

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

Р.Н. Ястребинский

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Промышленная экология биотехнологических производств**  
направление подготовки (специальность):

19.03.01 Биотехнология

Направленность программы (профиль, специализация):

Биотехнология

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Химико-технологический

Кафедра Промышленная экология

Белгород 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» (уровень бакалавриата) приказ Минобрнауки РФ № 736 от 10.08.2021г.

▪ учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составитель (составители): канд. техн. наук, доцент  (Старостина И.В.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 28 » апреля 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: докт. техн. наук, проф.  (Свергузова С.В.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами) промышленной экологии

Заведующий кафедрой: докт. техн. наук, проф.  (Свергузова С.В.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 28 » апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

« 16 » мая 2022 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент  (Л.А. Порожняк)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-3. Способен выбирать материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов получения биологически активных соединений и продуктов	ПК-3.1. Проводит работы по выбору, подготовке объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики.	<b>Знать:</b> материалы, оборудования, подготовку объектов для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики; <b>Уметь:</b> выбирать и подготавливать объекты, материалы, оборудование для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики; <b>Владеть:</b> навыками оценки экологической безопасности материалов, веществ, технологий, оборудования, промышленных производств и объектов и биологическими технологиями реабилитации земель, акваторий и атмосферы.

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-3.** Способен выбрать материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов получения биологически активных соединений и продуктов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>1</sup>
1	Основы биосинтеза
2	Биотехнологии переработки сырья и отходов

3	Основы промышленной асептики
4	Санитарно-гигиенический контроль производств

## 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	107	107
лекции	34	34
лабораторные	51	51
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	73	73
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	19	19
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1.</b>	<b>Организация биотехнологических производственных процессов, основные виды их воздействия на окружающую среду</b>				
	Основные понятия, цели, задачи, концептуальные основы дисциплины. Значение биотехнологий в создании сбалансиро-	2			2

	рованных экопромышленных комплексов. Экологически чистые производства. Основные принципы создания малоотходных и безотходных производств. Моделирование малоотходных производств. Рациональность организации производства. Критерии экологичности.				
<b>2. Промышленная экология системного уровня. Промышленные экосистемы</b>					
	Понятия о промышленных экосистемах. Территориально-производственные комплексы, эколого-промышленные парки как основа чистых технологических процессов. Основы проектирования симбиотических промышленных экосистем.	2			2
<b>3. Нормирование и техника защиты атмосферного воздуха</b>					
	Нормирование качества атмосферного воздуха. Классификация источников загрязнения воздуха. Свойства пыли. Сухие пылеулавливающие аппараты. Мокрые пылеулавливающие аппараты. Способы очистки промышленных газов от газо- и паробразных загрязнений.	4	2	14	6
<b>4. Нормирование и охрана гидросферы</b>					
	Нормирование загрязнений водных объектов. Условия сброса сточных вод в водоем. Промышленные методы очистки сточных вод и применяемое оборудование. Механические, физико-химические, химические, биохимические методы очистки сточных вод. Способы обезвреживания.	5	2	18	3
<b>5. Техника защиты литосферы</b>					
	Хранение, утилизация, переработка отходов органических и неорганических производств. Переработка твердых бытовых отходов, органических и органоминеральных шламовых отходов биотехнологических производств. Особенности хранения, переработки и утилизации жидких отходов биотехнологических производств.	4		13	2
<b>6. Транспортные источники воздействия на окружающую среду</b>					
	Транспортные источники воздействия на окружающую среду. Альтернативные виды топлива. Методы переработки продуктов и отходов растениеводства с получением этанола.	8	4		2
<b>7. Экологические аспекты биотехнологических производств</b>					
	Экологические аспекты производства дрожжей, ферментов, живых культур микроорганизмов и препаратов добывающей промышленности. Экологические аспекты производства биотехнических препаратов для сельского хозяйства и для защиты окружающей среды. Охрана окружающей среды при биотехнологическом производстве пищевых продуктов.	9	9	6	2
ВСЕГО		34	17	51	19

#### 4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
-------	---------------------------------	----------------------------	------------	----------------

