

**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.ДВ.02.01 – ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы  
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль) – «Охрана окружающей среды и рациональное  
использование природных ресурсов»

Квалификация – бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 6 (216)

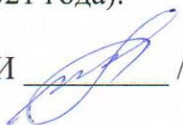
г. Екатеринбург, 2021

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

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физико-химической технологии защиты биосферы (протокол № 8 от «10» марта 2021 года).

Зав. кафедрой ФХТЗБ  / Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией химико-технологического института (протокол № 5 от «12» марта 2021 года).

Председатель методической комиссии ХТИ  / И.Г. Перова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ  / И.Г. Перова /

«12» марта 2021 года

## Оглавление

1. Общие положения .....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	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
очная форма обучения .....	7
заочная форма обучения .....	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 .....	12
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	15
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	15
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	16
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 .....	17
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 .....	25
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	26

## 1. Общие положения

Дисциплина «Технология очистки сточных вод» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Технология очистки сточных вод» являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;
- Приказ Минобрнауки России № 301 от 05.04.2017 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 227 от 12.03.2015;
- Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов), подготовки бакалавров по очной и заочной формам обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №6 от 20.06.2019) и утвержденный ректором УГЛТУ (20.06.2019).

Обучение по образовательной 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов) 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 о методах и способах защиты водных ресурсов от загрязнений, умений и навыков реализации и обоснования конкретных технических решений в сфере создания энерго- и ресурсосберегающих технологий и минимизации воздействия на водную среду, эксплуатации и обслуживания экобиозащитного оборудования.

### **Задачи дисциплины:**

- познакомить с классификацией методов защиты водных ресурсов и основного оборудования, используемого для очистки и утилизации промышленных сбросов, что позволит участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения;
- развить умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки стоков, элементов экобиозащитного оборудования, что предопределяет готовность осваивать и эксплуатировать технические средства защиты водной среды, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования;

– научить обосновывать конкретные технические решения при совершенствовании действующих технологических линий обезвреживания сточных вод и разработке новых технологий, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на водную среду.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:**

– **ПК-2** способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду;

– **ПК-5** готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду;

– **ПК-7** готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств;

– **ПК-8** способностью использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**  
**знать:**

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

– оборудование для обезвреживания сточных вод: 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 технологических линий, направленных на минимизацию техногенного воздействия на водную среду;

– элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий обезвреживания сточных вод.

**уметь:**

– анализировать и оценивать эффективность работы действующих очистных сооружений, разрабатывать конкретные технические решения по их усовершенствованию с позиций энерго- и ресурсосбережения;

– на базе современных достижений науки и техники разрабатывать технологические процессы, выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду;

– применять расчетные методы выбора, разработки и эксплуатации инженерных методов и средств защиты водной среды.

**владеть:**

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

– методами выбора аппаратов для обезвреживания техногенных образований;

– приоритетными путями развития новых энерго- и ресурсосберегающих технологий;

– навыками эксплуатации экобиозащитного оборудования, участия в его налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния.

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

Данная учебная дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 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 последующего изучения дисциплин ОПОП и написания выпускной квалификационной работы.

*Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин*

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
Прикладная механика	Теоретические основы защиты окружающей среды	Надзор и контроль в сфере безопасности
Материаловедение. Технология конструкционных материалов	Технология основных производств и промышленные выбросы	Производственная практика (преддипломная практика)
Промышленная экология	Управление и организация охраны окружающей среды	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Процессы и аппараты химической технологии	Технология водоподготовки	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
Методы и приборы контроля окружающей среды	Технология рекуперации газовых выбросов	
Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	
	Расчеты химико-технологических процессов	

