



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Водопользования и экологии

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

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

Водоснабжение промышленных предприятий

направление подготовки/специальность 08.03.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Водоснабжение и  
водоотведение

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

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

Цель освоения дисциплины - научить будущих бакалавров теоретическим основам и умению принимать самостоятельные, технически грамотные решения при проектировании и эксплуатации сооружений систем водоснабжения промышленных предприятий и комплексов, используя весь спектр современных достижений отечественной и зарубежной науки и техники в этой области.

Задачами освоения дисциплины являются: изучение теоретических вопросов, получение навыков решения конкретных задач инженерной практики в области проектирования, строительства и эксплуатации систем водоснабжения промышленных предприятий и комплексов. Для закрепления, углубления и обобщения знаний, полученных в процессе изучения теоретического курса, программой предусмотрено выполнение курсового проекта по проектированию и расчету систем водоснабжения промышленных предприятий.

## 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
ПК-1 Способен выполнять работы по проектированию систем (сооружений) водоснабжения и водоотведения	ПК-1.1 Разрабатывает варианты проектных решений системы (сооружения) водоснабжения (водоотведения) на основании представленных исходных данных и результатов изысканий	<b>знает</b> основы проектирования систем водоснабжения промышленного предприятия <b>умеет</b> проектировать систему водоснабжения промышленного предприятия <b>владеет</b> навыком проектирования системы водоснабжения промышленного предприятия
ПК-2 Способен выполнять обоснование проектных решений систем (сооружений) водоснабжения и водоотведения	ПК-2.1 Применяет рекомендации нормативно-технических и нормативно-методических документов для выполнения расчетов, определения технологических параметров и конструктивных решений систем (сооружений) водоснабжения и водоотведения	<b>знает</b> нормативную документацию в области проектирования систем водоснабжения промышленного предприятия <b>умеет</b> применять нормативную документацию для разработки систем водоснабжения промышленного предприятия <b>владеет</b> навыком использования нормативной документации в области проектирования систем водоснабжения промышленного предприятия
ПК-2 Способен выполнять обоснование проектных решений систем (сооружений) водоснабжения и водоотведения	ПК-2.2 Выполняет расчеты для обоснования проектных решений	<b>знает</b> методики расчета систем водоснабжения промышленного предприятия <b>умеет</b> выполнять расчеты систем водоснабжения промышленного предприятия <b>владеет</b> навыком расчета систем водоснабжения промышленного предприятия

ПК-3 Способен разрабатывать технологию функционирования систем (сооружений) водоснабжения и водоотведения	ПК-3.1 Осуществляет выбор технологии и расчет основных технологических параметров работы систем (сооружений) водоснабжения и водоотведения	<b>знает</b> способы очистки воды для нужд промышленных предприятий <b>умеет</b> разрабатывать технологию водоподготовки для нужд промышленных предприятий <b>владеет</b> навыком разработки технологии водоподготовки для нужд промышленных предприятий
---	--	---

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.16 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	Внутренние системы водоснабжения и водоотведения	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2
2	Очистка природных вод	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2
3	Водозаборные сооружения	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2
4	Водопроводные сети	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.2

Внутренние системы водоснабжения и водоотведения

Знать: основы расчета и устройства внутренних систем водоснабжения и водоотведения

Уметь: выполнять расчет и проектирование внутренних систем водоснабжения и водоотведения

Владеть: навыком расчета и проектирования внутренних систем водоснабжения и водоотведения

Очистка природных вод

Знать: способы очистки природных вод

Уметь: разрабатывать технологию очистки природных вод

Владеть: навыком разработки технологии очистки природных вод

Водозаборные сооружения

Знать: основы проектирования водозаборных сооружений

Уметь: проектировать водозаборные сооружения

Владеть: навыком проектирования водозаборных сооружений

Водопроводные сети

Знать: основы расчета и проектирования водопроводных сетей

Уметь: выполнять расчеты и проектирование водопроводных сетей

Владеть: навыком расчета и проектирования водопроводной сети

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			8
<b>Контактная работа</b>	64		64
Лекционные занятия (Лек)	32	0	32
Лабораторные занятия (Лаб)	16	16	16
Практические занятия (Пр)	16	16	16
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,5		1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
<b>Часы на контроль</b>	26,75		26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	51,75		51,75
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	144		144
<b>зачетные единицы:</b>	4		4

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Тематический план дисциплины (модуля)**

