

**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.ДЭ.04.01 – ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ**

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) – «Инженерная защита окружающей среды»

Квалификация - бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 6 (216)

г. Екатеринбург, 2023

Разработчики:

докт. хим. наук, доцент

канд. хим. наук, доцент


/ И.Г. Перова /

/ Т.А. Мельник /

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физико-химической технологии защиты биосферы (протокол № 6 от «11» 01 2023 года).

Зав. кафедрой ФХТЗБ  / Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией химико-технологического института (протокол № 3 от «15» 02 2023 года).

Председатель методической комиссии ХТИ  / И.Г. Перова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ  / И.Г. Перова /

«15» 02 2023 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
очно-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 .....	12
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине .....	13
Основная и дополнительная литература .....	13
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	16
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	16
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	17
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 .....	18
7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций .....	32
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся .....	33
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	34
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	35

## 1. Общие положения

Дисциплина «**Промышленная экология**» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 20.03.01 – Техносферная безопасность (профиль – Инженерная защита окружающей среды).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Промышленная экология» являются:

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

– Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. №245;

– Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.12.2015 г. № 1157н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий»;

– Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 07.09.2020 г. № 569н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по экологической безопасности (в промышленности)»;

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 680 от 25.05.2020 г;

– Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 20.03.01 – Техносферная безопасность (профиль – Инженерная защита окружающей среды), подготовки бакалавров по очной, очно-заочной и заочной формам обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №3 от 16.03.2023) и утвержденный ректором УГЛТУ (16.03.2023).

Обучение по образовательной программе 20.03.01 – Техносферная безопасность (профиль – Инженерная защита окружающей среды) 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** – ознакомление обучающихся с основами промышленной экологии, основами анализа действующих технологических процессов с позиции реконструкции (совершенствования), а также создаваемых новых, экологически безопасных, технологий и оборудования; формирование у будущих специалистов знаний в области общей микробиологии и современной биотехнологии.

### **Задачи дисциплины:**

– ознакомить обучающихся с методами и средствами обезвреживания/очистки промышленных выбросов, сбросов, переработки твердых отходов и обращения с токсичными отходами, в т.ч. экологически безопасными технологиями и оборудованием;

– развить навыки обоснованного выбора известных устройств, систем и методов защиты окружающей среды от воздействия промышленных отходов и контроля за соблюдением технологических процессов и режимов работы природоохранных объектов;

– дать студентам конкретные знания в области биохимических процессов превращения органических и минеральных веществ под влиянием аэробных и анаэробных микроорганизмов и ферментативного катализа;

– дать студентам общие представления о современной биотехнологии и применении биотехнологических процессов в различных областях экономики.

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

– ПК-2 Способность анализировать технологические процессы и режимы работы действующих производств, рассчитывать экологические риски для организаций с позиции реконструкции (совершенствования) действующих производств, а также создаваемых новых, экологически безопасных, технологий и оборудования;

– ПК-6 Способность проводить сбор и документировать информацию о состоянии окружающей среды, используемых методах и средствах измерения; осуществлять производственный экологический контроль.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:** технологические процессы и режимы производства продукции в организации; основные методы и технологии защиты окружающей среды от техногенного воздействия; основные механизмы превращения микроорганизмами различных химических соединений, закономерности процесса биохимического окисления органических и неорганических веществ; порядок ввода в эксплуатацию оборудования, учитывающего требования в области охраны окружающей среды;

**уметь:** ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности; обосновывать снижение экологических рисков при введении в эксплуатацию в организации конкретного вида оборудования; контролировать соблюдение технологических режимов природоохраненных объектов;

**владеть:** расчетами массового баланса процессов, протекающих в биологических реакторах анаэробной и аэробной очистки сточных вод, переработки осадков; навыками экологического анализа проектов расширения и реконструкции действующих производств; навыками оценки технического состояния оборудования на соответствие требованиям по охране среды и экологической безопасности.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части, 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
1.	Науки о Земле и химия окружающей среды	Управление техносферной безопасностью, экологический менеджмент, экспертиза и сертификация	Расчеты химико-технологических процессов
2.	Управление качеством окружающей среды	Надежность технических систем и техногенный риск	Теоретические основы защиты окружающей среды
3.	Медико-биологические основы безопасности	Процессы и аппараты химической технологии	Технология основных производств и промышленные выбросы
4.	Производственная		Подготовка к сдаче и

	практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности		сдача государственного экзамена
			Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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	очно-заочная форма
<b>Контактная работа с преподавателем*:</b>	<b>102,35</b>	<b>22,35</b>	<b>28,35</b>
лекции (Л)	48	10	14
практические занятия (ПЗ)	18	-	8
лабораторные работы (ЛР)	36	12	6
иные виды контактной работы	0,35	0,35	0,35
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>113,65</b>	<b>193,65</b>	<b>187,65</b>
изучение теоретического курса	30	90	60
подготовка к текущему контролю	48	95	92
курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
подготовка к промежуточной аттестации	35,65	8,65	35,65
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>экзамен</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 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	Введение в курс «Промышленная экология»	1	-	-	1	-
2	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии	16	18	-	34	38
3	Раздел 2. Основы промышленной экологии	31	-	36	67	40
<b>Итого по разделам:</b>		<b>48</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>102</b>	<b>78</b>
Промежуточная аттестация					0,35	35,65
<b>Всего</b>		<b>216</b>				

**заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение в курс «Промышленная экология»	0,5	-	-	0,5	-
2	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии	4	-	6	10	92
3	Раздел 2. Основы промышленной экологии	5,5	-	6	11,5	93
<b>Итого по разделам:</b>		<b>10</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>185</b>
Промежуточная аттестация					0,35	8,65
<b>Всего</b>		<b>216</b>				

**очно-заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение в курс «Промышленная экология»	1	-	-	1	-
2	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии	5	8	-	13	70
3	Раздел 2. Основы промышленной экологии	8	-	6	14	82
<b>Итого по разделам:</b>		<b>14</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>28</b>	<b>152</b>
Промежуточная аттестация					0,35	35,65
<b>2Всего</b>		<b>216</b>				

## 5.2. Содержание занятий лекционного типа

### **Введение в курс «Промышленная экология»**

*Цели и задачи дисциплины.* Место дисциплины в системе экологических наук. Связь со смежными дисциплинами. Цели и задачи защиты окружающей природной среды.

### **Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии**

#### *Тема 1.1. Систематика, морфология, физиология микроорганизмов*

Роль и значение микроорганизмов в природе и хозяйственной деятельности человека. Систематика микроорганизмов. Прокариоты, эукариоты и вирусы. Понятие терминов «систематика», «таксономия», «номенклатура». Бинарная (двойная) номенклатура микроорганизмов Карла Линнея. Морфология микроорганизмов. Строение бактериальной клетки, основные структурные элементы и их функциональные особенности в процессах обеспечения жизнедеятельности клетки. Химический состав бактериальной клетки. Физиология микроорганизмов. Процессы питания, обмена веществ и дыхания. Биологические катализаторы (ферменты). Влияние внешних факторов на жизнедеятельность и биологическую активность микроорганизмов.

#### *Тема 1.2. Превращение микроорганизмами органических соединений.*

Превращение микроорганизмами углеродсодержащих соединений в анаэробных и аэробных условиях. Механизм микробиологического превращения органических соединений в анаэробных условиях (гликолиз). Процессы брожения. Типы брожения: маслянокислое, спиртовое, молочнокислое. Сбраживание белков и жиров. Микробиологическое превращение органических соединений в аэробных условиях.

*Тема 1.3. Микробиологическое превращение азотсодержащих органических соединений и минеральных веществ*

Превращение микроорганизмами азотсодержащих органических веществ. Минерализация органического азота, процессы гидролитического, окислительного и восстановительного дезаминирования аминокислот. Процессы нитрификации, денитрификации аммиака микроорганизмами. Фиксация молекулярного азота микроорганизмами. Биохимия азотфиксации. Превращение микроорганизмами минеральных веществ. Микробиологическое превращение соединений серы и фосфора. Микробиологическое превращение соединений металлов.

