



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета инженерной  
экологии и городского хозяйства

Суханова И.И. Суханова И.И.  
« 24 » июля 2022 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)

*Водоотведение промышленных предприятий и специальные методы очистки*

**Форма обучения:**

очно-заочная

**Год приема:**

2022

Санкт-Петербург, 2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины – научить слушателей теоретическим основам и умению принимать самостоятельные, технически грамотные решения при проектировании и эксплуатации сооружений систем водоотведения промышленных предприятий, используя весь спектр современных достижений отечественной и зарубежной науки и техники в этой области.

**Задачи** дисциплины:

- изучение теоретических вопросов очистки промышленных сточных вод;
- получение навыков проектирования, строительства и эксплуатации в области систем водоотведения промышленных предприятий.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПК-1. Способен выбирать и применять нормативно-технические и нормативно-методические документы для разработки наружных и внутренних систем водоснабжения и водоотведения, в том числе сооружений на них;

ПК-2. Способен проектировать наружные и внутренние системы водоснабжения и водоотведения, в том числе сооружений на них, разрабатывать технологические схемы очистки воды и обработки осадков, определять расчетные расходы воды;

ПК-6. Способен организовывать и контролировать процесс разработки и реализации (строительства) систем и сооружений водоснабжения и водоотведения с использованием современного программного обеспечения, компьютерных и телекоммуникационных средств, в том числе с использованием информационных моделей;

В результате изучения дисциплины «Водоотведение промышленных предприятий и специальные методы очистки» слушатель должен:

**знать:** нормативную документацию для проектирования систем водоотведения и очистки промышленных сточных вод, методику расчета и проектирования систем водоотведения и очистки, основы строительства и эксплуатации.

**уметь:** определять расчетные расходы воды в системах водоотведения промышленного предприятия, разрабатывать технологические схемы очистки сточных вод, осуществлять проектирование сооружений очистки;

**владеть:** навыками работы с учебной, научно-технической и справочной литературой, а также электронными базами данных; навыками расчета и конструирования сооружений очистки промышленных сточных вод, навыками подбора серийного оборудования, используемого в системах очистки.

## 3. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной работы	Всего часов
<b>Контактная работа (по учебным занятиям)</b>	<b>32</b>
в т.ч. лекции	28
практические занятия (ПЗ)	4
др. виды аудиторных занятий	-
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>16</b>
<b>Текущий контроль</b>	
<i>Расчетно-графическая работа (РГР)</i>	-
<i>Контрольная работа (К)</i>	-
<b>Промежуточная аттестация</b>	

<i>Курсовой проект (КП)</i>	-
<i>Курсовая работа (КР)</i>	-
<i>Зачет</i>	-
<i>Дифференцированный зачет</i>	-
<i>Экзамен</i>	+
<b>Общая трудоемкость</b>	-
<b>часы:</b>	<b>48</b>

#### Распределение фонда времени по темам и типам занятий

№№ пп	Наименование	Всего час.	В том числе			Формиру- емые компетен- ции
			лекции	практич. занятия	СРС	
1	Тема 1. Водоотводящие системы промышленных предприятий.	9,5	6	0,5	3	ПК-1; ПК-2; ПК-6
2	Тема 2. Обратные системы водопользования промышленных предприятий.	9,5	6	0,5	3	ПК-1; ПК-2; ПК-6
3	Тема 3. Методы и сооружения механической очистки производственных сточных вод.	9	6	1	2	ПК-1; ПК-2; ПК-6
4	Тема 4. Теоретические основы методов физико-химической очистки производственных сточных вод.	9	6	1	2	ПК-1; ПК-2; ПК-6
5	Тема 5. Электрохимическая технология в системах очистки сточных вод.	7	4	1	2	ПК-1; ПК-2; ПК-6
6	Промежуточная аттестация – экзамен	4	-	-	4	ПК-1; ПК-2; ПК-6
<b>ИТОГО</b>		<b>48</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	-

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Водоотводящие системы промышленных предприятий.

Состав и свойства промышленных сточных вод. Схемы водоотведения промышленных предприятий. Особенности водоотводящих систем различных категорий производств.

Тема 2. Обратные системы водопользования промышленных предприятий.

