



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Водопользования и экологии

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

---

«29» июня 2021г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Очистка сточных вод

направление подготовки/специальность 08.03.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Инженерные системы  
жизнеобеспечения в строительстве

Форма обучения заочная

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются научить будущих бакалавров по направлению подготовки “Строительство” по профилю Водоснабжение и водоотведение теоретическим основам и умению самостоятельно конструировать отдельные элементы и проектировать весь комплекс сооружений систем водоотведения населенных мест на базе современных достижений отечественной и зарубежной науки и техники в этой области.

Задачами освоения дисциплины являются одновременно с изучением теоретических вопросов, изучение методов решения конкретных задач инженерной практики в области проектирования, строительства и эксплуатации систем водоотведения.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПКР-1 Способность организовывать работы по строительству сооружений, монтажу и наладке элементов и оборудования систем теплогаснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения	ПКР-1.1 Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов по строительству, монтажу и наладке системы (сооружения) водоснабжения (водоотведения, теплоснабжения, газоснабжения, вентиляции)	<b>знает</b> способы организации работ по строительству сооружений, монтажу и наладке элементов и оборудования систем водоотведения <b>умеет</b> работать с нормативно-техническими и нормативно-методическими документами <b>владеет навыками</b> навыками организации работ по строительству, монтажу и наладке
ПКР-2 Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту систем теплогаснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения	ПКР-2.10 Контроль гидравлических режимов работы технологического оборудования системы и сооружений водоснабжения (водоотведения)	<b>знает</b> виды гидравлических режимов работы технологического оборудования системы и сооружений водоотведения <b>умеет</b> производить расчеты оборудования очистных сооружений <b>владеет навыками</b> навыками принятия технологических решений при эксплуатации очистных сооружений
ПКР-2 Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту систем теплогаснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения	ПКР-2.7 Выбор нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих работу по эксплуатации, ремонту сооружений водоснабжения (водоотведения)	<b>знает</b> способы организации работ по техническому обслуживанию и ремонту систем водоотведения <b>умеет</b> работать с нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами <b>владеет навыками</b> навыками организации работ по техническому обслуживанию и ремонту систем водоотведения

<p>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК-1.1 Выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной задачей</p>	<p><b>знает</b> принципы сбора, отбора информации <b>умеет</b> анализировать и систематизировать разнородные данные <b>владеет навыками</b> навыками научного поиска</p>
<p>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК-1.2 Оценка соответствия выбранного информационного ресурса критериям полноты и аутентичности</p>	<p><b>знает</b> принципы обобщения и оценки информации <b>умеет</b> оценивать эффективность процедур анализа проблем и соответствия информационного ресурса критериям <b>владеет навыками</b> навыками практической работы с информационными источниками и методами принятия решений</p>
<p>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК-1.3 Систематизация обнаруженной информации, полученной из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи</p>	<p><b>знает</b> методики системного подхода для решения профессиональных задач <b>умеет</b> обобщать информацию, полученную из источников <b>владеет навыками</b> навыками систематизации обнаруженной информации</p>
<p>УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>УК-2.3 Определение потребности в ресурсах для решения профессиональной деятельности</p>	<p><b>знает</b> необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы и методологические основы принятия управленческого решения <b>умеет</b> анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ <b>владеет навыками</b> методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах</p>

<p>УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</p>	<p>УК-8.1 Идентификация угроз (опасностей) природного и техногенного происхождения для жизнедеятельности человека</p>	<p><b>знает</b> причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций; основы безопасности жизнедеятельности, телефоны служб спасения</p> <p><b>умеет</b> выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности для обучающегося и принимать меры по ее предупреждению в условиях образовательного учреждения; оказывать первую помощь в чрезвычайных ситуациях</p> <p><b>владеет навыками</b> методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками поддержания безопасных условий жизнедеятельности</p>
--	---	--