#### *Тема 1.4. Введение в современную биотехнологию*

Введение в современную биотехнологию. Понятие биообъекта. Деление биообъектов по производственным функциям. Классификация биообъектов. Способы создания и совершенствования биообъектов методами мутагенеза и селекции, клеточной и генной инженерии, инженерной энзимологии. Способы ведения и общая характеристика биотехнологического процесса: подготовка и стерилизация технологического воздуха, герметизация и стерилизация технологического оборудования, стерилизация питательных сред, подготовка посевного материала. Общая характеристика биотехнологического процесса. Классификация биотехнологического процесса по технологическим параметрам.

*Тема 1.5. Биотехнология в решении проблем защиты окружающей среды. Микробиологические методы очистки сточных вод*

Основные направления применения биотехнологических процессов в решении проблем защиты окружающей среды. Биологическая очистка сточных вод. Характеристика сточных вод: категории сточных вод, виды загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах в различном фазовом состоянии. Понятие показателей степени загрязненности сточных вод «БПК» и «ХПК». Количественный критерий, по которому оценивается доступность загрязняющих веществ биологическому окислению. Требования, предъявляемые к сточным водам, поступающим на биологическую очистку.

#### *Тема 1.6. Биохимические основы биологической очистки сточных вод*

Классификация методов и сооружений биологической очистки. Биохимические основы биологической очистки сточных вод. Микроорганизмы активного ила и биопленки.



Влияние различных факторов (концентрация загрязняющего вещества, концентрация кислорода в сточной воде, температура и величина рН сточной воды, содержание биогенных элементов, тяжелых металлов и минеральных солей) на скорость биохимического окисления. Аэробные биотехнологические процессы в очистке и обезвреживании промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

#### *Тема 1.7. Очистка сточных вод в искусственных аэрационных сооружениях*

Аэрационная очистка сточных вод в биореакторах с биопленкой (биофильтры). Устройство биофильтров и принцип их работы. Классификация биофильтров и их характеристика. Аэрационная очистка сточных вод в биореакторах с активным илом (аэротенки), их устройство и принцип работы. Классификация аэротенков по гидравлической схеме работы и нагрузке на активный ил. Технические системы биореакторов с активным илом. Конструкции аэротенков. Технологические характеристики работы аэротенков. Анаэробная очистка сточных вод и сбраживание осадков.

#### *Тема 1.8. Другие направления использования биотехнологических процессов в решении экологических проблем*

Биологическая очистка и дезодорация промышленных выбросов. Биоремедиации почв в биологических реакторах. Технологические процессы биоконверсии органических отходов в полезные продукты: силосование, компостирование, аэробная стабилизация, анаэробное сбраживание и метаногенерация. Химизм процесса метаногенеза. Биоконверсия органических отходов в тепловую энергию и топливо.

## **Раздел 2. Основы промышленной экологии**

### *Тема 2.1. Загрязнение гидросферы.*

Типы загрязнения (энергетическое – физическое, материальное – химическое и биологическое), их источники и синергетический эффект. Понятие о предельно допустимой концентрации загрязняющего вещества в окружающей среде и предельно допустимом уровне физических, биологических и других воздействий. *Производственно-хозяйственные и комплексные нормативы.*

### *Тема 2.2. Общая характеристика процессов загрязнения и самоочищения в реках и водоемах*

Экологические последствия загрязнения природных вод. Антропогенное загрязнение гидросферы (химическое, физическое, биологическое). Источники загрязнения и основные загрязняющие вещества гидросферы. Основные тенденции в изменении качества природных вод под влиянием хозяйственной деятельности людей.

### *Тема 2.3. Допустимая нагрузка на водный объект*

Определение условий спуска сточных вод в водный объект. Понятие лимитирующего показателя вредности, его взаимосвязь с ПДК. Комплексный индекс загрязнения водной среды (ИЗВ).

### *Тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод*

Удаление взвешенных частиц из сточных вод под действием гравитационных и центробежных сил (гидромеханическая очистка). Физико-химические методы очистки сточных вод – коагуляция и флокуляция; флотация; адсорбция, ионный обмен, экстракция; обратный осмос и ультрафильтрация; электрохимические методы. Химические методы очистки сточных вод – нейтрализация; окисление и восстановление; удаление ионов тяжелых металлов. Биохимические методы очистки сточных вод. Аэробные и анаэробные процессы. Рекуперация активного ила. Термические методы очистки сточных вод.

### *Тема 2.5. Загрязнение атмосферы*

Загрязнение атмосферного воздуха (химическое, физическое, биотическое). Химическое загрязнение, как наиболее опасный вид загрязнения. Смоги, кислотные осадки, парниковый эффект. Источники загрязнения и основные загрязняющие вещества атмосферы.

### *Тема 2.6. Способы очистки газовых и газопылевых выбросов*

Очистка отходящих газов от аэрозолей (фильтры, скрубберы и др.). Основные принципы выбора метода очистки. Абсорбционные методы очистки отходящих газов.

Адсорбционные методы очистки отходящих газов. Методы каталитической и термической очистки отходящих газов. Дезодорация и обезвреживание газовоздушных выбросов. Использование биохимических методов.

*Тема 2.7. Контроль качества атмосферного воздуха*

Классификация источников загрязнения по назначению, месту расположения, геометрической форме, режиму работы, дальности распространения, характеру организации отвода и контроля. Условия выброса газовых выбросов в атмосферу. Основные термины в нормировании качества атмосферного воздуха. Эффект суммации. Расчет ПДВ.

*Тема 2.8. Методы переработки твердых отходов*

Переработка твердых промышленных отходов (ликвидационные, утилизационные методы, размещение отходов). Оборудование. Компостирование.

*Тема 2.9. Загрязнение почв*

Разновидность загрязняющих веществ и последствия загрязнения почв современным сельскохозяйственным производством. Проблема использования удобрений. Загрязнение почв пестицидами и его экологическое значение. Нормирование загрязняющих веществ в почве. Контроль и управление качеством почвы.

### 5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебным планом по дисциплине предусмотрены практические и лабораторные занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час		
			очная	заочная	очно-заочная
1	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.1. Систематика, морфология, физиология микроорганизмов)	Практическое занятие по закреплению теоретического материала	2	-	-
2	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.2. Превращение микроорганизмами органических соединений)	Практическое занятие по закреплению теоретического материала	2	-	-
3	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.3. Микробиологическое превращение азотсодержащих органических соединений и минеральных веществ)	Практическое занятие по закреплению теоретического материала (выполнение тестового задания)	2	-	-
4	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.5. Биотехнология в решении проблем защиты окружающей среды. Микробиологические методы очистки сточных вод)	Практическое занятие по закреплению теоретического материала	2	-	-
5	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.6. Биохимические основы биологической очистки сточных вод)	Кейс-задание (технологический расчет биореакторов с биопленкой)	2	2	2

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час		
			очная	заочная	очно-заочная
6	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.7. Очистка сточных вод в искусственных аэрационных сооружениях)	Кейс-задание (технологический расчет биореакторов с активным илом)	8	4	2
7	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод)	лабораторная работа	4	4	4
8	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.6. Способы очистки газовых и газопылевых выбросов)	решение ситуационной задачи	4	-	1
9	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод)	лабораторная работа	4	-	2
10	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод)	решение ситуационной задачи	4	2	2
11	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод)	лабораторная работа	4	-	-
12	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.8. Методы переработки твердых отходов)	решение ситуационной задачи	4	-	1
13	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод)	решение кейс-задания	4	-	-
14	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.6. Способы очистки газовых и газопылевых выбросов)	решение кейс-задания	4	-	-
15	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.8. Методы переработки твердых отходов)	решение кейс-задания	4	-	-
<b>Итого:</b>			<b>54</b>	<b>12</b>	<b>14</b>

