

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета МССС Яременко С.А.  
«31» августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Водоотведение и очистка сточных вод»**

**Направление подготовки** 08.03.01 Строительство

**Профиль** «Водоснабжение и водоотведение»

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года и 11 м.

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2018

Авторы программы \_\_\_\_\_ Зд /Злобина Н.Н./

И.о. заведующего  
кафедрой Гидравлики,  
водоснабжения и  
водоотведения \_\_\_\_\_ И.В. Журавлева /Журавлева И.В. /

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ В.Ф. Бабкин /Бабкин В.Ф. /

Воронеж 2021

**1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

-самостоятельно проектировать весь комплекс сооружений систем водоотведения и очистки сточных вод населенных мест на базе современных достижений отечественной и зарубежной науки и техники в этой области;

- осуществлять строительство сооружений систем водоотведения и очистных сооружений, используя полученные знания по строительным дисциплинам;

- анализировать работу очистных сооружений и правильно оценивать достоинство и недостатки конструкций сооружений.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

-изучить терминологию, основные понятия, методы расчета сетей и сооружений, применяемых при транспортировке и очистки сточных вод;

- изучить нормативно-техническую и организационную основы обеспечения бесперебойных процессов транспортировки сточных вод и ведения технологического контроля процессов очистки сточных вод;

- приобрести навыков в проектировании, строительстве водоотводящих сетей, и выполнения компоновочных решений станций очистки сточных вод, подборе оборудования и арматуры, с учетом технико-экономического обоснования принимаемых решений.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Водоотведение и очистка сточных вод» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Подготовка проектной документации по станциям: насосным, ВЗУ, водоподготовки, очистки сточных вод и сетей систем водоснабжения и водоотведения

ПК-1 - Подготовка графической части проекта станций: насосных, водозаборных узлов (ВЗУ), водоподготовки, очистки сточных вод и сетей систем водоснабжения и водоотведения

ПК-3 - Выполнение расчётов и выбор оборудования и арматуры станций: насосных, ВЗУ, водоподготовки, очистки сточных вод и сетей систем водоснабжения и водоотведения

ПК-4 - Выполнение компоновочных решений станций: насосных, ВЗУ, водоподготовки, очистки сточных вод и сетей систем водоснабжения и водоотведения

ПК-5 - Технологический контроль процессов водоподготовки и очистки сточных вод

**ПК-11 - Сбор и анализ исходных данных для проектирования сооружений систем водоснабжения и водоотведения**

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-2	знать основные требования в подготовке документации по очистке сточных вод и сетей системы водоотведения
	уметь пользоваться технической литературой и составлять технические схемы по системам водоотведения и очистки воды
	Владеть методами расчета сооружений по очистке сточных вод и водоотводящих сетей
ПК-1	Знать основные требования по составлению графической части генеральных планов городов с трассировкой сетей водоотведения и размещения сооружений по очистке сточных вод на генплане
	Уметь выполнить трассировку сетей водоотведения с учетом рельефа местности и размещения сооружений по очистке сточных вод
	Владеть действующими нормами и ГОСТами при выполнении графической части проекта
ПК-3	Знать основные методы расчета по выбору технологических схем очистки сточных вод трассировки сетей водоотведения
	Уметь выбрать материалы труб для наружных сетей водоотведения сооружений для очистки сточных вод
	Владеть методами расчета и подбора оборудования станций очистки сточных вод и сетей водоотведения
ПК-4	Знать проектные нормы для компоновочных решений по размещению сооружений по очистке сточных вод и сетей водоотведения
	Уметь выполнять высотные схемы движения сточных вод и осадков очистных сооружений и сточных вод
	Владеть технической литературой для подбора сооружений очистки сточных вод
ПК-5	Знать технологические регламенты по контролю процессов очистки сточных вод
	Уметь выполнять лабораторные анализы сточных вод на очистных станциях
	Владеть методами отбора проб по сооружениям очистных сточных вод
ПК-11	Знать методы сбора исходных данных для проектирования сооружений по очистке сточных вод и сетей водоотведения
	Уметь анализировать исходные данные для проектирования сетей и сооружений водоотведения
	Владеть методами сбора и анализа исходных данных для проектирования систем водоотведения и очистки сточных вод

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Водоотведение и очистка сточных вод» составляет 9 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	108	54	54
В том числе:			
Лекции	45	27	18
Практические занятия (ПЗ)	45	27	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	-	18
<b>Самостоятельная работа</b>	144	54	90
<b>Курсовой проект</b>	+	+	+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	288	144	144
зач.ед.	8	4	4

### заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		8	9
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	28	10	18
В том числе:			
Лекции	10	4	6
Практические занятия (ПЗ)	12	4	6
Лабораторные работы (ЛР)	6	-	6
<b>Самостоятельная работа</b>	247	94	153
<b>Курсовой проект</b>	+	+	+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	30	Э
Общая трудоемкость:			
академические часы	288	108	180
зач.ед.	8	3	5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
Семестр обучения 6							
1	Система водоотведения	Основные данные для проектирования Системы водоотведения: общесплавная, раздельная (полная, неполная, полураздельная), комбинированная. Схема районной системы водоотведения комплекса жилой застройки и ряда промышленных предприятий.	1	1	-	8	10

		Схемы канализации (перпендикулярная, пересеченная, зонная, радиальная). Проектирование схем водоотводящих сетей. Основные данные для проектирования.. Расчетное население. Нормы водоотведения. Определение расчетных расходов сточных вод.					
2	Определение расходов сточных вод	Коэффициенты неравномерности водоотведения. Определение суммарных расходов сточных вод. Графики колебания расходов. Определение расходов на участках сети по модулям стока. Основы гидравлического расчета самотечной водоотводящей сети. Формы поперечных сечений труб. Наполнение водоотводящих трубопроводов.	1	1	-	8	10
3	Нормативные данные для расчета сети. Сооружения на водоотводящих сетях	Формулы для гидравлического расчета водоотводящих сетей. Минимальная и максимальная скорости и уклоны. Основные задачи по расчету водоотводящей сети. Минимальные и максимальные глубины заложения сети. Практические приемы назначения уклонов канализационной сети. Условия устройства насосных станций подкачки. Исследование работы действующих сетей систем водоотведения и обоснования новых расчетных параметров. Практические приемы гидравлического расчета водоотводящих сетей и их высотного проектирования. Устройство и расчет дюкера. Устройство и расчет перепадных колодцев. Построение продольных профилей участков сети.	2	2	-	8	12
4	Дождевые сети	Конструирование сети. Разработка вариантов и их технико-экономическое сравнение. Применение ЭВМ для расчета водоотводящих сетей. Дождевая водоотводящая сеть. Назначение. Общие сведения и учет метеорологических условий при расчете дождевой сети. Дождемеры. Интенсивность, продолжительность и повторяемость дождей, зависимость между этими показателями. Обработка записей выпавших дождей. Период повторяемости расчетного дождя. Формула расчетных интенсивностей. Коэффициент стока. Определение расчетных расходов. Метод расчета предельных интенсивностей	1	1	-	8	10
5	Нормы проектирования дождевой сети. Общесплавная и полураздельная системы водоотведения	Гидравлический расчет дождевой водоотводящей сети и её высотное проектирование. Построение профиля сети. Пропускная способность сети, работающей под напором. Техничко-экономическое сравнение вариантов проектирования дождевой сети. Состав дождевых вод. Очистные сооружения для дождевых вод: конструкции, нормы проектирования. Необходимая степень очистки дождевых вод. Содержание работы для самостоятельного изучения и работы: расчет дюкера. Сети общесплавной и полураздельной системы водоотведения. Проектирование схем водоотводящей сети общесплавной системы. Определение расчетных расходов. Ливнеспуски и их расчет. Нормы проектирования сети общесплавной системы водоотведения.	2	2	-	8	12