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.ДВ.01.02.04 основной профессиональной образовательной программы 08.03.01 Строительство и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Высшая математика	УК-2.6, ОПК-1.6, ОПК-1.7, ОПК- 1.8
2	Физика	УК-1.1, УК-1.5, ОПК-1.1, ОПК- 1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.11
3	Теоретическая механика	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК - 3.2
4	Экология	УК-8.1, ОПК-1.10
5	Механика жидкости и газа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК - 1.5, ОПК-1.7, ОПК-3.2
6	Основы водоснабжения и водоотведения	ОПК-3.8, ОПК-4.4, ОПК-6.1, ОПК - 6.2, ОПК-6.4, ОПК-6.10, ОПК- 6.14, ПКО-2.2, ПКО-2.3, ПКО-2.5, ПКО- 2.9, ПКО-2.13, ПКО-3.6, ПКО -3.7, ПКО-3.8, ПКО-3.12





3.1.	Зачет с оценкой	4								4	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.3, УК-8.1, ПКР-1.1, ПКР-2.7, ПКР-2.10
3.2.	Экзамен	5								9	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.3, УК-8.1, ПКР-1.1, ПКР-2.7, ПКР-2.10

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Состав сточных вод.	Состав сточных вод Показатели состава сточных вод. Классификация загрязнений по фазово-дисперсному составу. Бактериальное загрязнение сточных вод.
2	Свойства сточных вод.	Свойства сточных вод. Химическая и биологическая потребность в кислороде (ХПК и БПК). Связь существа показателей с процессами загрязнения и самоочищения водоемов. Нормы удельного сброса загрязнений антропогенного и техногенного происхождения. Определение концентрации сточных вод. Соотношение показателей состава сточных вод.
3	Необходимая степень очистки.	Необходимая степень очистки. Загрязнение и самоочищение водоемов. Охрана водоемов от загрязнения. Необходимая степень очистки. Характеристика поверхностных водоисточников, их классификация по гидрохимическому и гидробиологическому режиму. Правила охраны водоемов от загрязнения. Эвтрофикация в водных объектах. Смешение сточных вод при спуске их в реки, озера, водохранилища.
4	Методы и схемы очистки сточных вод.	Методы и схемы очистки сточных вод. Методы механической, физико-химической, биологической и глубокой очистки сточных вод. Схемы очистных станций. Основы методов очистки вод, их эффективность, область применения. Методы обезвреживания, обеззараживания, обезвоживания, сушки, ликвидации и утилизации осадков сточных вод.
5	Механическая очистка сточных вод.	Механическая очистка сточных вод. Решетки, дробилки, решетки-дробилки. Песколовки. Песколовки горизонтальные с прямолинейным и круговым движением воды. Песколовки аэрируемые. Вертикальные и тангенциальные песколовки. Горизонтальные отстойники, радиальные отстойники. Тонкослойные отстойники. Вертикальные отстойники. Осветлители. Осветлители с естественной аэрацией.
6	Биологическая	Биологическая очистка сточных вод.

	очистка сточных вод.	Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях. Общие принципы продукции и деструкции органических веществ в природе. Очистка сточных вод в аэротенках. Общие принципы изъятия и окисления загрязнений в аэротенках. Активный ил и его свойства. Факторы, влияющие на ход очистки, параметры процесса. Схемы работы аэротенков. Аэротенки-смесители и аэротенки-вытеснители. Аэротенки с регенераторами и без них. Глубокая очистка сточных вод. Классификация методов доочистки сточных вод от взвешенных веществ, растворенных органических соединений, азота, фосфора. Аэротенки по схеме ДЭНИФО.
6	Биологическая очистка сточных вод.	Биологическая очистка сточных вод. Вторичное отстаивание сточных вод. Типы вторичных отстойников и их конструктивные особенности. Дезинфекция сточных вод. Методы обеззараживания сточных вод.
7	Обработка осадков сточных вод.	Обработка осадков сточных вод. Состав и свойства осадков сточных вод. Обезвоживание осадков на центрифугах и сепараторах. Обезвоживание осадков в поле центробежных сил. Прямоточные и противоточные центрифуги осадительного типа со шнековой выгрузкой осадка. Параметры работы, эффективность применения. Устройство центрифуг. Схема узлов центрифугирования осадков и избыточного активного ила.
7	Обработка осадков сточных вод.	Обработка осадков сточных вод. Сушка, сжигание и использование осадков. Обезвоживание и сушка осадков на иловых площадках. Площадки на естественном и искусственном основании, площадки с отведением иловой воды, площадки-уплотнители. Барабаны. Сушилки аэродинамического типа - прямоточные, струйные. Сжигание осадков. Типы печей, складирование и хранение золы и шлаков. Использование осадков. Подготовка осадков к внесению в почву. Обеззараживание осадков. Схемы работы иловых площадок различного типа. Устройство сушилок. Очистка отходящих газов. Устройство печей, очистка газов.