1	<b>Нормирование и техника защиты атмосферного воздуха</b>	Изучение основных свойств пыли	4	1
2		Очистка газовоздушных смесей абсорбционным методом	4	1
3		Очистка газовоздушных смесей адсорбционным методом	6	1
4	<b>Нормирование и охрана гидросферы</b>	Очистка сточных вод в поле центробежных сил	4	1
5		Очистка сточных вод коагуляцией и флокуляцией	6	1
6		Нейтрализация сточных вод	4	1
7		Адсорбционная очистка сточных вод от растворимых примесей	4	1
8	<b>Техника защиты литосферы</b>	Переработка органоминеральных шламовых отходов биотехнологических производств	7	1
9		Переработка избыточного активного ила станции биологической очистки сточных вод	6	1
10	<b>Экологические аспекты биотехнологических производств</b>	Оценка микробиологической загрязненности воздуха производственных помещений	6	1
ВСЕГО			51	10

#### 4.3. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических (семинарских) занятий	К-во часов	К-во часов СРС
1	<b>Нормирование и техника защиты атмосферного воздуха</b>	Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками.	2	1
2	<b>Нормирование и охрана гидросферы</b>	Расчет платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты	2	1
3	<b>Транспортные источники воздействия на окружающую среду</b>	Расчет выбросов загрязняющих веществ от стоянок автотранспорта.	2	1
5		Альтернативные виды топлива. Методы получения биогаза.	2	1
6	<b>Экологические аспекты биотехнологических производств</b>	Оценка степени чистоты воздуха производственных помещений	2	1
7		Экологические аспекты производства биотехнических препаратов для сельского хозяйства	2	1
8		Экологические аспекты производства биотехнических препаратов для защиты растений	2	1
9		Экологические аспекты биотехнологического производства пищевых продуктов	2	1
10		Технологические решения переработки протеинсодержащих отходов биотехнологических производств	1	1
ВСЕГО			17	9

#### 4.4. Содержание курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения расчетно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

**Тема: разработка технологической схемы очистки сточных вод (отходящих газов) биотехнологического производства.**

При выполнении РГЗ студент должен разработать технологическую схему очистки сточных вод или отходящих газов биотехнологического производства по заданию преподавателя. Исходные данные по составу и свойствам сточных вод могут быть получены студентом при личном анализе проб воды в период производственной практики или в процессе выполнения лабораторных работ; из фондовых материалов; из вариантов задания преподавателя. Текстовый документ должен в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел работы, постановку задачи, выбор и обоснование принципиальных решений. Содержать описание методов исследования анализа, расчетов, описание проведенных экспериментов, анализ результатов расчетов и выводы по ним.

Структура РГЗ:

Титульный лист.

Введение.

1. Основные экологические проблемы производства (в соответствии с заданием).
2. Основное технологическое оборудование и существующие технологические схемы для решения поставленной проблемы.
3. Разработка и описание технологической схемы очистки сточных вод (3-5 стр.).
4. Выводы.
5. Список литературы, оформленный по ГОСТ.

Объем РГЗ 15-25 листов. Работа выполняется печатным способом через 1,5 межстрочных интервала с использованием шрифта Times New Roman, размер не менее 12пт (оптимальный размер 12-14пт) на одной стороне белой бумаги формата А4 (210 × 297 мм) со следующими отступами, мм: слева – 30; справа – 15; снизу и сверху – 20. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту отчета и равен 1-1,25 см. Выравнивание по ширине.

Выполнение РГЗ завершается его защитой, которая заключается в ответах на вопросы по содержанию сделанной работы.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.5. Реализация компетенций

2. **Компетенция ПК-3** Способен выбирать материалы и оборудование для проведения биотехнологических процессов получения биологически активных соединений и продуктов

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1. Проводит работы по выбору, подготовке	Тестовый контроль;

объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики.	Решение практических заданий; Выполнение и защита лабораторных заданий; Расчет и защита курсовой работы; Экзамен
---	---