		Особенности проектирования сетей полураздельной системы водоотведения. Применение ЭВМ для расчета сетей.					
6	Требования, предъявляемые к материалу труб и коллекторов. Строительство водоотводящих сетей в особых условиях	Трубы пластмассовые, бетонные и железобетонные, асбестоцементные, их соединение. Коллекторы из сборных железобетонных элементов. Выбор материала труб и коллекторов. Заделка стыковых соединений. Устройство оснований. Инфильтрация и эксфильтрация. Вентиляция сети. Сооружения на водоотводящей сети. В районах вечной мерзлоты, сейсмических районах, оползневых зонах и районах с лессовидными грунтами. Эксплуатация водоотводящих сетей. Техника безопасност	2	2	-	8	12
7	Состав и свойства сточных вод	Состав сточных вод. Нерастворимые, коллоидные и растворимые вещества в сточных водах. Оседающие и неоседающие вещества в сточных водах. Осадок сточных вод и его количественная и качественная характеристики. Процессы нитрификации и денитрификации, их значение при очистке сточных вод. Растворение и потребление кислорода в воде водоемов. Биохимическая потребность в кислороде (БПК), химическая потребность в кислороде (ХПК) и окисляемость сточных вод. Аэробные и анаэробные процессы. Бактериальное и биологические загрязнение сточных вод. Определение концентрации загрязнения сточных вод.	3	2	-	8	13
8	Водоемы, их охрана от загрязнения сточными водами	Охрана водоема от загрязнений. Процессы самоочищения водоемов. Условия спуска сточных вод в системы водоотведения городов и в водоемы. Влияние выпадающего осадка и ядовитых веществ на состояние водоемов. Самоочищение водоемов. Определение необходимой степени очистки сточных вод и водоемов питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Ограничение загрязнений сточных вод с учетом предельно-допустимых концентраций (ПДК). Определение исходной концентрации городских сточных вод по БПКполн и взвешенных веществ.	3	2	-	8	15
9	Методы очистки сточных вод и обработки осадка	Методы механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод. Основные направления в развитии методов очистки сточных вод. Схемы очистных сооружений.	2	4	-	8	14
10	Механическая очистка сточных вод	Сооружения для механической очистки. Решетки, комбинированные решетки-дробилки, их расчет и конструкции. Песколовки горизонтальные, вертикальные, тангенциальные, аэрируемые. Методы расчета и конструкции. Отстойники горизонтальные, вертикальные, радиальные, тонкослойные. Методы расчета, конструкции, преимущества и недостатки.	4	4	-	8	16
11	Предварительная аэрация и биокоагуляция сточных вод	Преаэраторы, методы их расчета и конструкции. Биокоагуляторы, работающие на активном иле.	2	2	-	10	16
12	Обработка, обезвреживание и использование осадка	Сооружения для обработки осадка. Процессы сбраживания сточных вод. Мезофильное и термофильное сбраживание,	4	4	2	10	20

		аэробная стабилизация и условия их применения. Септики, их расчет и конструкция. Двухъярусные отстойники, их расчет и конструкция. Расчет, конструкция метантенков. Аэробные стабилизаторы, их расчет и конструкция. Иловые площадки с естественным и искусственным фильтрующими слоями. Типы иловых площадок. Механическое обезвоживание осадка сточных вод на вакуум-фильтрах, центрифугах, ленточных и рамных прессах. Термическая сушка осадка. Сушка осадка в кипящем слое. Использование осадка сточных вод для с/х целей.					
Семестр обучения 7							
13	Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях	Поля орошения и фильтрации, биологические пруды. Классификация полей орошения и фильтрации	1	-	2	10	13
14	Биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях Биофильтры	Классификация биологических фильтров. Биофильтры общего типа. Высоконагружаемые биофильтры. Биофильтры с пластмассовой загрузкой и блочные биофильтры, их расчет и конструкции. Вентиляция биофильтров. Конструкции биофильтров: обычных, высоконагружаемых, с пластмассовой загрузкой, блочных. Распределение сточных вод по биофильтрам	2	2	2	10	16
15	Аэротенки	Сущность биохимических процессов в аэротенках. Классификация аэротенков по гидродинамическому режиму (смесители, вытеснители, с рассредоточенным выпуском воды), по нагрузке на активный ил (классические, высоконагружаемые, полного окисления). Технологические схемы работы аэротенков. Системы аэрации и типы аэраторов (пневматические, механические, струйные и т.д.). Использование технического кислорода. Конструкции коридорных аэротенков и совмещенных сооружений (аэротенки-отстойники, аэроакселаторы, аэротенки-осветлители и т.д.). Основные направления в интенсификации работы аэротенка (аэротенки с повышенной дозой ила, окситенки, башенные и противоточные аэротенки). Методы расчета аэротенков	4	4	2	10	20
16	Вторичные отстойники	Вторичные отстойники после биофильтров и аэротенков: горизонтальные, радиальные, вертикальные. Тонкослойные отстойники. Особенности конструкции, расчет. Илоуплотнители активного ила (вертикальные и радиальные).	2	2	4	10	18
17	Методы и сооружения для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод	Методы удаления взвешенных веществ. Фильтры, их конструкция и расчет. Микрофильтрация. Выбор метода глубокой очистки в зависимости от состава загрязнений сточных вод.	2	2	2	10	16

18	Обеззараживание сточных вод	Методы обеззараживания сточных вод. Обеззараживание жидким хлором. Обеззараживание сточных вод озонированием, ультрафиолетовым облучением. Контактные резервуары. Сооружения для насыщения очищенной воды кислородом. Выбор метода спуска сточных вод в соответствии с санитарными требованиями.	2	2	2	10	16
19	Схемы станций для очистки сточных вод	Санитарные и технологические требования. Выбор места расположения очистных станций. Генплан очистных станций. Высотные схемы расположения очистных сооружений. Измерительные устройства. Автоматизация и диспетчеризация работы очистных сооружений	3	4	-	10	17
20	Гидравлические расчеты по сооружениям	Гидравлический расчет по сооружениям очистки стоков и осадков. Построение высотных схем по сооружениям	2	2	-	10	14
<b>Итого</b>			<b>45</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>180</b>	<b>288</b>