## 5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
5	Механическая очистка сточных вод.	Механическая очистка сточных вод. Расчет решеток экскалаторного типа.
5	Механическая очистка сточных вод.	Механическая очистка сточных вод. Расчет аэрируемых песколовков.
5	Механическая очистка сточных вод.	Механическая очистка сточных вод. Расчет первичных радиальных отстойников.
6	Биологическая очистка сточных вод.	Биологическая очистка сточных вод. Расчет аэротенков без регенераторов и с регенераторами. Расчет зон биоблока по схеме ДЭНИФО. Определение конструктивных размеров. Расчет и подбор аэрационного оборудования, перемешивающего оборудования. Реагентная обработка (коагуляция). Определение количества реагента.
6	Биологическая очистка сточных вод.	Биологическая очистка сточных вод. Расчет радиальных вторичных отстойников. Расчет и подбор оборудования для обеззараживания сточных вод (УФО).
7	Обработка осадков сточных вод.	Обработка осадков сточных вод. Подготовка осадков к обезвоживанию. Расчет илоуплотнителей. Определение количества флокулянта, выбор схемы его



		приготовления.
7	Обработка осадков сточных вод.	Обработка осадков сточных вод. Расчет и подбор центрифуг для обезвоживания осадков.
7	Обработка осадков сточных вод.	Обработка осадков сточных вод. Расчет аварийных иловых площадок для обезвоживания и сушки осадков. Схемы работы иловых площадок различного типа.
7	Обработка осадков сточных вод.	Обработка осадков сточных вод. Сжигание осадков. Типы печей, складирование и хранение золы и шлаков. Использование осадков.

### 5.3. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
1	Состав сточных вод.	Состав сточных вод Виды и характеристики сточных вод.
6	Биологическая очистка сточных вод.	Биологическая очистка сточных вод. Технологические показатели работы аэротенков. Определение концентрации активного ила, нагрузки на ил, возраста ила, удельной скорости окисления. Определение взаимосвязи между значениями технологических показателей в процессе биохимической очистки.
6	Биологическая очистка сточных вод.	Биологическая очистка сточных вод. Кинетика осаждения иловой смеси. Исследование кинетики осаждения иловой смеси разной концентрации.
7	Обработка осадков сточных вод.	Обработка осадков сточных вод. Определение характеристик осадков сточных вод. Методика определения влажности, зольности осадков. Методика определения плотности и удельного сопротивления осадков сточных вод.

### 5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Состав сточных вод.	Состав сточных вод Проработка теоретического материала по конспектам лекций и рекомендуемой учебной литературе.
2	Свойства сточных вод.	Свойства сточных вод. Проработка теоретического материала по конспектам лекций и рекомендуемой учебной литературе.
3	Необходимая степень очистки.	Необходимая степень очистки. Проработка теоретического материала по конспектам лекций и рекомендуемой учебной литературе.
4	Методы и схемы очистки сточных вод.	Методы и схемы очистки сточных вод. Проработка теоретического материала по конспектам лекций и рекомендуемой учебной литературе.
5	Механическая очистка сточных вод.	Механическая очистка сточных вод. Проработка теоретического материала по конспектам лекций и рекомендуемой учебной литературе. Расчеты сооружений блока механической очистки.
6	Биологическая очистка сточных вод.	Биологическая очистка сточных вод. Проработка теоретического материала по конспектам лекций и рекомендуемой учебной литературе. Расчеты сооружений биоблока и вторичных отстойников.

7	Обработка осадков сточных вод.	Обработка осадков сточных вод. Проработка теоретического материала по конспектам лекций и рекомендуемой учебной литературе. Расчеты илоуплотнителей, центрифуг, иловых площадок
---	--------------------------------	--

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических и лабораторных занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех 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 лабораторным занятиям;
- подготовка к зачету с оценкой и экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может усложнить освоение разделов курса. на практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется устным опросом по темам дисциплины согласно РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим и лабораторным занятиям.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям и 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;
- выполнить практические задания в рамках изученной темы;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет с оценкой и экзамен. Зачет с Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия - письменная. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