#### 5.4 Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час		
			очная	заочная	очно-заочная
1	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.1. Систематика, морфология, физиология микроорганизмов)	Подготовка к текущему контролю (опрос)	2	8	6
2	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.2. Превращение микроорганизмами органических соединений)	Подготовка к текущему контролю (опрос)	2	8	6
3	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.3. Микробиологическое превращение азотсодержащих органических соединений и минеральных веществ)	Подготовка к выполнению тестового задания	4	10	8
4	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.4. Введение в современную биотехнологию)	Подготовка реферата	9	10	8
5	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.5. Биотехнология в решении проблем защиты окружающей среды. Микробиологические методы очистки сточных вод)	Подготовка к текущему контролю (опрос)	2	6	6
6	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.6. Биохимические основы биологической очистки сточных вод)	Подготовка к выполнению кейс-задания	4	14	12
7	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.7. Очистка сточных вод в искусственных аэрационных сооружениях)	Подготовка к выполнению кейс-задания и контрольной работы	6	26	20
8	Раздел 1. Основы микробиологии и биотехнологии (тема 1.8. Другие направления использования биотехнологических процессов в решении экологических проблем)	Подготовка реферата	9	10	10
9	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы	4	14	10
10	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод)	Подготовка презентации и доклада по кейс-заданию	5	-	-
11	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы	4	14	10

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час		
			очная	заочная	очно-заочная
	вод)	работы			
12	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.6. Способы очистки газовых и газопылевых выбросов)	Подготовка к опросу по ситуационной задаче	4	22	19
13	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ	4	-	-
14	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.6. Способы очистки газовых и газопылевых выбросов)	Подготовка презентации и доклада по кейс-заданию	5	-	-
15	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.4. Способы очистки и переработки сточных вод)	Подготовка к опросу по ситуационной задаче	4	21	18
16	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.8. Методы переработки твердых отходов)	Подготовка презентации и доклада по кейс-заданию	5	-	-
17	Раздел 2. Основы промышленной экологии (тема 2.8. Методы переработки твердых отходов)	Подготовка к опросу по ситуационной задаче	5	22	19
18	Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	35,65	8,65	35,65
<b>Итого:</b>			<b>113,65</b>	<b>193,65</b>	<b>187,65</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	Мясоедова, Т.Н. Промышленная экология : учебное пособие / Т.Н. Мясоедова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного феде-	2017	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
	<p>рального университета, 2017. – 90 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=499876">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=499876</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2720-5. – Текст : электронный.</p>		
2	<p>Исмаилова, А. А. Промышленная экология : учебник / А. А. Исмаилова, Н. А. Нурбаева. — Астана : КазАТУ, 2018. — 272 с. — ISBN 978-9965-799-15-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/233930">https://e.lanbook.com/book/233930</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
3	<p>Зайцева, Т. А. Биохимические методы переработки техногенных отходов : учебное пособие : в 2 частях / Т. А. Зайцева, Л. В. Рудакова, Е. С. Белик. — Пермь : ПНИПУ, [б. г.]. — Часть 1 : Биологическая очистка сточных вод в аэротенках — 2015. — 226 с. — ISBN 978-5-398-01525-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160932">https://e.lanbook.com/book/160932</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>	2015	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
<b>Дополнительная учебная литература</b>			
4	<p>Быков, А.П. Инженерная экология / А.П. Быков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: НГТУ, 2011. – 208 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228914">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228914</a> . – ISBN 978-5-7782-1634-1. – Текст: электронный.</p>	2011	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
5	<p>Гвоздовский, В.И. Промышленная экология: в 2-х ч. / В.И. Гвоздовский. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2008. – Ч. 1. Природные и техногенные системы. – 270 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=143903">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=143903</a>. – ISBN 978-5-9585-0291-2. – Текст: электронный.</p>	2008	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
6	<p>Инженерная экология и экологический менеджмент / ред. Н.И. Иванов, И.М. Фадин. – 3-е изд. – Москва: Логос, 2011. – 518 с. – (Новая университетская библиотека). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89785">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89785</a>. – ISBN 978-5-98704-552-7. – Текст: электронный.</p>	2011	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
7	<p>Гальблауб, О. А. Промышленная экология : учебное пособие / О. А. Гальблауб, И. Г. Шайхиев, С. В. Фридланд ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 120 с. : ил. – Режим доступа: по под-</p>	2017	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
	писке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=500716">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=500716</a> . – Библиогр.: с. 117. – ISBN 978-5-7882-2322-3. – Текст : электронный.		
8	Ветошкин, А. Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности : учебное пособие : в 2 частях : [16+] / А. Г. Ветошкин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – Часть Часть 2. Переработка и утилизация промышленных отходов. – 381 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564896">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564896</a> . – Библиогр.: с. 370 - 375. – ISBN 978-5-9729-0234-7. – Текст : электронный.	2019	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
9	Ветошкин, А. Г. Нормативное и техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности : учебное пособие : в 2 частях : [12+] / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – Часть 1. Нормативно-управленческое обеспечение безопасности жизнедеятельности. – 472 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=618271">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=618271</a> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0680-2 (Ч. 1). - ISBN 978-5-9729-0679-6. – Текст : электронный.	2021	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/> ), универсальная база данных East View (ООО «ИВИС») <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12> , 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» (<http://www.consultant.ru/>).
2. Справочно-правовая система «Система ГАРАНТ». Свободный доступ (режим доступа: <http://www.garant.ru/company/about/press/news/1332787/>).
3. Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (URL: <https://www.antiplagiat.ru/>).
4. Информационная система 1С: ИТС (<http://its.1c.ru/>). Режим доступа: свободный

### Профессиональные базы данных

1. Информационные системы, банки данных в области охраны окружающей среды и природопользования – Режим доступа: <http://минприродыро.рф>
2. Информационная система «ТЕХНОМАТИВ». – 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/>;
6. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // Акционерное общество «Информационная компания «Кодекс» (<https://docs.cntd.ru/>). Режим доступа: свободный.

### Нормативно-правовые акты

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 30.12.2020). С изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021. – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=51460506304105653232087527&cacheid=618FE8A01F3CE2A2127C47EF7B50C3B2&mode=splus&base=RZR&n=357154&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#1ylrpozekjs>
2. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 №96-ФЗ (ред. от 08.12.2020). – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=82378222807697057290023339&cacheid=2AA1E5C242A63283400C0CB75CA1BFAA&mode=splus&base=RZR&n=370329&rnd=61B4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#1d3yq78x4ot>
3. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020). С изм. и доп., вступ. в силу с 14.06.2020. – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=211626294608152263367298476&cacheid=4C3CCAF5034C6A2E2E4FEA685E43BD91&mode=splus&base=RZR&n=340343&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#77nt098coio>
4. Водный кодекс Российской Федерации от 16.11.95 г. № 167-ФЗ (ред. от 27.12.09 г.) – Режим доступа: <http://base.garant.ru/10108700/>

## 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> способность анализировать технологические процессы и режимы работы действующих производства, рассчитывать экологические риски для организаций с позиции реконструкции (совершенствования) действующих производства, а также создаваемых новых, экологически безопасных, технологий и оборудования	<b>Промежуточный контроль:</b> устный опрос и тестовые задания – экзамен <b>Текущий контроль:</b> опрос, коллоквиум к лабораторным работам, тестовые задания, защита реферата, защита презентации и доклада к кейс-заданию/ситуационной задаче
<b>ПК-6</b> способность проводить сбор и документировать информацию о состоянии окружающей среды, используемых методах и средствах измерения; осуществлять производственный экологический контроль	<b>Промежуточный контроль:</b> устный опрос и тестовые задания – экзамен <b>Текущий контроль:</b> опрос, коллоквиум к лабораторным работам, тестовые задания, защита реферата, защита презентации и доклада к кейс-заданию/ситуационной задаче



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

### **Критерии оценивания устного ответа на вопросы к коллоквиуму по лабораторным работам (текущий контроль формирования компетенций ПК-2, ПК-6):**

*отлично:* работа выполнена в срок; оформление и содержательная часть отчета образцовые; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при сдаче коллоквиума и защите отчета.