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Системы водоснабжения промышленных предприятий.										
1.1.	Водопотребление на промышленных предприятиях.	8	4		2	2			15	21	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1
1.2.	Проектирование систем производственного водоснабжения	8			2	2				2	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1
1.3.	Особенности водоснабжения предприятий различных отраслей промышленности.	8	4		2	2				6	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1
2.	2 раздел. Охлаждение и осветление воды в системах производственного водоснабжения										
2.1.	Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения.	8	8		2	2	4	4	15	29	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1
2.2.	Особенности осветления воды для производственных целей.	8	4		2	2	4	4		10	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1
3.	3 раздел. Специальные методы подготовки воды для производственных целей										
3.1.	Специальные методы подготовки воды для производственных целей	8	12		6	6	8	8	21,75	47,75	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1
4.	4 раздел. Иная контактная работа										
4.1.	КР	8								1,25	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1

5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Экзамен	8							27	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1	

### 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Водопотребление на промышленных предприятиях.	Нормы водопотребления. Основные категории потребления воды. Требования к качеству воды, расходы и режим водопотребления, потребные напоры. Системы водоснабжения промышленных предприятий. Основные схемы систем производственного водоснабжения и область их применения. Водный баланс в системах производственного водоснабжения
3	Особенности водоснабжения предприятий различных отраслей промышленности.	Особенности водоснабжения предприятий различных отраслей промышленности. Особенности водоснабжения предприятий различных отраслей промышленности. Водопотребление и системы водоснабжения на предприятиях теплоэнергетики, металлургии и сельского хозяйства
4	Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения.	Основные типы охлаждающих устройств, общие характеристики. Теплообмен в испарительных охладителях. Схемы охлаждения воды в системах промышленного водоснабжения. Основные типы охлаждающих устройств, общие характеристики. Теплообмен в испарительных охладителях. Градирни, пруды охладители, брызгальные бассейны, эжекционные охладители.
5	Особенности осветления воды для производственных целей.	Особенности осветления воды для производственных целей Теоретические основы процессов осветления воды для нужд промышленного водоснабжения. Основные технологические схемы водоподготовки промышленных объектов и комплексов. Технологические параметры различных схем и сооружений для осветления воды.
6	Специальные методы подготовки воды для производственных целей	Специальные методы подготовки воды для производственных целей. Основные методы умягчение воды, сущность процессов, химизм. Методы обессоливание воды. Мембранные технологии. Стабилизационная обработка воды для борьбы с коррозией и зарастанием труб и оборудования систем водоснабжения. Стабильность воды. Стабилизационная обработка воды для борьбы с коррозией труб и оборудования. Дегазация воды. Обработка охлаждающей воды. Борьба с отложениями, цветением и биообрастанием в системах водоснабжения с охлаждающими устройствами.

### 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Водопотребление на промышленных предприятиях.	Нормы водопотребления. Основные категории потребления воды. Требования к качеству воды, расходы и режим водопотребления, потребные напоры, надежность. Роль воды в осуществлении технологических процессов. Основные категории потребления воды. Требования к качеству воды, расходы и режим водопотребления, потребные напоры, надежность.

2	Проектирование систем производственного водоснабжения	Проектирование систем производственного водоснабжения. Вариантная проработка. Особенности проектирования систем производственного водоснабжения. Вариантная проработка. Технико-экономическая оценка вариантов. Оценка эффективности использования воды.
3	Особенности водоснабжения предприятий различных отраслей промышленности.	Водопотребление и системы водоснабжения на предприятиях теплоэнергетики, металлургии и сельского хозяйства. Водопотребление и системы водоснабжения на предприятиях теплоэнергетики, металлургии и сельского хозяйства. Требования к качеству воды из различных источников. Баланс загрязнений.
4	Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения.	Теплообмен в испарительных охладителях. Устройство и расчет. Основы процесса теплообмена в испарительных охладителях. Градирни, пруды охладители, брызгальные бассейны, эжекционные охладители. Основные технологические схемы систем охлаждения. Конструктивные особенности аппаратов и основы их расчета.
5	Особенности осветления воды для производственных целей.	Основные методы и сооружения, для частичного осветления воды. Основные методы и сооружения, используемые для частичного осветления воды. Конструкции и основа расчета сооружений. Сетчатые фильтры. Гидроциклоны и отстойники. Напорные зернистые фильтры. Сверхскоростные фильтры системы Г.Н. Никифорова
6	Специальные методы подготовки воды для производственных целей	Умягчение воды и обессоливание. Основные схемы и методы. Умягчение воды. Основные методы. Умягчение воды катионитовым, реагентным, термическим и термореагентным методами. Сущность процессов, аппаратное оформление, основы расчета. Обессоливание воды. Обессоливание воды дистилляцией, ионным обменом, электродиализом, мембранной технологией. Сущность процессов, аппаратное оформление, основы расчета. Область применения.
6	Специальные методы подготовки воды для производственных целей	Стабилизационная обработка воды систем водоснабжения. Дегазация воды. Стабилизационная обработка воды для борьбы с коррозией и зарастанием труб и оборудования систем водоснабжения. Стабильность воды. Оценка стабильности. Стабилизационная обработка воды для борьбы с отложениями в трубах. Стабилизационная обработка воды для борьбы с коррозией труб и оборудования. Дегазация воды. Основные методы, схемы установок, оборудование, расчет.
6	Специальные методы подготовки воды для производственных целей	Обработка охлаждающей воды. Схемы обработки охлаждающей воды. Борьба с отложениями, цветением и биообрастанием в системах водоснабжения с охлаждающими устройствами. Обработка сбросных (продувочных) вод замкнутых систем водоснабжения.