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

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Состав сточных вод.	УК-1.1, УК-1.2, УК-8.1, УК-1.3	промежуточный устный опрос, зачет с оценкой
2	Свойства сточных вод.	УК-1.1, УК-1.2, УК-8.1, УК-1.3	промежуточный устный опрос, зачет с оценкой
3	Необходимая степень очистки.	УК-1.1, УК-1.2, УК-8.1, УК-1.3	промежуточный устный опрос, зачет с оценкой
4	Методы и схемы очистки сточных вод.	УК-1.1, УК-1.2, УК-8.1, УК-1.3	промежуточный устный опрос, зачет с оценкой
5	Механическая очистка сточных вод.	УК-1.1, УК-1.2, УК-8.1, ПКР-1.1, ПКР-2.7, ПКР- 2.10, УК-1.3	промежуточный устный опрос, зачет с оценкой

6	Биологическая очистка сточных вод.	УК-1.1, УК-1.2, УК-8.1, ПКР-1.1, ПКР-2.7, УК-2.3, ПКР-2.10, УК-1.3	курсовая работа, экзамен
7	Обработка осадков сточных вод.	УК-1.1, УК-1.2, УК-8.1, ПКР-1.1, ПКР-2.7, УК-2.3, УК-1.3	курсовая работа, экзамен
8	Иная контактная работа	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.3, УК-8.1, ПКР-1.1, ПКР-2.7, ПКР-2.10	
9	Зачет с оценкой	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.3, УК-8.1, ПКР-1.1, ПКР-2.7, ПКР-2.10	
10	Экзамен	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.3, УК-8.1, ПКР-1.1, ПКР-2.7, ПКР-2.10	

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

Вопросы для проведения устного опроса по темам 1.1-1.5 (4 семестр)

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции УК-1.1, УК-1.2, УК- 8.1, ПКР-1.1, ПКР-2.7, ПКР-2.10)

Тема 1.1 Состав сточных вод

1. Показатели расхода и состава сточных вод
2. Взвешенные вещества. Химическая и биологическая потребность в кислороде (ХПК и БПК).

Бактериальное загрязнение сточных вод.

3. Нормы удельного сброса загрязнений антропогенного и техногенного происхождения.
4. Определение концентрации сточных вод.
5. Соотношение показателей состава сточных вод.

Тема 1.2 Свойства сточных вод

1. Классификация загрязнений по фазово-дисперсному составу.
2. Связь существа показателей с процессами загрязнения и самоочищения водоемов.

Тема 1.3 Необходимая степень очистки.

1. Загрязнение и самоочищение водоемов.
2. Охрана водоемов от загрязнения.
3. Характеристика поверхностных водоисточников, их классификация по гидрохимическому и гидробиологическому режиму.
4. Процессы загрязнения и самоочищения водоемов.
5. Математическая интерпретация процессов потребления и растворения кислорода, эвтрофикации.
6. Правила охраны водоемов от загрязнения.
7. Эвтрофикация в водных объектах.
8. Смешение сточных вод при спуске их в реки, озера, водохранилища.
9. Необходимая степень очистки сточных вод по консервативным и неконсервативным примесям.
10. Условия выпуска сточных вод в водоемы при перманентном загрязнении их во времени
11. Нормативы качества очищенной воды при групповом водопользовании.

Тема 1.4 Методы и схемы очистки сточных вод

1. Методы механической, физико-химической, биологической и глубокой очистки сточных вод.
2. Методы обезвреживания, обеззараживания, обезвоживания, сушки, ликвидации и утилизации осадков сточных вод.
3. Схемы очистных станций.

4. Существо методов очистки вод, их эффективность, область применения
5. Изучение схем очистных станций городской канализации.

Тема 1.5 Механическая очистка сточных вод.

1. Характеристика процессов процеживания и сепарации стоков, флотации вод.
2. Решетки, дробилки, решетки-дробилки.
3. Расчет решеток, эффективность работы.
4. Ликвидация отбросов.
5. Песколовки горизонтальные с прямолинейным и круговым движением воды.
6. Расчет песколовков, эффективность работы.
7. Песколовки аэрируемые. Конструкции и расчет.
8. Вертикальные и тангенциальные песколовки.
9. Песковые площадки и песковые бункеры.
10. Отмывка песка от органических загрязнений.
11. Кинетика осаждения взвешенных веществ в сточных водах.
12. Агломерация взвешенных веществ, оценка степени агломерации.
13. Горизонтальные отстойники, принципы конструирования, расчет, эффективность работы.
14. Коэффициент объемного использования отстойников.
15. Радиальные и вертикальные отстойники. Конструкции, расчет, эффективность работы.
16. Осветлители. Осветлители с естественной аэрацией. Конструкция и расчет осветлителей.
17. Тонкослойные отстойники.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:          - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;          - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;          - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:          - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки:          - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;          - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;          - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;          - грамотно обосновывает ход решения задач;          - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;          - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
---------------------------------------	--