Повторное использование сточных вод на промышленных предприятиях. Требования к качеству очистки сточных вод используемых повторно. Утилизация ценных веществ из производственных сточных вод. Предельно-допустимые сбросы загрязнений для отдельных предприятий, промышленных узлов и промышленных регионов. Схемы водопользования крупных промышленных узлов

Тема 3. Методы и сооружения механической очистки производственных сточных вод.

Методы и сооружения механической очистки производственных сточных вод. Кинетика осветления промышленных сточных вод. Схемы механической очистки промышленных сточных вод.

Тема 4. Теоретические основы методов физико-химической очистки производственных сточных вод.

Обоснование и выбор схем и методов физико-химической очистки. Теоретические основы процесса коагуляции и флокуляции. Коагулянты, флокулянты, их характеристика и свойства. Виды флотационных процессов. Флотореагенты, их назначение и свойства. Вакуумная флотация. Напорная флотация, пневматическая флотация. Теоретические основы процессов сорбции. Адсорбция и десорбция растворенных примесей из производственных сточных вод. Адсорбенты и их свойства. Теоретические основы и сущность ионного обмена. Природные и синтетические, органические и неорганические иониты.

Тема 5. Электрохимическая технология в системах очистки сточных вод.

Теоретические основы процесса электролиза. Механизмы и кинетика электродных процессов. Методы и аппараты электрохимической очистки производственных сточных вод. Электрокоагуляция и электрофлотация дисперсных примесей в производственных сточных водах. Теоретические основы процессов. Поляризационная, электролитическая, гидродинамическая и концентрационная коагуляция. Комбинированные методы электрохимической очистки производственных сточных вод.

Электролиз, электрофорез, электроосаждение. Теоретические основы процессов протекающих в объеме электролитов.

**5. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

№ п/п	№ темы	Наименование практического занятия
1	Тема 1	<b>Водоотводящие системы промышленных предприятий.</b> Состав и свойства промышленных сточных вод. Схемы водоотведения промышленных предприятий. Особенности водоотводящих систем различных категорий производств. Определение расходов промышленных стоков. Усреднители состава и расхода сточных вод. Условия выпуска производственных сточных вод в городскую водоотводящую сеть и водоемы.
2	Тема 2	<b>Оборотные системы водопользования промышленных предприятий.</b> Основные схемы и методы очистки сточных вод с частично либо полностью замкнутыми оборотными циклами. Извлечение и утилизация ценных веществ из производственных сточных вод
3	Тема 3	<b>Методы и сооружения механической очистки производственных сточных вод.</b> Сооружения механической очистки производственных сточных вод. Схемы механической очистки промышленных сточных вод. Отстойники, гидроциклоны, фильтры, центрифуги и жидкостные сепараторы. Основы проектирования и расчета сооружений.
4	Тема 4	<b>Теоретические основы методов физико-химической очистки производственных сточных вод.</b>

		<p>Методы физико-химической очистки производственных сточных вод</p> <p>Теоретические основы процесса коагуляции и флокуляции. Коагулянты, флокулянты, их характеристика и свойства. Камеры хлопьеобразования, схемы установок, оборудование, расчет. Приготовление и дозирование реагентов.</p> <p>Флотореагенты, их назначение и свойства. Вакуумная флотация. Напорная флотация, схемы установок с рециркуляцией очищенной воды и без рециркуляции. Пневматическая флотация (пенная сепарация). Флотация с механическим диспергированием воздуха. Очистка сточных вод пенной сепарацией.</p> <p>Адсорбция и десорбция растворенных примесей из производственных сточных вод. Адсорбенты и их свойства. Установки с адсорберами с неподвижным, движущимся и псевдоожиженным слоем адсорбента. Схемы установок, оборудование, основы расчета.</p> <p>Реагенты, применяемые для доочистки дисперсных примесей в производственных сточных водах. Глубокая очистка промышленных сточных вод от растворенных органических соединений.</p> <p>Обеззараживание промышленных сточных вод. Основы проектирования и расчета сооружений.</p>
5	Тема 5	<p><b>Электрохимическая технология в системах очистки сточных вод.</b></p> <p>Методы и аппараты электрохимической очистки производственных сточных вод.</p> <p>Методы и аппараты электрохимической очистки производственных сточных вод. Электрокоагуляция и электрофлотация дисперсных примесей в производственных сточных водах. Комбинированные методы электрохимической очистки производственных сточных вод. Схемы установок электрокоагуляции и электрофлотации периодического и непрерывного действия. Основы проектирования и расчета сооружений.</p> <p>Основы процессов электрохимического окисления органических загрязнений. Окислительно-восстановительные процессы при электролизе хлоридных растворов. Диафрагменные и бездиафрагменные электролизеры. Электрокаталитические ректоры, условия и схемы их использования в процессах очистки промышленных сточных вод</p>