## 5.6. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации (экзамен)

### 5.6.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	<b>Организация производственных процессов, основные виды их воздействия на окружающую природную среду</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристика сырья, физико-химические основы биотехнологических процессов производства. Примеры.</li> <li>2. Характеристика экологических проблем и их решения.</li> <li>3. Технические и химико-технические системы.</li> <li>4. Уровни и иерархии производственных процессов.</li> <li>5. Системы и подсистемы производств. Общие закономерности производственных процессов.</li> <li>6. Экологическая политика и стратегия производства.</li> <li>7. Стратегия взаимодействия общества и природы.</li> </ol>
2	<b>Промышленная экология системного уровня. Промышленные экосистемы.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Критерии оценки эффективности производства.</li> <li>9. Структура и описание технологических систем.</li> <li>10. Развитие экологически чистого производства.</li> <li>11. Комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов.</li> <li>12. Создание замкнутых производственных циклов.</li> <li>13. Создание замкнутых водооборотных циклов.</li> </ol>
3	<b>Нормирование и техника защиты атмосферного воздуха</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>14. Основные промышленных методы очистки отходящих газов.</li> <li>15. Свойства и физические основы переноса аэрозольных частиц.</li> <li>16. Физические и химические основы пылеочистки и очистки технологических газов.</li> <li>17. Физико-химические основы газоочистки.</li> <li>18. Основное технологическое оборудование пылеочистки.</li> <li>19. Основное технологическое оборудование газоочистки.</li> <li>20. Очистка дымовых газов от оксида азота.</li> <li>21. Очистка дымовых газов от сернистого и серного ангидрида, хлорида и фторида водорода.</li> </ol>
4	<b>Нормирование и охрана гидросферы</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>22. Классификация загрязнений водных объектов.</li> <li>23. Нормирование загрязнений в водных объектах</li> <li>24. Промышленные методы очистки сточных вод.</li> <li>25. Условия сброса сточных вод в водоемы.</li> <li>26. Свойства и классификация вод.</li> <li>27. Замкнутые водооборотные системы.</li> <li>28. Классификация методов очистки и обезвреживания сточных вод.</li> <li>29. Механические методы очистки сточных вод.</li> <li>30. Физико-химические методы очистки сточных вод.</li> <li>31. Химические методы очистки сточных вод.</li> </ol>



		32. Биологические методы очистки сточных вод. 33. Способы обеззараживания сточных вод. 34. Мембранные методы очистки сточных вод.
5	<b>Техника защиты литосферы</b>	35. Основные промышленные методы переработки и использования отходов производства и потребления, технологические схемы. 36. Основное оборудование для переработки отходов биотехнологических производств. 37. Методы ликвидации и захоронения опасных промышленных отходов. 38. Основные технологические решения переработки шламовых отходов производства пищевых продуктов.
6	<b>Транспортные источники воздействия на окружающую среду</b>	39. Транспортные источники воздействия на окружающую среду. 40. Альтернативные виды топлива. 41. Методы переработки продуктов и отходов растениеводства с получением этанола.
7	<b>Экологические аспекты биотехнологических производств</b>	42. Экологические аспекты производства дрожжей. 43. Экологические аспекты производства живых культур микроорганизмов. 44. Экологические аспекты производства препаратов для добывающей промышленности. 45. Экологические аспекты производства биотехнических препаратов для сельского хозяйства. 46. Экологические аспекты производства препаратов для защиты окружающей среды. 47. Охрана окружающей среды при биотехнологическом производстве пищевых продуктов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме дифференцированного зачета. Промежуточной аттестация в форме дифференцированного зачета включает в себя 2 вопроса из выше перечисленного списка. Для подготовки к ответу на вопросы, которые студенту достаются случайным образом, отводится время в пределах 20 минут. Форма проведения зачета – устная. После ответа на теоретические вопросы, преподаватель может задать дополнительные вопросы и/или предоставить для решения задачу с целью уточнения сформированности компетенции. Вопросы к дифференцированному зачету находятся в открытом для студентов доступе. Дифференцированный зачет является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговом учебном достижении студента.

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, решения задач, собеседования и выполнения тестового контроля на практических занятиях, выполнения индивидуального домашнего задания.

**Лабораторные занятия.** В пособии [2] представлены лабораторные работы, которые необходимо выполнить и защитить в течение семестра, методические указания к работе, приведены требования к отчету и перечень контрольных вопросов для самоподготовки.