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;</li> <li>- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;</li> <li>- владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;</li> <li>- умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</li> </ul>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фрагментарные знания по дисциплине;</li> <li>- отказ от ответа (выполнения письменной работы);</li> <li>- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не умеет использовать научную терминологию;</li> <li>- наличие грубых ошибок</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- низкий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- отсутствие навыков самостоятельной работы;</li> <li>- не может обосновать алгоритм выполнения заданий</li> </ul>

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

#### 7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Теоретические вопросы для проведения зачета с оценкой (4 семестр):

1. Показатели расхода и состава сточных вод
2. Взвешенные вещества. Химическая и биологическая потребность в кислороде (ХПК и БПК).

Бактериальное загрязнение сточных вод.

3. Нормы удельного сброса загрязнений антропогенного и техногенного происхождения.
4. Определение концентрации сточных вод.
5. Соотношение показателей состава сточных вод.
6. Классификация загрязнений по фазово-дисперсному составу.
7. Связь существа показателей с процессами загрязнения и самоочищения водоемов.
8. Загрязнение и самоочищение водоемов.
9. Охрана водоемов от загрязнения.
10. Характеристика поверхностных водоисточников, их классификация по гидрохимическому и гидробиологическому режиму.

11. Процессы загрязнения и самоочищения водоемов.  
12. Математическая интерпретация процессов потребления и растворения кислорода, эвтрофикации.

13. Правила охраны водоемов от загрязнения.
14. Эвтрофикация в водных объектах.
15. Смешение сточных вод при спуске их в реки, озера, водохранилища.
16. Необходимая степень очистки сточных вод по консервативным и неконсервативным примесям.

17. Условия выпуска сточных вод в водоемы при перманентном загрязнении их во времени  
18. Нормативы качества очищенной воды при групповом водопользовании.  
19. Методы механической очистки сточных вод.  
20. Методы физико-химической очистки сточных вод.  
21. Методы биологической очистки сточных вод.  
22. Методы глубокой очистки сточных вод.  
23. Методы обезвреживания, обеззараживания, обезвоживания, сушки, ликвидации и утилизации осадков сточных вод.

24. Схемы очистных станций.
25. Существо методов очистки вод, их эффективность, область применения
26. Изучение схем очистных станций городской канализации.
27. Характеристика процессов процеживания и сепарации стоков, флотации вод.
28. Решетки, дробилки, решетки-дробилки.
29. Расчет решеток, эффективность работы.
30. Ликвидация отбросов.
31. Песколовки горизонтальные с прямолинейным и круговым движением воды.
32. Расчет песколовок, эффективность работы.
33. Песколовки аэрируемые. Конструкции и расчет.
34. Вертикальные и тангенциальные песколовки.
35. Песковые площадки и песковые бункеры.
36. Отмывка песка от органических загрязнений.
37. Кинетика осаждения взвешенных веществ в сточных водах.
38. Агломерация взвешенных веществ, оценка степени агломерации.
39. Горизонтальные отстойники, принципы конструирования, расчет, эффективность работы.
40. Коэффициент объемного использования отстойников.
41. Радиальные и вертикальные отстойники. Конструкции, расчет, эффективность работы.
42. Осветлители. Осветлители с естественной аэрацией. Конструкция и расчет осветлителей.
43. Тонкослойные отстойники.

Теоретические вопросы для проведения экзамена (5 семестр):

1. Высоконагружаемые биофильтры. Технология работы, расчет, область применения.
2. Биофильтры с пластмассовой загрузкой. Технология работы, расчет, область применения.