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>100</b>	<b>26</b>
лекции (Л)	32	10
лабораторные работы (ЛР)	68	16
иные виды контактной работы	-	-
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>116</b>	<b>190</b>
изучение теоретического курса	39	78
подготовка к текущему контролю	41	103
подготовка к промежуточной аттестации	36	9
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>6/216</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 УГЛТУ 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.	Технологическое оформление методов механической очистки сточных вод	4	-	12	16	12
2.	Технологическое оформление методов физико-химической очистки сточных вод	8	-	36	44	30
3.	Химическая очистка сточных вод	2	-	-	2	3
4.	Электрохимические методы обработки и очистки сточных вод	2	-	-	2	3
5.	Биологическая очистка сточных вод	4	-	6	10	11
6.	Термическое обезвреживание сточных вод	2	-	-	2	3
7.	Технологические решения очистки сточных вод различных отраслей промышленности	8	-	8	16	9
8.	Обработка осадков сточных вод	2	-	6	8	9
<b>Итого по разделам:</b>		<b>32</b>		<b>68</b>	<b>100</b>	<b>80</b>
Промежуточная аттестация						36
<b>Всего</b>					<b>216</b>	

#### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1.	Технологическое оформление методов механической очистки сточных вод	1,0	-	4	5,0	36
2.	Технологическое оформление методов физико-химической очистки сточных вод	3,5	-	12	15,5	76
3.	Химическая очистка сточных вод	0,5	-	-	0,5	12
4.	Электрохимические методы обработки и очистки сточных вод	0,5	-	-	0,5	11
5.	Биологическая очистка сточных вод	1,0	-	-	1,0	14
6.	Термическое обезвреживание сточных вод	0,5	-	-	0,5	8
7.	Технологические решения очистки	2,5	-	-	2,5	12

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
	сточных вод различных отраслей промышленности					
8.	Обработка осадков сточных вод	0,5	-	-	0,5	12
<b>Итого по разделам:</b>		<b>10</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>181</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>9</b>
<b>Всего</b>					<b>216</b>	

## 5.2. Содержание занятий лекционного типа

### 1. Технологическое оформление методов механической очистки сточных вод

1.1. *Процеживание.* Сооружения для улавливания из сточных вод крупных, нерастворенных, плавающих загрязнений – решетки и сита. Классификация решеток. Условия и основные технологические характеристики работы оборудования. Практика применения и эффективность.

1.2. *Отстаивание в поле гравитационных сил.* Песколовки: принцип действия, классификация песколовков, условия и основные технологические характеристики работы, достоинства и недостатки.

Отстойники: принцип действия, классификация и конструктивные модификации отстойников, условия и основные технологические характеристики работы, достоинства и недостатки. Схема устройства тонкослойного отстойника.

Сооружения и аппараты для улавливания всплывающих примесей – нефтеловушки: конструктивные особенности, условия работы, области применения.

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

Центрифугирование: условия применения, классификация центрифуг, принцип действия отстойной центрифуги.

1.4. *Фильтрация через слой зернистой загрузки и фильтровальную перегородку.* 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. Технологическое оформление методов физико-химической очистки сточных вод

2.1. *Технологическое оформление процесса очистки сточных вод флотацией.* 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 ме-



ханическим 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 сточных вод коагуляцией и флокуляцией.* Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией: приготовление водных растворов коагулянта и флокулянта; дозирование растворов реагентов; смешение растворов со сточной 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 сточных вод адсорбционными методами.* Технологическое оформление процессов адсорбции: статический и динамический варианты. Аппараты для адсорбционной обработки 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. *Очистка сточных вод методом экстракции.* Принципиальные схемы одноступенчатой и многоступенчатой экстракции. Достоинства и недостатки. Классификация экстракционных аппаратов.

Схема устройства двухступенчатого смесительно-отстойного экстрактора. Принцип действия. Достоинства и недостатки. Схемы устройства дифференциально-контактных экстракторов: распылительный колонный и полочный экстракторы. Принцип действия. Достоинства и недостатки.