### 5.3. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
4	Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения.	Охлаждение производственных вод Изучение процесса охлаждения производственных вод
5	Особенности	Кинетика осаждения взвешенных веществ.

	осветления воды для производственных целей.	Изучение кинетики осаждения взвешенных веществ определение гидравлической крупности взвешенных веществ и коэф-фициента их агломерации.
6	Специальные методы подготовки воды для производственных целей	Обессоливание воды Изучение процесса обессоливания воды
6	Специальные методы подготовки воды для производственных целей	Умягчение воды Изучение процесса умягчения воды

#### 5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Водопотребление на промышленных предприятиях.	Нормы водопотребления. Основные категории потребления воды. Требования к качеству воды, расходы и режим водопотребления, потребные напоры. Изучение лекционного материала. Работа с литературными источниками. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к докладам.
4	Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения.	Основные типы охлаждающих устройств, общие характеристики. Теплообмен в испарительных охладителях. Изучение лекционного материала. Работа с литературными источниками. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к докладам.
6	Специальные методы подготовки воды для производственных целей	Специальные методы подготовки воды для производственных целей. Изучение лекционного материала. Работа с литературными источниками. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к докладам.



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

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических 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 выполнению курсового проекта;
- подготовка докладов;
- подготовка к тестированию;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется выполнением курсового проекта по заданной теме 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 занятиям.

При подготовке к практическим 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 изучаемой темы;

выполнить разделы курсового проекта;

подготовиться к тестированию;

подготовить доклады по заданным темам;

подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия – устная. 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	Водопотребление на промышленных предприятиях.	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1	Устный опрос, тесты.
2	Проектирование систем производственного водоснабжения	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1	Устный опрос
3	Особенности водоснабжения предприятий различных отраслей промышленности.	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1	Устный опрос
4	Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения.	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1	Устный опрос, тестирование.

5	Особенности осветления воды для производственных целей.	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1	Устный опрос, тестирование.
6	Специальные методы подготовки воды для производственных целей	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1	Раздел проекта. Устный опрос, тестирование.
7	КП	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1	
8	Экзамен	ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1	

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

Темы докладов (рефератов):

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенций: ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1)

1. Умягчение воды. Основные методы.
2. Стабильность воды. Оценка стабильности.
3. Дегазация воды. Основные методы.
4. Обработка сбросных (продувочных) вод замкнутых систем водоснабжения.
5. Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения.
6. Теплообмен в испарительных охладителях.
7. Особенности осветления воды для производственных целей.
8. Требования к качеству воды
9. Роль воды в осуществлении технологических процессов.
10. Водный баланс в системах производственного водоснабжения.

Примеры тестовых заданий для проверки сформированности индикатора достижения компетенций: ПК-1.1, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1

1. Выберите среди представленных наиболее дешевый метод, позволяющий получить обессоленную воду (в общем случае)?

- а) обратный осмос
- б) электродиализ
- в) дистилляция
- г) ионный обмен

2. К какому типу охладителей относится радиаторная градирня?

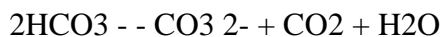
- а) поверхностный
- б) испарительный
- в) капельный
- г) пленочный

3. Расход  $Q$  составляет 1379 м<sup>3</sup>/ч. Имеется 8 осветлительных напорных фильтров в составе ССФС диаметром  $d=3,0$  м, площадью фильтрования  $f = 7,0$  м<sup>2</sup>. Определите скорость фильтрования, м/ч, при форсированном режиме. Расход промывной воды составляет 378 м<sup>3</sup>/ч

- а) 50,2
- б) 27,5
- в) 21,5
- г) 35,9

4. Ниже представлено уравнение, описывающее динамическое равновесие между

различными формами углекислоты. К чему приведет увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  в воде, протекающей по трубопроводу?



- а) К распаду части гидрокарбонат-ионов  $\text{HCO}_3^-$
- б) К образованию карбонатных отложений на стенках трубопровода
- в) К коррозии трубопровода в связи с агрессивностью воды
- г) Увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  ни на что не повлияет

5. Определите напор насосов насосной станции НС4.1. Потери напора во всех трубопроводах суммарно принять 1 м в период отсутствия промывки, 1,5 м в период промывки; потери напора в насосной станции 2 м в период отсутствия промывки, 2,5 м в период промывки; потери напора на ССФС составляют 7 м в период отсутствия промывки, 10 м в период промывки. Потери напора в распределительной системе градири - 5 м

- а) 36,6 м
- б) 31,6 м
- в) 25,1 м
- г) 27,6 м

6. Вода данной категории использования применяется в качестве хладагента для охлаждения оборудования и продукта в теплообменных аппаратах (без контакта с продуктом). В процессе потребления вода нагревается и практически не загрязняется.

- а) Первая
- б) Вторая
- в) Третья
- г) Четвертая
- д) Пятая
- е) Шестая

7. В оборотной системе водоснабжения потребителя есть радиальные отстойники и напорные фильтры. Рассчитайте требуемый эффект осветления, %, на данных отстойниках при мутности поступающей воды  $M = 238$  мг/л?

- а) 79,0
- б) 100,0
- в) 95,8
- г) 21,0

8. Определите коэффициент использования оборотной воды для системы водоснабжения предприятия, если расход оборотной воды составляет 59273 м<sup>3</sup>/сут, количество воды, забираемой из источника - 762 м<sup>3</sup>/сут.

- а) 0,90
- б) 0,99
- в) 0,01
- г) 0,51

9. Какую схему катионитового умягчения воды следует применить?

Жесткость исходной воды: не более 10 г-экв/м<sup>3</sup>,

Требуемая жесткость: не более 0,1 г-экв/м<sup>3</sup>,

Щелочность: не лимитируется

- а) параллельное H - Na-катионирование
- б) одноступенчатое Na-катионирование

в) двухступенчатое Na-катионирование

10. На устранение какого вида жесткости направлен термический метод?

- а) Карбонатная
- б) Некарбонатная
- в) Оба вида

11. Какие газы можно удалить на пленочном дегазаторе?

- а) O<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>S
- б) CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>
- в) CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>
- г) H<sub>2</sub>S и CO<sub>2</sub>

12. При отрицательном индексе Ланжелье вода:

- а) агрессивна
- б) склонна к отложениям
- в) стабильна
- г) является жесткой (> 7мг-экв/л).

13. Укажите операцию, которую не проводят для предотвращения отложений в оборотной системе водоснабжения

- а) обработка щелочными реагентами
- б) умягчение подпиточной воды
- в) фосфатирование
- г) рекарбонизация
- д) подкисление

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

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

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

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

1. Водопотребление на промышленных предприятиях. Основные категории использования воды на производственные нужды.
2. Требования качеству воды со стороны производственных водопотребителей. Требуемые расходы воды, режим водопотребления, потребные напоры.
3. Основные схемы систем производственного водоснабжения промышленных предприятий и условия их применения.
4. Водный баланс в системах производственного водоснабжения промышленных предприятий. Оценка эффективности использования воды.
5. Особенности проектирования систем производственного водоснабжения промышленных предприятий.
6. Выбор схем систем производственного водоснабжения промышленных предприятий.
7. Комплексное использование воды в промышленном узле.
8. Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения. Общие характеристики.

#### Классификация.

9. Водохранилища (пруды) – охладители. Схемы. Основы расчета и проектирования. Эжекционные охладители.
10. Брызгальные бассейны. Сопла. Основы расчета и проектирования.
11. Градирни. Классификация. Основные элементы градирен. Вентиляторные градирни.
12. Башенные и открытые градирни.
13. Сухие (радиаторные) градирни. Основы расчета испарительных градирен.
14. Особенности подготовки воды для целей производственного водоснабжения.
15. Осветление воды в радиальных отстойниках и гидроциклонах. Конструктивные схемы, основы расчета.
16. Основные схемы и типоразмеры напорных осветлительных фильтров с зернистой загрузкой. Достоинства напорных фильтров.
17. Конструкция и оборудование напорных осветлительных фильтров.
18. Автоматические сверхскоростные фильтры системы инженера Г.Н.Никифорова.

#### Конструкция и принцип работы многокамерного фильтра.

19. Автоматические сверхскоростные фильтры батарейного типа. Отличительные особенности сверхскоростных фильтров системы инженера Г.Н.Никифорова. Основы автоматического управления.
20. Умягчение воды. Сущность процесса. Основные методы. Известковый метод. Химизм.
21. Известково-содовый метод умягчения воды. Химизм. Кинетика процесса. Дозы реагентов.
22. Схемы и состав сооружений реагентного умягчения воды. Осветлители ЦНИИ МПС, вихревые реакторы.
23. Катионитовое умягчение воды. Сущность и химизм процесса.
24. Катионитовые материалы. Обменная способность. Регенерация катионитовых фильтров. Требования к качеству воды, подаваемой на катионитовое умягчение.
25. Оборудование установок катионитового умягчения воды.
26. Схемы установок катионитового умягчения воды и область их применения.
27. Основы расчета натрий-катионитовых установок умягчения воды.
28. Основы расчета установок параллельного водород-натрий катионитового умягчения воды.
29. Термический и термохимический методы умягчения воды.
30. Обессоливание воды. Основные методы и область их применения. Опреснение вымораживанием.
31. Обессоливание воды ионным обменом. Сущность и химизм процесса.
32. Схемы установок ионообменного обессоливания воды.
33. Оборудование установок ионообменного обессоливания воды. Фильтры, дегазаторы.
34. Оборудование реагентных хозяйств ионообменных установок.
35. Основы расчета ионообменных установок обессоливания воды.
36. Обессоливание воды дистилляцией. Одноступенчатые и многоступенчатые схемы.
37. Борьба с накипеобразованием при дистилляции воды. Установки обессоливания воды мгновенного испарения.

38. Электродиализные установки обессоливания воды.
39. Обессоливание воды обратным осмосом.
40. Дегазация воды. Основные методы и оборудование.
41. Стабильность воды. Способы оценки.
42. Стабилизационная обработка воды в системах без нагрева воды.
43. Стабилизационная обработка воды в оборотных системах.
44. Борьба с цветением и биообрастанием сооружений и оборудования систем водоснабжения.
45. Водоснабжение конденсаторов турбин тепловых электростанций.

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

1. Основные схемы систем производственного водоснабжения промышленных предприятий и условия их применения.
2. Водный баланс в системах производственного водоснабжения промышленных предприятий. Оценка эффективности использования воды.
3. Особенности проектирования систем производственного водоснабжения промышленных предприятий.
4. Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения. Общие характеристики.

#### Классификация.

5. Водохранилища (пруды) – охладители. Схемы. Основы расчета и проектирования.
6. Брызгальные бассейны. Сопла. Основы расчета и проектирования.
7. Градирни. Классификация. Основные элементы градирен. Вентиляторные градирни.
8. Сухие (радиаторные) градирни. Основы расчета испарительных градирен.
9. Осветление воды в радиальных отстойниках и гидроциклонах. Конструктивные схемы.
10. Основные схемы и типоразмеры напорных осветлительных фильтров с зернистой загрузкой. Достоинства напорных фильтров.
11. Конструкция и оборудование напорных осветлительных фильтров.
12. Схемы и состав сооружений реагентного умягчения воды. Осветлители ЦНИИ МПС, вихревые реакторы.
13. Катионитовое умягчение воды. Сущность и химизм процесса.
14. Основы расчета установок параллельного водород- натрий катионитового умягчения воды.
15. Оборудование реагентных хозяйств ионообменных установок.
16. Основы расчета ионообменных установок обессоливания воды.
17. Дегазация воды. Основные методы и оборудование.
18. Стабилизационная обработка воды в оборотных системах.
19. Корректировка минерального состава в оборотных системах водоснабжения. Основные методы и схемы.
20. Схема выпарной установки для выведения минеральных примесей из воды.

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

Курсовой проект: «Проектирование системы водоснабжения промышленного объекта»

В состав курсового проекта входит:

1. Анализ исходных данных и разработка вариантов схем систем производственного водоснабжения с балансом расходов.
  2. Разработка высотно-технологических схем систем водоснабжения, выполнение технологических и гидравлических расчетов с целью определения размеров сооружений, подбор оборудования.
  3. Разработка окончательной схемы системы производственного водоснабжения предприятия с балансом расходов.
  4. Оформление графической части работы и пояснительной записки.
  5. Публичная защита курсового проекта.
- Проектирование систем водоснабжения промпредприятий начинается с систематизации и

анализа исходных данных по водопотреблению и водоотведению.

Первоначально следует сгруппировать производственных водопотребителей по сходным требованиям к качеству воды, а также по сходным качественным показателям отработанной воды.

Затем с учетом требуемой надежности подачи воды, потребных напоров и размещения водопотребителей на генеральном плане, разрабатывают технически возможные варианты систем водоснабжения с различной степенью централизации.

По всем рассматриваемым вариантам проектируются технологические схемы подготовки воды, определяется состав и размеры сооружений, диаметры и протяженность трубопроводов, подбирается насосное и другое оборудование и производятся расчеты водного баланса.

Выбор варианта осуществляется на основании их экономического сравнения, которое производится в результате сопоставления приведенных затрат по каждому варианту.

В результате выполнения курсовой работы студенты должны закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки в области проектирования систем водоснабжения промышленных предприятий.

Объем работы – 1 лист чертежей формата А1 и пояснительная записка с необходимыми расчетами и обоснованием принятых инженерных решений.

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 проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в устной или письменной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 45 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»		



	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>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.</p>	<p>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</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сути дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сути излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сути и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<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>
<p>владение навыками</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

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	Первов А. Г., Водоснабжение промышленных предприятий, Вологда: Инфра-Инженерия, 2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/281894">https://e.lanbook.com/book/281894</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Гусаковский В. Б., Вуглинская Е. Э., Водоснабжение промышленных предприятий, СПб., 2016	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/elib/00756/">http://ntb.spbgasu.ru/elib/00756/</a>
2	Гусаковский В. Б., Езерский А. И., Вуглинская Е. Э., Водопроводные очистные сооружения, СПб., 2010	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/elib/00221/">http://ntb.spbgasu.ru/elib/00221/</a>

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
ЭБС "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
ЭБС "Юрайт"	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>
ЭБС "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Информационно-правовая система Гарант	<a href="http://law.lan.spbgasu.ru/GarantClient">\\law.lan.spbgasu.ru\GarantClient</a>
Информационно-правовая система Консультант	<a href="http://law.lan.spbgasu.ru/ConsultantPlusADM">\\law.lan.spbgasu.ru\ConsultantPlusADM</a>
Информационно-правовая база данных Кодекс	<a href="http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/">http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Тех.Лит.Ру - техническая литература	<a href="http://www.tehlit.ru/">http://www.tehlit.ru/</a>
Бест-строй. Строительный портал. Нормативные и рекомендательные документы по строительству	<a href="http://best-stroy.ru/gost/">http://best-stroy.ru/gost/</a>

Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</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)
Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
Эколог	Договор № Ф-31/2020 от 17.03.2020 г. ООО "Фирма Интеграл". Лицензия бессрочная
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № ДЗ2009689201 от 18.12.2020г
Renga	Сертификат № ДЛ-19-00073 от 23.05.19 г
NanoCAD Инженерный BIM	Сертификат с 14.09.2022
BIMvision	Свободно распространяемое
LibreOffice	Свободно распространяемое
Model Studio CS	Лицензия до 02.03.2024
CADLib	Лицензия до 02.03.2024

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. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
50. Учебная лаборатория водопользования 2-я Красноармейская ул. д. 4 Ауд. 401	Мойка лабораторная. Сушилка для посуды лабораторная. Бутыли 10л. Упаковка фильтров бумажных диаметром 100 мм. Упаковка фильтров бумажных диаметром 120 мм. Фотометр КФК-2МП. Спектрофотометр ПЭ-5300. Кюветы. Плоскодонная колба 300 мл. рН-метр Наппа. Стаканы 100 мл. Держатели для бюреток. Держатели для Рн-метров. Микробюретки. Бюретки. Блок электродов алюминиевых. Стакан для блока электродов. Выпрямитель тока. Виброгрохот ПЭ-6800. Колба коническая плоскодонная 300 мл. Стакан 100 мл. Бюретка с держателем. Колонки фильтрационные. Ионообменная смола Магнитная мешалка с меша телями. Технические весы 500-М.

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
50. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

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