*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 при сдаче коллоквиума и защите отчета правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя.

*удовлетворительно:* работа выполнена с нарушением графика; в оформлении, содержательной части отчета есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения. Обучающийся при сдаче коллоквиума и защите отчета ответил не на все вопросы.

*неудовлетворительно:* оформление отчета не соответствует требованиям; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения. Обучающийся не ответил на вопросы коллоквиума и не смог защитить отчет.

### **Критерии оценивания выполнения тестовых заданий экзамена (промежуточный контроль формирования компетенций ПК-2, ПК-6)**

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

86-100% заданий – оценка «*отлично*»;

71-85% заданий – оценка «*хорошо*»;

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

менее 51% - оценка «*неудовлетворительно*».

### **Критерии оценивания выполнения тестовых заданий (текущий контроль формирования компетенций ПК-2, ПК-6)**

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

86-100% заданий – оценка «*отлично*»;

71-85% заданий – оценка «*хорошо*»;

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

менее 51% - оценка «*неудовлетворительно*».

### **Критерии оценивания рефератов (текущий контроль формирования компетенций ПК -2, ПК-6):**

*отлично:* работа выполнена в соответствии с требованиями, выбранная тема раскрыта полностью, материал актуален и достаточен, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

*хорошо:* работа выполнена в соответствии с требованиями, выбранная тема раскрыта, материал актуален, обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

*удовлетворительно:* работа выполнена в соответствии с требованиями, выбранная тема частично раскрыта, по актуальности доклада есть замечания, обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

*неудовлетворительно*: обучающийся не подготовил работу или подготовил работу, не отвечающую требованиям, ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

#### **Критерии оценивания устного опроса (текущий контроль формирования компетенций ПК-2, ПК-6)**

*отлично* – дан полный ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

*хорошо* – дан полный ответ на поставленный вопрос, в достаточной мере показано умение выделить существенные и несущественные признаки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные бакалавром с помощью «наводящих» вопросов;

*удовлетворительно* – дан неполный ответ. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания бакалавром их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

*неудовлетворительно* – обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

#### **Критерии оценивания доклада по выполнению кейс-заданий, ситуационных задач (текущий контроль формирования компетенций ПК-2, ПК-6):**

*отлично*: работа выполнена в срок; содержательная часть доклада и презентационные материалы образцовые; присутствуют обоснование рассматриваемых методов обезвреживания/очистки промышленных отходов и аргументированные выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите проекта. Принимал активное участие в дискуссии.

*хорошо*: работа выполнена в срок; в содержательной части доклада и презентационных материалах нет грубых ошибок; присутствует в достаточной мере обоснование методов обезвреживания/очистки промышленных отходов и аргументированные выводы. Обучающийся при защите проекта правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя. Принимал участие в дискуссии.

*удовлетворительно*: работа выполнена с нарушением графика; в структуре и презентационных материалах есть недостатки; в докладе частично присутствует обоснование методов обезвреживания/очистки промышленных отходов. Обучающийся при защите проекта ответил не на все вопросы. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

*неудовлетворительно*: отсутствует или приведено неправильное обоснование методов обезвреживания/очистки промышленных отходов. 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**

#### **Пример тестовых заданий (текущий контроль) (раздел 1 «Основы микробиологии и биотехнологии»)**

*По филогенетической классификации микроорганизмы разделены на два рода: прокариоты и эукариоты. К роду эукариотов относятся микроорганизмы, у которых ядро ...*

1. не отделено от цитоплазмы ядерной мембраной;
2. отделено от цитоплазмы ядерной мембраной

*Цитоплазматическая мембрана в жизнедеятельности бактериальной клетки осуществляет следующие основные функции ...*

1. способствует проникновению питательных веществ в клетку;
2. предохраняет форму клетки от внутреннего и внешнего давления;
3. защищает протопласт

*Основу органического вещества клетки составляют следующие химические элементы (органогены)...*

1. С, К, N, Cl
2. O, P, H, S
3. O, C, P, H
4. O, C, H, N

*Углеводы в бактериальной клетке используются для...*

1. синтеза белков и жиров;
2. регулирования проницаемости клеточной оболочки;
3. построения клеточных оболочек и капсул;
4. осуществления ферментативных процессов

*Физиология – это раздел науки микробиологии, изучающий...*

1. строение бактериальной клетки;
2. химический состав бактериальной клетки;
3. процессы питания и обмена веществ;
4. процессы питания, дыхания и обмена веществ

*Ферменты класса «гидролаза» катализируют процессы...*

1. переноса атомных группировок с одной молекулы на другую;
2. изомеризации;
3. гидролиза;
4. синтеза

*Питательными веществами называют химические соединения, которые, попав в живой организм, служат:*

1. источником энергии для процессов жизнедеятельности;
2. источником энергии для жизнедеятельности и материалом для построения клетки
3. материалом для построения клетки;

*Какие группы микроорганизмов в качестве углеродного питания используют готовые органические соединения...*

1. автотрофы;
2. гетеротрофы

*Какие типы автотрофных микроорганизмов используют энергию химической реакции для синтеза органического вещества...*

1. фотосинтетики;
2. хемосинтетики

*Аэробным типом дыхания обладают микроорганизмы, для которых акцептором водорода служат...*

1. молекулы неорганических соединений (нитраты, сульфаты и др.);
2. молекулярный кислород

*Конечным продуктом процесса гликолиза является...*

1. уксусная кислота;
2. этиловый спирт;
3. пировиноградная кислота;

#### 4. угольная кислота

*Какой процесс превращения глюкозы протекает с участием аэробных микроорганизмов...*

1.  $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$
2.  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$

*Какой, из ниже приведенных процессов микробиологического превращения органических азотсодержащих соединений является процессом аммонификации...*

1.  $CO(NH_2)_2 + 2H_2O = 2NH_3 + CO_2 + H_2O$
2.  $2NH_3 + 3O_2 = 2HNO_2 + 2H_2O$
3.  $C_6H_{12}O_6 + 4NO_3^- = 6CO_2 + 2N_2$

*Какая из приведенных реакций соответствует процессу микробиологического восстановления соединений серы...*

1.  $CHNS + 2H_2O = H_2S + CO_2 + NH_3$
2.  $C_6H_{12}O_6 + 3H_2SO_4 = 6CO_2 + 6H_2O + 3H_2S$

### **Содержание презентации и доклада по кейс-заданию по технологическому расчету биореактора с активным илом (текущий контроль) (раздел 1 «Основы микробиологии и биотехнологии»)**

В городе «Энске», формирующиеся хозяйственно-бытовые сточные воды с суточным расходом  $Q = 78$  тыс. м<sup>3</sup>, имеют следующие показатели по загрязняющим веществам: БПК<sub>полн</sub> ( $L_{en}$ ) = 120 мг О<sub>2</sub>/л; ХПК = 72 мг О<sub>2</sub>/л; концентрация взвешенных веществ ( $C_{сдр}$ ) = 115 мг/л. В практике воды данной категории направляются для очистки на аэрационные сооружения биологической очистки.

Кейс-задание:

- пересчитать суточный расход сточной воды на расчетный расход;
- рассчитать биохимический показатель сточной воды и убедиться, что загрязняющие (органические) вещества сточной воды доступны биологическому окислению;
- провести технологический расчет аэротенка-смесителя (с регенератором или без регенератора?), приняв БПК<sub>полн</sub> ( $L_{ex}$ ) очищенных сточных вод = 13 мг О<sub>2</sub>/л;
- по расчетному объему аэротенка подобрать номер типового проекта аэротенка – смесителя, рассчитать число секций для выбранного типового проекта и осуществить самопроверку правильности подбора типового проекта.