Примерный перечень контрольных вопросов для самоподготовки представлен в таблице.

### Вопросы для защиты лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Контрольные вопросы
1	Нормирование и техника защиты атмосферного воздуха	Изучение основных свойств пыли	Влияние дисперсности пылевидных частиц на выбор пылеуловителей. Классификация частиц по дисперсности
2		Очистка газовоздушных смесей абсорбционным методом	Каков принцип выбора жидких систем для абсорбционной очистки газов? Достоинства и недостатки абсорбционной очистки газов.
3		Очистка газовоздушных смесей адсорбционным методом	Что называют адсорбентом? Какие материалы используются в качестве адсорбентов для очистки газов
4	Нормирование и охрана гидросферы	Очистка сточных вод в поле центробежных сил	Виды аппаратов, применяемые для центробежного осаждения взвешенных частиц. Классификации центрифуг. Виды гидроциклонов.
5		Очистка сточных вод коагуляцией и флокуляцией	Что такое процесс коагуляции? Какие вещества являются коагулянтами, а какие флокулянтами. Механизм процесса коагуляции.
6		Нейтрализация сточных вод	Классификация сточных вод по уровню рН. Назовите методы нейтрализации сточных вод. Вещества, используемые в качестве реагентов для нейтрализации сточных вод.
7		Адсорбционная очистка сточных вод от растворимых примесей	Что такое сорбционная емкость материалов? Методы регенерации адсорбционных материалов. Условия осуществления процесса адсорбционной очистки сточных вод
8	Техника защиты литосферы	Переработка органических отходов биотехнологических производств	Методы переработки органических отходов. Что такое компосты? Виды компостов?
9		Переработка избы-	Что такое активный ил?

		точного активного ила станции биологической очистки сточных вод	Основные характеристики активного ила. Методы переработки активного ила.
10	Экологические аспекты биотехнологических производств	Оценка степени чистоты воздуха производственных помещений	Что такое "микробное число" и каковы принципы отбора проб для его определения? Как осуществляется определение "микробного числа" методом Коха? Каковы источники бактериального загрязнения атмосферы? От чего зависит количество микроорганизмов в воздухе?

**Практические занятия.** В методических указаниях [4] представлены задачи, которые необходимо решить в течение семестра, методические указания к работе, приведены требования к отчету и перечень контрольных вопросов для самоподготовки.

Примерный перечень контрольных вопросов для самоподготовки представлен в таблице.

### Вопросы к решению практических работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических (семинарских) занятий	Контрольные вопросы
1	Нормирование и техника защиты атмосферного воздуха	Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками.	От каких факторов зависит интенсивность пылевыведения от стационарных источников? От чего зависит выбор пылеулавливающего аппарата для снижения пылевыведения в окружающую среду? Что такое предельно допустимый выброс? Поясните понятие временно разрешенный выброс.
2	Нормирование и охрана гидросферы	Расчет платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты	Что такое норматив допустимых сбросов? Что такое фоновое содержание загрязняющего вещества?
3	Транспортные источники воздействия на окружающую среду	Расчет выбросов загрязняющих веществ от стоянок автотранспорта.	Виды стоянок автотранспорта. Факторы, влияющие на интенсивность выделения загрязняющих веществ на стоянке автотранспорта?
		Альтернативные виды топлива. Методы получения биогаза.	Состав биогаза. Что может являться сырьем для получения биогаза? Реакции, лежащие в основе образования биогаза.
4	Экологические аспекты биотехнологических производств	Оценка степени чистоты воздуха производственных помещений	Каковы источники бактериального загрязнения атмосферы? От чего зависит количество микроорганизмов в воздухе? Что представляют собой бактериальный аэрозоль и бактериальная пыль?
5		Экологические аспек-	Технологические схемы и аппараты,

