервуарах, следует принимать, при влажности Рок = 98%[4]: после механической очистки а = 1,5 л/м3; после биологической очистки в аэротенках и на биофильтрах a = 0,5 л/м3. Тогда объем осадка (м3/сут) определяется по формуле:

. (69)

Осадок может обезвоживаться как после предварительного сбраживания в метантенках, так и непосредственно в сооружениях для обезвоживания осадка (иловые площадки).

**2.9.3. Расчет хлорного хозяйства**

Дезинфекция сточных вод осуществляется жидким хлором. Расчетную дозу активного хлора Дхл следует принимать: после механической очистки - Дхл = 10 г/м3, после неполной биологической очистки - Дхл = 5 г/м3; после полной биологической очистки - Дхл = 3 г/м3. Остаточного хлора в обеззараживаемой воде должно быть не менее Дхл = 1,5 г/м3. Мощность хлораторной установки определяется исходя из максимального расхода сточных вод и дозы хлора.

Суточный расход хлора (кг/сут) составит:

. (70)

Максимальный часовой расход хлора (кг/ч) равен:

. (71)

В хлораторной предусматривается установка не менее двух хлораторов ЛОНИИ-100К (один рабочий, один резервный).

Количество баллонов-испарителей необходимых для обеспечения полученной производительности определяют по зависимости:

, (72)

где Sбал – выход хлора с одного баллона, кг/ч·м2, см. табл. 4.3. прил. 4.

В соответствии с требованиями [4] для размещения оборудования и баллонов с хлором предусматривается помещение состоящее из хлордозаторной и расходного склада хлора. Хлордозаторная оборудуется двумя выходами, один - через тамбур, а второй – непосредственно наружу (со всеми дверями открывающимися наружу). Расходный склад хлора отделён от хлордозаторной огнестойкой стеной без проёмов.

Баллоны испарители хранятся в расходном складе хлора. Для контроля за расходованием хлора на складе устанавливают двое циферблатных весов на которых размещается по 6 баллонов [5]. Весы с баллонами являются частью двух самостоятельных установок для испарения и дозирования хлора, работающих периодически.

Хлордозаторная обеспечивается подводом воды питьевого качества с давлением не менее 0,4 МПа и расходом

, (73)

где qв – норма водопотребления, 0,4 м3/кг хлора.

Для транспортирования хлорной воды рекомендуются неметалличес­кие трубы, например полиэтиленовые высокой прочности (ПВП) ГОСТ 18599-73. На территории станции очистки сточных вод, трубы прокладывают в отдельных канала или в футлярах из труб.

Расходный склад хлора проектируется согласно [????????] на 15 суточный запас хлора. Общее количество хлора (кг) на складе равно

. (74)

Расстояние от склада хлора до производственных помещений не менее 30 м, а расстояние до общественных и жилых зданий 300 м. Хлораторная и склад хлора оборудуются вентиляционными установками с 12-кратным обменом воздуха.

**2.10. Расчет сооружений по насыщению сточной воды кислородом**

Расчет сооружений по насыщению очищенных сточных вод кислородом ведется по [4: п.п.6.216-6.220].

**2.11. Расчет сооружений по обработке осадка**

Расчет сооружений по обработке осадков сточных вод выполняется на основании требований [4]. При выборе способа обработки осадка первым условием является покрытие нужд станции теплом за счет утилизации осадка. Вторым условием является ограниченность площадей, отводимых под площадки очистных сооружении и иловые поля.

Перед расчетом составляется таблица основных параметров по осадку:

* количество осадка из первичных отстойников - м3/сут;
* влажность осадка - %;
* количество сухого вещества осадка - кг/сут;
* количество избыточного активного ила – м3/сут;
* влажность ила - %;
* количество сухого вещества ила - кг/сут.

Далее намечается схема обработки осадка и состав сооружений. Принимаемый метод обосновывается с указанием преимуществ [11, 5, 2].

При расчете сооружений по обработке осадков сточных вод нужно помнить про иловую воду, которая отделяется в процессе снижения влажности осадка во время уплотнения, кондиционирования и механического обезвоживания.

Примеры расчетов сооружений по обработке осадков приведены в [11].

В качестве примера приведены следующие расчёты сооружений по обработке осадка:

* расчёт песковых площадок или песковых бункеров;
* расчет илоуплотнителей;
* расчет метантенков;
* расчет сооружений для механического обезвоживания осадка;
* расчёт аварийных иловых площадок.

**2.11.1. Расчет сооружений по обезвоживанию песка**

Песок с водой в отношении 1:20 (пескопульпа) с помощью гидроэлеваторов подается для обезвоживания на песковые площадки или при суточном расходе сточных вод до 75 000 м3/сут в песковые бункеры, оборудованные гидроциклонами.

**а)** Полезная площадь песковых площадок (м2) определяется по нагрузке на площадку 3 м3/(м2·год) [4];

, (75)

где ωп - количество песка, задерживаемого в песколовках, м3/сут.

Для удобства эксплуатации ширину карт В принимают равной 10 ÷ 15 м, длину - равной (2÷2,5)В. При невозможности фильтрации дренажных вод в грунт по санитарным соображе­ниям или слабой фильтрующей способности грунтов площадки оборудуют дренажом. Количество дренажных вод (м3/сут) при объемном весе песка 1,5 т/м3 определяем по формуле:

, (76)

Дренажные воды самотеком поступают в канал перед песколовками*.*

**б)** Песковые бункеры рассчитываются на время хранения песка от 1,5 до 9 суток и оборудуются, для отмывки песка от органики и обезвоживания его, гидроциклонами с напором пульпы перед ними 0,2 МПа. Влажность песка, образующегося в песколовках, Р = 60 %. Песок хранится в песколовках до 2 суток, тогда суточный расход песка (м3)из одной песколовки равен:

. (77)

Определим часовой расход пульпы (м3/ч) при условии, что расход промывной воды qп = 0,039 м3/с:

. (78)

По расходу пескопульпы подбираем гидроциклоны по [5: табл. 13.5]. Потери воды с пульпой (м3/ч) в гидроциклонах – 2 %от их производи­тельности определяют по формуле:

. (79)

qг.ц. - производительность гидроциклона, м3/ч; n – количество работающих гидроциклонов.

В бункеры поступает обезвоженный песок с некоторым содержанием воды, объем (м3)его составит:

. (80)

Время хранения песка вбункерах: t = 1,5÷9 суток. Объем бункеров (м3) будет равен

. (81)

 Рекомендуемый диаметр бункеров 1,5÷2 м, высота 2÷3 м. Высотное положение бункеров позволяет отвести воду после обезвоживания пульпы непосредственно в канал перед песколовкой. Песок раз в трое суток увозится автотранспортом с площадки очистных сооружений.

