

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет**

**Химико-технологический институт**

*Кафедра физико-химической технологии защиты биосферы*

## **Рабочая программа дисциплины**

включая фонд оценочных средств и методические указания для  
самостоятельной работы обучающихся

---


### **Б1.В.10 – ОЧИСТКА ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД**

Направление подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование  
Направленность (профиль) – «Экология и природоохранное обустройство  
территорий»

Квалификация – бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 2 (72)


г. Екатеринбург, 2023

Разработчик: доц., канд. хим. наук  / Т.А. Мельник/

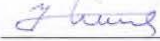
Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физико-химической технологии защиты биосферы (протокол № 6 от «11» января 2023 года).

Зав. кафедрой  / Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией института леса и природопользования (протокол № 4 от «31» января 2023 года).

Председатель методической комиссии ИЛП  /О.В. Сычугова/

Рабочая программа утверждена директором института леса и природопользования

Директор ИЛП  /З.Я. Нагимов/

«09» февраля 2023 года

## Оглавление

1. Общие положения.....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов .....	7
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины .....	7
5.2. Содержание занятий лекционного типа .....	8
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа .....	10
5.4. Детализация самостоятельной работы.....	11
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине.....	13
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	14
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	14
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	15
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	16
7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций.....	21
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся.....	23
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	26
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	27

## **1. Общие положения**

Дисциплина «Очистка природных и сточных вод» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 20.03.02 – Природообустройство и водопользование (профиль – Экология и природоохранное обустройство территорий).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Очистка природных и сточных вод» являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;

- Приказ Минобрнауки России № 245 от 06.04.2021 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры;

- Приказ Министерства труда и социальной защиты 30 сентября 2020 г. №682н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по агромелиорации»;

- Приказ Министерства труда и социальной защиты от 25 декабря 2014 г. №1152н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»»;

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 20.03.02 – Природообустройство и водопользование (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 685 от 26.05.2020;

- Учебные планы ОПОП ВО 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» направленность (профиль) «Экология и природоохранное обустройство территорий» по очной и заочной формам обучения, одобренные Ученым советом УГЛТУ (протокол № 3 от 16.03.2023), с дополнениями и изменениями, утвержденными на заседании Ученого совета УГЛТУ (протокол от 20.04.2023 №4), введенными приказом УГЛТУ от 28.04.2023 №302-А.

Обучение по образовательной программе 20.03.02 – Природообустройство и водопользование (профиль – Экология и природоохранное обустройство территорий) осуществляется на русском языке.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

**Цель освоения дисциплины** – формирование у обучающихся системных представлений подготовки воды из природного источника и очистки сточных вод, умений и навыков реализации и обоснования конкретных технических решений в сфере рационального использования водных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду опасностей, эксплуатации и обслуживания технологического оборудования водоочистки.

### **Задачи дисциплины:**

познакомить с классификацией методов и основного оборудования приведения качества воды до нормативных показателей, что позволит участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций обеспечения безопасности техносферы, рационального использования природных ресурсов;

развить умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки воды, элементов технологиче-

ского оборудования, что предопределил готовность к участию в разработке предложений по предупреждению и минимизации негативных воздействий;

научить обосновывать конкретные технические решения при совершенствовании действующих технологических линий подготовки природных вод и очистки стоков и разработке новых экологически безопасных технологий.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей профессиональной компетенции:**

**ПК-4.** Способен устанавливать причины и оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, принимать участие в разработке предложений по предупреждению негативных последствий.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:**

– методы, применяемые для очистки природных и сточных вод от загрязняющих компонентов, находящихся в различных фазово-дисперсных состояниях;

– оборудование для водоочистки: теоретические основы работы, предъявляемые требования, основные конструктивные элементы, нормы технологических режимов работы в нормальных условиях эксплуатации и аварийных ситуациях;

– методологию разработки, исследования, совершенствования и проектирования рациональных технологических линий водоочистки.

**уметь:**

– анализировать и оценивать эффективность работы действующих сооружений водоочистки, разрабатывать конкретные технические решения по их усовершенствованию с позиций обеспечения безопасности техносферы и снижения воздействия опасностей на окружающую среду и человека;

– на базе современных достижений науки и техники разрабатывать экологически безопасные технологические процессы, выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей;

– применять расчетные методы выбора, разработки и эксплуатации инженерных методов и средств водоочистки.

**владеть:**

– методами составления материальных балансов аппаратов, установок и технологических схем;

– методами выбора аппаратов для подготовки воды из природных источников и очистки стоков, расчетов элементов экобиозащитного оборудования.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Данная учебная дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана, что означает формирование в процессе обучения у бакалавра основных профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения дисциплин ОПОП и ГИА.

*Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин*

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
Охрана земель	Природоохранное обустройство территорий	Природоохранное обустройство территорий
Архитектура, проектирование и организация культурных ландшаф-	Управление отходами производства и потребления	Разработка экспертных заключений в природоохранной деятельности

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
ТОВ		
	Санитарная охрана территорий	Методы анализа объектов окружающей среды
	Оценка воздействия на окружающую среду	Производственная практика (научно-исследовательская работа)
	Экологическое нормирование	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
	Экологическая оценка территорий	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
	Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая))	

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

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

##### Общая трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего академических часов	
	очная форма	заочная форма
<b>Контактная работа с преподавателем*:</b>	<b>36,25</b>	<b>12,25</b>
лекции (Л)	14	4
практические занятия (ПЗ)	6	8
лабораторные работы (ЛР)	16	-
иные виды контактной работы	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>35,75</b>	<b>59,75</b>
изучение теоретического курса	16	28
подготовка к текущему контролю	16	28
курсовая работа (курсовой проект)	-	-
подготовка к промежуточной аттестации	3,75	3,75
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2/72</b>	

\*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, лабораторные занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛУ от 25 февраля 2020 года.