		ты производства биотехнических препаратов для сельского хозяйства	использующиеся для очистки сточных вод производства биотехнических препаратов для сельского хозяйства. Аппараты, использующиеся для очистки отходящих газов производства биотехнических препаратов для сельского хозяйства.
6		Экологические аспекты производства биотехнических препаратов для защиты растений	Аппараты, входящие в состав аспирационной системы обезвреживания отходящих газов производства биотехнических препаратов для защиты растений. Основные отходы, образующиеся в технологии производства биотехнических препаратов для защиты растений.
7		Экологические аспекты биотехнологического производства пищевых продуктов	Основные отходы, образующиеся при биотехнологическом производстве пищевых продуктов. Аппараты, входящие в состав технологической схемы очистки сточных вод биотехнологического производства пищевых продуктов.
8		Технологические решения переработки протеинсодержащих отходов биотехнологических производств	Перечислите протеинсодержащие отходы биотехнологических производств. Перечислить способы переработки протеинсодержащих отходов биотехнологических производств.

### Решение задач

Решение задач проводится на занятии под контролем преподавателя. Решение и обсуждение каждой задачи происходит совместно со всей группой.

### Типовые задачи

1. Произвести расчет выбросов  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  для 4 легковых автомобилей с различным объемом двигателя в день для холодного (Х), переходного (П) и теплого (Т) времени года при выезде с территории или помещения стоянки  $M_{1ик}$  и возврате  $M_{2ик}$  (выбрать варианты с подогревом и без). Для расчетов использовать:

- $L_1$  – пробег автомобиля по территории стоянки на выезде – 0,05–0,1 км;
- $L_2$  – пробег автомобиля по территории стоянки при въезде – 0,02–0,07 км;

–  $t_{xx1}$ ,  $t_{xx2}$  – время работы двигателя на холостом ходу при выезде с территории стоянки и возврате на неё (мин) брать 1 минуту.

Время прогрева двигателя и количество рабочих дней по периодам указано в табл. 13. При хранении автомобилей на теплых закрытых стоянках принимаются значения  $t_{пр} = 1,5$  мин.

2. Произвести расчет платы за годовые выбросы трех загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников (период – по указанию преподавателя), расположенных не на природоохранной территории, если в течение года значения валовых выбросов веществ в воздух составили  $M_{\phi}$  (т/год). Ставки платы за выбросы загрязняющих веществ ( $H_{\text{плн}}$ , руб./т) приведены в справочной литературе; исходные данные для расчета представлены в табл.

### Исходные данные для расчета платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников

№ вар	Наименование вещества	$M_{\phi}$ , т/год	ПДВ, т/год	ВСВ, т/год
1	Бенз(а)пирен	0,00001	0,00002	0,00003
	Зола твердого топлива	1,1715	1,1695	1,1789
	Азота оксид	2,5676	2,1136	2,4845
2	Бензин нефтяной	1,251	1,589	1,689
	Аммиак	0,00795	0,00681	0,00958
	Взвешенные вещества	0,0175	0,0139	0,0146
3	Сероводород	0,0415	0,0525	0,0625
	Фтористый водород	0,00709	0,00689	0,00749
	Кислота уксусная	0,00225	0,00145	0,00195

3. Произвести расчет платы за годовые сбросы трех загрязняющих веществ в водные объекты (период – по указанию преподавателя), расположенных не на природоохранной территории, если в течение года значения фактических сбросов веществ в водные объекты составили  $M_{\phi}$  (т/год). Ставки платы за сбросы загрязняющих веществ ( $H_{\text{плн}}$ , руб./т) приведены в справочной литературе; исходные данные для расчета представлены в табл.

#### Исходные данные для расчета платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты

№ вар	Наименование вещества	$M_{\phi}$ , т/год	НДС, т/год	ВСС, т/год
1	Железо	0,0035	0,0048	0,0052
	Фенол	0,0008	0,0005	0,0009
	Фосфаты	0,0567	0,0475	0,0548
2	АСПАВ	0,0567	0,1098	0,1123
	Нитрат-анион	0,0475	0,0452	0,0493
	Взвешенные вещества	2,5764	2,125	2,508
3	Хлор свободный	0,0453	0,0671	0,0974
	Марганец	0,0052	0,0046	0,0084
	Никель	0,0011	0,0005	0,0008

#### Собеседование

Собеседование проводится преподавателем на практических занятиях с каждым студентом в соответствии с темой занятия не реже двух раз в семестр.