### **Содержание презентации и доклада по кейс-заданию по технологическому расчету биореактора с биопленкой (текущий контроль) (раздел 1 «Основы микробиологии и биотехнологии»)**

Хозяйственно-бытовые сточные воды рабочего поселка N подаются на аэрационные биологические сооружения, где они подвергаются биохимическому окислению на биофильтрах.

*Исходные данные:*

- суточный расход сточных вод  $Q_w = 780$  м<sup>3</sup>/сут;
- БПК<sub>полн</sub> поступающей сточной воды ( $L_{en}$ ) = 185 мг/л;
- БПК<sub>полн</sub> очищенной сточной воды ( $L_{ex}$ ) = 15 мг/л;
- среднезимняя температура  $T_w = 13$  °С; к
- количество БПК<sub>полн</sub> в сточной воде на одного жителя в сутки  $\alpha = 40$  г/(чел·сут).

*Кейс-задание:*

Рассчитать капельный биофильтр.

### **Пример тем рефератов (текущий контроль)**

## **(раздел 1 «Основы микробиологии и биотехнологии»)**

1. Роль и значение микроорганизмов в природе и хозяйственной деятельности человека.
2. Принципы систематики микроорганизмов. Систематика прокариотных и эукариотных микроорганизмов и вирусов.
3. Морфология и цитология микроорганизмов. Строение и химический состав бактериальной клетки. Способы размножения и движения бактерий.
4. Физиология микроорганизмов. Процессы питания, дыхания и обмена веществ. Ферментативный катализ.
5. Превращение микроорганизмами соединений углерода в анаэробных условиях. Механизм гликолиза. Типы брожения.
6. Превращение микроорганизмами соединений углерода в аэробных условиях. Окисление целлюлозы, жиров, предельных и ароматических углеводов.
7. Превращение микроорганизмами азотсодержащих органических веществ. Участие микроорганизмов в круговороте азота в природе: основные биохимические процессы – аммонификация, нитрификация, денитрификация, азотфиксация.
8. Превращение микроорганизмами минеральных веществ: соединений серы, фосфора, железа, марганца.
9. Биотехнология, развитие и основные направления ее использования в отраслях экономики.
10. Биообъект, способы его создания и совершенствования.
11. Способы ведения биотехнологических процессов, классификация биотехнологического процесса по технологическим параметрам.
12. Классификация биологических методов очистки сточных вод, микроорганизмы биопленки и активного ила.
13. Закономерности биохимического окисления органических соединений сточных вод.
14. Основные типы биологических реакторов, используемых для аэробной очистки сточных вод, их основные технологические характеристики.
15. Экологическая биотехнология – ее значения в решении проблем рационального природопользования и охраны природной среды.
16. Компостирование – процесс биологического окисления органического субстрата.
17. Биоремедиационные технологии восстановления нарушенных земель.
18. Метаногенез – биологический процесс превращения биомассы в энергию.

### **Примеры контрольных вопросов к экзамену (промежуточный контроль)**

#### **(раздел 1 «Основы микробиологии и биотехнологии»)**

1. Какой физиологический процесс лежит в основе жизнедеятельности живой клетки? Какие две группы жизненно важных процессов осуществляет метаболизм? Назовите основные формы катаболизма. Что является в клетке аккумулятором свободной энергии, которая выделяется при катаболизме?
2. В чем заключается сущность процесса дыхания микроорганизмов? Как делятся микроорганизмы по способу дыхания? Опишите основные стадии процессов аэробного и анаэробного дыхания биохимическими реакциями.
3. Биологические катализаторы (ферменты, энзимы), их роль в жизни любого живого организма. В чем принципиальное различие эндо – и экзоферментов? Принципы образования названия ферментов. Назовите основные классы ферментов на основании химизма осуществляемых ими реакций и подтвердите свой ответ примерами.

4. Микробиологическое превращение органических веществ в анаэробных условиях. Биохимическую сущность механизма гликолиза опишите биохимическими реакциями на примере анаэробного превращения глюкозы.

5. Назовите основные виды брожения органических веществ. Какие виды брожения используются человеком в его хозяйственной деятельности. Рассмотрите механизм анаэробного окисления органических веществ на примере маслянокислого брожения. Опишите основные стадии маслянокислого брожения биохимическими реакциями.

6. Рассмотрите химизм круговорота азота в природе с участием микроорганизмов. Опишите соответствующими реакциями процессы аммонификации, нитрификации, денитрификации и фиксации атмосферного азота с указанием рода микроорганизмов, участвующих в данных процессах.

7. Превращение микроорганизмами минеральных соединений серы. Опишите химическими уравнениями реакций процессы окисления и восстановления неорганических соединений серы с указанием соответствующей группы микроорганизмов.

8. Процессы микробиологического превращения металлов. Рассмотрите данный вопрос на примере превращения соединений железа и марганца.

9. Дайте понятие биотехнологии, как современному эффективному научному направлению, способному интенсифицировать производство, повышать эффективность использования природных ресурсов, решать экологические проблемы. Назовите основные вехи развития промышленной биотехнологии.

10. Назовите основные направления использования биотехнологических процессов в решении вопросов защиты окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

11. Что называется и что является биообъектом? В чем принципиальное отличие биообъекта – «продуцента» от биообъекта – «промышленного биокатализатора»? Назовите основные методы совершенствования биообъекта.

12. Дайте общую характеристику биотехнологического процесса. Классификация биотехнологического производства по технологическим параметрам.

13. Назовите основные категории сточных вод и виды загрязняющих веществ различного фазового состояния.

14. Какими показателями оценивается степень загрязненности сточных вод? Дайте им определение и единицу измерения. Как рассчитывается биохимический показатель (БХП), характеризующий доступность загрязнений сточных вод к биологическому окислению?

15. Классификация методов биологической очистки сточных вод. Перечислите требования, предъявляемые к сточным водам, поступающим на биологическую очистку.

16. Дайте полную характеристику биоценозов активного ила и биопленки.

17. Назовите основные факторы, влияющие на скорость биохимического окисления органических веществ. Покажите, как влияет содержание биогенных элементов в сточной воде, на примере азота и фосфора, на процесс окисления органического вещества.

18. Классификация биофильтров по соответствующим признакам? Области практического применения различных типов биофильтров. Покажите простейшей схемой устройство биофильтра и расскажите принцип его работы.

19. Покажите простейшей схемой устройство аэротенка с вторичным отстойником. Как осуществляется процесс биологической очистки воды в аэротенке? Укажите и назовите потоки веществ на входе в аэротенк и на выходе.

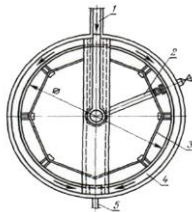
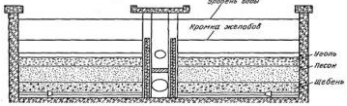
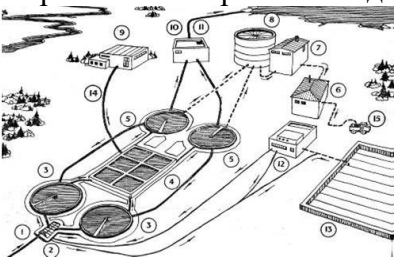
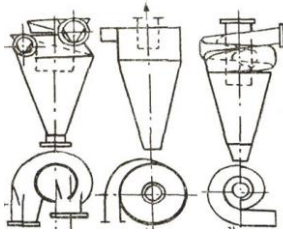
20. Какие существуют типы аэротенков по гидравлической схеме работы и нагрузке на активный ил? Покажите схемой направление движения сточной воды и активного ила для каждого типа аэротенка.

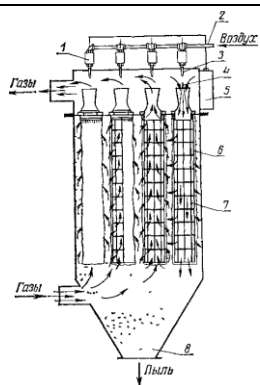
21. Какие существуют технологические системы биореакторов с активным илом? Приведите схемы этих систем.