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
Семестр обучения 8							
1	Система водоотведения	Основные данные для проектирования Системы водоотведения: общесплавная, раздельная (полная, неполная, полураздельная), комбинированная. Схема районной системы водоотведения комплекса жилой застройки и ряда промышленных предприятий. Схемы канализации (перпендикулярная, пересеченная, зонная, радиальная). Проектирование схем водоотводящих сетей. Основные данные для проектирования.. Расчетное население. Нормы водоотведения. Определение расчетных расходов сточных вод.	0,25	-	-	10	10,25
2	Определение расходов сточных вод	Коэффициенты неравномерности водоотведения. Определение суммарных расходов сточных вод. Графики колебания расходов. Определение расходов на участках сети по модулям стока. Основы гидравлического расчета самотечной водоотводящей сети. Формы поперечных сечений труб. Наполнение водоотводящих трубопроводов.	0,5	0,5	-	10	11
3	Нормативные данные для расчета сети. Сооружения на водоотводящих сетях	Формулы для гидравлического расчета водоотводящих сетей. Минимальная и максимальная скорости и уклоны. Основные задачи по расчету водоотводящей сети. Минимальные и максимальные глубины заложения сети. Практические приемы назначения уклонов канализационной сети. Условия устройства насосных станций подкачки. Исследование работы действующих сетей систем водоотведения и обоснования новых расчетных параметров. Практические приемы гидравлического	0,5	0,5	-	10	11

		расчета водоотводящих сетей и их высотного проектирования. Устройство и расчет дюкера. Устройство и расчет перепадных колодцев. Построение продольных профилей участков сети.					
4	Дождевые сети	Конструирование сети. Разработка вариантов и их технико-экономическое сравнение. Применение ЭВМ для расчета водоотводящих сетей. Дождевая водоотводящая сеть. Назначение. Общие сведения и учет метеорологических условий при расчете дождевой сети. Дождемеры. Интенсивность, продолжительность и повторяемость дождей, зависимость между этими показателями. Обработка записей выпавших дождей. Период повторяемости расчетного дождя. Формула расчетных интенсивностей. Коэффициент стока. Определение расчетных расходов. Метод расчета предельных интенсивностей	0,25	1,0	-	12	13,25
5	Нормы проектирования дождевой сети. Общесплавная и полураздельная системы водоотведения	Гидравлический расчет дождевой водоотводящей сети и её высотное проектирование. Построение профиля сети. Пропускная способность сети, работающей под напором. Техничко-экономическое сравнение вариантов проектирования дождевой сети. Состав дождевых вод. Очистные сооружения для дождевых вод: конструкции, нормы проектирования. Необходимая степень очистки дождевых вод. Содержание работы для самостоятельного изучения и работы: расчет дюкера. Сети общесплавной и полураздельной системы водоотведения. Проектирование схем водоотводящей сети общесплавной системы. Определение расчетных расходов. Ливнеспуски и их расчет. Нормы проектирования сети общесплавной системы водоотведения. Особенности проектирования сетей полураздельной системы водоотведения. Применение ЭВМ для расчета сетей.	0,25	0,5	-	10	10,75
6	Требования, предъявляемые к материалу труб и коллекторов. Строительство водоотводящих сетей в особых условиях	Трубы пластмассовые, бетонные и железобетонные, асбестоцементные, их соединение. Коллекторы из сборных железобетонных элементов. Выбор материала труб и коллекторов. Заделка стыковых соединений. Устройство оснований. Инфильтрация и эксфильтрация. Вентиляция сети. Сооружения на водоотводящей сети. В районах вечной мерзлоты, сейсмических районах, оползневых зонах и районах с лессовидными грунтами. Эксплуатация водоотводящих сетей. Техника безопасности	0,25	0,5	-	10	10,75
7	Состав и свойства сточных вод	Состав сточных вод. Нерастворимые, коллоидные и растворимые вещества в сточных водах. Оседающие и неоседающие вещества в сточных водах. Осадок сточных вод и его	0,25	-	-	10	10,25

		количественная и качественная характеристики. Процессы нитрификации и денитрификации, их значение при очистке сточных вод. Растворение и потребление кислорода в воде водоемов. Биохимическая потребность в кислороде (БПК), химическая потребность в кислороде (ХПК) и окисляемость сточных вод. Аэробные и анаэробные процессы. Бактериальное и биологические загрязнение сточных вод. Определение концентрации загрязнения сточных вод.					
8	Водоемы, их охрана от загрязнения сточными водами	Охрана водоема от загрязнений. Процессы самоочищения водоемов. Условия спуска сточных вод в системы водоотведения городов и в водоемы. Влияние выпадающего осадка и ядовитых веществ на состояние водоемов. Самоочищение водоемов. Определение необходимой степени очистки сточных вод и водоемов питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Ограничение загрязнений сточных вод с учетом предельно-допустимых концентраций (ПДК). Определение исходной концентрации городских сточных вод по БПКполн и взвешенных веществ.	0,25	-	-	10	10,25
9	Методы очистки сточных вод и обработки осадка	Методы механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод. Основные направления в развитии методов очистки сточных вод. Схемы очистных сооружений.	0,25	1,0	-	10	11,25
10	Механическая очистка сточных вод	Сооружения для механической очистки. Решетки, комбинированные решетки-дробилки, их расчет и конструкции. Песколовки горизонтальные, вертикальные, тангенциальные, аэрируемые. Методы расчета и конструкции. Отстойники горизонтальные, вертикальные, радиальные, тонкослойные. Методы расчета, конструкции, преимущества и недостатки.	0,5	1,0	-	10	11,50
11	Предварительная аэрация и биокоагуляция сточных вод	Преаэраторы, методы их расчета и конструкции. Биокоагуляторы, работающие на активном иле.	0,25	-	-	10	10,25
12	Обработка, обезвреживание и использование осадка	Сооружения для обработки осадка. Процессы сбраживания сточных вод. Мезофильное и термофильное сбраживание, аэробная стабилизация и условия их применения. Септики, их расчет и конструкция. Двухъярусные отстойники, их расчет и конструкция. Расчет, конструкция метантенков. Аэробные стабилизаторы, их расчет и конструкция. Иловые площадки с естественным и искусственным фильтрующими слоями. Типы иловых площадок. Механическое обезвоживание осадка сточных вод на вакуум-фильтрах, центрифугах, ленточных и рамных прессах. Термическая сушка осадка. Сушка осадка в кипящем слое. Использование	0,5	1,0	-	10	11,5