2.5. *Мембранные технологии в практике очистки сточных вод.* 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. Химическая очистка сточных вод**

3.1. *Технологическое оформление процесса нейтрализации и перевода металлов в нерастворимые формы.* Схема обезвреживания сточных вод известковым молоком: аппаратное оформление, условия проведения процесса. Фильтрование кислых сточных вод через нейтрализующие материалы.

3.2. *Технологическое оформление процесса окисления загрязнителей сточных вод.* Установки хлорирования. Метод окисления компонентов сточных вод кислородом. Аппаратное оформление процесса. Окисление озоном. Установки для озонирования.

3.3. *Технологическое оформление процесса восстановления загрязнителей сточных вод.* Схема восстановления хрома (III) сульфатом железа, бисульфатом натрия и т.д.: аппаратное оформление, условия проведения процесса.

### **4. Электрохимические методы обработки и очистки сточных вод**

Анодное окисление (очистка сточных вод от цианистых соединений) и катодное восстановление примесей. Технологические различия применения методов электрокоагуляции, гальванокоагуляции. Принципиальная схема электрофлотационного аппарата. Принцип действия. Принципиальные схемы включения электродиализных установок.

### **5. Биологическая очистка сточных вод**

5.1. *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.

5.2. *Биологическая очистка в биофильтрах.* Биологическая очистка в биофильтрах: окислительная мощность, основные этапы очистки, классификация биофильтров. Принципиальная схема установки биоочистки с биофильтром. Схема устройства секции биофильтра с пластмассовой насадкой. Основные методы интенсификации работы биофильтра. Условия и основные технологические характеристики работы оборудования.

5.3. *Система анаэробного разложения.* Схема устройства метантенка. Принцип действия. Достоинства и недостатки.

5.4. *Схема биохимических взаимодействий в окислительном пруду.* Биологическая очистка в биопрудах. Схема биохимических взаимодействий в окислительном пруду.

## **6. Термическое обезвреживание сточных вод**

6.1. *Технологическая схема установки огневого обезвреживания сточных вод.* Циклонные камеры и печи с псевдооживленным слоем: принцип действия, достоинства и недостатки. Технологическая схема установки огневого обезвреживания сточных вод, содержащих органические вещества: аппаратное оформление, условия проведения процесса.

6.2. *Технологическая схема очистки сточных вод производства методом термокаталитического окисления в парогазовой фазе.* Аппаратное оформление, условия проведения процесса.

## **7. Технологические решения очистки сточных вод различных отраслей промышленности**

Очистка сточных вод в теплоэнергетике, черной и цветной металлургии, химической, нефтехимической, химико-фармацевтической, пищевой, целлюлозно-бумажной и лесохимической промышленности, нефтеперерабатывающих заводов, машиностроительных предприятий, заводов строительных материалов, системы ЖКХ и др.

Замкнутые системы водоснабжения промышленных предприятий.

## **8. Обработка осадков сточных вод**

Состав и свойства осадков сточных вод. Краткая характеристика процессов уплотнения, стабилизации, кондиционирования осадков. Оборудование и сооружения для обезвоживания осадков сточных вод. Термическая обработка осадка.

### **5.3. Темы и формы занятий семинарского типа**

Учебный планом по дисциплине предусмотрены лабораторные занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
1.	Раздел 1. Технологическое оформление методов механической очистки сточных вод (тема: 1.2. Отстаивание в поле гравитационных сил)	лабораторная работа	6	-
2.	Раздел 1. Технологическое оформление методов механической очистки сточных вод (тема: 1.4. Фильтрация через слой зернистой загрузки и фильтровальную перегородку)	лабораторная работа	6	4
3.	Раздел 2. Физико-химическая очистка сточных вод (тема: 2.1. Технологическое оформление процесса очистки сточных вод флотацией)	лабораторная работа	12	6
4.	Раздел 2. Физико-химическая очистка сточных вод	лабораторная	12	6