22. Назовите основные технологические характеристики работы аэротенков с указанием единиц их измерения.

23. Назовите основные сооружения для анаэробной очистки сточных вод и сбраживания осадков. Дайте им характеристику.

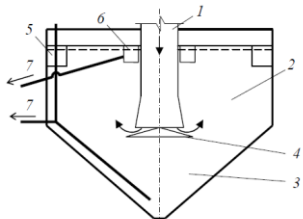
**Пример тестовых заданий к экзамену (промежуточный контроль)  
(раздел 2 «Основы промышленной экологии»)**

Выберите один из 4 вариантов ответа:		
На рисунке под цифрой 4 изображен(а)...	1)	сборный лоток
	2)	отводной трубопровод
	3)	иловая труба
	4)	полупогруженная доска
	Выберите один из 4 вариантов ответа:	
На рисунке изображен...	1)	скорый фильтр
	2)	горизонтальный отстойник
	3)	смолоотстойник
	4)	нефтеуловитель
	Выберите один из 4 вариантов ответа:	
На рисунке аэротенки изображены под цифрой...	1)	4
	2)	1
	3)	2
	4)	3
	Выберите один из 4 вариантов ответа:	
На рисунке изображены...	1)	скрубберы
	2)	электрофильтры
	3)	рукавные фильтры
	4)	циклоны
	Выберите один из 4 вариантов ответа:	
На рисунке под цифрой 6 показан(о)...	1)	труба для ввода сжатого воздуха
	2)	рукав
	3)	каркас
	4)	бункер



Выберите один из 4 вариантов ответа:

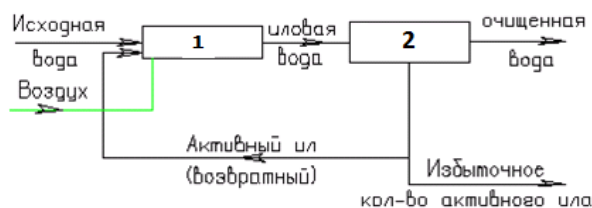
На рисунке под цифрой 3 показан(о)...



- 1) зона отстаивания
- 2) осадочная часть
- 3) центральная труба
- 4) удаление осадка

Выберите один из 4 вариантов ответа:

На рисунке под цифрой 1 показан(о)...



- 1) аэротенк
- 2) вторичный отстойник
- 3) песколовка
- 4) метантенк

Часть биосферы, в существенной степени преобразованная человеком посредством и эксплуатации различных технических объектов называется...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) техносферой
- 2) ноосферой
- 3) литосферой
- 4) гидросферой

В производственную сферу техносферы входит...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) электроэнергетика
- 2) жилые дома
- 3) образование
- 4) вооружение

По происхождению отходы бывают...

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) промышленными и биологическими
- 2) твердыми и жидкими
- 3) горючими и не горючими
- 4) высокоопасными и нетоксичными



По степени токсичности отходы бывают...	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	высокоопасными и малоопасными
2)	промышленными и биологическими
3)	твердыми и жидкими
4)	горючими и не горючими
Совокупность веществ, количественно и качественно чуждых естественным биогеоценозам называется .... загрязнением.	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	ингредиентным
2)	параметрическим
3)	стабиально-деструкционным
4)	биоценотическим
Воздействия, вызывающие нарушения в составе и структуре популяций живых организмов, называются .... загрязнением.	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	биоценотическим
2)	параметрическим
3)	ингредиентным
4)	стабиально-деструкционным
Примерами ингредиентного загрязнения являются...	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	бытовые стоки и ядохимикаты
2)	интродукция и акклиматизация видов
3)	вырубка лесов и эрозия почв
4)	электромагнитное и радиационное воздействие
Примерами параметрического загрязнения являются...	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	электромагнитное и радиационное воздействие
2)	бытовые стоки и ядохимикаты
3)	интродукция и акклиматизация видов
4)	вырубка лесов и эрозия почв
В качестве адсорбентов используют(-ют)ся...	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	цеолиты
2)	вязкие масла
3)	поглощительная жидкость
4)	песок
Озонирование и хлорирование являются ... методами очистки сточных вод.	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	химическими

2)	механическими
3)	биохимическими
4)	термическими
Экстракция, сорбция и дезодорация являются ... методами очистки сточных вод.	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	физико-химическими
2)	механическими
3)	биохимическими
4)	термическими
В аэротенках и окситенках происходит .... очистка сточных вод.	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	биохимическая
2)	физико-химическая
3)	механическая
4)	термическая
Химическое загрязнение - это:	
Выберите один из 5 вариантов ответа:	
1)	увеличение количества химических компонентов определенной среды, а также проникновение (введение) в нее химических веществ, не свойственных ей или в концентрациях, превышающих норму
2)	появление в биосфере различных токсикантов (аэрозоли, химические вещества, тяжелые металлы, пестициды, пластмассы, детергенты и др.)
3)	случайное или связанное с деятельностью человека проникновение в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства чуждых им растений, животных и микроорганизмов
4)	преднамеренная и случайная интродукция, чрезмерная экспансия живых организмов
5)	воздействие на окружающую среду химической промышленности
Привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных физико-химических и биологических веществ, агентов, оказывающих вредные воздействия на природные экосистемы и человека, - это:	
Выберите один из 5 вариантов ответа:	
1)	сукцессия
2)	загрязнение
3)	симбиоз
4)	урбанизация
5)	эвтрофирование
Аэрозоли - это:	
Выберите один из 5 вариантов ответа:	
1)	твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в газообразной среде
2)	твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в жидкой среде

3)	высоколетучие, химически инертные у земной поверхности вещества
4)	газы в ионизированном состоянии
5)	смесь газов, обеспечивающих жизнедеятельность организмов
Норматив допустимого сброса (НДС) - это:	
Выберите один из 5 вариантов ответа:	
1)	масса загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельными источниками за единицу времени, превышение которой приводит к неблагоприятным последствиям в окружающей среде или опасно для здоровья человека
2)	максимальное количество вредного вещества в окружающей среде, практически не влияющее отрицательно на живые организмы, в т.ч. и человека
3)	биомасса каждой группы организмов, отнесенная к тому или иному моменту времени
4)	оптимальный способ эксплуатации естественных и искусственных экосистем
5)	количество энергии, сбрасываемой с одного трофического уровня на другой
Поля орошения и поля фильтрации являются методами очистки сточных вод:	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	механическими
2)	химическими
3)	биологическими
4)	физико-химическими
Биологическую очистку сточных вод в искусственных условиях производят при помощи:	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	полей орошения
2)	решеток
3)	отстойников
4)	аэротенков
Поступление различных загрязнителей в окружающую среду строго регламентировано законодательством, устанавливающим показатели:	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	ПДП, ПРК, ППП
2)	ПДК, НДС, ПДВ
3)	ПРП, ПКС, ПКК
4)	ПРИ, ПДУ, ПДО
Химическая очистка сточных вод означает:	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	использование различных фильтров, отстойников
2)	добавление различных реагентов с целью обезвреживания загрязнений
3)	использование аэротенков
4)	использование полей орошения
Эвтрофированием водоема называют:	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	загрязнение синтетическими моющими средствами