		осадка сточных вод для с/х целей.					
Семестр обучения 9							
13	Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях	Поля орошения и фильтрации, биологические пруды. Классификация полей орошения и фильтрации	0,5	-	2	12	14,5
14	Биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях Биофильтры	Классификация биологических фильтров. Биофильтры общего типа. Высоконагружаемые биофильтры. Биофильтры с пластмассовой загрузкой и блочные биофильтры, их расчет и конструкции. Вентиляция биофильтров. Конструкции биофильтров: обычных, высоконагружаемых, с пластмассовой загрузкой, блочных. Распределение сточных вод по биофильтрам	1	-	-	12	13,0
15	Аэротенки	Сущность биохимических процессов в аэротенках. Классификация аэротенков по гидродинамическому режиму (смесители, вытеснители, с рассредоточенным выпуском воды), по нагрузке на активный ил (классические, высоконагружаемые, полного окисления). Технологические схемы работы аэротенков. Системы аэрации и типы аэраторов (пневматические, механические, струйные и т.д.). Использование технического кислорода. Конструкции коридорных аэротенков и совмещенных сооружений (аэротенки-отстойники, аэроакселаторы, аэротенки-осветлители и т.д.). Основные направления в интенсификации работы аэротенка (аэротенки с повышенной дозой ила, окситенки, башенные и противоточные аэротенки). Методы расчета аэротенков	1	2	2	30	35
16	Вторичные отстойники	Вторичные отстойники после биофильтров и аэротенков: горизонтальные, радиальные, вертикальные. Тонкослойные отстойники. Особенности конструкции, расчет. Илоуплотнители активного ила (вертикальные и радиальные).	1	1	2	13	17
17	Методы и сооружения для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод	Методы удаления взвешенных веществ. Фильтры, их конструкция и расчет. Микрофильтрация. Выбор метода глубокой очистки в зависимости от состава загрязнений сточных вод.	0,5	1	-	14	15,5
18	Обеззараживание сточных вод	Методы обеззараживания сточных вод. Обеззараживание жидким хлором. Обеззараживание сточных вод озонированием, ультрафиолетовым облучением. Контактные резервуары. Сооружения для насыщения очищенной воды кислородом. Выбор метода спуска сточных вод в соответствии с санитарными требованиями.	0,5	0,5	-	12	13
19	Схемы станций для очистки сточных вод	Санитарные и технологические требования. Выбор места расположения очистных станций. Генплан очистных станций. Высотные схемы	1	1	-	25	27

		расположения очистных сооружений. Измерительные устройства. Автоматизация и диспетчеризация работы очистных сооружений					
20	Гидравлические расчеты по сооружениям	Гидравлический расчет по сооружениям очистки стоков и осадков. Построение высотных схем по сооружениям	0,5	0,5	-	20	21
<b>Итого</b>			<b>10</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>260</b>	<b>288</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудо- емкость (час)	Сем. 7 оч/ 9зо
1	Основные свойства сточных вод. Анализ изменения концентрации загрязнений в сточных водах в зависимости от степени благоустройства зданий в населенном пункте	2/2	+
2	Механическая очистка сточных вод. Определение коэффициента объемного использования отстойной зоны при впуске воды в отстойник	2/2	+
3	Определение кинетики осаждения взвешенных веществ, содержащихся в сточных водах в состоянии покоя	2/2	+
4	Изучение осаждения взвешенных веществ в отстойнике с тонкослойными модулями	2	+/-
5	Осадки сточных вод. Изучение свойств осадков	2	+/-
6	Обработка осадков сточных вод. Оценка сбразивания осадков в модулях метантенков	4	+/-
7	Оценка наиболее характерных технологических параметров аэротенка	4	+/-

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Согласно учебному плану по дисциплине предусмотрены два курсовых проекта в семестрах 6 и 7 для очников и 8 и 9 семестрах – для заочников, которые позволяют закрепить приобретенные теоретические знания и углубить их за счет применения новейших достижений в области технологии и конструирования систем водоотведения и очистки сточных вод. Студенты приобретают навыки пользования нормативной, справочной и технической литературой.

### 6.1. Тематика курсового проекта в 6/8 семестре обучения «Наружные водоотводящие сети»

Тема курсового проекта «Водоотводящие системы и сооружения населенного пункта». Населенный пункт чаще всего задается реальный. Для него студент подбирает реальный рельеф, мощность водных протоков и пр. Генплан населенного пункта студент принимает по заданию из 20-25 вариантов. Задаются основные нормативные данные: нормы водоотведения, плотность населения и пр.

#### Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта

Пояснительная записка должна освещать принятые решения проектируемой системы водоотведения и содержать следующие сведения:

- географическое местоположение объекта водоотведения, его краткая характеристика, климат, рельеф, водные протоки;
- выбор системы водоотведения, местоположения очистных сооружений, насосных станций, схемы водоотведения, трассировка сети;
- определение расчетных расходов по городу в целом и по участкам водоотводящей сети;
- гидравлический расчет и высотное проектирование коллекторов;
- расчет дюкеров;
- подбор насосной станции;
- гидравлический расчет и высотное проектирование одного из коллекторов дождевой сети;
- расчет очистных сооружений дождевого стока;
- конструирование водоотводящей сети;
- материалы труб, основание под трубы;
- конструкции перехода под автомобильными и железными дорогами, перепадные колодцы и т.п.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки объемом 25-30 стр. и чертежей объемом 1,5-2 листа формата А-1.

## **6.2 Тематика курсового проекта в 7/9 семестре обучения «Очистка городских сточных вод»**

Студенту выдается задание для расчета и проектирования очистных сооружений, одно из 28 вариантов.

### ***Рекомендуемые темы проектов:***

1. «Очистка городских сточных вод» при заданном количестве сточных вод от населенного пункта 15 до 50 тыс. м<sup>3</sup>/сут»
2. «Очистка городских сточных вод» при заданном количестве сточных вод от населенного пункта 50 до 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут»
3. «Очистка городских сточных вод» при заданном количестве сточных вод от населенного пункта 100 до 150 тыс. м<sup>3</sup>/сут»

### **Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта**

Пояснительная записка должна освещать принятые решения проектируемой системы очистки городских сточных вод и содержать следующие сведения:

- определение расчетных расходов сточных вод;
- определение концентраций загрязнений в сточных водах;
- определение необходимой степени очистки сточных вод;
- расчет и проектирование сооружений механической очистки;
- расчет и проектирование сооружений биологической очистки;
- расчет сооружений по обработке осадков;

- расчет и проектирование сооружений доочистки очищенных сточных вод;
- расчет и подбор сооружений по обеззараживанию очищенной воды;
- подбор оборудования для измерения расхода сбрасываемых в водоем очищенных стоков;
- выполнение гидравлических расчетов движения сточных вод и осадков по сооружениям.

Проект состоит из пояснительной записки объемом 45 – 50 страниц и чертежей в объеме 2 листов формата А1. (Профили допускается чертить на миллиметровой бумаге).