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
	вод (тема: 2.2. Технологическое оформление процесса очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией)	работа		
5.	Раздел 2. Физико-химическая очистка сточных вод (тема: 2.3. Технологическое оформление процесса очистки сточных вод адсорбционными методами)	лабораторная работа	12	-
6.	Раздел 5. Биологическая очистка сточных вод (тема: 5.1. Биологическая очистка в аэротенках)	лабораторная работа	6	-
7.	Раздел 7. Технологические решения очистки сточных вод различных отраслей промышленности	кейс-задание	8	-
8.	Раздел 8. Обработка осадков сточных вод	кейс-задание	6	-
<b>Итого:</b>			<b>68</b>	<b>16</b>

#### 5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, час	
			очная	заочная
1.	Раздел 1. Технологическое оформление методов механической очистки сточных вод (темы: 1.1. Процеживание; 1.3. Отстаивание в поле центробежных сил)	Подготовка к тестовому контролю	3	6
2.	Раздел 1. Технологическое оформление методов механической очистки сточных вод (темы: 1.2. отстаивание в поле гравитационных сил; 1.4. Фильтрация через слой зернистой загрузки и фильтровальную перегородку)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка отчетных материалов подготовка к тестовому контролю	9	30
3.	Раздел 2. Физико-химическая очистка сточных вод (тема 2.1. Технологическое оформление процесса очистки сточных вод флотацией)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка отчетных материалов подготовка к тестовому контролю	9	30
4.	Раздел 2. Физико-химическая очистка сточных вод (тема 2.2. Технологическое оформление процесса очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка отчетных материалов подготовка к тестовому контролю	9	30
5.	Раздел 2. Физико-химическая очистка сточных вод (тема 2.3. Технологическое оформление процесса очистки сточных вод адсорбционными методами)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка отчетных материалов подготовка к тестовому контролю	9	8
6.	Раздел 2. Физико-химическая очистка сточных вод (темы: 2.4. Очистка сточных вод методом экс-	Подготовка к тестовому контролю	3	8

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
	тракции; 2.5. Мембранные технологии в практике очистки сточных вод)			
7.	Раздел 3. Химическая очистка сточных вод	Подготовка к тестовому контролю	3	12
8.	Раздел 4. Электрохимические методы обработки и очистки сточных вод	Подготовка к тестовому контролю	3	11
9.	Раздел 5. Биологическая очистка сточных вод (тема: 5.1. Биологическая очистка в аэротенках)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка отчетных материалов подготовка к тестовому контролю	8	8
10.	Раздел 5. Биологическая очистка сточных вод (темы: 5.2. Биологическая очистка в биофильтрах; 5.3. Система анаэробного разложения)	Подготовка к тестовому контролю	3	6
11.	Раздел 6. Термическое обезвреживание сточных вод	Подготовка к тестовому контролю	3	8
12.	Раздел 7. Технологические решения очистки сточных вод различных отраслей промышленности	Подготовка к выполнению кейс-задания	9	12
13.	Раздел 8. Обработка осадков сточных вод	Подготовка к выполнению кейс-задания	9	12
14.	Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	36	9
<b>Итого:</b>			<b>116</b>	<b>190</b>

### 6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
<b>Основная учебная литература</b>			
1.	Ветошкин, А.Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод: [16+] / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 297 с.: ил., табл., схем. – (Инженерная экология для бакалавриата). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564892">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564892</a> . – Библиогр.: с. 290 - 292. – ISBN 978-5-9729-0277-4. – Текст: электронный	2019	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:	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