## 6. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СЛУШАТЕЛЕЙ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование раздела дисциплины	Наименование самостоятельной работы слушателей	Всего часов
1	1	Водоотводящие системы промышленных предприятий.	Изучение литературы по теме.	3
2	2	Оборотные системы водопользования промышленных предприятий.	Изучение литературы по теме.	3

3	3	Методы и сооружения механической очистки производственных сточных вод.	Изучение литературы по теме.	2
4	4	Теоретические основы методов физико-химической очистки производственных сточных вод.	Изучение литературы по теме.	2
5	5	Электрохимическая технология в системах очистки сточных вод.	Изучение литературы по теме.	2
6	Подготовка к сдаче и сдача экзамена			4
7	<b>ВСЕГО</b>			<b>16</b>

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СЛУШАТЕЛЕЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код и наименование контролируемой компетенции (или ее части)	Результаты обучения
		ПК-1. Способен выбирать и применять нормативно-технические и нормативно-методические документы для разработки наружных и внутренних систем водоснабжения и водоотведения, в том числе сооружений на них	Знать: нормативные документы, определяющие порядок расчета и проектирования систем водоотведения и очистки производственных сточных вод
	Уметь: выбирать и пользоваться необходимыми нормативными документами		
	Владеть: навыками использования нормативной документации при выполнении проекта систем водоотведения и очистки производственных сточных вод		
1	1-5	ПК-2. Способен проектировать наружные и внутренние системы водоснабжения и водоотведения, в том числе	Знать: основные расчетные зависимости для определения расчетных расходов сетей и сооружений,

		сооружений на них, разрабатывать технологические схемы очистки воды и обработки осадков, определять расчетные расходы воды;	<p>характеристик вспомогательного оборудования.</p> <p>Уметь: выполнять трассировку сетей водоотведения, определять расчетные расходы сетей и сооружений, устанавливать конструктивные размеры составляющих элементов сетей и сооружений.</p> <p>Владеть: навыками проектирования сетей водоотведения и очистных сооружений производственных сточных вод.</p>
3	1-5	ПК-6. Способен организовывать и контролировать процесс разработки и реализации (строительства) систем и сооружений водоснабжения и водоотведения с использованием современного программного обеспечения, компьютерных и телекоммуникационных средств, в том числе с использованием информационных моделей;	<p>Знать: программы, позволяющие автоматизировать расчеты требуемых характеристик, подбор оборудования, создание чертежей сетей и сооружений.</p> <p>Уметь: пользоваться программами для расчета и проектирования сетей водоотведения и очистных сооружений.</p> <p>Владеть: навыками использования необходимых программ для выполнения проекта сетей водоотведения и очистных сооружений промышленного предприятия.</p>

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины.

Текущий контроль выполняется в ходе изучения теоретического материала в виде тестирования.

Тестовые задания

1. Сколько видов сточных вод по общей классификации формируется на промышленном объекте?

- а) Два
- б) Три
- в) Четыре
- г) Пять

2. Приемные резервуары для каких производственных сточных вод, допускается располагать в производственных и общественных зданиях?

- а) Не выделяющих ядовитые и неприятные запахи
- б) Не выделяющие осадок
- в) Объемом менее 1000 л
- г) Не допускается

3. Какие электроды применяют для очистки сточных вод, содержащих  $\text{Cr}^{6+}$ , методом электрохимического коагулирования?

- а) Алюминиевые
- б) Стальные
- в) Графитовые
- г) Металлооксидные

4. Какой процесс сорбции осуществляется в адсорбционном фильтре?

- а) Статический
- б) Динамический
- в) Смешанный
- г) Смесительно-отстойный

5. За счет чего достигается повышение эффекта осветления воды в отстойнике, при использовании тонкослойных модулей?