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-2	знать основные требования в подготовке документации по очистке сточных вод и сетей системы водоотведения	правильно использовать требования нормативной литературы при подготовке документации по водоотводящим сетям и очистным сооружениям	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь пользоваться технической литературой и составлять технические схемы по системам водоотведения и очистки воды	грамотно пользоваться технической литературой для составления схем по системам водоотведения и очистки стоков	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами расчета сооружений по очистке сточных вод и водоотводящих сетей	навыками расчета и решать задачи по системам и сооружениям водоотведения и очистки стоков	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать основные требования по составлению графической части генеральных планов городов с трассировкой сетей водоотведения и размещения сооружений по очистке сточных вод на генплане	требования строительных норм (СП и ЕСКД) по трассировке водоотводящих сетей и размещения сооружений очистки стоков	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выполнить трассировку сетей водоотведения с учетом рельефа местности и размещения сооружений по очистке сточных вод	выполнять расчеты сооружений и подбирать оборудование для компоновки генплана систем водоотведения	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	владеть действующими нормами и ГОСТами при выполнении графической части проекта	технической информацией по современному оборудованию и применять их в курсовых проектах	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать основные методы расчета по выбору технологических схем очистки сточных вод трассировки сетей водоотведения	нормативные требования в области инженерных изысканий и применять их в курсовых проектах	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выбрать материалы труб для наружных сетей водоотведения сооружений для очистки сточных вод	применять знания при постановке и решениях конкретных технических задач в области водоотведения и очистки сточных вод	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами расчета и подбора оборудования станций очистки сточных вод и сетей водоотведения	навыками использования нормативной документации при решении задач в области водоотведения и очистки сточных вод	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать проектные нормы для компоновочных решений по размещению сооружений по очистке сточных вод и сетей водоотведения	основные компоновочные решения при выполнении планов и высотных схем по сетям и сооружениям водоотведения и очистки стоков	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выполнять высотные схемы движения сточных вод и осадков очистных сооружений и сточных вод	выполнять расчеты для подбора сетей водоотведения и оборудования очистных сооружений	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть технической литературой для подбора сооружений очистки сточных вод	расчетными схемами и размещением водоотводящих сетей и очистных сооружений	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать технологические регламенты по контролю процессов очистки сточных вод	действующие технические регламенты по контролю процессов очистки и применять в курсовом проекте по очистке сточных вод	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выполнять лабораторные анализы сточных вод на очистных станциях	применять оборудование по контролю за работой очистных сооружений в курсовом проекте и на практике	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами отбора проб по сооружениям очистных сточных вод	методиками проведения химических анализов в лабораторных условиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-11	знать методы сбора исходных данных для проектирования сооружений по очистке сточных вод и сетей водоотведения	нормативные требования по сборе исходных данных для проектирования и выполнять расчеты по системам водоотведения и очистки сточных вод	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь анализировать исходные	правильно в соответствии с	Выполнение	Невыполнение

	данные для проектирования сетей и сооружений водоотведения	нормативными документами составлять технические задания и технические условия для выполнения проектов	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами сбора и анализа исходных данных для проектирования систем водоотведения и очистки сточных вод	методиками сбора и анализа исходных данных	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6, 7 семестре для очной формы обучения, 8, 9 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	знать основные требования в подготовке документации по очистке сточных вод и сетей системы водоотведения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь пользоваться технической литературой и составлять технические схемы по системам водоотведения и очистки воды	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами расчета сооружений по очистке сточных вод и водоотводящих сетей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	знать основные требования по составлению графической части генеральных планов городов с трассировкой сетей водоотведения и размещения сооружений по очистке сточных вод на генплане	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выполнить трассировку сетей водоотведения с учетом	Решение стандартных практических	Задачи решены в полном	Продемонстрирован верный ход	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены

	рельефа местности и размещения сооружений по очистке сточных вод	задач	объеме и получены верные ответы	решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	решения в большинстве задач	
	владеть действующими нормами и ГОСТами при выполнении графической части проекта	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать основные методы расчета по выбору технологических схем очистки сточных вод трассировки сетей водоотведения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выбрать материалы труб для наружных сетей водоотведения сооружений для очистки сточных вод	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами расчета и подбора оборудования станций очистки сточных вод и сетей водоотведения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать проектные нормы для компоновочных решений по размещению сооружений по очистке сточных вод и сетей водоотведения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выполнять высотные схемы движения сточных вод и осадков очистных сооружений и сточных вод	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть технической литературой для подбора сооружений очистки сточных вод	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать технологические регламенты по контролю процессов очистки сточных вод	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выполнять	Решение	Задачи	Продемонстрирован	Продемонстрирован	Задачи не

	лабораторные анализы сточных вод на очистных станциях	стандартных практических задач	решены в полном объеме и получены верные ответы	ирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	трирован верный ход решения в большинстве задач	решены
	владеть методами отбора проб по сооружениям очистных сточных вод	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Показан верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-11	знать методы сбора исходных данных для проектирования сооружений по очистке сточных вод и сетей водоотведения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь анализировать исходные данные для проектирования сетей и сооружений водоотведения	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Показан верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Показан верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами сбора и анализа исходных данных для проектирования систем водоотведения и очистки сточных вод	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Показан верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Показан верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Трубопроводы диаметром менее 500 мм могут прокладываться выше глубины промерзания в метрах на:  
1-0,7; 2-0,5; 3-0,3; 4-0,1.
2. Минимальные скорости потока, м/с, в водоотводящей сети  $D=150-200$  мм при расчетном наполнении 0,6 из условия не заиливания:  
1-0,9; 2-0,8; 3-0,7; 4-0,5; 5-0,3.
3. Наибольшее расчетное наполнение, в долях диаметра, трубопроводов бытовой сети  $D=150-200$  мм из условия её вентиляции составляет:  
1-0,6; 2-0,7; 3-0,75; 4-0,8; 5-0,9.
4. Основной причиной проектирования бытовой сети на частичное заполнение является необходимость обеспечения: 1-вентиляции сети ;  
2-пропуска наибольшего расхода; 3- возможности приема дополнительного расхода при возросшем благоустройстве.
5. Трассировку самотечной водоотводящей сети при плоском рельефе местности следует производить , используя схему: 1-объемлещую; 2-по пониженной грани; 3-чрез квартальную.
6. Допустимое содержание БПК<sub>полн</sub> водоема рыбохозяйственного назначения

I категории после сброса в него сточных вод не более, мг/л:

1. 6;

2. 0,4;

3. 4;

4.3

7. Если в песколовке величина гидравлической крупности частиц равна величине скорости восходящего потока, то частицы будут

1. выноситься из песколовки;

2. перемещаться с водой;

3. оседают на дно;

4. находятся во взвешенном состоянии

8. Процесс очистки сточных вод в биофильтрах осуществляется микроорганизмами:

1. специальными видами;

2. анаэробными;

3. аэробными;

4. совместными способами.