#### Типовые вопросы собеседования

1. Какие характеристики должны быть у газового потока при выборе электрофильтров для выделения пыли?
2. Какие параметры газа меняются после процесса абсорбции? Что при этом является положительным, а что – отрицательным?
3. Почему цеолиты называют молекулярными ситами?
4. Какие отходы образуются в биотехнологическом производстве препаратов для защиты растений?
5. Что такое активный ил, где и с какой целью применяется?
6. Каковы источники бактериального загрязнения атмосферы?

#### Тестовый контроль

В ходе изучения дисциплины предусмотрено выполнение тестового задания на практических занятиях под контролем преподавателя. Тест включает до 15 вопросов. Продол-

жительность тестового задания не более 45 минут. Необходимый процент прохождения – 75 % от общего количества вопросов.

### Типовые тестовые задания

#### 1. К методам очистки сточных вод не относятся:

1. механические
2. химические
3. разбавление
4. биологические

#### 2. Какой метод очистки сточных вод не относится в физико-химическим?

1. адсорбция
2. окисление-восстановление
3. коагуляция
4. обратный осмос
5. микрофльтрация

#### 3. В чем сущность безотходной технологии производства?

1. Это такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле сырьевые ресурсы - производство - потребление - вторичные сырьевые ресурсы таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования».
2. Это такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами; при этом по техническим, организационным, экономическим или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.
3. Это такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле сырьевые ресурсы - производство - потребление - вторичные сырьевые ресурсы.

#### 4. Концентрирование растворенного вещества на границе раздела фаз твердое вещество - жидкость называется:

1. абсорбция
2. адсорбция
3. коагуляция
4. флотация
5. флокуляция

#### 5. Каким требованиям должны соответствовать твердые материалы, используемые в качестве адсорбентов:

1. высокая сорбционная емкость, селективность, экономичность, доступность
2. экономичность, доступность, способность к взаимодействию с водой
3. селективность, гидрофобность, экономичность, доступность

#### 6. Органолептические характеристики воды, это

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. вкус, цвет, запах               | 4. содержание взвешенных веществ              |
| 2. уровень pH                      | 5. содержание растворимых минеральных веществ |
| 3. содержание органических веществ | 6. содержание растворенных газов              |

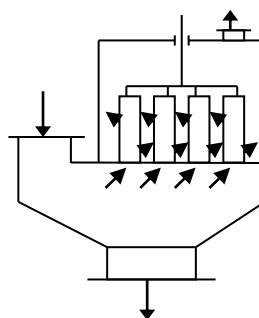
#### 7. По характеру смачивания парафин относится к материалам:

1. гидрофильным
2. гидрофобным

3. абсолютно гидрофобным

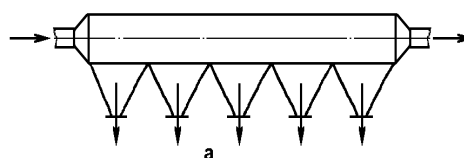
**8. На рисунке представлен аппарат, применяемый для очистки воздуха:**

1. рукавный фильтр
2. скруббер
3. циклон
4. пылеосадительная камера
5. электрофильтр
6. циклон



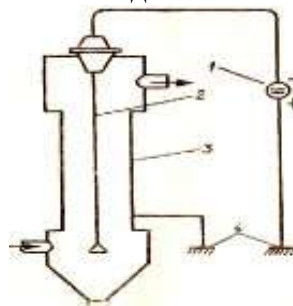
**9. На рисунке представлен аппарат, применяемый для очистки воздуха:**

1. рукавный фильтр
2. скруббер
3. циклон
4. пылеосадительная камера
5. электрофильтр
6. циклон



**10. На рисунке представлен аппарат, применяемый для очистки воздуха:**

1. рукавный фильтр
2. скруббер
3. циклон
4. пылеосадительная камера
5. электрофильтр
6. циклон



**11. Воздушный выброс, осуществляемый через воздуховод, это:**

1. неорганизованный
2. организованный
3. контролируемый
4. установленный

**12. В каких единицах оценивается максимально-разовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу:**

1. м<sup>3</sup>/час
2. г/с
3. т/час
4. т/год

**13. Склонность к слипаемости частиц – это:**

1. адгезионные свойства
2. абразивные свойства
3. смачиваемость
4. гигроскопичность

**14. В каких единицах оценивается валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу:**

1. м<sup>3</sup>/час
2. г/с
3. т/час
4. т/год

## Защита РГЗ

Защита РГЗ проходит после полностью выполненной и оформленной работы в виде собеседования. Вопросы задаются преподавателем непосредственно по индивидуальному заданию студента.