	электронный.		
3.	Ветошкин, А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 304 с. – ISBN 978-5-8114-2035-3. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/72577">https://e.lanbook.com/book/72577</a> . – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
4.	Процессы, аппараты и техника защиты окружающей среды: учебное пособие. Ч. I. Очистка промышленных сточных вод / В.И. Легкий, И.Н. Липунов, А.Ф. Никифоров, И.Г. Первова; Минобрнауки России, Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург, 2016. – 234 с. – Режим доступа: <a href="http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/5930">http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/5930</a>	2016	Электронный архив УГЛТУ
<b>Дополнительная учебная литература</b>			
5.	Ветошкин, А.Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 296 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444179">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444179</a> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0125-8. – Текст: электронный.	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
6.	Барабаш, Н.В. Биохимические методы очистки сточных вод / Н.В. Барабаш; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь: СКФУ, 2015. – 98 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457145">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457145</a> .	2015	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
7.	Липунов, И.Н. Очистка сточных вод в биологических реакторах с биопленкой и активным илом (расчет биофильтров и аэротенков) [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Н. Липунов, И.Г. Первова; Минобрнауки России, Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Электрон. текстовые дан. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).	2015	10 экз.
8.	Ананьев, В.А. Химические основы современных окислительных технологий на основе озона очистки сточных вод / В.А. Ананьев, В.Л. Ананьева. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. – 148 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232209">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232209</a> . – ISBN 978-5-8353-1227-6. – Текст: электронный.	2012	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
9.	Никифоров, А.Ф. Межфазные переходы в адсорбционных процессах [Текст]: учеб. пособие для студентов специальностей 270112 – Водоснабжение и водоотведение, 280201 – Охрана окружающей среды и рацион. использование природ. ресурсов, 280202 – Инженер. защита окружающей среды / А.Ф. Никифоров, Л.В. Василенко, Т.В. Лобухина; Урал. гос. лесотехн. ун-т, Урал. Федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. – 186 с.	2010	51 экз.

10.	Василенко, Л.В. Методы очистки промышленных сточных вод: учебное пособие для студентов специальностей 270112 «Водоснабжение и водоотведение», 280201 «Охрана окружающей среды и рационал. использование природ. ресурсов», 280202 всех форм обучения / Л.В. Василенко, А.Ф. Никифоров, Т.В. Лобухина; Урал. гос. лесотехн. ун-т. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2009. – 174 с.	2009	84 экз.
11.	Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учеб. пособие для студентов вузов / Д. А. Кривошеин [и др.]. - Москва: Высшая школа, 2003. – 344 с.	2003	5 экз.
12.	Родионов, А.И. Технологические процессы экологической безопасности (основы энвайронменталистики): учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, В.Г. Систер. – 3-е изд., перераб. и доп. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2000. - 800 с.	2000	9 экз.
13.	Мельник, Т.А. Исследование процесса очистки воды от сульфата магния методом ионного обмена [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Технология очистки сточных вод» для студентов очной и заочной форм обучения. Направления 241000.62 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 280700.62 «Техносферная безопасность» / Т.А. Мельник: в 2 частях. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2013. – Ч. I. – 35 с. – Режим доступа: <a href="http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=802">http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=802</a>	2013	ЭИОС
14.	Мельник, Т.А. Исследование процесса очистки воды с использованием коагулянтов [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Технология очистки сточных вод» для студентов очной и заочной форм обучения. Направления 241000.62 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 280700.62 «Техносферная безопасность» / Т.А. Мельник: в 2 частях. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2013. – Ч. II. – 25 с. – Режим доступа: <a href="http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=802">http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=802</a>	2013	ЭИОС
15.	Мельник, Т.А. Выделение эмульгированных масел [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Технология очистки сточных вод» для студентов очной и заочной форм обучения. Направления 20.03.01 «Техносферная безопасность», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»/ Т.А. Мельник. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2013. – 20 с. – Режим доступа: <a href="http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=802">http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=802</a>	2020	ЭИОС

\* 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 УГЛТУ (<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».
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. База данных Scopus компании Elsevier B.V. <https://www.scopus.com/>