2)	накопление большого количества биогенных элементов, главным образом соединений азота и фосфора
3)	загрязнение продуктами нефтепереработки
4)	накопление солей тяжелых металлов
<p>Качества питьевой воды (вкус, цвет, прозрачность и другие характеристики, определяемые нашими органами чувств) называют также:</p>	
<p>Выберите один из 4 вариантов ответа:</p>	
1)	химическими свойствами воды
2)	биохимическими свойствами воды
3)	физиологическими свойствами воды
4)	органолептическими свойствами воды
<p>Зона водоема, где в связи с поступлением загрязняющих веществ нарушаются естественные биохимические процессы и где концентрация загрязняющих веществ по санитарным, рыбохозяйственным или другим показателям, отвечающим данному виду водопользования, превышает установленные нормы называется ....</p>	
<p>Выберите один из 4 вариантов ответа:</p>	
1)	зоной влияния
2)	зоной загрязнения
3)	санитарно-защитной зоной
4)	зоной санитарной защиты водоема
<p>Утилизацией отходов называется процесс...</p>	
<p>Выберите один из 4 вариантов ответа:</p>	
1)	уничтожения отходов без использования содержащихся в них компонентов
2)	извлечения ценных компонентов
3)	размещения отходов на поверхности земли
4)	размещения отходов в специальных контейнерах на определенной глубине от поверхности земли
<p>Адсорберы – это аппараты.....</p>	
<p>Выберите один из 4 вариантов ответа:</p>	
1)	физико-химической очистки газов от газообразных примесей
2)	термической очистки газов от газообразных примесей
3)	мокрой очистки газов от пыли
4)	электрической очистки газов от пыли и тумана
<p>В пылесадительных камерах улавливание пыли осуществляется под действием ...</p>	
<p>Выберите один из 4 вариантов ответа:</p>	
1)	геомагнитных сил
2)	сил инерции
3)	электрических сил
4)	сил тяжести
<p>Технологические мероприятия, направленные на защиту атмосферного воздуха от загрязнения, называются...</p>	
<p>Выберите один из 4 вариантов ответа:</p>	

1)	созданием санитарно-защитных зон
2)	архитектурно-планировочными мероприятиями
3)	газо-пылеулавливанием в специальных сооружениях
4)	зонированием территории города
Аэротенки и биологические пруды относятся к сооружениям, применяемым для.....	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	биологической очистки газо-пылевых выбросов
2)	биохимической очистки сточных вод
3)	механического удаления примесей из сточных вод
4)	обеззараживания воды
В России основным способом обеззараживания питьевой воды является...	
Выберите один из 4 вариантов ответа:	
1)	хлорирование
2)	облучение ультрафиолетовыми лучами
3)	мембранная фильтрация
4)	озонирование

**Вопросы, выносимые на коллоквиум к лабораторным работам (текущий контроль)  
(фрагмент к разделу 2 «Основы промышленной экологии»)**

***Лабораторная работа – «Комплексная переработка травильных растворов с утилизацией ценных компонентов»***

1. Сущность процесса травления металлов. Качественный состав травильных сточных вод.
2. Методы обработки травильных сточных вод.
3. Сущность обезвреживания сернокислых травильных сточных вод реагентами-осадителями (известковое молоко, гидроксид аммония, сульфид натрия), стадии, химизм и условия проведения процесса.
4. Особенности структуры и кинетика формирования твердой фазы сульфата кальция.
5. Особенности выделения сульфата кальция из раствора в осадок.
6. Методы предотвращения образования гипсовых отложений.
7. Способы отделения взвешенных частиц от воды.
8. Методы доочистки сернокислых травильных сточных вод от анионов и катионов металлов.

***Лабораторная работа – «Нейтрализация сернокислых растворов»***

1. Химические основы метода нейтрализации сточных вод и их очистки от ионов различных металлов.
2. Щелочные реагенты, применяемые для нейтрализации кислых сточных вод: условия применения, химизм процесса.
3. Применение производственных отходов в качестве реагентов для нейтрализации кислых сточных вод.
4. Способы отделения взвешенных частиц (гидроксидов, карбонатов и т.д.) от воды.
5. Характеристики состава, свойства и формы структуры осадков гидроксидов металлов.
6. Способы увеличения скорости осаждения взвешенных частиц, в том числе гидроксидов металлов.
7. Методы нейтрализации щелочных сточных вод.

## Содержание презентации и доклада по ситуационной задаче (текущий контроль) (раздел 2 «Основы промышленной экологии»)

### *Ситуационная задача №1*

В г. N в июле месяце стоит солнечная, жаркая и безветренная погода. Отмечается инверсионное распределение температуры в атмосфере. Обмен воздушными массами резко снижается и происходит накопление в инверсионном слое атмосферы города вредных примесей (газов и твердых частиц). Есть естественные преграды (цепи гор и возвышенности), которые усугубляют процесс накопления вредных веществ, так как они препятствуют оттоку загрязненного воздуха (особенно на автотрассах с интенсивным движением). Отмечается сизая дымка (смог), снижена видимость, у людей першение в горле, раздражение слизистых глаз, носа. В приземных слоях атмосферы обнаружены высокие концентрации CO – 6,0 мг/м<sup>3</sup> (ПДК – 3,0), NO<sub>2</sub> – 0,4 мг/м<sup>3</sup> (ПДК – 0,04). Классы опасности: CO – 4, NO<sub>2</sub> – 2.

#### *Вопросы:*

1. Определите тип смога.
2. Назовите загрязнители и их влияние на здоровье человека.
3. Какие источники загрязнения присутствуют?
4. Какое воздействие оказывает смог на организм населения?
5. Перечислите гигиенические мероприятия, необходимые по охране атмосферного воздуха?

### *Ситуационная задача №2*

Вблизи свинцово-цинкового предприятия сельское население осуществляет выпас крупного и мелкого рогатого скота. В растениях пастбища обнаружены высокие концентрации свинца (Pb). Установлено истощение плодородия почвы. Складируются отходы производства. Отмечено разрушение местообитания растительности и животных (снижение числа видов растений и животных). На сельхозполях отмечена низкая урожайность зерновых и картофеля. В радиусе 10 км от предприятия в грунтовых водах (шахтные колодцы) средняя концентрация свинца достигает 0,06 мг/л. Концентрация Pb в мясе животных достигает 2 мг/кг, молоке – 0,1 мг/кг, хлебе – 0,6 мг/кг, картофеле – мг/кг. Суточная потребность населения: питьевая вода – 2 л, мясо – 0,01 кг, хлеб – 0,03 кг, картофель – 0,02 кг, молоко – 0,8 кг (л). Допустимая суточная нагрузка Pb на организм по рекомендации ВОЗ равна 0,43 мг, поглощение свинца в организме – 10%.

#### *Вопросы:*

1. Перечислите источники загрязнения сельскохозяйственных территорий.
2. Что относится к антропогенным экосистемам? Дайте характеристику антропогенной экосистемы и влияние ее на растения, животных.
3. Что относится к агроэкосистеме, дать характеристику.
4. Оцените уровень нагрузки Pb, удельный вес поступления (с водой и пищей) и сравните с допустимой суточной нагрузкой (по рекомендациям ВОЗ).

### *Ситуационная задача №3*

Население пос. N в регионе газоконденсатного месторождения для питьевых целей использует грунтовые воды (шахтные колодцы, скважины). В регионе были произведены подземные ядерные взрывы с целью образования подземных полостей для закачки газов и отходов производства, что привело к сдвигу пластов и изменению качества воды. Выбросы газовых смесей (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) в атмосферу в последствии оседают на почву. Изменяется также кислотность почвы, которая способствует миграции загрязняющих веществ (в том числе металлов – Pb, Cd, V, Fe) в подземные воды. Содержание свинца в питьевой воде – 0,04 мг/л, кадмия – 0,0002 мг/л, ванадия – 0,15 мг/л, железа – 1,5 мг/л, хло-