### Типовые вопросы в рамках защиты РГЗ

1. Алгоритм выполнения задания.
2. Поясните принцип выбора аппаратного оформления процесса очистки.
3. Дайте характеристику одного из аппаратов технологической схемы очистки сточных вод /отходящих газов.
4. Общая эффективность очистки

### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 - отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

ПК-3.1. Проводит работы по выбору, подготовке объектов, материалов, оборудования для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики.

**Знать:** материалы, оборудования, подготовку объектов для проведения биотехнологических процессов, приготовлению питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики;

**Уметь:** выбирать и подготавливать объекты, материалы, оборудование для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики;

**Владеть:** навыками оценки экологической безопасности материалов, веществ, технологий, оборудования, промышленных производств и объектов и биологическими технологиями реабилитации земель, акваторий и атмосферы.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	<p>Знания материалов, оборудования, методов подготовки объектов для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики;</p> <p>Знания методов оценки экологической (биологической) безопасности материалов, оборудования, промышленных производств и объектов и методов повышения их экологичности, а также техно-</p>



	логий восстановления земель, акваторий и атмосферы.
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Творчески применяет теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях
	Умеет выбирать и подготавливать объекты, материалы, оборудование для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики
	Осознанно проверяет решения и анализирует результаты
	Качественно оформляет (презентует) выполнение заданий
Навыки	Владеет навыками оценки экологической безопасности материалов, веществ, технологий, оборудования, промышленных производств и объектов и биологическими технологиями реабилитации земель, акваторий и атмосферы
	Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий
	Представляет полученные результаты посредством составления отчетов, оформления записей, пояснительных записок, отчетов, написания научных статей по результатам расчетов и выступлений на семинарах и конференциях

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, понятий, законов и структуры разделов биологической очистки сточных вод	Не знает терминов и понятий, законов и структуры разделов биологической очистки сточных вод	Знает термины и понятия, законы и структуру разделов биологической очистки сточных вод, но допускает неточности.	Знает термины и понятия, законы и структуру разделов биологической очистки сточных вод, их интерпретирует и использует.	Знает термины и понятия, законы и структуру разделов биологической очистки сточных вод, может корректно сформулировать их самостоятельно.
Знания материалов, оборудования, методов подготовки объектов для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асеп-	Не знает материалы, оборудования, методы подготовки объектов для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований про-	Знает основные материалы, оборудования, методы подготовки объектов для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом тре-	Знает материалы, оборудования, методы подготовки объектов для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики., но допускает неточности.	Знает материалы, оборудования, методы подготовки объектов для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики. Хорошо ориентируется в теоретическом материале.

тики	изводственной асептики.	бований производственной асептики, но допускает грубые ошибки.		
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердыми полными знаниями материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

#### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Творчески применяет теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях.	Не умеет применять теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях.	Умеет применять теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях, но допускает неточности.	Умеет творчески применять теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях в достаточном объеме.	Умеет творчески применять теоретические знания при решении типовых практических задач в стандартных и нестандартных условиях, может корректно использовать их самостоятельно
Умеет выбирать и подготавливать объекты, материалы, оборудование для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики	Не умеет выбирать и подготавливать объекты, материалы, оборудование для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики	Умеет выбирать и подготавливать объекты, материалы, оборудование для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики	Умеет выбирать и подготавливать объекты, материалы, оборудование для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики в достаточном объеме	Умеет выбирать и подготавливать объекты, материалы, оборудование для проведения биотехнологических процессов, приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов, предварительной обработки сырья для питательных сред с учетом требований производственной асептики.