### Профессиональные базы данных

1. Информационные системы, банки данных в области охраны окружающей среды и природопользования – Режим доступа: <http://минприродыро.рф>
2. Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ». – Режим доступа: <https://www.technormativ.ru/>;
3. Научная электронная библиотека eLibrary. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
4. Программы для экологов EcoReport. – Режим доступа: <http://ecoreport.ru/>;
5. 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
<b>ПК-2</b> способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену <b>Текущий контроль:</b> опрос, выполнение лабораторных работ и защита отчетных материалов, тестирование, выполнение кейс-задания
<b>ПК-5</b> готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену <b>Текущий контроль:</b> опрос, выполнение лабораторных работ и защита отчетных материалов, тестирование, выполнение кейс-задания

<p><b>ПК-7</b> готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств</p>	<p><b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену  <b>Текущий контроль:</b> опрос, выполнение лабораторных работ и защита отчетных материалов, тестирование, выполнение кейс-задания</p>
<p><b>ПК-8</b> способностью использовать элементы эколого-экономического анализа в создании энерго- и ресурсосберегающих технологий</p>	<p><b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену  <b>Текущий контроль:</b> опрос, выполнение лабораторных работ и защита отчетных материалов, 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 экзамена (промежуточный контроль, формирование компетенций ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-8)

«5» (*отлично*) – 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;

«4» (*хорошо*) – 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;

«3» (*удовлетворительно*) – 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;

«2» (*неудовлетворительно*) – 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 отчетных материалов (текущий контроль, формирование компетенций ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-8)

«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 заданий в тестовой форме (текущий контроль, формирование компетенций ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-8)**

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 компетенций ПК-2, ПК-5, ПК-7, ПК-8):**

«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 экзамену (промежуточный контроль)**

1. Процеживание. Классификация решеток. Условия работы. Схема установки решетки.

2. Песколовки: принцип действия, классификация песколовки, условия работы. Схема устройства горизонтальной песколовки с прямолинейным движением воды.

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. Схема и принцип работы напорного гидроциклона. Преимущества и недостатки гидроциклонов.
7. Классификация фильтров с зернистой загрузкой. Схема скорого однослойного фильтра в рабочем положении. Цикл работы установки.
8. Двухслойные и каркасно-засыпные фильтры. Схема каркасно-засыпного фильтра в рабочем положении. Цикл работы установки.
9. Схема и принцип работы контактного осветлителя. Достоинства и недостатки.
10. Принципиальная технологическая схема очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией.
11. Классификация смесителей. Условия работы. Достоинства и недостатки.
12. Схемы устройства камер хлопьеобразования. Условия работы.
13. Флотация с выделением воздуха из раствора. Стадии процесса. Принципиальные технологические схемы вакуумной и напорной флотации. Достоинства и недостатки.
14. Современные схемы установок напорной флотации.
15. Флотация с механическим диспергированием воздуха, безнапорные установки, пневматические флотационные установки в т.ч. с подачей воздуха через пористые материалы. Условия проведения процесса.
16. Технологическое оформление процессов адсорбции: статический и динамический варианты.
17. Схема устройства напорного параллельноточного ионитового фильтра. Цикл работы ионитовой установки.
18. Схема устройства напорного противоточного ионитового фильтра. Цикл работы ионитовой установки.
19. Схема устройства напорного ионитового фильтра смешанного действия. Цикл работы ионитовой установки.
20. Теория процесса электрокоагуляции, гальванокоагуляции. Технологические различия применения этих методов.
21. Теория процесса электрофлотации. Принципиальная схема электрофлотационного аппарата.
22. Теория процесса электродиализа. Принципиальные схемы включения электродиализных установок.
23. Конструкции аппаратов для проведения процессов обратного осмоса и ультрафильтрации. Достоинства и недостатки.
24. Биологическая очистка в аэротенках: окислительная мощность, основные этапы очистки, классификации аэротенков. Принципиальная схема установки биоочистки с аэротенком. Основные методы интенсификации работы аэротенка.
25. Биологическая очистка в биофильтрах: окислительная мощность, основные этапы очистки, классификация биофильтров.
26. Принципиальная схема установки биоочистки с биофильтром. Схема устройства секции биофильтра с пластмассовой насадкой. Основные методы интенсификации работы биофильтра.
27. Требования, предъявляемые к сточным водам, поступающим на аэротенки и биофильтры.
28. Биологическая очистка в биопрудах. Схема биохимических взаимодействий в окислительном пруду.
29. Анаэробная очистка сточных вод. Схема устройства метантенка.
30. Основы метода парофазного окисления («огневой метод»). Циклонные камеры и печи с псевдоожиженным слоем: принцип действия, достоинства и недостатки.