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

**5.1.Трудоемкость разделов дисциплины**

**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1.	Гидромеханические методы водоочистки	2	2	-	4	6
2.	Физико-химические методы водоочистки	4	2	12	18	6
3.	Электрохимические методы обработки природных и сточных вод	2	-	-	2	4
4.	Биологическая очистка сточных вод	1	-	-	1	2
5.	Кондиционирование природных вод	2	2	-	4	6
6.	Технологии обеззараживания воды	1	-	-	1	2
7.	Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоочистки	2	-	4	6	6
<b>Итого по разделам:</b>		<b>14</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>32</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>					<b>0,25</b>	<b>3,75</b>
<b>Всего</b>		<b>72</b>				

**заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1.	Гидромеханические методы водоочистки	0,5	2	-	0,5	8
2.	Физико-химические методы водоочистки	1	2	-	9	12
3.	Электрохимические методы обработки природных и сточных вод	0,5	-	-	0,5	8
4.	Биологическая очистка сточных вод	0,25	-	-	0,25	4
5.	Кондиционирование природных вод	1	2	-	1	12
6.	Технологии обеззараживания воды	0,25	-	-	0,25	4
7.	Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоочистки	0,5	2	-	0,5	8
<b>Итого по разделам:</b>		<b>4</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>56</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>					<b>0,25</b>	<b>3,75</b>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1.	Гидромеханические методы водоочистки	0,5	2	-	0,5	8
2.	Физико-химические методы водоочистки	1	2	-	9	12
3.	Электрохимические методы обработки природных и сточных вод	0,5	-	-	0,5	8
4.	Биологическая очистка сточных вод	0,25	-	-	0,25	4
5.	Кондиционирование природных вод	1	2	-	1	12
6.	Технологии обеззараживания воды	0,25	-	-	0,25	4
7.	Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоочистки	0,5	2	-	0,5	8
<b>Всего</b>		<b>72</b>				

## 5.2. Содержание занятий лекционного типа

### 1. Гидромеханические методы водоочистки

1.1. *Отстаивание в поле гравитационных сил.* Теоретические основы метода отстаивания. Отстойники: принцип действия, классификация и конструктивные модификации отстойников, условия и основные технологические характеристики работы, достоинства и недостатки. Схема устройства тонкослойного отстойника.

1.2. *Осаждение в слое взвешенного осадка.* Краткие теоретические сведения об осаждении частиц в слое взвешенного осадка. Конструкции осветлителей со взвешенным слоем осадка, достоинства и недостатки.

1.3. *Отстаивание в поле центробежных сил.* Напорные и безнапорные гидроциклоны: принцип действия, условия и основные технологические характеристики работы, достоинства и недостатки.

1.4. *Фильтрация через слой зернистой загрузки и фильтровальную перегородку.* Теоретические основы метода фильтрации. Классификация фильтров с зернистой загрузкой.

Схема скорого однослойного фильтра в рабочем положении, цикл работы установки. Двухслойные и каркасно-засыпные фильтры.

Схема каркасно-засыпного фильтра в рабочем положении, цикл работы установки. Достоинства и недостатки фильтрационных установок.

Напорные вертикальные фильтры: принцип действия, условия работы, достоинства и недостатки.

Схема и принцип работы контактного осветлителя. Достоинства и недостатки.

Фильтры с плавающей загрузкой: принцип действия, условия работы, достоинства и недостатки.

Регенерация зернистых фильтрующих материалов, типы распределительной системы фильтров, конструкция желобов.

Условия и основные технологические характеристики работы фильтровальных установок.



Аппараты с фильтровальными перегородками: область применения, выбор фильтровальной перегородки. Схема устройства микрофильтра.

## **2. Физико-химические методы водоочистки.**

2.1. *Технологическое оформление процесса очистки природных и сточных вод флотацией.* Теоретические основы метода флотации.

Флотация пузырьками, образующимися из пересыщенных растворов газа в воде. Стадии процесса. Принципиальные технологические схемы вакуумной и напорной флотации. Достоинства и недостатки. Современные схемы установок напорной флотации.

Флотация с механическим диспергированием воздуха (импеллерные, пневматические, безнапорные установки, в т.ч. с подачей воздуха через пористые материалы). Способ генерирования пузырьков. Условия и основные технологические характеристики работы флотационных установок.

Ионная флотация: механизм процесса, область применения, технологическая линия установки.

2.2. *Технологическое оформление процесса очистки природных и сточных вод коагуляцией и флокуляцией.* Теоретические основы метода коагуляции и флокуляции. Принципиальная технологическая схема очистки воды коагуляцией и флокуляцией: приготовление водных растворов коагулянта и флокулянта; дозирование растворов реагентов; смешение растворов с водой; хлопьеобразование; выделение хлопьев из воды. Классификация и схемы устройства смесителей, камер хлопьеобразования. Условия и основные технологические характеристики работы оборудования.

2.3. *Технологическое оформление процесса очистки природных и сточных вод адсорбционными методами.* Теоретические основы метода адсорбции. Технологическое оформление процессов адсорбции: статический и динамический варианты. Аппараты для адсорбционной обработки природных и сточных вод. Условия и основные технологические характеристики работы оборудования.

Особенности технологического применения катионитов и анионитов. Схема устройства напорного параллельноточного ионитового фильтра, цикл работы ионитовой установки. Схема устройства напорного противоточного ионитового фильтра, цикл работы ионитовой установки. Схема устройства напорного ионитового фильтра смешанного действия, цикл работы ионитовой установки. Условия и основные технологические характеристики работы оборудования.

2.4. *Мембранные технологии в практике очистки природных и сточных вод.* Теоретические основы мембранного разделения. Конструкции аппаратов для проведения процессов обратного осмоса и ультрафильтрации: типа фильтр-пресс с плоскопараллельными фильтрующими устройствами; с трубчатыми фильтрующими элементами; с рулонными или спиральными элементами; с мембранами в виде полых волокон. Схема и принцип действия, условия работы, достоинства и недостатки.

## **3. Электрохимические методы обработки природных и сточных вод.**

Анодное окисление и катодное восстановление примесей. Принципиальная схема электролизера, принцип действия, условия работы.

Технологическое оформление методов электрокоагуляции, электрофлотации, электродиализа.

## **4. Биологическая очистка сточных вод.**

4.1. *Биологическая очистка в аэротенках.* Биологическая очистка в аэротенках: окислительная мощность, основные этапы очистки, классификации аэротенков. Принципиальная схема установки биоочистки с аэротенком. Основные методы интенсификации работы аэротенка. Применение кислорода для биологической очистки. Конструктивные особенности окситенка. Условия и основные технологические характеристики работы оборудования.

4.2. *Биологическая очистка в биофильтрах.* Биологическая очистка в биофильтрах: окислительная мощность, основные этапы очистки, классификация биофильтров. Прин-

ципиальная схема установки биоочистки с биофильтром. Схема устройства секции биофильтра с пластмассовой насадкой. Основные методы интенсификации работы биофильтра. Условия и основные технологические характеристики работы оборудования.