- а) За счет равномерного распределения потока в межполочном пространстве
- б) За счёт сокращения вертикального пути осаждения частиц взвеси в межполочном пространстве и образования более тяжелых агрегатов из слипшихся взвешенных частиц, быстро выпадающих в осадок
- в) За счет уменьшения скорости движения воды в узком межполочном пространстве;
- г) За счет увеличения вертикального пути осаждения взвеси в межполочном пространстве и образования более тяжелых агрегатов из слипшихся взвешенных частиц, быстро выпадающих в осадок

6. Какой процесс сорбции осуществляется в отдувочной колонне (например, при отдувке аммиака из сточных вод)?

- а) Адсорбция
- б) Абсорбция
- в) Десорбция
- г) Хемосорбция

7. Какой дренаж применяется в скорых зернистых фильтрах с тяжелой загрузкой?

- а) Трубчатый дренаж малого сопротивления
- б) Трубчатый дренаж большого сопротивления
- в) Комбинированный дренаж
- г) Это зависит от плотности загрузки

8. По какому параметру производится отключение фильтра с зернистой загрузкой на промывку?

- а) По величине потерь напора в фильтрующей загрузке и ухудшению качества

фильтрата

- б) По установленному в экспериментах оптимальному времени работы фильтра
- в) По графику очередности, обусловленной качественным составом (мутностью) исходной (обрабатываемой) воды
- г) По величине грязеемкости фильтрующей загрузки

9. Процесс поглощения веществ из газовой смеси жидкостями, называется?

- а) Адсорбция
- б) Абсорбция
- в) Хемосорбция
- г) Десорбция

10. В процессе электрохимического коагулирования применяют электроды, изготовленные из пар:

- а) металл - металл
- б) металл - неметалл
- в) неметалл - неметалл
- г) любые из перечисленных

11. Наиболее предпочтительная система водоотведения для площадок промышленных предприятий?

- а) Общесплавная система водоотведения
- б) Полная раздельная система водоотведения
- в) Неполная раздельная система водоотведения
- г) Полураздельная система водоотведения

12. Какая из схем водопользования обеспечивает наибольшую стабильность технологических процессов производства?

- а) Прямоточная
- б) Повторно-последовательная
- в) Обратная
- г) Комбинированная

13. Какая из перечисленных схем использования воды в промывочных операциях обеспечивает наименьшие ее потери?

- а) Противоточная промывка
- б) Прямоточная промывка
- в) Периодическая каскадная промывка
- г) Перекрестная каскадная промывка

14. Назначение усреднителей в системах отведения и очистки сточных вод промышленных предприятий и комплексов?

- а) Сглаживание колебаний расхода сточных вод
- б) Подготовка воды к процессу ее очистки
- в) Достижение заданного режима отведения сточных вод
- г) Снижение концентрации загрязняющих веществ

15. Область эффективного применения гидроциклонов в системах очистки сточных вод?

- а) Разделение гетерофазных систем
- б) Отделение скоагулированных примесей
- в) Отмывка песка из песколовков

г) Разделение иловых смесей

16. Открытые гидроциклоны без внутренних устройств наиболее эффективно применять при гидравлической крупности извлекаемых частиц не менее:

- а) 0,2 мм/с
- б) 2,0 мм/с
- в) 0,5 мм/с
- г) 5,0 мм/с

17. В адсорбционном фильтре осуществляется какой процесс сорбции?

- а) Статический
- б) Динамический
- в) Смешанный
- г) Смесительно-отстойный

18. Для проведения адсорбционной очистки сточных вод при наличии в них взвешенных веществ необходимо применить:

- а) Адсорбционные фильтры
- б) Адсорбционные смешительные реакторы
- в) Предварительное механическое фильтрование
- г) Смесительно-отстойные реакторы

19. Для очистки сточных вод содержащих высокие концентрации нефтепродуктов, какие виды флотации наиболее предпочтительны:

- а) Барботажная
- б) Компрессионная (напорная)
- в) Электрохимическая
- г) Импеллерная

20. Минимальные расстояния по горизонтали (в свету) от наружной поверхности трубопроводов водоотведения до зданий, сооружений и сетей инженерно-технического обеспечения на промышленных предприятиях должны приниматься согласно:

- а) СП 18.13330.2019
- б) СП 42.13330.2016
- в) СП 31.13330.2012
- г) СП 38.13330.2018

7.3. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся (слушателей), необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

7.3.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации слушателей.

1. Свойства и состав промышленных сточных вод. Показатели состава сточных вод.
2. Условия выпуска промышленных сточных вод в городскую канализацию.
3. Классификация методов очистки промышленных сточных вод.
4. Решетки, сита, сетки для очистки промышленных сточных вод. Конструкции, принцип действия, расчет.
5. Полочные отстойники. Конструкция и расчет.
6. Гидроциклоны (безнапорные, напорные). Конструкция, область применения, эффективность, расчет.

7. Методы абсорбции и десорбции сточных вод, область применения, конструкция реакторов, принцип действия, расчет.
8. Ионный обмен. Область применения, принцип.
9. Сорбция загрязнений. Область применения, схемы установок, принцип действия, расчет.
10. Песколовки для очистки промышленных сточных вод. Конструкции, принцип, расчет.
11. Напорная флотация. Схемы установок, принцип работы. Устройство флотатора, расчет.
12. Первичные отстойники для очистки промышленных сточных вод. Конструкции, принцип работы, расчет.
13. Открытые гидроциклоны, их конструкции, многоярусные гидроциклоны. Конструкции, принцип действия, расчет.
14. Нейтрализация промышленных сточных вод. Схема установок, расчет.
15. Напорные гидроциклоны, область применения, конструкция, принцип работы, расчет.
16. Электрохимическое окисление и восстановление, конструкции электролизеров, принцип действия, расчет.
17. Нефтеловушки, жироловки для очистки промышленных сточных вод. Область применения, конструкции, принцип действия, расчет.
18. Электрофлотация, конструкция электролизеров, область применения, принцип действия, расчет.
19. Электрокоагуляция сточных вод. Конструкции реакторов, принцип действия, расчет.
20. Метод перевода ионов в малорастворимые соединения. Схемы установок, расчет.
21. Ловушки для осветления промышленных сточных вод (нефтеловушки, жироловки), конструкции и расчет.
22. Полочные отстойники для очистки промышленных сточных вод. Конструкции отстойников, принцип работы, расчет.
23. Коагулянты и флокулянты, их характеристики, эффективность использования. Коагуляция и флокуляция промышленных сточных вод. Область применения. Схемы установки, принцип действия, расчет.
24. Методы восстановления промышленных сточных вод. Схемы установок, принцип действия, расчет.
25. Очистка сточных вод на фильтрах. Виды загрузок, конструкции, принцип действия, область применения, расчет.
26. Методы окисления загрязнений промышленных сточных вод, конструкции установок, принцип действия, расчет.
27. Методы и сооружения по обработке осадков.
28. Повторное использование воды на промышленных предприятиях и создание замкнутых систем оборотного водоснабжения.
29. Условия выпуска промышленных сточных вод в городскую канализацию.
30. Очистка промышленных сточных вод адсорбцией. Характеристика адсорбентов. Область применения, эффективность процесса, расчет.
31. Биологическая очистка производственных сточных вод. Схема установок, расчет.
32. Водное хозяйство промышленных предприятий.
33. Метод окисления загрязнений, применяемый при обработке промстоков (хлорирование, озонирование).

7.3.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации слушателей.  
Не предусмотрено.

7.3.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)  
Не предусмотрено.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.

Процедура проведения текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.5.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в устной форме с предварительной подготовкой билета.

7.5. Критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p><b>Оценка «отлично» (зачтено) 85-100%</b></p>	<p><b>знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li><li>– точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li><li>– полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li></ul> <p><b>умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li></ul> <p><b>навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li><li>– владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li><li>– применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li><li>– грамотно обосновывает ход решения задач;</li><li>– безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li><li>– творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно</li></ul>
--	--

	участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
<p><b>Оценка «хорошо»</b> (зачтено) 70-84 %</p>	<p><b>знания:</b> – достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; – усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p><b>умения:</b> – умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; – использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; – владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p><b>навыки:</b> – самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; – средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; – без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; – обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p><b>Оценка «удовлетворительно»</b> (зачтено) 55-69%</p>	<p><b>знания:</b> – достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; – усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; – использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p><b>умения:</b> – умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; – владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; – умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p><b>навыки:</b> – работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; – достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; – испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p><b>Оценка «неудовлетворительно»</b> (не зачтено) менее 50 %</p>	<p><b>знания:</b> – фрагментарные знания по дисциплине; – отказ от ответа (выполнения письменной работы);</p>