3. Очистка сточных вод в аэротенках.
4. Основные влияющие параметры процесса очистки.
5. Аэротенки-смесители
6. Аэротенки-вытеснители.
7. Аэротенки с регенераторами. Схема коридорных аэротенков.
8. Расчет аэротенков с регенераторами и без них.
9. Конструкция и расчет пневматических аэраторов.
10. Технология работы аэротенков с удалением азота и фосфора в схемах с предшествующей денитрификацией.
11. Доочистка сточных вод на фильтрах с зернистой загрузкой.
12. Технология работы фильтров, их промывка, расчет.
13. Удаление азота нитри-денитрификацией. миграция фосфора из клеток бактерий в воду и обратно.
14. Схемы очистки сточных вод от азота и фосфора.
15. Баланс загрязнений по азоту и фосфору в ходе биологической очистки.
16. Расчет объемов зон блока биологической очистки.
17. Аэраторы и мешалки для блока биологической очистки.
18. Типы вторичных отстойников для осаждения ила.
19. Расчет вторичных отстойников.
20. Химико-биологическая очистка стоков. Реагенты, их свойства, место ввода и эффективность действия.
21. Обеззараживание очищенной воды хлором.
22. УФО, озонирование.
23. Обезвреживание осадков.
24. Анаэробное сбраживание осадков в метантенках.
25. Конструкция метантенков и их расчет.
26. Аэробная стабилизация осадков.
27. Технология работы стабилизаторов и их расчет.
28. Виды связи воды с твердым веществом осадков.
29. Свойства осадков. Схемы подготовки осадков к обезвоживанию.
30. Уплотнение и сгущение осадков.
31. Обезвоживание осадков на центрифугах и центрипрессах. Принцип работы аппаратов, эффективность, расчет.
32. Обезвоживание осадков на ленточных фильтр-прессах. Принцип работы аппаратов, эффективность, расчет.
33. Обезвоживание осадков на иловых площадках.
34. Технология работы иловых площадок и их расчет. Площадки с удалением иловой воды.
35. Сушка осадков.
36. Хранение осадков в естественных условиях.
37. Компостирование осадков с целью их использования.
38. Сжигание осадков. Технология работы печей.
39. Очистка домашних газов.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации размещены в ИЭОС Moodle /кафедра Водопользования и экологии/Очистка сточных вод.

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Темы по курсовому проектированию "Глубокая очистка городских сточных вод" размещены по адресу ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/mod/resource/view.php?id=99225>)

Комплект заданий для курсового проекта содержит:

1. Характеристика объекта.
2. Расход городских сточных вод.
3. Состав сточных вод.
4. Грунты на территории ОС.
5. Температура сточных вод.



6. Требования к качеству воды, сбрасываемой в водоем.

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

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

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине в 4 семестре проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет проводится в форме собеседования.

Промежуточная аттестация по дисциплине в 5 семестре проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса. Экзамен

проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 40 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	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 «продвинутый». 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	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul>
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся 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.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.	Испытывает затруднения по выбору 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.	Без затруднений выбирает стандартную 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.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	---	--	--	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Мишуков Б. Г., Игнатчик С. Ю., Игнатчик В. С., Очистка городских сточных вод, СПб., 2014	ЭБС
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Соловьева Е. А., Очистка сточных вод от азота и фосфора, СПб., 2009	ЭБС
2	Соловьева Е. А., Мишуков Б. Г., Особенности работы аэротенков и отстойников при удалении азота и фосфора, СПб., 2003	ЭБС
3	Соловьева Е. А., Мишуков Б. Г., Совершенствование технологии удаления азота и фосфора в комплексе по очистке сточных вод и обработке осадка, СПб., 2009	ЭБС
4	Самохин В.Н., Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий, М.: СТРОЙИЗДАТ, 1981	ЭБС

5	Воронов Ю. В., Воронов Ю. В., Водоотведение и очистка сточных вод, М.: АСВ, 2009	ЭБС
1	Мишуков Б. Г., Соловьева Е. А., Глубокая очистка городских сточных вод, СПб., 2014	ЭБС

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Портал дистанционного обучения СПбГАСУ ЭИОС Moodle (Курс: Водоотведение и очистка сточных вод. Преподаватель: Игнатчик С.Ю.)	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=2136">https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=2136</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.

Autodesk AutoCAD 2019/2020	Письмо о возможности бесплатной загрузки образовательных лицензий полнофункциональных версий программных продуктов Autodesk от 15.05.2012
----------------------------	---

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

##### Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
50. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016
50. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
50. 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, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.