	изводственной асептики	ки, но допускает грубые ошибки.	ме, но допускает неточности	
Умение проверять решения и анализировать результаты	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении практических задач. Не способен сформулировать и обосновать полученные результаты	Допускает ошибки при решении задач и выполнении заданий. Испытывает затруднения при формулировании и обосновании выводов	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий. Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам	Самостоятельно анализирует полученные результаты при решении задач и выполнении заданий. Самостоятельно формулирует, грамотно, с использованием научного стиля, обосновывает полученные результаты
Умение качественно оформлять (презентовать) выполнение заданий	Не способен качественно оформлять (презентовать) выполнение заданий	Небрежно оформляет (презентует) выполнение заданий	Понятно и корректно оформляет (презентует) выполнение заданий	Умеет качественно, верно и аккуратно оформлять (презентовать) выполненные задания

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеет навыками оценки экологической безопасности материалов, веществ, технологий, оборудования, промышленных производств и объектов и биологическими технологиями реабилитации земель, акваторий и атмосферы.	Не владеет навыками оценки экологической безопасности материалов, веществ, технологий, оборудования, промышленных производств и объектов и биологическими технологиями реабилитации земель, акваторий и атмосферы.	Владеет навыками оценки экологической безопасности материалов, веществ, технологий, оборудования, промышленных производств и объектов и биологическими технологиями реабилитации земель, акваторий и атмосферы, но допускает неточности	Владеет навыками оценки экологической безопасности материалов, веществ, технологий, оборудования, промышленных производств и объектов и биологическими технологиями реабилитации земель, акваторий и атмосферы в достаточном объеме	Владеет навыками оценки экологической безопасности материалов, веществ, технологий, оборудования, промышленных производств и объектов и биологическими технологиями реабилитации земель, акваторий и атмосферы и может корректно применять их самостоятельно
Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания с соблюдением установленного графика	Выполняет трудовые действия, поставленные задания качественно и быстро
Самостоятельно планирует и представляет полученные результаты посредством составления отчетов, оформления записей, пояснительных записок, отчетов, написания научных статей по результатам	Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия	Выполняет трудовые действия с помощью наставника	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией наставника	Полностью самостоятельно выполняет трудовые без посторонней помощи

там исследований и выступлений на семинарах и конференциях				
--	--	--	--	--

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Материально-техническое обеспечение**

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации и самостоятельной работы	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
2	Зал электронных ресурсов	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Читальный зал учебной литературы	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4	Методический кабинет	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

### **6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020. Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

1. Промышленная экология: учебное пособие / И.В. Старостина, Л.М. Смоленская, С.В. Свергузова и др. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 317 с.
2. Промышленная экология: Лабораторный практикум: учебное пособие / Л.М. Смоленская, С.Ю. Рыбина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 102 с.
3. Экология: лабораторный практикум / Л. М. Смоленская, С. Ю. Рыбина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 91 с.
4. Промышленная экология биотехнологических производств: методические указания к практическим занятиям для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 19.03.01 – Биотехнология, образовательные программы «Биотехнология» и «Экологическая биотехнология» / сост.: И.В. Старостина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – 38 с.
5. Экология. Сборник задач, упражнений и примеров: учеб. пособие для вузов / Н. А. Бродская и др.; под ред. О. Г. Воробьева и Н. И. Николайкина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2006. - 508 с.
6. Беспмятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
7. Демьянова В.М., Ковалева Е.А., Логинова Т.Ю. Сборник санитарно-гигиенических нормативов и методов контроля вредных веществ в объектах окружающей среды. М.: Предприятие «Искусство» Всероссийского фонда культуры, 1991. – 370 с.
8. Смоленская Л.М., Старостина И.В. Очистка технологических газов: Учебное пособие. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2005. - 213 с.
9. Фридланд С.В. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов: учеб. пособие. - М.: КолосС, 2008. - 176 с.

### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <http://elibrary.ru/>
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань». <http://e.lanbook.com>
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks». <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Компьютерная справочная правовая система <http://www.consultant.ru/>
5. Справочная система ГАРАНТ <https://base.garant.ru/>