	<p>– знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p><b>умения:</b></p> <p>– не умеет использовать научную терминологию;</p> <p>– наличие грубых ошибок</p> <p><b>навыки:</b></p> <p>– низкий уровень культуры исполнения заданий;</p> <p>– низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</p> <p>– отсутствие навыков самостоятельной работы;</p> <p>– не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>
--	--

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
знания	Обучающийся (слушатель) демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные	Обучающийся (слушатель) демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные	Обучающийся (слушатель) демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема	Обучающийся (слушатель) демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;

	ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.	вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.	программного материала; - знания теоретического материала - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.	- полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.
умения	<i>При выполнении практического задания билета обучающийся (слушатель) продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся (слушатель) не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</i>	Обучающийся (слушатель) выполнил практическое задание билета с существенными и неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.	<i>Обучающийся (слушатель) выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>	<i>Обучающийся (слушатель) правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
владение навыками	Не может выбрать методику выполнения	Испытывает затруднения по выбору	Без затруднений выбирает стандартную	Применяет теоретические знания для

	заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.	методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.	методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.	выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
--	---	--	---	---

## 8. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы
<b>Основная литература</b>	
1	Мелехин, А. Г. Промышленные системы водоснабжения и водоотведения. Ресурсосберегающие технологии очистки воды : учебное пособие / А. Г. Мелехин. — Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2014. — 122 с. — ISBN 978-5-398-01195-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/108497.html">https://www.iprbookshop.ru/108497.html</a>
2	Корзун, Н. Л. Биотехнологии очистки сточных вод городов и предприятий : учебное пособие для лекционных и практических занятий магистрантов специальностей 270800 «Строительство», магистерской программы 27080.68 «Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков» (ВВМ) / Н. Л. Корзун. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 187 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/20405.html">https://www.iprbookshop.ru/20405.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>	
1	Каракеян, В. И. Очистные сооружения в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 311 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06972-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/490834">https://urait.ru/bcode/490834</a>

8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

<b>Наименование ресурса сети «Интернет»</b>	<b>Электронный адрес ресурса</b>
ЭБС издательства «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
ЭБС издательства «IPRsmart»	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Сайт справочной правовой системы «Консультант Плюс»	<a href="https://www.consultant.ru">https://www.consultant.ru</a>

8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Чтение лекций и проведение практических занятий с использованием презентаций (ОС Windows, Microsoft Office).
2. Работа с электронными текстами нормативно-правовых актов (Использование информационной справочной правовой системы Консультант).

8.3. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<b>Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения</b>
Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
Учебные аудитории для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (компьютерный класс): ПК-12 шт. (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с установленным мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) с доступом к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ; доска маркерная; комплект учебной мебели на 12 посадочных мест.
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ (СЛУШАТЕЛЕЙ) ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся (слушателю) необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости обучающихся (слушателей);
- подготовка к экзамену.

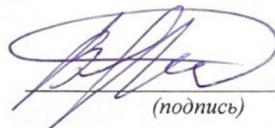
Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса.

В рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники.
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Форма проведения экзамена – устно, с предварительной подготовкой билета.

Программу составил (и):  
доцент кафедры ВиЭ, к.т.н., доцент

  
(подпись) (В.П. Верховтуров)

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры ВиЭ \_\_\_\_\_  
«22» июня 2022 г., протокол № 09.

Заведующий кафедрой ВиЭ  
к.т.н., доцент

  
(подпись) (А.В. Кудрявцев)

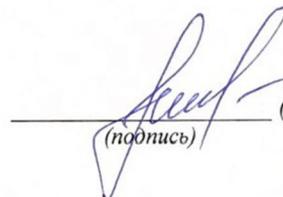
Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета ИЭиГХ  
«27» июня 2022 г., протокол № 12.

Председатель учебно-методической комиссии факультета,  
декан факультета ИЭиГХ  
к.т.н., доцент

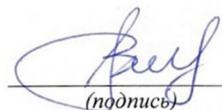
  
(подпись) (И.И. Суханова)

Согласовано:

Начальник учебно-методического  
управления,  
к.э.н., доцент

  
(подпись) (А.О. Михайлова)

Директор института повышения  
квалификации и профессиональной  
переподготовки специалистов,  
к.э.н.

  
(подпись) (В.В. Виноградова)

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины (модуля)

*«Водоотведение промышленных предприятий и специальные методы очистки»*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата распорядительного документа о внесении изменения)
1			
2			
3			