**2.11.2. Расчет илоуплотнителей**

Осаждающийся во вторичных отстойниках активный ил имеет высокую влажность Р1 = 99,2÷99,6%. Основная часть этого ила поступает на регенерацию и снова подается в аэротенк. Избыточная часть активного ила, образующаяся в результате жизнедеятельности микроорганизмов, направляется на дальнейшую переработку в метантенки.

Направлять в метантенки огромную массу избыточного активного ила с высокой влажностью нерентабельно, поэтому его предварительно уплотняют. Применяемые для этого сооружения называются илоуплотнителями. Устройство илоуплотнителей на современных станциях очистки обязательно.

Необходимый объем илоуплотнителей определяют по необходимому времени уплотнения избыточного активного ила из вторичных отстойни­ков с концентрацией а (г/л). Продолжитель­ность уплотнения Т = 9 ÷ 11 часов, влажность уплотненного ила Р2 = 97,3 % [4]. Объем уплотнителей равен

, (82)

qi - максимальный часовой расход избыточного активного ила, м3/ч.

Принимаем в качестве уплотнителей радиальные отстойники, количеством n, диаметром D (м) с объемом отстойной зоны W (м3). Уточняем продолжительность уплотнения (ч)

. (83)

Суточный объем уплотненного ила (м3)равен:

. (84)

Максимальный объем жидкости (м3/ч), отделяемый в результате уплотнения избыточного активного ила:

, (85)

Иловая вода после уплотнителей самотеком подается в аэротенки, если позволяет высотное положение уплотнителей, или сбрасывается в канализацию на площадке очистных сооружений.

**2.11.3. Расчет метантенков**

Метантанки применяются для анаэробного сбраживания осадков городских сточных вод с целью их стабилизации и получения метаносодержащего газа брожения.

В качестве примера принято сбраживание в метантенках всех органических осадков, образовавшихся на площадке станции очистки сточных вод. Объём осадков (м3/сут) равен:

, (86)

где Wотреш – объем осадка образующегося на решетках, м3/сут; Wmudотст – объем осадка образующегося в первичных отстойниках, м3/сут; Wоккр - объем осадка образующегося в контактных резервуарах, м3/сут; Woiиу - объем уплотненного осадка илоуплотнителей,.

Средневзвешенная влажность осадка равна:

, (87)

где Рореш – влажность осадка с решеток, %; Рmudотст – влажность осадка первичных отстойников, %; Рокк.р. – влажность осадка контактных резервуаров, %; Ргиу – влажность осадка илоуплотнителей, %.

Объем метантенков определяется в зависимости от фактической влажности осадка и принятого режима сбраживания по суточной дозе загрузки Dmt, принимаемой для осадков городских сточных вод по [4: табл.59]. Объем метантенков (м3)определяется по формуле:

. (88)

 Принимаем метантенки по [5: табл. 36.5] диаметром D м, объем одного резервуара W м3, количество резервуаров n. Фактическая доза загрузки (%) будет равна:

. (89)

Выход газа при сбраживании осадка в метантенках, зависит от распада беззольного вещества осадка. Распад беззольного вещества осадка в % определяется по формуле:

, (90)

где Kr - коэффициент, зависящий от влажности осадка, и принимаемый по табл.4.4. прил. 4.; Rlim- максимально возможное сбраживание беззольного вещества загружаемого осадка,%.

При отсутствии данных о химическом составе осадков величину Rlim принимают согласно [4]: для осадков из первичных отстойников и дробленых отбросов – Rосlim = 53 %; для избыточного активного ила и осадка контактных резервуаров (при условии его сбраживания в метантенках) – Rилlim = 44 %. Распад смеси осадков определяют как средневзвешенную величину всех осадков, поступающих в метантенки. Количество осадков по сухому веществу (т/сут) определяют по формуле

, (91)

Количество избыточного активного ила и осадка контактных резервуаров (т/сут) по сухому веществу

, (92)

Количество беззольного вещества в сухом веществе осадка при его зольности S = 27 % равно 73 %, а активного ила при зольности S = 30 % равно 70 %. Определяем беззольное вещество осадка и ила (т/сут) по формулам

, (93)

. (94)

Максимально возможное сбраживание осадка (%) определяют по формуле

. (95)

Количество газа, получаемого при сбраживании осадка, надлежит принимать 1г на 1г распавшегося беззольного вещества загружаемого осадка. Суточное количество газа (м/сут) будет равно:

. (96)

При объемной массе газа 1кг/м3 объем газа (м3/сут) составит

. (97)

Полученный газ необходимо использовать в теплоэнергетическом хозяйстве ОС. Выход газа из метантенков происходит неравномерно, поэтому для регулирования давления в газовой сети и хранения газа следует предусматривать мокрые газгольдеры. Объем газгольдеров (м3)рассчитывается на 2÷4-часовой выход газа, давление газа под колпаком - 1,5÷2,5 кПа (150÷250мм.вод.ст.) [4]:

. (98)

Принимаем не менее двух газгольдеров объемом W1 каждый.

Продолжительность хранения газа (ч)

, (99)

где n – количество газгольдеров.

Количество тепла, выделяющегося при сжигании газа (ккал), если его теплотворной способности 5000 ккал/м3 равно:

. (100)

Количество тепла (ккал), необходимое для поддержания оптимальной температуры сбраживания осадка в метантенках (мезофильный режим - 33°С, термофильный - 55°С), будет равно:

, (101)

где S - удельное количество тепла, необходимое для подогрева осадка, принимаем равным 1350 ккал/(м3·град); tP - температура осадка в метантенке, °С; tо- минимальная температура осадка в зимний период, принимается равной температуре сточных вод в зимний период, °С; Δ - потери тепла при его передаче, составляющие 0,1 от общего количества тепла; η - коэффициент полезного действия котельной, 0,65.

**2.11.4. Расчет сооружений для обезвоживания осадка**

В качестве сооружений для обезвоживания осадка могут быть приняты иловые площадки или сооружения для механического обезвоживания осадка сточных вод.

Наиболее целесообразно принимать к расчету цех механического обезвоживания осадка, так как это ведет к значительному уменьшению площадей станции очистки сточных вод. Осадок обезвоженный механическим способом менее влажный, что облегчает дальнейшую работу с ним.

**а)** Расчет иловых площадок

Определяем предварительно площадь иловых площадок, зная что на обезвоживание подаётся суточный объём осадка W1mud. Нагрузка на иловые площадки зависит от типа выбранной площадки и климатической зоны строительства станции очистки. Нагрузка на площадки,при выбранном режиме сбраживания, принимается по [4: табл. 64], по карте изолиний [4: черт. 3] принимаем климатический коэффициент **К** для Приморского края и количество дней **T** с отрицательными температурами меньше минус 10°С.

Полезная площадь (га) равна:

, (102)

С учетом дополнительных 20 % площади на устройство дорог, съездов и обваловки общая площадь составит:

. (103)

При проектировании иловых площадок принимается по [4] число карт не менее четырех. Полезная площадь одной карты от 0,25 до 2 га. Ширина карты **В** зависит от уклона местности и принимается: 30÷100 м при i = 0,004÷0,08; 50÷100 м при i = 0,01÷0,04; 60÷100 м при i = 0,01 и менее. Длина карты **L** принимается: 80÷100 м при i = 0,04; 100÷250 м при i = 0,01 и менее. Отношение ширины к длине карты принимается 1:2 ÷ 1:2,5. Рабочая глубина карт равна 0,7÷1,0м. Высота оградительных валиков на 0,3 м выше рабочего уровня осадка на площадке; ширина валиков поверху не менее 0,7 м.

Площадь одной иловой карты (га) равна:

, (104)

тогда количество карт

. (105)

Площадь иловых площадок следует проверять на намораживание [4]. Для наморажевания осадка допускается использовать 80 % полезной площади иловых площадок, остальные 20 % полезной площади используются во время весеннего таяния намороженного осадка. Под намораживание отводится площадь (м2):

. (106)

Проверяем иловые площадки на намораживание (м) при условии, что зимой выгрузка осадка не производится, по формуле

, (107)

где К1 - коэффициент, учитывающий уменьшение объема осадка вследствие зимней фильтрации и испарения, К1 = 0,75.

Величина слоя намораживания должна быть не больше 0,5 ÷ 1м.

Объем (м3)подсушенного на площадках осадка за год при влажности Рс = 80 % равен:

. (108)

Расход иловой воды (м3/сут) при наличии дренажа, ориентировочно принимается 30 % от объема осадка, подаваемого на обезвоживание, и составит:

, (109)

Иловая вода содержит значительное количество загрязнений [4]: по взвешенным веществам - 1000÷2000мг/л; по БПКполн - 1000÷2000мг/л (большие значения - для площадок-уплотнителей, меньшие - для других типов площадок). Такая вода должна направляться в голову сооружений на очистку.

**б)** Расчёт аварийных иловых площадок

При проектировании цеха механического обезвоживания осадка, согласно [4: п.6.386] необходимо предусматривать аварийные иловые площадки на 20 % годового количества осадка. Необходимая полезная площадь аварийных иловых площадок (м2) равна:

. (110)

Дальнейшие расчёты аварийных иловых площадок выполняются по формулам 103 – 109.

**в)** Расчет цеха механического обезвоживания

Осадки, сброженные в метантенках или стабилизированные в аэробных минерализаторах, имеют высокое удельное сопротивление, они плохо обезвоживаются. Для повышения эффективности работы сооружений механического обезвоживания осадков, последние должны быть предварительно подготовлены к обезвоживанию. Схема подготовки осадка к вакуум-фильтрации сложна и заключается а промывке осадка технической водой, уплотнении его в осадкоуплотнителях и коагуляции рис.4.

*Промывка осадка*

Промывку осадков производят очищенной (технической) водой. Количество промывной воды следует принимать для смеси сырого осадка и уплотненного активного ила, сброженных в мезофильных условиях, 2÷3м3/м3 смеси, в термофильных условиях - 3÷4 м3/м3 [4: п.6.369]. Продолжительность промывки tпром = 15÷20 мин. Число резервуаров для промывки не менее двух.

Рис.4. Схема обезвоживания сброженных осадков на вакуум-фильтрах

1 - метантанк; 2 - резервуар сброженного осадка; 3 - насос; 4 - резервуар промывки осадка; 5 *-* промывная вода; 6 - сжатый воз­дух; 7 - осадкоуплотнитель; 8 - резервуар уплотненного осадка; 9 - подача хлорного железа; 10 - подача раствора извести; 11 – смеситель осадка с реагентами; 12 – вакуум–фильтр; 13 – транспортер; 14 – кек.

Перемешивание осадка с водой рекомендуется производить воздухом из расчета 0,5 м3/м3 смеси промываемого осадка и воды.

Принимаем кратность промывки 1:3, тогда объем промывной воды будет равен  м3/cyт. Перемешивание происходит в резервуарах (смесителях), объем которых зависит от расхода осадка, выгружаемого из метантенков. В метантенк осадки подаются насосами непрерывно, тогда расход осадка в л/с равен

. (111)

Объем смесителя (м3)равен

, (112)

где 1 – часть осадка подаваемого на промывку; 3 – часть воды подаваемая для промывки осадка.

Площадь одного смесителя (м2) равна

, (113)

где n – количество смесителей; h – глубина смесителя, м.

Определив площадь, вычисляют размеры смесителя в плане.

Расход воздуха для перемешивания смеси (м3/ч) равен

, (114)

где 1 – часть осадка подаваемого на промывку; 3 – часть воды подаваемая для промывки осадка; 0,5 – количество воздуха подаваемого для перемешивания смеси промываемого осадка и воды, м3/м3.

Воздух подается в смесители вертикальными трубами d = 25 мм, устанавливаемыми на 0,7 м друг от друга по одной стороне смесителя. Трубы заглубляются под воду, не доходя до дна на 0,2 м.

Расчет осадкоуплотнителей

Для уплотнения смеси промытого осадка и воды следует предусматривать уплотнители, рассчитанные на tуп = 12÷18 ч пребывания смеси при мезофильном сбраживании, и на tуп = 20÷24 ч - при термофильном режиме. Число илоуплотнителей не менее двух. Влажность, уплотненного осадка Pуп=94÷96 %, удаление осадка производят плунжерными насосами. Объем уплотнителей (м3) равен:

, (115)

Уплотнители принимают по [5] типовым проектам вертикальных или радиальных отстойников.

Определяем объем уплотненного осадка (м3)по формуле

. (116)

Иловая вода после уплотнителей удаляется в голову сооружений.

Объём сливной воды (м3)из осадкоуплотнителей равен

. (117)

*Расчет реагентного хозяйства*

В качестве реагентов при коагулировании осадков городских сточ­ных вод следует применять хлорное железо или сернокислое окисное железо и известь в виде 10 % растворов [4: п.6.373]. Добавку извести производят после введения хлорного или сернокислого окисного железа. Для сброженной промытой смеси осадка первичных отстойников и избыточного активного ила дозу реагентов при вакуум-фильтрации надлежит принимать: FeCl3 - 3÷4 % к массе сухого вещества осадка; СаО - 8÷10 %. При мезофильном режиме сбраживания принимают меньшие дозы, при термофильном - большие.

Масса сухого вещества осадка (т/сут) равна:

G = Oсух + Исух. (118)

Суточная потребность в хлорном железе (т/сут) составит

. (119)

Обычно предусматривают мокрое хранение FeCl3 в виде 30 % раствора объемной массой 1,3 т/м3. Резервуары для хранения раствора рассчитываются на 15 суточный запас реагента. Устраивают не менее двух резервуаров. Объем резервуара (м3)равен

, (120)

где 15 – время на которое рассчитывается запас реагентов, сут; n – количество резервуаров для хранения реагентов; 30 – процентное содержание FeCl3 в растворе при мокром хранении; 1,3 – объёмная масса раствора реагента при мокром хранении, т/м3.

В здании вакуум-фильтров устанавливаются растворные баки раствора хлорного железа на суточный запас. Количество баков принимают не менее двух, с концентрацией раствора 10 % и объемной массой 1,1 т/м3. Объем расходных баков (м3)равен

, (121)

где 10 – процентное содержание FeCl3 в растворных баках; 1,1 - объёмная масса раствора реагента в растворных баках, т/м3.

При доставке на станцию очистки товарного FeCl3 в бочках массой 120 кг и со­держании чистого продукта 60 % необходимое количество бочек (шт) равно

, (122)

где 15 – время на которое рассчитывается склад для хранения FeCl3, сут; 120 – вес бочек с FeCl3, кг; 60 – содержание чистого продукта, %.

Известь доставляется на станцию очистки в виде пушонки в мешках массой 50 кг. Потребное количество извести (т) равно

, (123)

где 0,12 - доза извести (12% по сухому веществу осадка); 0,5 - содержание активной извести в техническом продукте (50%); 15 - время на которое рассчитывается склад для хранения СаО, сут.

## Объем растворного бака извести (м3)равен

, (124)

где 1,08 - объемная масса 10 % раствора извести, т/м3; n - количество растворных баков; 0,1 - содержание активной извести в растворе.

Расчет вакуум-фильтров

Для обезвоживания осадков городских сточных вод чаще всего применяются барабанные вакуум-фильтры типа БОУ и вакуум-фильтры со сходящим полотном типа БсхОУ. Рабочая площадь вакуум-фильтров определяется по формуле

, (125)

где Руп - влажность осадка, подаваемого на обезвоживание, %; q - производительность вакуум-фильтра по сухому веществу [4: табл. 32], кг/(м2⋅ч); Т - время работы вакуум-фильтров в сутки, Т=16 ч.

Количество вакуум-фильтров принимаем по [5: табл.37.3] Влажность кека РК после обезвоживания принимается по [4].

Объем кека (м3/сут) будет равен

. (126)

Расход фильтрата после обезвоживания (м3/сут) равен

. (127)

Фильтрат направляют в бытовую канализацию на площадке станции очистки или в резервуары промывки осадка перед осадкоуплотнителями, так как содержащиеся в нем непрореагировавшие коагулянты способствуют снижению концентрации взвеси в иловой воде осадкоуплотнителей промытого осадка [5].

*Расчет сооружений для термической сушки осадка*

Термическая сушка осадка позволяет снизить его влажность до = 30÷40%, значительно уменьшить объем и полностью произвести его обеззараживание. Осадок после термической сушки практически не изменяет свои удобрительные свойства и может быть использован для нужд сельского хозяйства. Для термической сушки осадка городских сточных вод используются сушилки: барабанные, с кипящим слоем, со встречными струями и т.п. При производительности станции более 30000 м3/сут следует применять сушилки со встречными струями (СВС) пропускной способностью по сухому веществу 1250-1900 кг/ч. При равномерной подаче осадка на сушилку в течение суток ее пропускная способность (т/ч) составит:

, (128)

где Т – время работы сушилки, равное времени работы вакуум-фильтров, ч.

Масса сухого осадка (т/сут) при влажности равна

. (129)

## *Расчет площадок для хранения кека*

В качестве резерва к отделению сушки осадка предусматриваются площадки для хранения кека. Время хранения кека [4] tк = 3÷4 месяца. Высота слоя кека 1,5÷3 м.

Площадь площадок для хранения кека (м2) равна

, (130)

Принимаем не менее двух площадок.

**2.12. Описание вспомогательных зданий и сооружений**

На площадке станции очистки сточных вод необходимо предусматривать вспомогательные здания и сооружения. Подбор административного корпуса, лабораторий, складов, мастер­ских, гаража, котельной и бытовых помещений производится по [4 табл. 26; 5 п. 63.4].

Расчет всех элементов очистных сооружений необходимо производить в соответствии с действующими нормами и технологическими условиями. Во время выполнения расчетов необходимо приводить схемы каждого сооружения станции очистки с указанием основных расчетных размеров.

Окончательный состав сооружений должен быть согласован с преподавателем.

**2.13. Описание генплана площадки очистных сооружений**

Планировка станции очистки сточных вод должна обеспечивать рациональное использование территории на расчетный срок и перспективное развитие. Территория, резервируемая под перспективную застройку, на плане выделяется пунктирной линией.

Сооружения должны располагаться по естественному уклону местности, что позволит обеспечить самотечное движение воды и ила между сооружениями. При составлении генерального плана рекомендуется применять принцип зонирования, выделяя зоны по очистке воды, включая в эту зону сооружения по доочистке и обеззараживанию, по обработке осадка и зону вспомогательных зданий и сооружений (административно-лабораторный корпус, мастерские, склады, столовые, прачечные и пр.). Такой принцип позволяет сократить протяженность технологических трубопроводов, обеспечивает возможность для расширения площадки и упрощает проведение ремонтных работ, что в целом улучшает условия эксплуатации.

Самотечный режим движения стоков по сооружениям достигается планировочными работами. Здание решеток и песколовки можно строить в насыпи до 6 метров.

Отстойники и аэротенки целесообразно размещать основанием на коренной грунт. Остальные здания и сооружения за счет изменения конструкции фундамента можно располагать на насыпных и коренных грунтах.

Насыпь для сооружений по технологическим зонам необходимо делать единую. Ширину бермы принимать до 3 метров в зависимости от высоты насыпи и условий эксплуатации.

Расстояния между сооружениями принимаются минимальными с учетом отметок сооружений и угла естественного откоса грунта по табл. 5.1. прил. 5.

На плане проставляются отметки основания и борта сооружений, планировочные отметки земли у сооружений с учетом потерь напора по сооружениям. Отметки уточняются после составления профилей движения воды и ила по сооружениям.

На генплане вычерчиваются все инженерные коммуникации и технологические трубопроводы. Распределение стоков по отдельным сооружениям следует принимать автоматическое, а не путем регулирования шиберами.

Сточные воды из системы опорожнения сооружений, дренажные воды от иловых и песковых площадок, иловую воду после механического обезвоживания осадка нужно возвращать в начало сооружений через насосную станцию. Эта же насосная станция может перекачивать хозяйственно-бытовые стоки образующиеся на станции очистки.

**2.14. Правила и требования к санитарно-защитным зонам**

Размеры санитарно-защитных зон зависят от производительности станции, принятой технологии очистки, природно-климатических особенностей территории и регламентируются согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1015 – 01 и Постановления Правительства Российской Федерации № 1404 от 23 ноября 1996 г.

**3. ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ДВИЖЕНИЯ СТОЧНОЙ ВОДЫ И ИЛА ПО СООРУЖЕНИЯМ**

Построение продольных профилей движения сточной воды и ила по сооружениям начинают после того, как будут выполнены технологические и гидравлические расчёты всех сооружений, трубопроводов и лотков соединяющих сооружения между собой, определено количество сооружений или секций и разработана компоновка генерального плана станции очистки. Высотная схема расположения очистных сооружений должна быть составлена таким образом, чтобы движение сточной воды по ним было самотечным. Движение осадков тоже по возможности должно быть самотечным. Продольный профиль строится по расчётному «диктующему» направлению движения воды и осадков. Горизонтальный масштаб профиля принимается таким же как и масштаб генплана площадки очистных сооружений 1:500 или 1:1000. Вертикальный масштаб принимается равным 1:100.

Первоначально, по расчётным участкам в вертикальном направлении от условного горизонта откладывают натурные отметки поверхности земли в начале и в конце каждого расчётного участка. По полученным отметкам строится продольный профиль поверхности земли.

После определения высотной отметки выпуска сточных вод, устанавливают отметки уровня воды на входе и выходе из берегового колодца, а затем наносят расчётные отметки воды в расчётных точках коммуникаций и сооружений, двигаясь против течения воды на станции очистки. Самотечный режим прохождения сточных вод по сооружениям обеспечивается соответствующим их высотным расположением. Взаимное расположение элементов сооружений и коммуникаций определяется гидравлическим расчётом потерь напора в лотках, трубопроводах. Потери напора в сооружениях можно принять по табл. 5.2. прил. 5.

При построении профилей должен учитываться характер рельефа местности, характеристика грунтов на строительной площадке станции очистки, необходимое заглубление сооружений в грунт, баланс объёмов выемок и насыпей, уровень грунтовых вод.

Если сооружения целиком находятся в насыпном грунте, необходимо предусмотреть устройство под сооружениями столбчатых фундаментов из железобетонных колец. Сооружения с большой площадью основания располагать на фундаментах не целесообразно. В этом случае, построение профиля по воде начинают с установки сооружения на плотный естественный грунт (с учётом растительного слоя). За исходную высотную отметку уровня воды принимается отметка воды в сооружении, а построение профиля ведётся от сооружения вверх и вниз по течению. На продольных профилях сточных вод и осадков (ила) наносятся сооружения, длина и размеры сечения лотков и трубопроводов между ними, их уклоны, отметки дна и уровня воды в сооружениях и соединительных лотках и трубопроводах, отметки поверхности земли натурные и проектные.

**4. ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | Этап выполнения задания | Трудоемкость | Срок |
| 1 | Определение расчетных расходов сточных вод объекта; характеристика промышленных предприятий; расчет концентраций загрязнений в сточных водах объекта; определение необходимой степени очистки сточных вод; составление технологической схемы очистных сооружений . | 10% | Iнеделя |
| 2 | Расчет сооружений механической очистки; расчет сооружений биологической очистки. | 30% | IIнеделя |
| 3 | Расчет сооружений глубокой очистки стоков; расчет сооружений по обеззараживанию стоков; расчет сооружений по насыщению сточной воды кислородом; расчет сооружений по обработке осадка; описание вспомогательных зданий и сооружений; описание генплана площадки очистных сооружений; правила и требования к санитарно-защитным зонам. | 25% | Ш неделя |
| 4 | Вычерчивание генплана станции очистки сточных вод; построение продольного профиля "по воде" и "по илу". | 25% | IV неделя |
| 5 | Оформление пояснительной записки. | 5% | V неделя |
| 6 | Защита курсового проекта. | 5% | VI неделя |

**5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Какие загрязнения содержатся в составе сточных вод?
2. Назовите основные процессы, происходящие при очистке сточных вод.
3. Какие факторы влияют на самоочищающую способность водоемов?
4. Как определяют требуемую степень очистки сточных вод? Что такое биохимическая потребность в кислороде?
5. Какие существуют схемы очистки сточных вод и в каких случаях их применяют?
6. Какие сооружения применяют для механической очистки сточных вод? Их расчет и конструкции.
7. В каких случаях может применяться механический способ очистки сточных вод и каковы его особенности?
8. Как рассчитывают сооружения, предназначенные для обработки и ликвидации осадка?
9. На каких сооружениях можно очищать сточные воды в естественных условия?
10. Как рассчитывают биологические фильтры?
11. В чем особенность работы высоконагружаемых биофильтров и как их рассчитывают?
12. В чем принцип работы аэротенков на полную и неполную очистку?
13. Как рассчитывают аэротенки?
14. Каковы особенности механической аэрации сточных вод?
15. Какие существуют конструкции аэротенков?
16. Как рассчитывают вторичные отстойники после биофильтров и аэротенков?
17. В каких целях устраивают глубокую очистку сточных вод? Сооружения глубокой очистки и сравнительная оценка разных типов этих сооружений.
18. Как выполняют дезинфекцию сточных вод?
19. На основании чего выбирают состав и схемы очистных сооружений?
20. В чем состоят задачи эксплуатации очистных сооружений?
21. Как устраивают сооружения для очистки малых количеств сточных вод?
22. Каковы особенности применения полей орошения и биофильтров в условиях очистки малых количеств сточных вод?
23. Что такое механическое обезвоживание осадка и какими средствами оно достигается?
24. Чем отличаются мезофильный и термофильный режимы сбраживания осадка в метантенках?
25. Конструкции выпусков очищенных сточных вод в водоемы и область их применения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/ Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2004 – 704 с.
2. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация. Учебник для вузов. Изд. 5-е, перепаб. и доп. М., Строийздат, 1975. 632 с.
3. Василенко А.А. Водоотведение. Курсовое проектирование. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988, 256 с; 73 табл. – 32 ил. – Библиогр.: 34 назв.
4. СНиП 2.04.03-85\*. Канализация. Наружные сети и сооружения/ Госстрой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.
5. Канализация населенных мест и промышленных предприятий/ Справочник проектировщика. - М.: Строийздат, 1981. – 636 с.
6. Лукиных А.Н., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. Изд. 4-е, доп. М., Строийздат, 1974. 156 с.
7. Яковлев С.В., Ласков Ю.М. Канализация: (Водоотведение и очистка сточных вод): Учеб. для техникумов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 319 с.: ил.
8. СНиП 2.04.02-84\*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР - М.: Сгройиздат, 1985. – 136 с.
9. Турковский И.С. Обработка осадков сточных вод. - М.: Строийздат, 1975. – 160 с.
10. Федоров Н.Ф., Волков Л.Е. Гидравлический расчет канализационных сетей (расчётные таблицы). - Л.: Строийздат, 1968.
11. Ласков Ю.М. и др. Примеры расчетов канализационных сооружений: Учеб. пособие для вузов/ Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов, В. И. Калицун. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Строийздат, 1987. – 255 с.: ил.
12. Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85. - М.: Строийздат, 1990. – 150 с.
13. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности/ Совет Экон. Взаимопомощи. ВНИИ водоснабжения, канализации, гидротехн. сооружений и инж. Гидрогеологии. – 2-е изд., перераб. - М.: Строийздат, 1982. – 528 с.
14. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ. пособие. - 6-е изд., доп. И перераб. - М.: Стройиздат, 1984. - 116 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

Таблица 1.1

Гидрохимические характеристики состава воды

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Температ.,º С | Прозрачн. | О2, мг/л | рН | Цветн., град. | БПКполн, мг/л | Взвешенные вещества, мг/л | Категория водоема |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 4-16 | >24 | 9,25 | 6,8 | 80 | 1,5 | 140 | Р-1 |
| 2 | 4-16 | >24 | 8,57 | 7,3 | 80 | 0,9 | 145 | Р-2 |
| 3 | 4-16 | 18 | 11,9 | 6,8 | 40 | 1,1 | 120 | ИВ |
| 4 | 4-16 | >24 | 12,1 | 6,8 | 20 | 1,9 | 130 | КБ |
| 5 | 4-16 | >24 | 14,3 | 6,8 | 55 | 2,1 | 134 | Р-1 |
| 6 | 4-16 | >24 | 19,0 | 6,8 | 55 | 1,7 | 146 | Р-2 |
| 7 | 4-16 | >24 | 19,3 | 6,4 | 25 | 1,8 | 120 | ИВ |
| 8 | 4-16 | >24 | 11,2 | 6,6 | 80 | 2,2 | 135 | КБ |
| 9 | 4-16 | >20 | 11,3 | 6,6 | 30 | 1,8 | 110 | Р-1 |
| 10 | 4-16 | >24 | 9,66 | 6,8 | 20 | 2,0 | 100 | КБ |
| 11 | 4-16 | >24 | 14,4 | 7,1 | 30 | 1,9 | 250 | КБ |
| 12 | 4-16 | 24 | 13,9 | 7,4 | 80 | 2,0 | 60 | ИВ |
| 13 | 4-16 | 4 | 0,71 | 6,8 | 15 | 1,4 | 130 | Р-1 |
| 14 | 4-16 | >24 | 14,4 | 6,8 | 20 | 1,2 | 145 | Р-1 |
| 15 | 4-16 | >20 | 13,4 | 7,1 | 40 | 1,4 | 200 | Р-1 |
| 16 | 4-16 | 2 | 10,3 | 7,6 | 20 | 1,4 | 150 | Р-1 |
| 17 | 4-16 | >24 | 11,9 | 6,8 | 10 | 1,5 | 200 | Р-1 |
| 18 | 4-16 | >24 | 14,3 | 7,3 | 10 | 0,9 | 150 | ИВ |
| 19 | 4-16 | >24 | 19,3 | 6,8 | 15 | 0,9 | 180 | Р-2 |
| 20 | 4-16 | >24 | 19,0 | 6,8 | 15 | 1,1 | 200 | Р-2 |
| 21 | 4-16 | >20 | 14,4 | 6,8 | 20 | 1,5 | 150 | КБ |
| 22 | 4-16 | 16 | 15,2 | 6,8 | 60 | 2,1 | 400 | КБ |
| 23 | 4-16 | >24 | 13,6 | 6,4 | 10 | 1,7 | 150 | Р-1 |
| 24 | 4-16 | >24 | 12,4 | 6,6 | 40 | 1,8 | 200 | Р-2 |
| 25 | 4-16 | >24 | 7,95 | 6,6 | 10 | 2,2 | 115 | ИВ |
| 26 | 4-16 | >24 | 9,50 | 6,8 | 20 | 1,1 | 145 | Р-1 |
| 27 | 4-16 | >24 | 11,6 | 7,1 | 55 | 1,8 | 260 | Р-1 |
| 28 | 4-16 | >24 | 11,2 | 7,4 | 15 | 2,0 | 130 | КБ |
| 29 | 4-16 | >24 | 13,7 | 6,8 | 60 | 1,9 | 200 | ИВ |
| 30 | 4-16 | >24 | 9,25 | 7,1 | 45 | 1,5 | 380 | Р-2 |
| 31 | 4-16 | >20 | 6,25 | 7,6 | 40 | 2,1 | 130 | КБ |
| 32 | 4-16 | >20 | 8,40 | 6,8 | 40 | 1,4 | 220 | Р-1 |
| 33 | 4-16 | >20 | 16,3 | 7,1 | 45 | 1,3 | 145 | Р-1 |
| 34 | 4-16 | >24 | 14,8 | 7,6 | 40 | 1,2 | 220 | Р-2 |
| 35 | 4-16 | >24 | 19,7 | 6,8 | 60 | 1,4 | 135 | КБ |
| 36 | 4-16 | >24 | 9,25 | 6,8 | 15 | 2,1 | 120 | ИВ |
| 37 | 4-16 | >24 | 8,57 | 7,4 | 40 | 1,5 | 150 | ИВ |
| 38 | 4-16 | 6 | 11,9 | 7,1 | 20 | 1,4 | 160 | Р-2 |
| 39 | 4-16 | >24 | 12,1 | 6,8 | 80 | 2,0 | 200 | Р-1 |

Продолжение таблицы 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Температ.,º С | Прозрачн. | О2, мг/л | рН | Цветн., град. | БПКполн, мг/л | Взвешенные вещества, мг/л | Категория водоема |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 40 | 4-16 | >24 | 10,3 | 6,6 | 20 | 1,7 | 120 | Р-1 |
| 41 | 4-16 | 4 | 13,4 | 6,6 | 60 | 1,6 | 420 | Р-1 |
| 42 | 4-16 | >24 | 14,4 | 6,4 | 40 | 1,4 | 385 | Р-2 |
| 43 | 4-16 | >24 | 13,9 | 6,8 | 35 | 1,5 | 165 | ИВ |
| 44 | 4-16 | >24 | 14,4 | 6,8 | 30 | 2,1 | 350 | КБ |
| 45 | 4-16 | >24 | 9,66 | 6,8 | 80 | 2,4 | 150 | КБ |
| 46 | 4-16 | >24 | 11,3 | 7,3 | 30 | 2,0 | 200 | ИВ |
| 47 | 4-16 | >24 | 11,2 | 6,8 | 20 | 1,2 | 225 | Р-1 |
| 48 | 4-16 | >24 | 19,3 | 7,1 | 15 | 1,1 | 300 | Р-1 |
| 49 | 4-16 | >24 | 19,0 | 6,8 | 25 | 1,7 | 150 | Р-2 |
| 50 | 4-16 | >24 | 14,3 | 6,8 | 20 | 1,4 | 145 | ИВ |

Таблица 1.2

Гидрологические характеристики водного объекта

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Расход Q95%, м3/с | Средняя скорость течения, м/с | Глубина в реке,м |
| средняя | максимальная |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 12,0 | 0,25 | 2,2 | 3,5 |
| 2 | 10,1 | 0,28 | 2,0 | 3,4 |
| 3 | 8,4 | 0,37 | 2,1 | 3,3 |
| 4 | 6,2 | 0,35 | 1,9 | 3,2 |
| 5 | 4,3 | 0,41 | 1,8 | 3,1 |
| 6 | 11,0 | 0,54 | 1,7 | 3,0 |
| 7 | 9,5 | 0,67 | 1,6 | 2,9 |
| 8 | 7,2 | 0,63 | 1,5 | 2,8 |
| 9 | 5,6 | 0,69 | 1,6 | 2,3 |
| 10 | 3,3 | 0,61 | 1,7 | 2,1 |
| 11 | 4,1 | 0,55 | 1,8 | 3,3 |
| 12 | 6,8 | 0,43 | 1,9 | 3,2 |
| 13 | 8,3 | 0,70 | 2,0 | 3,1 |
| 14 | 3,4 | 0,76 | 1,6 | 2,0 |
| 15 | 2,8 | 0,85 | 1,5 | 1,9 |
| 16 | 7,3 | 0,44 | 2,1 | 3,0 |
| 17 | 5,1 | 0,52 | 2,2 | 2,9 |
| 18 | 4,1 | 0,59 | 1,8 | 2,5 |
| 19 | 3,5 | 0,68 | 1,7 | 2,4 |
| 20 | 2,7 | 0,53 | 1,6 | 2,3 |
| 21 | 14,0 | 0,37 | 2,0 | 3,7 |
| 22 | 13,0 | 0,35 | 2,2 | 3,6 |
| 23 | 3,8 | 0,61 | 1,5 | 2,2 |
| 24 | 4,2 | 0,58 | 1,6 | 2,1 |
| 25 | 5,3 | 0,49 | 1,7 | 2,0 |
| 26 | 12,0 | 0,47 | 2,3 | 3,5 |
| 27 | 11,0 | 0,33 | 2,2 | 3,4 |
| 28 | 10,0 | 0,38 | 2,1 | 3,3 |
| 29 | 9,8 | 0,42 | 2,1 | 3,2 |
| 30 | 8,3 | 0,40 | 1,9 | 3,1 |
| 31 | 7,5 | 0,46 | 1,9 | 3,0 |
| 32 | 6,2 | 0,50 | 1,8 | 2,9 |
| 33 | 5,8 | 0,53 | 1,8 | 2,8 |
| 34 | 4,9 | 0,34 | 1,7 | 2,1 |
| 35 | 3,1 | 0,71 | 1,6 | 2,2 |
| 36 | 4,5 | 0,62 | 2,1 | 2,7 |
| 37 | 3,3 | 0,58 | 2,0 | 2,6 |
| 38 | 8,4 | 0,43 | 1,9 | 2,5 |
| 39 | 5,7 | 0,56 | 1,8 | 2,3 |
| 40 | 4,3 | 0,74 | 1,7 | 2,4 |
| 41 | 7,4 | 0,81 | 1,6 | 3,2 |
| 42 | 9,1 | 0,39 | 1,5 | 3,3 |

### Продолжение таблицы 1.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Расход Q95%, м3/с | Средняя скорость течения, м/с | Глубина в реке,м |
| средняя | максимальная |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 43 | 3,5 | 0,56 | 1,4 | 2,0 |
| 44 | 2,8 | 0,35 | 1,3 | 1,9 |
| 45 | 3,2 | 0,47 | 1,2 | 1,8 |
| 46 | 10,0 | 0,36 | 2,3 | 3,6 |
| 47 | 8,8 | 0,41 | 2,4 | 3,7 |
| 48 | 2,9 | 0,53 | 1,4 | 2,1 |
| 49 | 3,4 | 0,57 | 1,5 | 2,0 |
| 50 | 4,1 | 0,48 | 1,6 | 2,2 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

Примерное содержание пояснительной записки

Введение

##### Исходные данные

1. Определение расчетных расходов сточных вод объекта

2. Характеристика промышленных предприятий

1. Расчет концентраций загрязнений в сточных водах объекта
2. Определение необходимой степени очистки сточных вод
3. Технологическая схема очистных сооружений
4. Расчет сооружений механической очистки
5. Расчет сооружений биологической очистки

8. Расчет сооружений глубокой очистки стоков

10. Расчет сооружений по насыщению сточной воды кислородом

11. Расчет сооружений по обработке осадка

12. Описание вспомогательных зданий и сооружений

13. Описание генплана площадки очистных сооружений

14. Правила и требования к санитарно-защитным зонам

Заключение

Литература

Приложения

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

### Таблица 3.1.

#### Расчетные расходы сточных вод

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование потребителей | Количество жителей | Средние расходы сточных вод | Коэффициент общей неравномерностиКобщ | Максимальные расходы сточных водqсек, л/с |
| Qсутм3/сут | Qчасм3/ч | qсекл/с | Ксут | Кчас | Кобщ | Qсутм3/сут | Qчасм3/ч | qсекл/с |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Район 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Район 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого от населения |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Промпредприятие 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Промпредприятие 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Промпредприятие 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого от промпредприятий |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Всего от промпредприятий и населения |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Всего + 5% |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

###### Таблица 3.2.

#### Концентрации загрязняющих веществ сточных вод города

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели  | Концентрация загрязнений, мг/л |
| население | П.П.№1 | П.П.№2 | П.П.№3 | города |
| 1 район | 2 район |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Взвешенные вещества |  |  |  |  |  |  |
| БПКполн неосветленной жидкости |  |  |  |  |  |  |
| БПКполн осветленной жидкости |  |  |  |  |  |  |
| Азот аммонийных солей |  |  |  |  |  |  |
| Фосфаты |  |  |  |  |  |  |
| В том числе моющие вещества |  |  |  |  |  |  |
| Хлориды |  |  |  |  |  |  |
| Поверхностно-активные вещества (ПАВ) |  |  |  |  |  |  |

#### Таблица 3.3.

#### Значение константы скорости потребления кислорода К1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура, º С | 0 | 5 | 9 | 12 | 15 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 |
| Константа  | 0,14 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 | 0,11 | 0,12 | 0,13 |

### Таблица 3.4.

### Константы скорости реаэрации (растворения) кислорода К2

|  |  |
| --- | --- |
| Водоемы | Температура воды в водоеме, º С |
| 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Слабопроточные или непроточные | - | - | 0,11 | 0,15 | - | - |
| Реки с малой скоростью течения (<0,5 м/с ) | 0,16 | 0,17 | 0,185 | 0,2 | 0,215 | 0,236 |
| Реки с большой скоростью течения > 0.5 м/с) | 0,38 | 0,425 | 0,46 | 0,5 | 0,54 | 0,585 |
| Малые реки с быстрым течением (> 1 м/с) | - | 0,648 | 0,74 | 0,8 | 0,865 | 0,935 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

Таблица 4.1.

Состав сооружений станции очистки сточных вод

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Производительность очистных сооружений,тыс. м3/сут | Технологическая схема | Состав сооружений очитки сточных вод | Сооружения обработки осадков и вспомогательные здания и сооружения |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| до 10 | станция очистки сточных вод с механической очисткой | приёмная камера;решётки;песколовки;отстойники;смесители;контактные резервуары;выпуск. | дробилки;песковые площадки;метантенки;иловые площадки;хлораторная. |
| 10 ÷ 20 | станция очистки сточных вод с физико-химической очисткой | приёмная камера;решётки;песколовки;смесители;камера хлопьеобразования;горизонтальные отстойники;барабанные сетки;фильтры;контактные резервуары;выпуск. | песковые бункера;осадкоуплотнители;центрифуги;реагентное хозяйство;хлораторная. |
| 10 ÷ 20 | станция очистки сточных вод с полной механической и биологической очисткой на биофильтрах | приёмная камера;решётки;песколовки;первичные отстойники;биофильтры;вторичные отстойники;смесители;контактные резервуары;выпуск. | дробилки;песковые бункера;иловые площадки;хлораторная. |

Продолжение таблицы 4.1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Производительность очистных сооружений,тыс. м3/сут | Технологическая схема | Состав сооружений очитки сточных вод | Сооружения обработки осадков и вспомогательные здания и сооружения |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 20 ÷ 50 | станция очистки сточных вод с полной механической и биологической очисткой в аэротенках | приёмная камера;решётки;песколовки;первичные отстойники;аэротенки;вторичные отстойники;смесители;контактные резервуары;выпуск. | дробилки;песковые бункера;аэробные минерализаторы;цех механического обезвоживания осадка;аварийные иловые площадки;хлораторная. |
| 50 ÷ 3000 | станция очистки сточных вод с полной механической и биологической очисткой в аэротенках | приёмная камера;решётки;песколовки;первичные отстойники;аэротенки;вторичные отстойники;смесители;контактные резервуары;выпуск. | дробилки;песковые площадки;илоуплотнители;метантенки;цех механического обезвоживания осадка;аварийные иловые площадки;газгольдеры;хлораторная. |
| 50 ÷ 3000 | станция очистки сточных вод с полной механической и биологической очисткой в аэротенках и глубокой очисткой на песчаных фильтрах | приёмная камера;решётки;песколовки;первичные отстойники;аэротенки;вторичные отстойники;песчаные фильтры;смесители;контактные резервуары;выпуск. | дробилки;песковые площадки;илоуплотнители;метантенки;аварийные иловые площадки;газгольдеры;резервуар для промывки фильтров;резервуар воды после промывки фильтров;хлораторная. |

###### Таблица 4.2.

#### Типоразмеры приемных камер при двух подводящих напорных трубопроводах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пропускная способность, л/с | Диаметр труб 2d, мм | Марка приемной камеры | Размеры камеры, мм |
| длина А | ширина В | глубина Н |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 393 | 500 | ПК-2-50 | 1500 | 2000 | 1600 |
| 476 | 600 | ПК-2-60а | 1500 | 2000 | 1600 |
| 610 | 600 | ПК-2-60б | 1500 | 2000 | 1600 |
| 750 | 700 | ПК-2-70 | 1600 | 2500 | 1600 |
| 917 | 800 | ПК-2-80 | 1600 | 2500 | 1600 |
| 1140 | 800 | ПК-2-80 | 1600 | 2500 | 1600 |
| 1390 | 900 | ПК-2-90 | 2000 | 3200 | 2000 |
| 1810 | 1100 | ПК-2-110 | 2000 | 3200 | 2000 |
| 2210 | 1200 | ПК-2-120а | 2000 | 3200 | 2000 |
| 2450 | 1200 | ПК-2-120б | 2000 | 3200 | 2000 |
| 2920 | 1200 | ПК-2-120б | 2000 | 3200 | 2000 |

Таблица 4.3.

Выход газообразного хлора при температуре 16 ºС без подогрева

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование тары | Площадь наружной поверхности тары, м2 | Средний выход хлора, кг/(ч·м2) |
| Баллоны вместимостью 40 л, установленные вертикально | 0,99 | 0,7 |
| То же, наклонно под углом 20 º | 0,9 | 2 |
| Контейнеры вместимостью 800 л | 4,7 | 3 - 4 |
| Тенк вместимостью 40 м3 | 77 | 2 - 3 |

Таблица 4.4.

|  |  |
| --- | --- |
| Режим сбраживания | Значение коэффициента Кr при влажности загружаемого осадка, % |
| 93 | 94 | 95 | 96 | 97 |
| Мезофильный | 1,05 | 0,89 | 0,72 | 0,56 | 0,40 |
| Термофильный | 0,455 | 0,385 | 0,31 | 0,24 | 0,17 |

### ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица 5.1.

Разрывы между группами и отдельными сооружениями на площадках с относительно спокойным рельефом

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование  | Расстояние, м |
| Группы одноименных сооружений | 2 - 3 |
| Группы разноименных сооружений (с небольшими перепадами между ними) | 5 - 10 |
| Группы сооружений механической и биологической очистки | 15 - 20 |
| Сооружения и иловые площадки с учетом обсадки их де­ревьями, устройством для отвода поверхностных вод, подъездными путями и подводящими коммуникациями | 25 - 30 |
| Метантенки, газгольдеры и другие сооружения в зависимости от их емкости | 20 - 50 |

### Таблица 5.2.

#### Ориентировочные потери напора в отдельных сооружениях

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование сооружения | Потери напора, м |
| Механические решетки и песколовки | 0,1 – 0,2 |
| Решетки-дробилки и аэрируемые песколовки | 0,15 – 0,25 |
| Жироловки, пераэраторы | 0,2 – 0,25 |
| Отстойники горизонтальные | 0,2 – 0,4 |
| Отстойники вертикальные | 0,4 – 0,5 |
| Отстойники радиальные | 0,5 – 0,6 |
| Аэротенки  | 0,4 – 0,5 |
| Аэрофильтры высоконагружаемые | 6,0 – 8,0 |
| Биофильтры с оросителями | 2,5 – 3,0 |
| Биофильтры со спринклерами | 5,0 – 6,0 |
| Биофильтры башенные | 10 - 20 |
| Контактные резервуары и смесители | 0,15 – 0,3 |