31. Технологические решения очистки сточных вод различных отраслей промышленности.
32. Обработка осадков сточных вод.

**Задания в тестовой форме (текущий контроль)**  
**Фрагмент к разделу «Физико-химическая очистка сточных вод»**

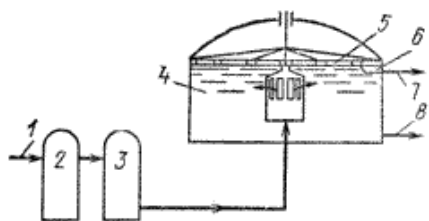
*Флотационный метод позволяет удалять из сточных вод*

- 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)

*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

*Укажите основные конструктивные элементы схемы вакуумной флотации.*



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

*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

*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

*При совместном использовании коагулянтов и флокулянтов*

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

*С увеличением мутности вод доза коагулянта*

- а) увеличивается
- б) уменьшается
- в) неизменна

*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

*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

*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

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

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

*В процессе работы ионита происходит:*

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

*Сильнокислотные и слабокислотные катиониты отличаются:*

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

*Полная обменная емкость ионита (ПОЕ) зависит от:*

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

*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 опрос (текущий контроль)**

#### **Фрагмент к лабораторной работе «Исследование процесса очистки воды от сульфата магния методом ионного обмена» (раздел «Физико-химическая очистка сточных вод»)**

1. Типы, классификация и строение ионитов.
2. Типы и примеры ионообменных реакций.
3. Механизм кинетики процесса ионного обмена.
4. Основные физико-химические и технологические характеристики ионитов. Методы определения основных свойств ионообменных смол.
5. Некоторые задачи статики ионного обмена.
6. Основы динамики ионного обмена.
7. Технологическое оформление процессов ионного обмена.
8. Методика процессов сорбции и регенерации ионитов, расчеты.

**Кейс-задание по игровому проектированию (текущий контроль)  
«Разработка (совершенствование) технологической схемы очистки сточных вод»  
Фрагмент к разделу «Технологические решения очистки сточных вод  
различных отраслей промышленности»**

Завод имеет в своем составе электросталеплавильный, железнодорожный, энергоцех, цех автоматизации, электроцех.

В результате практической деятельности предприятия образуются промышленно-ливневые сточные, которые без очистки сбрасываются в водоток рыбохозяйственного назначения со следующими показателями:

▪ расход сточных вод	120 м <sup>3</sup> /ч
▪ состав сточных вод:	
– нефтепродукты	1,2 мг/л
– взвешенные вещества	200 мг/л
– железо (II)	3,98 мг/л

Задание:

1. Рассчитать необходимую степень очистки сточных вод при сбросе сточных вод в водоток рыбохозяйственного назначения.
2. Предложить и обосновать технологические решения по достижению качества очистки сточных вод до уровня ПДК 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.
5. Рассчитать материальный баланс одной ступени очистки.