4.3. Система анаэробного разложения. Теоретические основы анаэробной очистки. Схема анаэробного реактора, септик-тенка, метантенка. Принцип действия. Достоинства и недостатки.

### 5. Кондиционирование природных вод.

5.1. Дегазация воды. Удаление свободной углекислоты. Обескислороживание воды. Удаление сероводорода.

5.2. Стабилизационная обработка воды. Стабильность воды и формы ее выражения. Методы стабилизационной водообработки. Технология и оборудование для стабилизации воды на станциях водоочистки.

5.3. Обезжелезивание и деманганация. Методы обезжелезивания воды и область их применения. Технологические схемы безреагентного и реагентного обезжелезивания. Методы деманганации воды и область их применения.

5.4. Умягчение воды. Реагентные методы умягчения воды. Ионообменные методы и сооружения умягчения воды. Термохимические методы умягчения.

5.5. Обессоливание и опреснение воды. Ионообменное обессоливание воды. Обессоливание воды в аппаратах обратного осмоса и электродиализаторах.

5.6. Фторирование и бесфторирование воды.

### 6. Технологии обеззараживания воды.

6.1. Современные технологии обеззараживания воды. Обеззараживание воды хлорированием. Ультрафиолетовое облучение очищенной воды. Обеззараживание воды озоном.

6.2. Физико-химические методы интенсификации процессов обеззараживания.

### 7. Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоподготовки природных вод и очистки сточных вод.

7.1. Разработка технологической схемы водоподготовки подземных, поверхностных вод.

7.2. Разработка технологической схемы очистки сточных вод.

Формулирование цели проекта, разработка критериев и показателей достижения цели, разработка обобщенных вариантов решения проектной задачи и их анализ, оценка воздействия на окружающую среду и изменений окружающей среды, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности.

### 5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебный планом по дисциплине предусмотрены практические и лабораторные занятия.

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
1.	Раздел 1. Гидромеханические методы водоочистки (тема: 1.1. Отстаивание в поле гравитационных сил; 1.2. Фильтрация через слой зернистой загрузки и фильтровальную перегородку)	практическое занятие	2	2
2.	Раздел 2. Физико-химические методы водоочистки (тема: 2.1. Технологическое оформление процесса очистки природных и сточных вод флотацией)	лабораторная работа	8	

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
3.	Раздел 2. Физико-химические методы водоочистки (тема: 2.2. Технологическое оформление процесса очистки природных и сточных вод коагуляцией и флокуляцией)	лабораторная работа	4	
4.	Раздел 2. Физико-химические методы водоочистки (тема: 2.2. Технологическое оформление процесса очистки природных и сточных вод коагуляцией и флокуляцией)	практическое занятие	2	2
5.	Раздел 5. Кондиционирование природных вод (тема: 5.3. Обезжелезивание и деманганация. Методы обезжелезивания воды и область их применения. Технологические схемы безреагентного и реагентного обезжелезивания. Методы деманганации воды и область их применения; 5.5. Обессоливание и опреснение воды. Ионообменное обессоливание воды. Обессоливание воды в аппаратах обратного осмоса и электродиализаторах)	практическое занятие	2	2
6.	Раздел 7. Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоподготовки природных вод и очистки сточных вод (темы: 7.1. Разработка технологической схемы водоподготовки подземных, поверхностных вод; 7.2. Разработка технологической схемы очистки сточных вод)	Лабораторная работа, кейс-задание	4	2
<b>Итого:</b>			<b>22</b>	<b>8</b>

#### 5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, час	
			очная	заочная
1.	Раздел 1. Гидромеханические методы водоочистки (темы: 1.1. Отстаивание в поле гравитационных сил; 1.2. Осаждение в слое взвешенного осадка; 1.3. Отстаивание в поле центробежных сил; 1.4. Филь-	Подготовка к практическому занятию и тестовому контролю	6	8

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
	трование через слой зернистой загрузки и фильтровальную перегородку)			
2.	Раздел 2. Физико-химические методы водоочистки (тема 2.1. Технологическое оформление процесса очистки природных и сточных вод флотацией)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к тестовому контролю	2	4
3.	Раздел 2. Физико-химические методы водоочистки (тема 2.2. Технологическое оформление процесса очистки природных и сточных вод коагуляцией и флокуляцией)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к практическому занятию и тестовому контролю	2	4
4.	Раздел 2. Физико-химические методы водоочистки (тема 2.3. Технологическое оформление процесса очистки природных и сточных вод адсорбционными методами; 2.4. Мембранные технологии в практике очистки природных и сточных вод)	Подготовка к тестовому контролю	2	4
5.	Раздел 3. Электрохимические методы обработки природных и сточных вод	Подготовка к тестовому контролю	4	8
6.	Раздел 4. Биологическая очистка сточных вод (темы: 4.1. Биологическая очистка в аэротенках; 4.2. Биологическая очистка в биофильтрах; 4.3. Система анаэробного разложения)	Подготовка к тестовому контролю	2	4
7.	Раздел 5. Кондиционирование природных вод (темы: 5.1. Дегазация воды; 5.2. Стабилизационная обработка воды; 5.3. Обезжелезивание и деманганация; 5.4. Умягчение воды; 5.5. Обессоливание и опреснение воды; 5.6. Фторирование и обесфторивание воды)	Подготовка к практическому занятию и тестовому контролю	6	12
8.	Раздел 6. Технологии обеззараживания воды (тема: 6.1. Современные технологии обеззараживания воды; 6.2. Физико-химические методы интенсификации процессов обеззараживания)	Подготовка к тестовому контролю	2	4
9.	Раздел 7. Основы проектирования (разработки) технологической схемы водоподготовки природных вод	Подготовка к лабораторной работе, выполнению кейс-	6	8

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
	и очистки сточных вод (темы: 7.1. Разработка технологической схемы водоподготовки подземных, поверхностных вод; 7.2. Разработка технологической схемы очистки сточных вод)	задания		
10.	Подготовка к промежуточной аттестации (зачет)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	0,25	3,75
<b>Итого:</b>			<b>32,25</b>	<b>59,75</b>

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

### Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Количество экземпляров в научной библиотеке
<b>Основная учебная литература</b>			
1.	Шлёкова, И. Ю. Сточные воды: состав, свойства, методы и схемы очистки: учебное пособие / И. Ю. Шлёкова, А. И. Кныш. – Омск: Омский ГАУ, 2020. – 93 с. – ISBN 978-5-89764-858-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/136160">https://e.lanbook.com/book/136160</a> – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2020	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
2.	Технология очистки сточных вод / сост. А.П. Карманов, И.Н. Полина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 213 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493888">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493888</a> . – Библиогр.: с. 210. – ISBN 978-5-9729-0238-5. – Текст: электронный.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

\*- прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

### Электронные библиотечные системы

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛУ (<http://lib.usfeu.ru/>), ЭБС Издательства Лань <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru/>, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

### Справочные и информационные системы

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс». Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.
3. Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (<https://www.antiplagiat.ru/>). Договор заключается университетом ежегодно.

### Профессиональные базы данных

1. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // Акционерное общество «Информационная компания «Кодекс» (<https://docs.cntd.ru/>). Режим доступа: свободный.
2. Официальный интернет-портал правовой информации (<http://pravo.gov.ru/>). Режим доступа: свободный.
3. Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ». – Режим доступа: <https://www.technormativ.ru/>
4. Научная электронная библиотека eLibrary. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.
5. Программы для экологов EcoReport. – Режим доступа: <http://ecoreport.ru/>.
6. Информационные системы «Биоразнообразие России». – Режим доступа: <http://www.zin.ru/BioDiv/>.

### Нормативно-правовые акты

1. Федеральный закон «Водный кодекс Российской Федерации» от 03 июня 2006 г. № 74-ФЗ – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/).
2. Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_50799/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/).
3. Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 № 416-ФЗ – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_122867/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867/).
4. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 № 52-ФЗ (ред. от 13.07.2020). – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=90263871202497402182882562&cacheid=66A4353B3850656CC36F31D855C08D1C&mode=splus&base=RZR&n=357147&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#2jrcjeqyte8>.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
<p><b>ПК-4</b> способен устанавливать причины и оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, принимать участие в разработке предложений по предупреждению негативных последствий</p>	<p><b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету</p> <p><b>Текущий контроль:</b> опрос по темам лабораторных работ, выполнение лабораторной работы, выполнение практического задания, тестирование, выполнение кейс-задания</p>

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

### **Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы зачета (промежуточный контроль формирования компетенции ПК-4):**

*зачтено* – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

*зачтено* – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные бакалавром с помощью «наводящих» вопросов;

*зачтено* – дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания бакалавром их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

*не зачтено* – бакалавр демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

### **Критерии оценивания выполнения лабораторных работ и защиты отчета (текущий контроль формирования компетенции ПК-4):**

«5» (*отлично*): работа выполнена в срок; оформление и содержательная часть отчета образцовые; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся быстро ориентируется в отчете и отвечает на уточняющие вопросы.

«4» (*хорошо*): работа выполнена в срок; в оформлении отчета и его содержательной части нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся ориентируется в отчете и отвечает на уточняющие вопросы с помощью преподавателя.

«3» (*удовлетворительно*): работа выполнена с нарушением графика; в оформлении, содержательной части отчета есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения. Обучающийся с трудом ориентируется в отчете и отвечает только на половину задаваемых ему вопросов.

«2» (*неудовлетворительно*): оформление работы не соответствует требованиям; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения. Обучающийся не ориентируется в отчетных материалах и не может пояснить рассчитанные данные.

### **Критерии оценивания выполнения практических работ и защиты отчета (текущий контроль формирования компетенции ПК-4):**

«5» (*отлично*): работа выполнена в срок; оформление и содержательная часть отчета образцовые; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения,

заклучения и выводы. Обучающийся быстро ориентируется в отчете и отвечает на уточняющие вопросы.

«4» (*хорошо*): работа выполнена в срок; в оформлении отчета и его содержательной части нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся ориентируется в отчете и отвечает на уточняющие вопросы с помощью преподавателя.

«3» (*удовлетворительно*): работа выполнена с нарушением графика; в оформлении, содержательной части отчета есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения. Обучающийся с трудом ориентируется в отчете и отвечает только на половину задаваемых ему вопросов.

«2» (*неудовлетворительно*): оформление работы не соответствует требованиям; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения. Обучающийся не ориентируется отчетных материалах и не может пояснить рассчитанные данные.

#### **Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме (текущий контроль формирования компетенции ПК-4):**

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по четырехбалльной шкале. При правильных ответах на:

86-100% заданий – оценка «5» (*отлично*);

71-85% заданий – оценка «4» (*хорошо*);

51-70% заданий – оценка «3» (*удовлетворительно*);

менее 51% - оценка «2» (*неудовлетворительно*).

#### **Критерии оценивания кейс-занятия (текущий контроль формирования компетенции ПК-4):**

«5» (*отлично*): работа выполнена в срок; содержательная часть доклада и предложенные мероприятия образцовые; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите проекта. Принимал активное участие в дискуссии.

«4» (*хорошо*): работа выполнена в срок; в содержательной части доклада и предложенных мероприятиях нет грубых ошибок; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся при защите проекта правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя. Принимал участие в дискуссии.

«3» (*удовлетворительно*): работа выполнена с нарушением графика; в структуре и предложенных мероприятиях есть недостатки; в докладе присутствуют собственные выводы. Обучающийся при защите проекта ответил не на все вопросы. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

«2» (*неудовлетворительно*): предложенные мероприятия являются не эффективными; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и рекомендации. Обучающийся не ответил на вопросы при защите проекта. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

### **7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Контрольные вопросы к зачету (промежуточный контроль)**

1. Классификация примесей природных и сточных вод.
2. Теоретические основы метода отстаивания природных и сточных вод.
3. Вертикальные отстойники. Схема устройства вертикального отстойника с впуском воды через центральную трубу с раструбом. Принцип действия. Условия работы. Достоинства и недостатки.



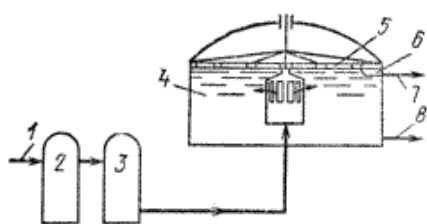
4. Горизонтальные отстойники. Схема устройства отстойника. Принцип действия. Условия работы. Достоинства и недостатки.
5. Радиальные отстойники. Условия работы. Принцип работы радиальных отстойников с центральным и периферическим впуском сточных вод. Достоинства и недостатки.
6. Осаждение частиц в слое взвешенного осадка. Типы осветлителей и область их применения.
7. Схема и принцип работы напорного гидроциклона. Преимущества и недостатки гидроциклонов.
8. Теоретические основы метода фильтрации природных и сточных вод.
9. Классификация фильтров с зернистой загрузкой. Схема скорого однослойного фильтра в рабочем положении. Цикл работы установки.
10. Двухслойные и каркасно-засыпные фильтры. Схема каркасно-засыпного фильтра в рабочем положении. Цикл работы установки.
11. Схема и принцип работы контактного осветлителя. Достоинства и недостатки.
12. Теоретические основы методов коагуляции и флокуляции.
13. Принципиальная технологическая схема очистки природных и сточных вод коагуляцией и флокуляцией.
14. Классификация смесителей. Условия работы. Достоинства и недостатки.
15. Схемы устройства камер хлопьеобразования. Условия работы.
16. Флотация с выделением воздуха из раствора. Стадии процесса. Принципиальные технологические схемы вакуумной и напорной флотации. Достоинства и недостатки.
17. Современные схемы установок напорной флотации.
18. Флотация с механическим диспергированием воздуха, безнапорные установки, пневматические флотационные установки в т.ч. с подачей воздуха через пористые материалы. Условия проведения процесса.
19. Теоретические основы метода адсорбции из водных сред.
20. Технологическое оформление процессов адсорбции: статический и динамический варианты.
21. Схема устройства напорного параллельноточного ионитового фильтра. Цикл работы ионитовой установки.
22. Схема устройства напорного противоточного ионитового фильтра. Цикл работы ионитовой установки.
23. Схема устройства напорного ионитового фильтра смешанного действия. Цикл работы ионитовой установки.
24. Теория процесса электрокоагуляции. Принципиальная схема электрокоагуляционного аппарата.
25. Теория процесса электрофлотации. Принципиальная схема электрофлотационного аппарата.
26. Теория процесса электродиализа. Принципиальные схемы включения электродиализных установок.
27. Конструкции аппаратов для проведения процессов обратного осмоса и ультрафильтрации. Достоинства и недостатки.
28. Биологическая очистка в аэротенках: окислительная мощность, основные этапы очистки, классификации аэротенков. Принципиальная схема установки биоочистки с аэротенком. Основные методы интенсификации работы аэротенка.
29. Биологическая очистка в биофильтрах: окислительная мощность, основные этапы очистки, классификация биофильтров.
30. Принципиальная схема установки биоочистки с биофильтром. Схема устройства секции биофильтра с пластмассовой насадкой. Основные методы интенсификации работы биофильтра.

31. Требования, предъявляемые к сточным водам, поступающим на аэротенки и биофильтры.
32. Анаэробная очистка сточных вод. Схема устройства анаэробного реактора, метантенка.
33. Окислительно-сорбционный метод обработки воды. Окислители, применяемые в водоподготовке. Выбор окислителя.
34. Хлорирование воды. Выбор хлорсодержащих агентов. Аппаратурное оформление процесса хлорирования.
35. Электролизные установки для обеззараживания воды.
36. Озонирование воды. Аппаратурное оформление процесса озонирования.
37. Обеззараживание воды бактерицидными лучами. Аппаратурное оформление процесса.
38. Дегазация воды. Физические и химические методы дегазации воды. Условия применения.
39. Стабильность воды и формы ее выражения. Методы стабилизационной водоподготовки. Технология и оборудование для стабилизации воды на станциях водоочистки.
40. Реагентные методы умягчения воды.
41. Термический и термохимический методы умягчения воды.
42. Магнитная обработка воды.
43. Дезодорация воды, удаление токсичных органических и минеральных микрозагрязнений.

### Задания в тестовой форме (текущий контроль)

#### Фрагмент к разделу «Физико-химические методы водоочистки»

1. Флотационный метод позволяет удалять из природных вод
  - а) грубодисперсные примеси
  - б) коллоидные примеси (с предварительной коагуляцией и флокуляцией)
  - в) растворенные в воде газы
  - г) растворенные в воде примеси молекулярной и ионной степени дисперсности (с использованием флотореагентов)
  
2. Преимуществом напорной флотации является
  - а) образование пузырьков газа, их слипание с частицами загрязнений и всплывание агрегатов происходит в спокойной среде
  - б) позволяет регулировать степень пересыщения в соответствии с требуемой эффективностью очистки сточных вод при начальной концентрации загрязнений до 4-5 г/л и более
  - в) простота аппаратного оформления процесса и относительно малые расходы энергии
  
3. Укажите основные конструктивные элементы схемы вакуумной флотации.



- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –
- 7 –
- 8 –

4. Недостатком метода вакуумной флотации является
  - а) зарастание и засорение пор

б) высокая обводненность пены  
в) ограниченный диапазон применения: концентрация загрязнений в сточной воде не должна превышать 250 мг/л

5. Недостатком метода флотации с подачей воздуха через пористые материалы является

а) зарастание и засорение пор  
б) высокая обводненность пены  
в) ограниченный диапазон применения: концентрация загрязнений в сточной воде не должна превышать 250 мг/л

6. При совместном использовании коагулянтов и флокулянтов

а) сначала дозируют флокулянт  
б) сначала дозируют коагулянт  
в) реагенты дозируют одновременно

7. С увеличением мутности вод доза коагулянта

а) увеличивается  
б) уменьшается  
в) неизменна

8. Градиентная коагуляция протекает за счет столкновения и слипания частиц

а) вследствие перемешивания и контакта микро- и макропотоков  
б) в результате броуновского движения  
в) движущихся с различной скоростью под действие силы тяжести

9. При применении флокулянтов совместно с коагулянтами для образования наиболее плотных и крупных хлопьев и разрушения первичных рыхлых структур требуются

а) повышенные градиенты скорости и более длительное перемешивание воды  
б) пониженные градиенты скорости и более длительное перемешивание воды  
в) повышенные градиенты скорости и менее длительное перемешивание воды  
г) пониженные градиенты скорости и менее длительное перемешивание воды

10. Для частиц небольших размеров, менее 1–3 мкм, независимо от их нахождения в неподвижной воде или в воде, перемешиваемой с различной скоростью, основное значение имеет

а) молекулярно-кинетическая коагуляция  
б) градиентная коагуляция  
в) гравитационная коагуляция

11. Если молекулярно-кинетическая и градиентная коагуляция протекают успешно, отделение хлопьев производят

а) в отстойниках  
б) контактных осветлителях  
в) фильтрах  
г) флотаторах

12. В процессе работы ионита происходит:

а) адсорбция ионов из раствора на ионите;  
б) обмен одноименно заряженных ионов;  
в) образование малорастворимых соединений.