9. Процесс очистки сточных вод и обработки осадка под действием микроорганизмов, способных проявлять активность при отсутствии растворенного кислорода называется:

1. аэробным;

2. анаэробным;

3. брожением;

4. совместными способами

10. Содержание количества абсолютно сухого вещества в единице объема сточных вод жидкости называется:

1. влажностью;

2. концентрацией;

3. сухими остатком;

4. плотностью

11. Допустимое увеличение взвешенных веществ водоема

рыбохозяйственного назначения I категории после сброса в него сточных вод не более:

1. 0,25 мг/л;

2. 0,75 мг/л;

3. 0,4 мг/л

4. 4 мг/л

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Наименьшая глубина заложения водоотводящих труб, Н, м, для различных диаметров определяется по формуле:

1- $H=h_{\text{промерз}}$ ; 2-  $H=h_{\text{промерз}}-(0,3\dots 0,5)$ ; 3-  $H=h_{\text{промерз}}+(0,3\dots 0,5)$ ;

2. Наибольшая расчетная скорость движения сточных вод, м/с, в металлических трубах бытовой сети из условия не истирания составляет:  
1-10; 2-8; 3-7; 4-6; 5-4.
3. При уклоне поверхности земли более минимального и менее максимального для прокладки водоотводящей сети, следует принять уклон прокладки трубопровода:  
1- равным уклону поверхности земли;  
2- равным минимальному уклону;  
3-максимальный.
4. Метод очистки сточных вод от растворенных органических соединений, основанных на жизнедеятельности организма называется:  
1. механическим;  
2. биологическим;  
3. физико-химическим;  
4. электролиза.
5. Биохимические методы очистки сточных вод используют окисление органических веществ:  
1. микроорганизмами;  
2. физическими процессами;  
3. кислородом;  
4. химическими реагентами
6. Задержание нерастворенных примесей из сточных вод осуществляется методом:  
1. физико-химическим;  
2. биологической очистки;  
3. глубокой очистки;  
4. механической очистки
7. В септиках, двухъярусных отстойниках, метантенках, осадок подвергается:  
1. обезвоживанию;  
2. аэробному сбраживанию;  
3. отстаиванию;  
4. анаэробному сбраживанию
8. Количество первичного осадка с повышением эффекта работы первичных отстойников:  
1. остается неизменным;  
2. увеличивается;  
3. уменьшается;
9. Биокоагуляция сточных вод в первичных отстойниках изменяет эффект осаждения по сравнению с обычным отстаиванием:  
1. не изменяет;  
2. уменьшает;  
3. увеличивает;  
4. не влияет
10. Вертикальные отстойники применяются при производительности станции, тыс. м<sup>3</sup>/сут  
1. не менее 10;  
2. не более 30;  
3. менее 20;  
4. не более 20.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Эффект осветления сточной воды определяется по зависимости, %

$$1. \quad \Theta = \frac{K_{\text{CM}} - \Delta K_{\text{P}} - \Delta K_{\text{П}} - K_{\text{ВЫХ}}}{K_{\text{CM}} - \Delta K_{\text{P}} - \Delta K_{\text{П}}} \cdot 100\%$$

$$2. \quad \Theta = \frac{K_{\text{CM}} - \Delta K_{\text{P}} - K_{\text{ВЫХ}}}{K_{\text{CM}} - \Delta K_{\text{П}}} \cdot 100\%$$

$$3. \quad \Theta = \frac{K_{\text{CM}} - K_{\text{ВЫХ}}}{K_{\text{CM}}} \cdot 100\%$$

$$4. \quad \Theta = \frac{K_{\text{ВЫХ}}}{K_{\text{CM}}} \cdot 100\%$$

2. На очистных станциях производительностью более 500 тыс. м<sup>3</sup>/сут для обезвоживания осадков наиболее рационально применять:

1. вакуум-фильтры;
2. центрифуги;
3. фильтр-прессы;
4. иловые площадки на естественном основании;
5. иловые площадки с дренажем.

3. Аэротенки без регенерации применимы при исходной максимальной величине БПКполн, мг/л:

1. 200;
2. >300;
3. <100;
4. <150.

4. Часть взвешенных веществ, падающих на дно отстойного цилиндра за 2ч отстаивания в покое называется:

1. нерастворимые вещества;
2. осадок;
3. оседающие вещества;
4. взвешенные вещества.

5. В схему очистной станции, производительностью менее 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут в качестве сооружений биологической очистки входят:

1. аэротенки;
2. поля фильтрации;
3. биофильтры;
4. аэрофильтры.

6. При установке до трех рабочих решеток с механизированными граблями, число резервных решеток необходимо принимать:

1. до3;
  2. 2;
  3. 1;
  4. свыше 3.
7. При производительности очистной станции более 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут принимаются отстойники:
1. радиальные;
  2. тонкослойные;
  3. вертикальные;
  4. горизонтальные.
8. В 3-коридорных аэротенках максимальная степень регенерации ила равна, %
1. 50;
  2. 67;
  3. 75;
  4. 25;
  5. 33
9. Для термофильного режима обработки осадков сточных вод температура принимается в пределах:
1. 15-20°C;
  2. 33-43°C;
  3. 30-35°C;
  4. 50-55°C.
10. Для аэрации смеси ила и сточной воды в аэротенках наиболее эффективной системой аэрации является:
1. эжекторы воздуха;
  2. перфорированные трубы;
  3. фильтросные пластины;
  4. фильтросные диски;
  5. фильтросные трубы
11. В 4-х коридорных аэротенках максимальная степень регенерации ила не превышает:
1. 50;
  2. 67;
  3. 75;
  4. 25;
  5. 33.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету** Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену** **Водоотводящие сети**

1. Правила конструирования водоотводящей сети
2. Продолжительность, интенсивность и повторяемость дождей.
- 3 Определение суммарных расходов сточных вод от отдельных видов

водопотребителей.

4. Основы строительства водоотводящей сети
5. Глубина заложения водоотводящей сети.
6. Правила конструирования водоотводящей сети.
7. Системы водоотведения. Выбор систем водоотведения
8. Определение расчетных расходов на участках сети
9. Формы поперечных сечений труб и коллекторов
10. Методика гидравлического расчета водоотводящей сети
11. Составление продольного профиля коллектора
12. Определение расчетных расходов сточных вод на участках сети
13. Исходные данные для проектирования систем водоотведения
14. Методика расчета дюкера
15. Схема водоотведения и её элементы
16. Методика гидравлического расчета водоотводящей сети
17. Определение суммарных расходов сточных вод от отдельных видов водопотребителей.
18. Правила конструирования водоотводящей сети
19. Определение расчетного расхода дождевых вод
20. Смотровые колодцы на водоотводящей сети
21. Определение расчетных расходов от отдельных видов водопотребителей
22. Составление продольного профиля коллектора.
23. Расчетное население. Нормы водоотведения, коэффициенты неравномерности водоотведения.
24. Дюкеры, эстакады и переходы через реки, овраги и железные дороги
25. Стадия проектирования и очередность строительства
26. Скорости, уклоны и наполнения, применяемые при расчете самотечных водоотводящих сетей
27. Режим течения жидкостей в системах водоотведения. Гидравлические характеристики потока
28. Высотное проектирование водоотводящей сети
29. Расчетные формулы, таблицы, графики и номограммы для расчета сетей водоотведения
30. Расположение водоотводящих сетей в поперечном профиле улиц
31. Водоотводящие трубы и коллекторы
32. Определение расчетного расхода дождевых вод
33. Определение расчетных расходов сточных вод на участках сети
34. Перепадные колодцы и их подбор
35. Защита трубопроводов от агрессивного действия сточных и грунтовых

вод

36. Определение расчетных расходов сточных вод от отдельных видов водопотребителей
37. Скорости, уклоны и наполнения, применяемые при расчете самотечных водоотводящих сетей
38. Гидравлическое испытание трубопроводов
39. Высотное проектирование водоотводящей сети
40. Устройство водоотводящих сетей в особых условиях
41. Определение расчетных расходов сточных вод на участках сети
42. Эксплуатация водоотводящей сети. Техника безопасности
43. Расчетное население. Нормы водоотведения, коэффициенты неравномерности водоотведения
44. Перекачка сточных вод
45. Расчетные формулы, таблицы, графики и номограммы для расчета сетей водоотведения
46. Измерение количества атмосферных осадков
47. Методика гидравлического расчета водоотводящей сети
48. Конструирование дождевой сети
49. Дюкеры, эстакады и переходы через реки, овраги и железные дороги
50. Гидравлический расчет дождевой сети
51. Расчетное население, нормы водоотведения, коэффициенты неравномерности водоотведения
52. Начертание дождевой сети в плане. Дождеприемники.
53. Методика гидравлического расчета водоотводящей сети
54. Укладка труб и заделка стыков
- Сооружения очистки сточных вод (механическая очистка)**
55. Состав и свойства сточных вод
56. Нерастворимые вещества в сточных водах и методика их определения
57. Коллоидные вещества в сточных водах, бактериальные загрязнения сточный вод
58. Аэробные и анаэробные процессы, применяемые при очистке сточных вод и обработки осадков
59. Определение концентраций загрязнений сточных вод.
60. Биохимическая потребность в кислороде. Стабильность сточных вод.
61. Нитрификация и денитрификация.
62. Охрана водоемов от загрязнений.
63. Самоочищение водоемов и выбор критической точки.
64. Смешение сточных вод с водой водоема.

65. Загрязнение водоема и допустимые нагрузки загрязнений на водоем.
66. Правила спуска сточных вод в водоемы.
67. Необходимость проведения расчетов по определению требуемой степени очистки сточных вод. Основные контролируемые параметры.
68. Определение необходимой степени очистки сточных вод по взвешенным веществам.
69. Определение необходимой степени очистки сточных вод по БПК.
70. Определение необходимой степени очистки сточных вод по растворенному кислороду.
71. Определение необходимой степени очистки сточных вод по БПК и растворенному кислороду, их отличительная особенность.
72. Определение необходимой степени очистки сточных вод по температуре и общесанитарному показателю вредности.
73. Классификация методов очистки сточных вод.
74. Схемы очистки сточных вод на очистных сооружениях малой и средней производительности до  $25 \text{ м}^3/\text{сут}$ .
75. Схемы очистки сточных вод на очистных сооружениях производительности более  $50 \text{ м}^3/\text{сут}$ .
76. Решетки, их назначение, конструкции и расчет (достоинства и недостатки).
77. Оценка эффективности работы решеток, снижение на них загрязнений.
78. Характеристика и конструкции песколовков, их достоинства и недостатки.
79. Основы гидравлического расчета всех типов песколовков.
80. Конструкция и расчет горизонтальных песколовков с прямолинейным движением воды.
81. Конструирование и метод расчета гидромеханической системы.
82. Вертикальные и тангенциальные песколовки, их конструкции и расчет.
83. Горизонтальные песколовки с круговым движением воды, их конструкции и расчет.
84. Конструкции отстойников и область их применения, достоинства и недостатки.
85. Вертикальные отстойники: конструкция, достоинства и недостатки, область применения и расчет.
86. Существующие способы расчета горизонтальных и радиальных отстойников и их анализ.
87. Горизонтальные отстойники, их конструкции и методы расчета.
88. Радиальные отстойники, их конструкции и методы расчета.
89. Расчет горизонтальных и радиальных отстойников с применением коэффициента объемного использования и полезного действия.

90. Предварительная аэрация и биокоагуляция.
91. Оценка эффективности работы отстойников и снижение концентрации в них взвешенных веществ и БПК.
92. Пути повышения эффективности работы сооружений механической очистки сточных вод.
93. Методы и сооружения для сбраживания и обезвоживания осадка.
94. Использование осадков сточных вод для сельскохозяйственных целей.
95. Основные процессы брожения сточных вод и условия их применения.
96. Септики, двухъярусные отстойники, их конструкции и условия применения, расчет.
97. Методы и сооружения для стабилизации осадка
98. Конструкции метантенков и принцип работы.
99. Расчет метантенков.
100. Факторы, влияющие на состав и свойства осадков, подлежащих обработке в анаэробных и аэробных условиях.
101. Величина степени распада органических веществ в метантенках и расчет выхода газа.

#### **Сооружения очистки сточных вод (биологическая очистка)**

102. Конструкции и принцип работы иловых площадок с естественным и искусственным основанием.
103. Биологические пруды.
104. Расчет иловых площадок после метантенков и аэробных стабилизаторов.
105. Классификация методов механического обезвоживания осадков, их достоинства и недостатки.
106. Конструкции барабанных вакуум-фильтров с периодической и непрерывной регенерацией фильтрующей ткани.
107. Технологическая схема подготовки осадков к механическому обезвоживанию.
108. Классификация методов термической сушки осадков, их достоинства и недостатки.
109. Сушка осадка в сушилках барабанного типа, их конструкция, принцип работы, их достоинства и недостатки.
110. Сушка осадка в установках с кипящим слоем, их конструкция, принцип работы, их достоинства и недостатки.
111. Классификация методов биологической очистки сточных вод.  
Сущность процесса биологической очистки сточных вод.
112. Классификация методов биологических фильтров, их конструктивные особенности, условия применения и вентиляции.

113. Конструкция, принцип работы и расчет капельных биофильтров.
114. Способы распределения сточных вод по биофильтрам и их конструкция.
115. Конструкция, принцип работы и расчет капельных аэрофильтров.
116. Конструкция, принцип работы и расчет биофильтров с пластмассовой загрузкой.
117. Достоинства и недостатки существующих конструкций биофильтров.
118. Классификация и область применения аэротенков, их конструктивные особенности.
119. Сущность процесса биологической очистки сточных вод в аэротенках, и их основные конструктивные элементы.
120. Расчет аэротенков без регенерации активного ила.
121. Расчет аэротенков с регенерацией активного ила (метод СП 32.13330.2012).
122. Технологические схемы очистки сточных вод в аэротенках.
123. Возможные схемы работы 2-х, 3-х, 4-х коридорных аэротенков регенерации или и с регенерацией его.
124. Вторичные отстойники, их типы, назначение, конструкции, принцип работы.
125. Расчет вторичных отстойников по методу СП 32.13330.2012.
126. Воздуходувные станции, оборудование, расчет.
127. Методы глубокой доочисткой сточных вод. Принцип расчета.
128. Принцип проектирования сооружений для доочистки сточных вод.
129. Дезинфекция сточных вод. Сущность процесса, способу дезинфекции и допустимые дозы хлора.
130. Контактные резервуары, их назначение, конструкции, принцип работы и определение необходимого количества.
131. Измерительные устройства для определения количества очищаемой сточной воды, перекачиваемого осадка и ила.
132. Илоуплотнители, их конструкция, принцип работы, расчет.
133. Аэробные стабилизаторы для обработки осадков. Сущность процесса, конструкции, условия работы, расчет.
134. Устройство выпусков для отвода очищаемой воды в водоемы.
135. Поля орошения и поля фильтрации, их назначение, устройство, принцип работы, расчет.
136. Гидравлический расчет, построение высотной схемы, движением воды по сооружениям.
137. Построение и расчет высотной схемы сырого осадка и ила.
138. Генплан очистных сооружений канализации, требования к компоновке сооружений, их взаимной увязке и размещение инженерных сетей.

### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Система водоотведения	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
2	Определение расходов сточных вод	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
3	Нормативные данные для расчета сети. Сооружения на водоотводящих сетях	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
4	Дождевые сети	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
5	Нормы проектирования дождевой сети. Общесплавная и полураздельная системы водоотведения	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
6	Требования, предъявляемые к материалу труб и коллекторов. Строительство водоотводящих сетей в особых условиях	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
7	Состав и свойства сточных вод	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, К-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
8	Водоемы, их охрана от загрязнения	ПК-2, ПК-1, ПК-3,	Тест, защита лабораторных работ,

	сточными водами	ПК-4, ПК-5, ПК-11	требования к курсовым проектам, опрос
9	Методы очистки сточных вод и обработки осадка	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
10	Механическая очистка сточных вод	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
11	Предварительная аэрация и биокоагуляция сточных вод	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
12	Обработка, обезвреживание и использование осадка	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
13	Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
14	Биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях Биофильтры	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
15	Аэротенки	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
16	Вторичные отстойники	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
17	Методы и сооружения для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
18	Обеззараживание сточных вод	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
19	Схемы станций для очистки сточных вод	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос
20	Гидравлические расчеты по сооружениям	ПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-11	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовым проектам, опрос

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики

выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**1. Воронов, Юрий Викторович.** Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов : допущено МО РФ / под общ. ред. Ю. В. Воронова. - 4-е изд., доп. и перераб. - Москва : АСВ, 2006 (Киров: ОАО "Дом печати - ВЯТКА", 2006). - 702 с. : ил. - Библиогр. в конце кн. (71 назв.). - ISBN 5-93093-119-4

**2. Журавлева, И. В., Бабкин В.Ф., Журавлев В.Д.** Проектирование водоотводящих сетей и сооружений на них (теоретические основы и примеры расчета): учеб. пособие с грифом УМО/ Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж: [б. и.], 2003. - 243 с. : ил. - Библиогр.: с.237-240. - ISBN 5-89040-135-3.

**3. Алексеев, М. И.** Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий : учебное пособие для вузов. - М. ; СПб. : АСВ : СПбГАСУ, 2000. - 350 с. - ISBN 5-93093-089-9.

**4. Журавлева, И. В.** Проектирование наружных водоотводящих сетей: учебно-методическое пособие / И. В. Журавлева, А. В. Куралесин. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 87 с. — ISBN 978-5-4497-1068-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108283.html> .

**5. Журавлева, И. В.** Проектирование сооружений для очистки городских сточных вод : механическая очистка и обработка осадков: учебно-методическое пособие : учебное пособие : рекомендовано ВГАСУ / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж: [б. и.], 2009 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2009). - 114 с. - Библиогр.: с. 105 (15

назв.). - ISBN 978-5-89040-232-5

**6. Журавлева, И. В.** Проектирование сооружений для биологической очистки сточных вод на станциях водоотведения [Текст] : учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2012 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2012). - 66 с., [2] л. схем : ил. - ISBN 978-5-89040-393-3 и 1 электрон. опт. диск (CD-R).

**7.** Проектирование сооружений доочистки и дезинфекции сточных вод: методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: И.В. Журавлева.- Воронеж. 2021.-36с.

**8. Мишуков, Б. Г.** Глубокая очистка городских сточных вод : Учебное пособие / Мишуков Б. Г. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 180 с. - ISBN 978-5-9227-0501-1. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30006>

### **Справочная литература**

11. СП 32.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 М.: Минрегион России 2012 – 91 с.

12. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: **справочник проектировщика** /под редакцией В.Н. Самохина изд. 2-е. М.: Стройиздат, 1981 – 638 с.

**13. Лукиных Алексей Алексеевич.** Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского : справочное пособие. - 5-е изд., перераб. и доп. - Тверь : [б. и.], 2005 (Тверь : Тверской полиграф. комбинат, 2005). - 151 с.

14. Очистка городских сточных вод: **лабораторный практикум** / В.Ф. Бабкин, В.Д. Журавлев, И.В. Журавлева, Воронежский ГАСУ – Воронеж, 2002 – 78 с.

15. **Журавлев, В.Д.** Механическая очистка городских сточных вод. Учебное пособие/ В.Д. Журавлев, И.В. Журавлева, Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2008 – 220 с. ISBN 978-589040-160-1.

#### **программное обеспечение**

1. Таблицы проектирования водоотводящей сети: компьютерная программа. Инв. № ВНТИЦ 50201450763 от 20.11.2014.

2. Проектирование станции очистки сточных вод: компьютерная программа. Инв. № ВНТИЦ 50201450764 от 20.11.2014.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

В процессе изучения дисциплины используются следующие

программные средства:

### **Лицензионное ПО**

LibreOffice

### **Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

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

Образовательный портал ВГТУ.

### **Информационная справочная система**

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

### **Современные профессиональные базы данных**

**Геологическая библиотека**

<http://www.geokniga.org/>

**Геология. Энциклопедия для всех** <http://www.allgeology.ru/>

**Tehnari.ru. Технический форум**

Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>

**Masteraero.ru Каталог чертежей**

Адрес ресурса: <https://masteraero.ru>

**Старая техническая литература**

Адрес ресурса: [http://retrolib.narod.ru/book\\_e1.html](http://retrolib.narod.ru/book_e1.html)

**Stroitel.club. Сообщество строителей РФ**

Адрес ресурса: <http://www.stroitel.club/>

**Стройпортал.ру**

Адрес ресурса: <https://www.stroyportal.ru/>

**РемТраст**

Адрес ресурса: <https://www.remtrust.ru/>

**Строительный портал — социальная сеть для строителей.  
«Мы Строители»**

Адрес ресурса: <http://stroitelnii-portal.ru/>

**Биотехнологический портал**

Адрес ресурса: <http://bio-x.ru/>

## Биомолекула

Адрес ресурса: <https://biomolecula.ru/themes/techno>

### **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства в аудитории 6042 (Экран, проектор, ноутбук для проведения лекций и практических занятий).

Для работы с электронными учебниками требуется наличие таких программных средств, как Adobe Reader для Windows и DjVuBrowserPlugin, доступ к Интернету, системе «Консультант Плюс» для доступа к нормативным документам.

### **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Водоотведение и очистка сточных вод» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета сетей и сооружений водоотведения и очистки сточных вод. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.

Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом, зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			