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

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	«5» (отлично)	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует высокий уровень знаний методов защиты водных ресурсов и основного оборудования, используемого для очистки и утилизации промышленных сбросов; способность самостоятельно обосновывать конкретные технические решения и участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения и разработке новых технологий, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на водную среду; высокие умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки стоков, элементов экобиозащитного оборудования; готов осваивать и эксплуатировать технические средства защиты водной среды, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования</p>
Базовый	«4»	Теоретическое содержание курса освоено пол-

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
	(хорошо)	<p>ностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует базовый уровень знаний методов защиты водных ресурсов и основного оборудования, используемого для очистки и утилизации промышленных сбросов; способность обосновывать конкретные технические решения и участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения и разработке новых технологий, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на водную среду; базовые умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки стоков, элементов экобиозащитного оборудования; готов осваивать и эксплуатировать технические средства защиты водной среды, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования</p>
Пороговый	«3» (удовлетворительно)	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся демонстрирует пороговый уровень знаний методов защиты водных ресурсов и основного оборудования, используемого для очистки и утилизации промышленных сбросов; способность под руководством обосновывать конкретные технические решения и участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения и разработке новых технологий, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на водную среду; пороговые умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки стоков, элементов экобиозащитного оборудования; готов под руководством осваивать и эксплуатировать технические средства защиты водной среды, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования</p>
Низкий	«2» (неудовлетворительно)	<p>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.</p> <p>Обучающийся не знает методов защиты водных</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		ресурсов и основного оборудования, используемого для очистки и утилизации промышленных сбросов; не демонстрирует способность обосновывать конкретные технические решения и участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения и разработке новых технологий, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на водную среду; умения и практические навыки конструкторско-технологического анализа и расчета параметров физико-химических процессов очистки стоков, элементов экобиозащитного оборудования; не готов осваивать и эксплуатировать технические средства защиты водной среды, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования

## 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- и ресурсосбережения, аргументировано предлагать экологически безопасные технологии, включая обоснованный выбор метода и аппаратного оформления технологического процесса, позволяющие максимально минимизировать негативное антропогенное воздействие опасностей на водную среду.

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 водного бассейна: 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 «Технология очистки сточных вод» бакалаврами направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» основными видами самостоятельной работы являются:

- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям 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 экзамену.

*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 обезвреживания сточных вод, 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 – проходят опрос, 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.

Вопросы на опросе задаются каждому студенту индивидуально. Обучающемуся дается дополнительное время (опрос проходит заново), если он не может ответить на три заданных ему вопроса. После двух неудачных попыток пройти опрос – 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.

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 приступать 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 конкретного производства (металлургического, химического, пищевого и др.) с позиции энерго- и ресурсосбережения. Суть задания состоит в разработке группой студентов эффективных технологических водоохранных мероприятий на основе анализа экологической ситуации района размещения предприятия, конструкторско-технологического расчета параметров процесса обезвреживания промышленных отходов.



На занятии обучающиеся учатся выявлять недостатки в действующих технологических линиях очистки сточных вод, переработки осадка и аргументированно предлагать более эффективные технологии, методы, экобиозащитное 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 линии обезвреживания промышленных сбросов;
- рассчитать эффективность очистки от загрязняющих веществ 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 водоохранные 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 экологической 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 обезвреживания промышленных сбросов какого-либо производства (металлургического, химического, пищевого и т.п.).

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

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.
- Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированной учебной аудитории – лаборатории очистки сточных вод.
- в случае дистанционного изучения дисциплины и самостоятельной работы используется ЭИОС (MOODLE).

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются:

– ознакомление бакалавров с методами и технологическим оборудованием обезвреживания промышленных сбросов; элементами конструкторско-технологического анализа и расчета технических средств защиты водной среды;

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

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

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- семейство коммерческих операционных систем семейства Microsoft Windows;
- офисный пакет приложений Microsoft Office;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

#### **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 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
Помещение для лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.	Столы и стулья; рабочее место, оснащено компьютером с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду, а также: экран, проектор, маркерная доска, 2 стеллажа для книг, стенд охраны труда и техники безопасности.
Помещение для лабораторных занятий, текущей аттестации	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»,

	<p>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>Стол, стулья, экран, проектор. Рабочие места студентов, оснащены компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования</p>