13. Сильнокислотные и слабокислотные катиониты отличаются:

- а) величиной полной обменной емкости;
- б) константой диссоциации ионогенных групп;
- в) растворимостью в воде.

14. Полная обменная емкость ионита (ПОЕ) зависит от:

- а) скорости пропускания раствора;
- б) крупности зерен ионита;
- в) способа синтеза ионита.

15. Под влажностью ионита подразумевается:

- а) количество воды, содержащейся в ионите;
- б) количество воды, приходящееся на 1 г ионита (в пересчете на абсолютно сухой вес), в набухшем состоянии после отделения капельной (поверхностной) воды;
- в) количество воды в набухшем ионите, приходящееся на единицу ионогенных групп.

### **Вопросы, выносимые на коллоквиум к лабораторной работе (текущий контроль)**

#### **«Исследование процесса очистки воды с использованием коагулянтов»**

##### **Фрагмент к разделу «Физико-химические методы водоочистки»**

- 1. Классификация дисперсных систем по межфазному взаимодействию.
- 2. Получение, строение и свойства лиофильных коллоидных систем.
- 3. Химические методы получения лиофобных коллоидных систем. Строение мицелл гидрофобных зольей.
- 4. Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем.
- 5. Факторы стабилизации (устойчивости) дисперсных систем.
- 6. Строение двойного электрического слоя на примере мицелл используемых зольей.
- 7. Факторы, влияющие на величину электрокинетического потенциала дисперсных частиц.
- 8. Механизм действия коагулянтов. В чем отличие между собой исследуемых зольей? Какие ионы являются коагулирующими?
- 9. Влияние на эффективность коагуляции рН раствора.
- 10. Коагуляционные структуры. Природа контактов. Тиксотропный эффект.
- 11. Технологическое оформление процесса очистки сточных вод коагуляцией.

### **Пример задания к практической работе (текущий контроль)**

#### **Фрагмент к разделу «Гидромеханические методы водоочистки»**

*Цель работы:* определить геометрические параметры скорого фильтра для доочистки сточных вод.

*Задание:*

- определить конструктивный тип и габаритные размеры фильтра для доочистки сточных вод, рассчитать его основные технологические характеристики;
- рассчитать технологические параметры распределительной системы фильтра.

*Варианты заданий (исходные данные для расчета скорого фильтра)*

Вариант	Начальная концентрация загрязняющих веществ в сточной воде, поступающей в фильтр, мг/л		Конечная (допустимая) концентрация загрязняющих веществ в осветленной воде, мг/л		Максимальный часовой расход сточных вод, тыс. м <sup>3</sup> /ч
	Взвешенные вещества	БПК	Взвешенные вещества	БПК	
1	20	15	5	10	3,5
2	25	20	5	5	3,75
3	35	10	15	5	2,75
4	15	8	5	3	2,5
5	20	15	5	10	4
6	18	10	8	5	4,25
7	25	20	5	5	2
8	15	8	5	4	2,5
9	20	15	3	3	3,5
10	15	10	8	7	3,25
11	30	8	15	4	3
12	18	10	8	5	3,25
13	28	6	8	3	4,5
14	25	18	5	10	3,5
15	35	10	10	5	2,75
16	15	12	5	4	2,5
17	20	15	5	8	4,1
18	18	10	5	5	4,25
19	22	15	5	10	3,5
20	25	20	6	5	3,75

**Кейс-задание по игровому проектированию (текущий контроль)  
«Разработка (совершенствование) технологической схемы очистки природных вод»  
Фрагмент к разделу «Основы проектирования (разработки) технологической схемы  
водоподготовки природных вод»**

Предложить технологическую схему подготовки воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения населенного пункта. Водозабор осуществляется из подземного источника.

Характеристика воды:

Расход воды 50 000 м<sup>3</sup>/год

Требования СанПин:

Состав воды:

– Fe<sub>(общ)</sub> 5 мг/л 0,3

– взвешенные вещества 15 мг/л -

Задание:

1. Рассчитать необходимую степень очистки подземных вод.
2. Предложить и обосновать технологические решения по достижению качества очистки природных вод до уровня СанПин с указанием степени очистки по стадиям.
3. Рассчитать эффективность очистки предложенной технологической схемы.
4. На основании предложенных степеней очистки рассчитать концентрации загрязняющих веществ после каждой стадии.

**7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций**

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	зачтено	Теоретическое содержание курса освоено полностью,

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		<p>все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. Обучающийся демонстрирует высокий уровень знаний методов и оборудования подготовки воды из природного источника и очистки стоков; способность самостоятельно обосновывать конкретные технические решения и участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиции рационального использования природных ресурсов; высокие умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов водоочистки, элементов технологического оборудования; знает требования к разработке проектной документации для обоснования технологических решений, разработки природоохранных мероприятий; конструкции и основы эксплуатации оборудования водоочистки</p>
Базовый	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. Обучающийся демонстрирует базовый уровень знаний методов и оборудования подготовки воды из природного источника и очистки стоков; способность обосновывать конкретные технические решения и участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиции рационального использования природных ресурсов; базовые умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов водоочистки, элементов технологического оборудования; знает требования к разработке проектной документации для обоснования технологических решений, разработки природоохранных мероприятий; конструкции и основы эксплуатации оборудования водоочистки</p>
Пороговый	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки. Обучающийся демонстрирует пороговый уровень знаний методов и оборудования подготовки воды из природного источника и очистки стоков; способность обосновывать конкретные технические решения и участвовать под руководством в совершенствовании технологических процессов с позиции рационального использования природных ресурсов; пороговые умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов водоочистки, элементов технологического оборудования; ознакомлен с требованиями к разработке проектной документации для обоснования технологических решений, разработки</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		природоохранных мероприятий; конструкциями и основами эксплуатации оборудования водоочистки
Низкий	не зачтено	Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий. Обучающийся не знает методов и оборудования подготовки воды из природного источника и очистки стоков; не способен обосновывать конкретные технические решения и участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиции рационального использования природных ресурсов; обладает низкими умениями и практическими навыками конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов водоочистки, элементов технологического оборудования; не знает требования к разработке проектной документации для обоснования технологических решений, разработки природоохранных мероприятий; конструкции и основы эксплуатации оборудования водоочистки

## 8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа способствует закреплению навыков работы с учебной и научной литературой, осмыслению и закреплению теоретического материала по умению анализировать технологические линии с позиции энерго-, ресурсо- и здоровьесбережения, аргументировано предлагать экологически безопасные технологии, включая обоснованный выбор метода и аппаратного оформления технологического процесса, позволяющие максимально довести качество природной и сточной воды до нормативных требований. Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов).

*Формы самостоятельной работы* бакалавров разнообразны. Они включают в себя:

- знакомство, изучение и систематизацию нормативно-правовых документов в области охраны окружающей среды и промышленной безопасности: законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем «Консультант Плюс», «Гарант», глобальной сети «Интернет»;

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;

- создание презентаций и докладов по условию кейс-задания.

В процессе изучения дисциплины «Очистка природных и сточных вод» бакалаврами направления 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» основными видами самостоятельной работы являются:

- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим и лабораторным занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;
- подготовка докладов и презентаций в рамках выполнения кейс-задания;
- выполнение тестовых заданий;
- подготовка к зачету.

*Лабораторные занятия* – это форма учебного процесса, проводимая для изучения и исследования характеристик заданного объекта и организуемое по правилам научно-экспериментального исследования (опыта, наблюдения, моделирования) с применением специального оборудования (лабораторных, измерительных установок, стендов). Обучающиеся закрепляют знания физико-химических процессов, лежащих в основе методов подготовки природных вод и очистки стоков, знакомятся с условиями и технологическими параметрами работы водоочистного оборудования, совершенствуют умения и навыки использования физико-химических методов исследования (приготовление серии стандартных растворов, построение калибровочного графика, использование технических средств измерения и т.д.).

Перед началом работы студент опрашивается по теоретической части работы – сдает коллоквиум, на котором преподаватель проверяет его теоретическую «подкованность» (цель работы, основы используемого аналитического метода анализа, контрольные вопросы и т.п.). Содержание лабораторной работы, перечень задаваемых контрольных вопросов устанавливаются преподавателем до начала выполнения работы. Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточного контроля сформированы в фонде оценочных средств (ФОС).

Коллоквиум проводится в виде устного опроса. Вопросы на коллоквиуме задаются каждому студенту индивидуально. Обучающемуся дается дополнительное время (коллоквиум сдается заново), если он не может ответить на три заданных ему вопроса. После двух неудачных попыток сдать коллоквиум – обучающийся к выполнению лабораторной работы не допускается.

По итогам выполнения лабораторной работы каждый обучающийся оформляет индивидуальный отчет, который защищает преподавателю. При защите учитывается качество оформления отчета (наличие цели, задач, методики проведения эксперимента, расчетов, выводов), правильность обработки полученных результатов и грамотность выводов.

Выполнение *практических работ* является частью самостоятельной работы бакалавра и предусматривает индивидуальную работу обучающегося с учебной, технической и справочной литературой по соответствующим темам. Цель практической работы – закрепление теоретических знаний в области охраны водных объектов и получение практических навыков расчета технологического оборудования водоочистки, совершенствования действующих и проектирования новых экологически безопасных технологических линий. Обучающийся выполняет задание по варианту. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в списке группы.

Руководитель из числа преподавателей кафедры осуществляет текущее руководство, которое включает: систематические консультации с целью оказания организационной и научно-методической помощи бакалавру; контроль над выполнением работы в установленные сроки; проверку содержания и оформления завершенной работы.

Практическая работа выполняется обучающимся самостоятельно и представляется к проверке преподавателю до начала экзаменационной сессии.

Работа должна быть аккуратно оформлена в печатном или письменном виде, удобна для проверки и хранения. Защита работы может носить как индивидуальный, так и публичный характер.

Перечень *тестовых заданий* по всем разделам дисциплины сформирован в фонде оценочных средств (ФОС). Используются следующие типы тестовых заданий: одиночный выбор, множественный выбор, установление порядка следования, установление соответствия,



указание истинности или ложности утверждений, ручной ввод числа, ручной ввод текста, выбор места на изображении, заполнение пропусков.

Тесты могут использоваться:

- бакалаврами при подготовке к экзамену в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы текущего контроля на лабораторных и лекционных занятиях;
- для проверки остаточных знаний бакалавров, изучивших данный курс.

Тестовые задания рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов, т. е. при их выполнении не следует пользоваться учебной и другими видами литературы.

Для выполнения тестового задания, прежде всего, следует внимательно прочитать поставленный вопрос. После ознакомления с вопросом следует приступить к прочтению предлагаемых вариантов ответа. Необходимо прочитать все варианты и в качестве ответа следует выбрать индекс (цифровое обозначение), соответствующий правильному ответу.

На выполнение теста отводится ограниченное время. Оно может варьироваться в зависимости от уровня подготовки тестируемых, сложности и объема теста. Как правило, время выполнения тестового задания определяется из расчета 60 секунд на один вопрос.

Содержание тестов по дисциплине ориентировано на подготовку бакалавров по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы бакалавров в межсессионный период и о степени их подготовки к экзамену.

*Кейс-задание* нацеленного на поиск оптимальных решений совершенствования технологического процесса водоочистки с позиции энерго- и ресурсосбережения. Суть задания состоит в разработке группой студентов эффективных технологических мероприятий на основе анализа качественно-количественного состава природных или сточных вод, конструкторско-технологического расчета параметров процесса водоочистки.

На занятии обучающиеся учатся выявлять недостатки в действующих технологических линиях очистки природных и сточных вод, переработки осадка и аргументированно предлагать более эффективные технологии, методы, технологическое оборудование.

Обсуждение проблемы может организовываться двояко: либо все подгруппы анализируют один и тот же вопрос (производство, либо конкретную технологическую линию), либо каждая группа получает отдельное задание. Задание – исходные данные для анализа, группы студентов получают непосредственно на занятии.

За строго отведенное время каждая команда должна:

- ознакомиться с особенностями работы предложенной технологической схемы водоочистки;
- рассчитать эффективность очистки от загрязняющих компонентов и найти причины неудовлетворительной работы системы водоочистки;
- предложить идею создания экологически безопасного производства. Элементом реконструкции может быть, как отдельный узел (аппарат), так и вся технологическая линия. Подтвердить эффективность предлагаемых мероприятий технологическим расчетом;
- публично защитить предложенные командой технологические мероприятия и их «жизнеспособность».

Руководитель из числа преподавателей кафедры оценивает информативность представляемого материала, эколого-экономическую эффективность предлагаемых решений, компетентность студента и его активность при обсуждении спорных вопросов.

В случае выбора обучающимися неверных, либо неэффективных путей решения поставленной проблемы, преподавателем организуется обсуждение проблемной ситуации, с объяснением ошибочности их точки зрения и демонстрацией оптимальных, правильных путей решения.

Доклад составляется по заданной тематике (поиск оптимальных мероприятий для конкретных производств) предполагает подбор необходимого материала и его анализ,

определение его актуальности и достаточности, формирование плана доклада или структуры выступления, таким образом, чтобы тема была полностью раскрыта. Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным. Способ изложения материала для выступления должен носить конспективный или тезисный характер. Подготовленная в PowerPoint презентация должна иллюстрировать доклад и быть удобной для восприятия.

В группе формируются команды по 2-3 человека. Участники команд выбираются случайной жеребьевкой. Каждая команда получает одинаковую по содержанию технологическую схему водоподготовки.

#### 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Применение цифровых технологий в рамках преподавания дисциплины предоставляет расширенные возможности по организации учебных занятий в условиях цифровизации образования и позволяет сформировать у обучающихся навыки применения цифровых сервисов и инструментов в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

Для реализации этой цели в рамках изучения дисциплины могут применяться следующие цифровые инструменты и сервисы:

- для коммуникации с обучающимися: VK Мессенджер ([https://vk.me/app?mt\\_click\\_id=mt-v7eix5-1660908314-1651141140](https://vk.me/app?mt_click_id=mt-v7eix5-1660908314-1651141140)) – мессенджер, распространяется по лицензии FreeWare;

- для совместного использования файлов: Яндекс.Диск – сервис для хранения и совместного использования документов, распространяется по лицензии trialware и @Облако (<https://cloud.mail.ru/>);

- для организации удаленной связи и видеоконференций: Mirapolis – система для организации коллективной работы и онлайн-встреч, распространяется по проприетарной лицензии и Яндекс.Телемост (<https://telemost.yandex.ru/>) – сервис для видеозвонков, распространяется по лицензии ShareWare.

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- при проведении лекций используются презентации материала в программе Microsoft Office (PowerPoint), выход на профессиональные сайты, использование видеоматериалов различных интернет-ресурсов;

- практические занятия по дисциплине проводятся в учебной аудитории;

- лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированной учебной аудитории;

- в случае дистанционного изучения дисциплины и самостоятельной работы используется ЭИОС (Moodle).

Для дистанционной поддержки дисциплины используется система управления образовательным контентом Moodle. Для работы в данной системе все обучающиеся на первом курсе получают индивидуальные логин и пароль для входа в систему, в которой размещаются: программа дисциплины, материалы для лекционных и иных видов занятий, задания, контрольные вопросы.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются:

- ознакомление бакалавров с методами и технологическим оборудованием водоподготовки; элементами конструкторско-технологического анализа и расчета технических средств подготовки природных вод;

- усвоение, понимание, а также структурирование полученных знаний и развитие практических навыков совершенствования действующих и проектирования новых энерго-, ресурсо- и здоровьесберегающих технологий.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, лабораторное и практическое занятие, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и расчетно-практических методов обучения (выполнение кейс-заданий, расчет экобиозащитного оборудования и т.п.).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- операционная система Windows 7, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;
- операционная система Astra Linux Special Edition;
- пакет прикладных программ Office Professional Plus 2010, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;
- пакет прикладных программ Р7-Офис.Профессиональный;
- антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 250-499 Node 1 year Educational Renewal License;
- операционная система Windows Server. Контракт на услуги по предоставлению лицензий на право использовать компьютерное обеспечение № 067/ЭА от 07.12.2020 года;
- система видеоконференцсвязи Mirapolis;
- система видеоконференцсвязи Пруффми;
- система управления обучением LMS Moodle – программное обеспечение с открытым кодом, распространяется по лицензии GNU Public License (rus);
- браузер Yandex (<https://yandex.ru/promo/browser/>) – программное обеспечение распространяется по простой (неисключительной) лицензии.

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

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **Требования к аудиториям**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
<p style="text-align: center;">Помещение для лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.</p>	<p>Учебная аудитория, оснащенная столами и стульями.                      Переносные:                      - демонстрационное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор);                      - комплект электронных учебно-наглядных материалов (презентаций) на флеш-</p>

	<p>носителях, обеспечивающих тематические иллюстрации.</p> <p>Программное обеспечение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Windows 7, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;</li> <li>- Office Professional Plus 2010, License 49013351 УГЛТУ Russia 2011-09-06, OPEN 68975925ZZE1309;</li> <li>- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный Russian Edition. 250-499 Node 2 year Educational Renewal License. Лицензионный сертификат: № лицензии 1B08-201001-083025-257-1457. PN: KL4863RATFQ. Срок с 01.10.2020 по 09.10.2022г.;</li> <li>- Справочно-правовая система «Система ГАРАНТ». Свободный доступ;</li> <li>- Справочная Правовая Система КонсультантПлюс Договор сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс № 0003/ЗК от 08.02.2021 года. Срок с 01.02.2021 г по 31.12.2021 г.;</li> <li>- «Антиплагиат. ВУЗ» Договор № /0092/21-ЕП-223-06 от 11.03.2021 года. Срок с 11.03.2021 г по 11.03.2022 г.</li> </ul>
<p>Помещение для лабораторных занятий</p>	<p>Учебная лаборатория (Лаборатория очистки сточных вод) оснащена лабораторными столами и стульями, следующим оборудованием: лабораторный стенд-установка «Очистка сточных вод физико-химическими методами», лабораторный стенд-установка «Очистка сточных вод от нефтепродуктов», иономер «Анион-4100» – 3 шт., Иономеры Эксперт – 3 шт., фотоколориметр КФК-2 – 2 шт., спектрофотометр ПЭ-5300В – 3 шт. Лабораторные установки: флотационные – 4 шт., для проведения ионного обмена – 2 шт., лабораторные приставные столы – 12 шт., вытяжные шкафы – 2 шт.</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы</p>	<p>Помещение для самостоятельной работы - аудитория, оснащенная столами и стульями; переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, экран, проектор), рабочими местами, оснащенными компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, экраны, ноутбуки). Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования</p>