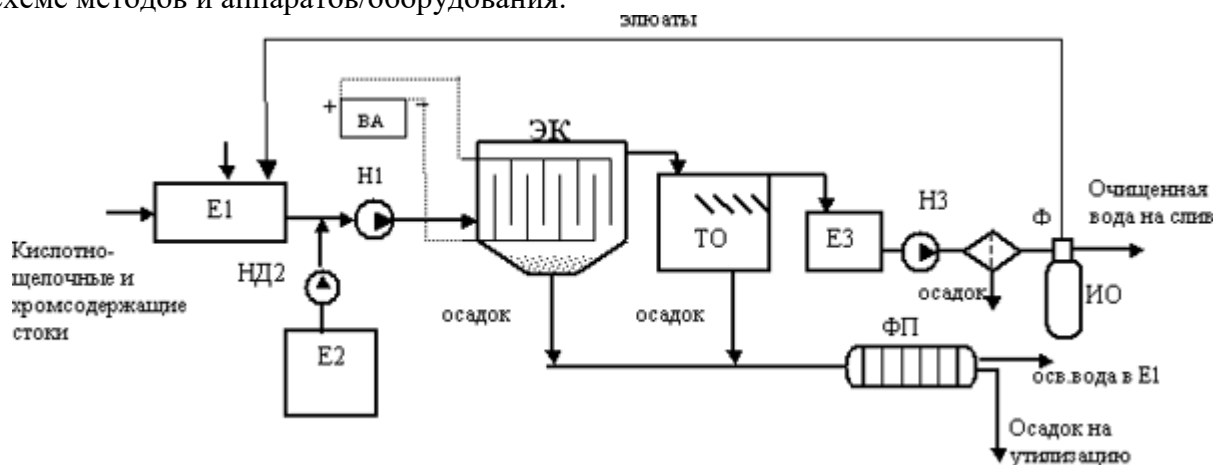
риды – 700 мг/л, сульфаты – 600 мг/л. Классы опасности: Pb, Cd – 2; V, Fe – 3; Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – 4.

*Вопросы:*

1. Какие виды загрязнения воды присутствуют?
2. Каковы основные источники загрязнения?
3. Определите кратность превышения ПДК веществ.
4. Определите показатель загрязнения воды по классам опасности.
5. Какое влияние могут оказать на здоровье населения показатели загрязнения воды?
6. Какие необходимо провести гигиенические мероприятия?

**Содержание презентации и доклада по кейс-заданию (текущий контроль)  
«Технологическая схема обезвреживания (или очистки) сточных вод от следующих загрязнений: нефтепродуктов; ионов тяжелых металлов; взвешенных частиц; растворенных газов; органических соединений»  
(раздел 2 «Основы промышленной экологии»)**

На примере существующей схемы очистки/обезвреживания сточных вод (локальные или производственные очистные сооружения) предоставить обоснование применяемых в схеме методов и аппаратов/оборудования.



*Состав схемы:* сборник-накопитель E0; насосы Н1, Н2; электрокоагулятор ЭК; емкости E1, E2, E3; дозирующие насосы НД1, НД2; отстойник с тонкослойными элементами ТО; фильтр механической очистки Ф; узел доочистки ИО (с помощью ионного обмена); фильтр-пресс ФП.

В расчетно-пояснительной записке должны быть представлены следующие разделы.

*Введение.* Введение должно кратко характеризовать современное состояние вопроса, решаемого в контрольной работе. Указывается актуальность проблемы для конкретного предприятия или отрасли промышленности. Обязательно формулируется *цель работы*.

*Характеристика производственных отходов.* В материалах работы должны быть следующие сведения: состав промышленных отходов (содержание основных компонентов, мг/л или %); химические, физико-химические или физико-механические характеристики извлекаемых компонентов, влияющие на выбор метода очистки. Необходимо представить анализ и оценку влияния конкретного вида загрязнения на состояние природных и городских экосистем (особенно учесть воздействие на здоровье человека).

*Обоснование схемы очистки (переработки) промышленных отходов.* В данном разделе на основе краткого рассмотрения качественного состава отходов, анализа их формирования в производстве, а также основных методов очистки и обезвреживания отходов необходимо провести обоснование определенного метода и технологии переработки/очистки/обезвреживания промышленных отходов, а также соответствующего экобиозащитного оборудования. Оценка различных методов переработки конкретных промышлен-

ных отходов производится с использованием материалов действующих производств и/или литературных данных. Обоснование может быть представлено в виде сравнительных характеристик выбранного метода с другими, показом его преимуществ с точки зрения эффективности очистки, дешевизны, удобства эксплуатации, безопасности труда.

*Описание технологической схемы.* В описании должны последовательно описываться все стадии выбранного процесса очистки, обезвреживания отходов с обязательной ссылкой на рисунок, где представлена технологическая схема. При описании технологических операций необходимо указывать: назначение операций; физико-химические основы процесса; характеристики получающихся продуктов и отходов на всех стадиях операции; аппаратное оформление операций.

*Заключение.* В заключении проводится обобщение и анализ результатов выполненной работы. Следует указать на экологичность и эффективность применения метода очистки или переработки конкретных отходов (например, сравнивая с нормативными значениями – техническими требованиями к оборотной воде, ПДК, ВДК, ПДВ или НДС).

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

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	отлично	Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. Обучающийся демонстрирует отличную способность анализировать технологические процессы и режимы работы действующих производств, осуществлять контроль за соблюдением технологических процессов, способность обоснованного выбора известных устройств, систем и методов защиты человека и окружающей среды от техногенных рисков и опасностей
Базовый	хорошо	Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями. Обучающийся способен в достаточной степени ориентироваться в технологических процессах и режимах работы действующих производств, осуществляет контроль за соблюдением технологических процессов, способен на обоснованный выбор известных устройств, систем и методов защиты человека и окружающей среды от техногенных рисков и опасностей
Пороговый	удовлетворительно	Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки. Обучающийся может под руководством осуществлять выбор известных устройств, систем и методов защиты человека и окружающей среды от техногенных рисков и опасностей, осуществлять контроль за соблюдением технологических процессов
Низкий	неудовлетворительно	Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения



Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		<p>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 технологические процессы и режимы работы действующих производств, известные устройства защиты человека и окружающей среды от техногенных рисков и опасностей</p>

## 8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа способствует закреплению навыков работы с учебной и научной литературой, осмыслению и закреплению теоретического материала по основным методам и технологиям защиты окружающей среды от техногенного воздействия; основным механизмам превращения микроорганизмами различных химических соединений, закономерностям процесса биохимического окисления органических и неорганических веществ.

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 с изучение и систематизацию официальных государственных документов: 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 «Промышленная экология» бакалаврами направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» 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 экзамену.

Самостоятельное выполнение *тестовых заданий* по всем разделам дисциплины сформированы в фонде оценочных средств (ФОС).

Данные тесты могут использоваться:

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

Тестовые задания рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов. То есть 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 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.

*Подготовка докладов и презентаций в рамках выполнения кейс-задания.*

Доклад составляется по заданной тематике (обоснование применяемых в технологических схемах экобиозащитных методов и аппаратов/сооружений) 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

## **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: YouGile (<https://ru.yougile.com/>) – система управления проектами и общения, планировщик задач, распространяется по лицензии trialware;

- для планирования аудиторных и внеаудиторных мероприятий: Яндекс.Календарь (<https://calendar.yandex.ru/>) – онлайн календарь-планер, распространяется по лицензии ShareWare;

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

- 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 с использованием необходимого методического материала (методические указания, справочники, нормативы и т.п.).

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.

На практических занятиях магистры отрабатывают навыки планирования и проведения эксперимента, учатся применять методы математического планирования эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента с применением методов математической статистики, оформлять и защищать результаты научных исследований.

На занятиях используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, практическое занятие, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и практических методов обучения (выполнение индивидуальных заданий).

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. Срок бессрочно;

- 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, практических и 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 и практических 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	Учебная лаборатория (Лаборатория промышленной экологии) для проведения лабораторных занятий, оснащенная лабораторными столами и стульями, следующим оборудованием: иономеры рН-Эксперт – 3 шт., спектрофотометр ПЭ-5300В, фотоколориметр КФК-2, весы аналитические – 2 шт., стенд-встряхиватель, сушильный шкаф, центрифуга лабораторная, лабораторные приставные столы – 2 шт., вытяжные шкафы – 2 шт.
Помещения для самостоятельной работы	Столы, стулья, экран, проектор. Рабочие места студентов, оснащены компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования