

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 ХТИ  
Истреминский Р.Н.  
« 15 » мая 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

Экобиотехнология

направление подготовки (специальность):

Направление 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность программы (профиль, специализация):

Инженерная защита окружающей среды

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Химико-технологический

Кафедра Промышленной экологии

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации 25 мая 2020 года, приказ № 680
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): канд.биол.наук, доцент  (Гончарова Е.Н.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » мая 2021 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д-р техн.наук, профессор  (С.В. Свергузова)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

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

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор  (С.В. Свергузова)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

«14» мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«15» мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент  (Л.А. Порожнюк)

# 1. 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	ПК-1 Способен разрабатывать и проводить мероприятия по повышению эффективности природоохранной деятельности организации	ПК 1-1 Анализирует рекомендуемые информационно-техническими справочниками наилучшие доступные технологии в сфере деятельности организации, их экологических критериев и опыта применения в аналогичных организациях	<p><b>Знать:</b> перспективные направления и наилучшие доступные технологии промышленной переработки отходов, очистки сточных вод и отходящих газов с целью создания безопасной окружающей среды с помощью экобиотехнологий, теоретические основы экотехнологий утилизации промышленных и бытовых отходов, очистки сточных вод и отходящих газов с целью создания безопасной окружающей среды; принципы создания технических систем по защите атмосферы, гидросферы и литосферы с помощью биотехнологий.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать эффективные биотехнологии для охраны окружающей среды на предприятиях очистки сточных вод (переработка и утилизация ила, биодegradация твердых бытовых отходов и др.), ликвидации токсичных и опасных отходов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки предпроектной технической и технологической документации, необходимой для выполнения проектных работ и освоения производства.</p>
		ПК 1-2 Планирует по результатам оценки воздействия на окружающую среду мероприятия по снижению (предотвращению) негативного воздействия на окружающую среду	<p><b>Знать:</b> методы оценки воздействия хозяйствующего субъекта и методы переработки отходов, сбросов и выбросов, приводящие к предотвращению негативного воздействия на окружающую среду с помощью экобиотехнологий, иерархический порядок обращения с отходами.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать способы очистки выбросов и сбросов, утилизации промышленных и бытовых отходов с помощью экобиотехнологий, обосновывать конкретные технические решения при разработке экобиотехнологических процессов; планировать уменьшение загрязнения литосферы, атмосферы и гидросферы с помощью биотехнологий, выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.</p> <p><b>Владеть:</b> методами планирования мероприятий по снижению негативного воздействия предприятий, использующих биотехнологические методы, алгоритмами очистки сточных вод, отходящих газов, отходов с использованием биотехнологий.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция ПК-1** Способен разрабатывать и проводить мероприятия по повышению эффективности природоохранной деятельности организации

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Введение в профессию
2	Промышленная экология
3	Основы природопользования
4	Водоотведение и очистка сточных вод
5	Инженерная защита окружающей среды в производстве строительных материалов
6	Инженерная защита в гидротехническом строительстве и водном хозяйстве
7	Технология переработки отходов
8	Экобиотехнология
9	Инженерные методы защиты атмосферы
10	Защита окружающей среды и экологическая безопасность на предприятиях
11	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
12	Производственная преддипломная практика
13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки

Форма промежуточной аттестации зачет, экзамен

Вид учебной работы <sup>1</sup>	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	81	53	28
лекции	43	34	9
лабораторные	17	17	-
практические	18	-	18
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации <sup>2</sup>	3	2	1
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	135	55	80
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическое задание	36	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	63	37	26
Экзамен	36	-	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 4 Семестр 7, 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. Биологические методы очистки сточных вод</b>					
	Биологические методы очистки сточных вод. Аэробная и анаэробная биологическая очистка сточных вод. Микроорганизмы, участвующие в биологической очистке. Экосистемы сооружений биологической очистки сточных вод.	17		2	12
<b>2. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных примесей</b>					
	Виды загрязняющих веществ. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ. Виды микроорганизмов, используемые для биоочистки газовоздушных выбросов. Дезодорация загрязняющих веществ. Установки, применяемые для биологической очистки.	17		15	25
<b>3. Переработка отходов с помощью биотехнологий</b>					
	Отходы. Микробиологическая переработка органических отходов. Биологические факторы загрязнения природных сред. Характеристика биологического загрязнения. Загрязнение промышленными штаммами микроорганизмов. Генетически модифицированные микроорганизмы. Компостирование. Вермикультивирование и вермикомпостирование. Методы ремедиации почв. Биоремедиация. Основные требования, отличие от других методов. Примеры применения экобиотехнологий. Виды загрязнений, при которых применяются методы биоремедиации. Классификация почв по их загрязненности. Выбор метода и технологии ремедиации. Разработка схемы и технологии проекта. Проведение подготовительных мероприятий. Фиторемедиация загрязненных сред.	9	9		12
	<b>ВСЕГО</b>	<b>43</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>63</b>

### 4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 8</b>				
1	Переработка отходов с помощью биотехнологий	Биотехнологические методы переработки отходов	2	2
		Аэробные процессы переработки отходов	2	2
		Анаэробные процессы переработки отходов	2	2
2	Биологические методы очистки сточных вод	Основные стадии биологической очистки сточных вод	2	2
		Аэробная очистка сточных вод	4	4

		Анаэробная очистка сточных вод	3	3
3	Биологическая очистка и дезодорация газовойоздушных примесей	Биотехнологические методы дезодорации и выбросов	2	2
ИТОГО:			17	17

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 7				
1	Переработка отходов с помощью биотехнологий	Методы биоремедиации, выделение чистых культур микроорганизмов, анализ типа питания микроорганизмов.	2	2
		Определение видов микробов в определенных видах отходов, сточных водах и отходящих газах.	4	4
		Методы определения устойчивости материалов, используемых на очистных сооружениях, к биокоррозии и биоустойчивости.	3	3
2	Биологические методы очистки сточных вод	Аэробные и анаэробные методы очистки. Микроорганизмы активного ила.	4	4
3	Биологическая очистка и дезодорация газовойоздушных примесей	Количественные и качественные методы анализа микробов различных типов питания в сточных водах, отходящих газах, отходах.	4	4
ИТОГО:			17	17

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

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

Цель выполнения РГЗ – приобретение навыков по использованию наилучших доступных технологий при организации и внедрению процессов переработки отходов с помощью экобиотехнологий, а также контроль полученных знаний при изучении теоретического курса.

При выполнении РГЗ студент овладевает расчетными методами составления материальных балансов технологического процесса по переработке отходов биотехнологическими методами. Кроме того, подготовка и защита РГЗ является важным контрольным мероприятием, позволяющим проверить качество полученных знаний в изучаемой области. Студент должен знать основные параметры технологического процесса переработки отходов.

Выполняя РГЗ, студент должен научиться:

- самостоятельно сформулировать и обосновать актуальность проводимого теоретического и практического исследования;
- правильно оформлять полученные результаты расчетного задания в виде текста, таблиц, схем;
- обосновывать свою точку зрения по исследуемой проблеме;
- делать выводы по изучаемой теме;
- приобрести навыки публичного выступления.

РГЗ по дисциплине «Экобиотехнология» включает решение пяти индивидуальных заданий по определению основных технологических характеристик предлагаемого процесса по переработке отходов с помощью биотехнологий.

РГЗ должно включать в себя такие разделы, как:

1. Введение.
2. Задание.
3. Практическая часть.
4. Заключение и выводы.
5. Список литературы.

Пример задания:

1. Оценить объем образования кормового белка и рассчитать материальный баланс производства (состав и расходные коэффициенты указываются....).
2. Оценить объем образования спирта методом брожения из отходов сахарного производства и рассчитать материальный баланс этого производства (состав и расходные коэффициенты указываются....).

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

### **5.1. Реализация компетенций**

**Компетенция ПК-1** Способен разрабатывать и проводить мероприятия по повышению эффективности природоохранной деятельности организации.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК 1-1 Анализирует рекомендуемые информационно-техническими справочниками наилучшие доступные технологии в сфере деятельности организации, их экологических критериев и опыта применения в аналогичных организациях	<i>Зачет, экзамен, защита лабораторной работы, защита РГЗ, собеседование</i>
ПК 1-2 Планирует по результатам оценки воздействия на окружающую среду мероприятия по снижению (предотвращению) негативного воздействия на окружающую среду	<i>Зачет, экзамен, защита лабораторной работы, защита РГЗ, собеседование</i>

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

1. Роль микроорганизмов в природе. Применение микроорганизмов в экобиотехнологии.
2. Прокариоты и эукариоты. Их характеристика.
3. Систематика микроорганизмов. Привести примеры.
4. Понятия «культура», «штамм», «клон».
5. Основные формы бактерий, их строение и отличительные признаки.
6. Измерение микроорганизмов, их размеры. Приведите примеры.
7. Строение микробной клетки.
8. Основные органеллы микробной клетки, их краткая характеристика.
9. Метод окраски по Граму. Грамположительные и грамотрицательные бактерии. Примеры.
10. Споры. Механизм спорообразования.
11. Жгутики, фибрии, пили. Их строение и краткая характеристика.
12. Актиномицеты. Морфология, размножение и роль в природе. Применение в экобиотехнологии.
13. Антибиотические вещества микробного происхождения.
14. Морфология грибов, их свойства. Классификация грибов.
15. Дрожжи. Их строение, размножение и применение в биотехнологии.
16. Плесневые грибы. Одноклеточные и многоклеточные. Их строение и способы размножения и роль в природе.
17. Биологическое значение спорообразования у бактерий, плесеней и дрожжей. Стойкость спор в сравнении со стойкостью вегетативных клеток.
18. Экология микроорганизмов. Влияние условий внешней среды на развитие микроорганизмов.
19. Факторы, влияющие на жизнедеятельность микроорганизмов (физические, биологические, химические).
20. Вирусы. Особенности их строения. Примеры.
21. Понятие о вирусах. Свойства бактериофагов.
22. Бактериофаг. История открытия феномена бактериофагии. Распространение фагов в природе, их устойчивость.
23. Химический состав клеток микроорганизмов.
24. Основные пути проникновения химических веществ в клетках микроорганизмов. Активный и пассивный транспорт ионов.
25. Изложите сущность питания микроорганизмов и классификацию по типам питания.
26. Охарактеризуйте сущность процесса дыхания у микроорганизмов. Деление микробов на группы по типу дыхания.
27. Ферменты, их классификация и значение в жизнедеятельности микроорганизмов.
28. Цикл бактериального роста (лаг-фаза, экспоненциальная и стационарная фазы).
29. Культивирование микроорганизмов. Питательные среды.
30. Влияние солнечного света, низкой и высокой температур и обезвоживания среды на микроорганизмы.
31. Влияние биологических факторов на развитие микроорганизмов.
32. Влияние на микроорганизмы химических факторов среды. Хемотаксис.
33. Микробценоз водоемов. Оценка сапробности.
34. Методы выделения чистых культур микроорганизмов.
35. Микробиологическое обрастание в трубах и методы борьбы с ним.
36. Микрофлора воды. Общая характеристика
37. Индикаторная роль бактерий группы кишечной палочки. Методы ее идентификации и подсчета на плотных средах.
38. Количественные показатели загрязнения воды.
39. Биологическая очистка сточных вод.
40. Аэробные процессы очистки сточных вод. Характеристика очистных сооружений.
41. Биоценоз активного ила. Иловый индекс.
42. Биологические пруды, поля орошения. Их значение в очистке сточных вод.
43. Анаэробные процессы очистки сточных вод. Микроорганизмы, участвующие в процессе очистки.
44. Анаэробная очистка сточных вод. Механизм метанового брожения.
45. Характеристика работы метантенка и септиктенка.
46. Особенности обеззараживания воды хлорагентами и другими химагентами.
47. Микрофлора воздуха, методы микробиологического исследования воздуха и способы очистки воздуха.
48. Роль микроорганизмов в круговороте углерода в природе.
49. Роль микроорганизмов в круговороте азота и серы.
50. Характеристика возбудителей молочнокислого брожения.
51. Пропионовокислое брожение. Характеристика возбудителей брожения.
52. Спиртовое брожение. Характеристика возбудителей, применение в биотехнологии.

53. Возбудители маслянокислого брожения. Основные представители.
54. Ацетоно-бутиловое брожение. Возбудители брожения, их краткая характеристика. Получение ацетона и бутанола.
55. Характеристика уксуснокислых бактерий. Способы получения уксусной кислоты.
56. Микробиологическая коррозия гидротехнических сооружений. Методы ее предотвращения.
57. Микробиологическая коррозия металлов.
58. Образование биологических обрастаний в трубопроводах и сооружениях.
59. Микроорганизмы почвы. Микробиопитательные среды для определения почвенных микроорганизмов
60. Поступление веществ в клетку и их метаболизм.
61. Ферментативный катализ и основы кинетики биохимических реакций
62. Генная и клеточная инженерия.
63. Технологические приемы и аппаратное оформление процессов биологической очистки сточных вод.
64. Надежность биотехнологических систем и проблемы охраны окружающей среды.
65. Классификация процессов ферментации.
66. Экобиотехнология и переработка отходов производства.
67. Основные сооружения биологической очистки
68. Процесс денитрификации. Краткая характеристика денитрифицирующих бактерий. Роль процесса в окружающей среде, использование его экобиотехнологии.
69. Микробиоценоз почвы. Основные группы почвенных микроорганизмов.
70. Компостирование. Виды компостирования, экологические условия, виды отходов, подвергающихся процессу компостирования. Биохимические процессы и микроорганизмы, участвующие в процессе компостирования

### **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**

- 1 Промышленная биотехнология и экобиотехнология.
- 2 Генная инженерия в экобиотехнологии.
- 3 Теоретические основы и оптимизация процессов культивирования микроорганизмов.
- 4 Аппаратурное оформление биореакторов в биотехнологии
- 5 Методы иммобилизации в экобиотехнологии
- 6 Аэробные методы очистки. Установки аэробной чистки
- 7 Анаэробные методы переработки отходов. Устройство метантенка. Биогаз
- 8 Для чего предназначены сооружения биологической очистки сточных вод?
- 1 2
- 9 Какова роль активного ила в аэробной очистке сточных вод?
- 10 Какие микробиологические процессы протекают при аэробной очистке сточных вод?
- 11 Какие микроорганизмы обитают в активном иле?
- 12 Какова роль активного ила и биопленки в анаэробной очистке сточных вод? В чем их сходство и различия?
- 13 Биологическая очистка сточных вод и переработка трудноразлагаемых отходов
- 14 Замкнутые и малосточные системы культивирования и биологической очистки
- 15 Как определяется иловый индекс? С какой целью?
- 16 Каковы оптимальные условия биологической очистки?
- 17 Как происходит загрязнение окружающей среды промышленными штаммами микроорганизмов?
- 18 Что представляет собой генетически модифицированные микроорганизмы?
- 19 Какое применение в сельском хозяйстве могут найти генетически модифицированные микроорганизмы?
- 20 Как определяется численность микроорганизмов в воздухе, в воде, в почве, отходах? Перечислить основные методы, их особенности.
- 21 Каковы основные типы питания микроорганизмов? Как определяются, каковы основные экологические факторы, которые влияют на развитие микробов?
- 22 Как определяются микроорганизмы до вида? Что такое музейные культуры?
- 23 В чем особенности очистки загрязненных нефтью сточных вод?
- 24 Каковы особенности очистки сточных вод, загрязненных тяжелыми металлами, с помощью экобиотехнологий?
- 25 Какие отходы подвергаются переработке с помощью микроорганизмов?

- 26 Каковы виды компостирования? Какие культуры микроорганизмов при этом используются?
- 27 В чем заключаются процессы вермикультивирования и вермикомпостирования?
- 28 Что такое биоремедиация почв?
- 29 Проведите сравнение различных методов ремедиации почв.
- 30 В каких случаях используется биоремедиация? В чем отличие данного метода от других методов очистки почв?
- 31 Приведите примеры различных методов биоремедиации при очистке почв от органических веществ, тяжелых металлов, хлорорганических веществ, фосфатов и др.
- 32 Каковы уровни и категории загрязненности обследованных почв?
- 33 Как происходит выбор метода и технологии ремедиации?
- 34 Какие мелиоративные мероприятия применяются при ремедиации?
- 35 В чем заключаются рекультивационные работы?
- 36 Что такое биоремедиация? Какие живые организмы при этом используются?
- 37 Как определяется фитотоксичность почв? Какие растения при этом используются? Каковы основные требования, предъявляемые к тест-организмам?
- 38 Как обычно проводится оценка работ по ремедиации?
- 39 В чем заключается мониторинг, проводимый при ремедиации?
- 40 Что такое фиторемедиация? В каком случае она используется?
- 41 Приведите примеры применения экобиотехнологий. Их классификация.
- 42 Каковы загрязнения, при которых применяются метод биоремедиации?
- 43 В чем заключается система классификации почв по их загрязненности?
- 1 2
- 44 Каким образом проводится выбор метода и технологии ремедиации?
- 45 Как проводится разработка схемы и технологии проекта?
- 46 Какова классификация загрязняющих веществ? От каких загрязняющих веществ возможна биочистка?
- 47 Какие микроорганизмы используются для биоочистки газовоздушных выбросов?
- 48 От каких веществ проводится дезодорация с помощью микроорганизмов?
- 49 Какие сооружения и установки используются для биологической очистки газовоздушных выбросов?
- 50 В чем заключается процесс биоповреждения?
- 51 В чем заключается процесс биокоррозии? В чем состоит сходство и различие с процессом биоповреждений?
- 52 Какие микроорганизмы участвуют в коррозии металлов?
- 53 Какие микроорганизмы участвуют в разрушении бетонов?
- 54 Какие методы предотвращения биоповреждений? Классификация этих методов.
- 55 В чем заключаются технологические методы предотвращения биоповреждений?
- 56 В чем заключаются химические методы предотвращения биоповреждений?
- 57 Что такое биоциды? Какова их классификация? Какова эффективность их применения?
- 58 Какие металлы устойчивы к процессу коррозии? Какие микробы участвуют в этом процессе? Каковы оптимальные условия ее протекания?
- 59 Какие материалы устойчивы к процессу биоповреждения? Какие микроорганизмы участвуют?
- 60 Какие методы вы знаете для определения устойчивости материалов к процессам биоповреждения?

### Пример теста:

1. Биологическое явление хемосинтеза бактерий было открыто биологом ...

- А) С. Н. Виноградским;
- Б) С. Ваксманом;
- В) М. Бейеринком;
- Г) М.В. Гусевым.

2. Наиболее важный вид бактерий для процесса выщелачивания металлов из минерального сырья...

- А) *Acidithiobacillus ferrooxidans*;
- Б) *Nitrosolobus multiformis*;
- В) *Zoogloea ramigera*;
- Г) *Nitrosomonas europaeus*.

3. Чановый метод выщелачивания применяется для получения:

- А) сульфатов;
- Б) железа;
- В) благородных металлов;
- Г) мышьяка.

4. Для процесса бактериального выщелачивания используют:
- А) только хемолитотрофные бактерии;
  - Б) только гетеротрофные бактерии;
  - В) фототрофные бактерии;
  - Г) как литотрофные, так и гетеротрофные бактерии.
5. Оптимальные значения рН для процесса биовыщелачивания:
- А) 5-6;
  - Б) 2-2,5;
  - В) 7-8;
  - Г) 8-9.
6. Прямой процесс бактериального выщелачивания – это...
- А) непосредственное воздействие бактерий на структуру минералов;
  - Б) воздействие кислоты на структуру минералов;
  - В) опосредованное воздействие на минералы в результате окислительных процессов;
  - Г) выделение щелочей бактериями.
7. К биодобыче не относится метод...
- А) биовыщелачивания из отвалов;
  - Б) биоокисление соединений серы;
  - В) чанового биовыщелачивания минералов;
  - Г) кучного биовыщелачивания.
8. Биовыщелачивание не используется для переработки
- А) бытовых отходов;
  - Б) бедных руд;
  - В) отвалов;
  - Г) хвостов обогатительных фабрик.
9. Биотехнологические методы открывают возможность не только снизить себестоимость получения металлов, но и значительно увеличить ..... за счет вовлечения в производство отходов.
10. Основные преимущества процесса биовыщелачивания (несколько вариантов ответа):
- А) простота;
  - Б) экологическая безопасность;
  - В) экономическая эффективность;
  - Г) возможность применения в широком интервале температур.

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

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

**Знать:** перспективные направления и наилучшие доступные технологии промышленной переработки отходов, очистки сточных вод и отходящих газов с целью создания безопасной окружающей среды с помощью эковиотехнологий, теоретические основы экотехнологий утилизации промышленных и бытовых отходов, очистки сточных вод и отходящих газов с целью создания безопасной окружающей среды; принципы создания технических систем по защите атмосферы, гидросферы и литосферы с помощью биотехнологий.

**Уметь:** разрабатывать эффективные биотехнологии для охраны окружающей среды на предприятиях очистки сточных вод (переработка и утилизация ила, биодеградация твердых бытовых отходов и др.), ликвидации токсичных и опасных отходов.

**Владеть:** навыками разработки предпроектной технической и технологической документации, необходимой для выполнения проектных работ и освоения производства.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
--	---------------------

Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Освоение методик, умение разрабатывать и предлагать (типовые) алгоритмы, выполнять (типовые) задания
	Умения использовать теоретические знания для выполнения заданий по проведению мероприятий при воздействии ядов и оценивать ситуацию
	Умение проверять решения и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) выполнение заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования трудовых действий

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

Оценка сформированности компетенций по показателю «Знания»

Критерий	не зачтено	зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Недостаточный уровень знаний терминов, определений, понятий Не ответил на дополнительные вопросы	Знает термины и определения. Ответил на большинство дополнительных вопросов
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает перспективные направления и наилучшие доступные технологии промышленной переработки отходов с целью создания безопасной окружающей среды, теоретические основы технологий утилизации промышленных и бытовых отходов; принципы создания технических систем по защите литосферы	Знает, интерпретирует и использует сведения об основных перспективных направлениях и наилучших доступных технологиях промышленной переработки отходов с целью создания безопасной окружающей среды, теоретических основах технологий утилизации промышленных и бытовых отходов; принципах создания технических систем по защите литосферы
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все - полные
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания

Оценка сформированности компетенций по показателю «Умения»

Критерий	не зачтено	зачтено
Освоение методик, умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания	Не умеет выполнять типовые задания лабораторных работ, не способен решать типовые задачи с использованием известного алгоритма действий	Умеет выполнять типовые задания, способен решать типовые задачи, предусмотренные рабочей программой

Умения использовать теоретические знания для выполнения заданий по разработке эффективных технологий охраны окружающей среды на предприятиях очистки сточных вод (переработке и утилизации ила, биодеградация твердых бытовых отходов и др.), ликвидации токсичных и опасных отходов	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы, связанные с выполнением задания, не может обосновать выбор метода выполнения лабораторной работы; не может обосновать полученные результаты	Правильно применяет полученные знания при выполнении, обосновании решений и защите заданий. Грамотно применяет методики выполнения лабораторных работ и алгоритм решения задач
Умение проверять решения и анализировать результаты	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении задач. Не способен сформулировать и обосновать выводы по работе.	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий. Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам
Умение качественно оформлять (презентовать) выполнение заданий	Не способен качественно оформлять (презентовать) выполнение заданий	Понятно и корректно оформляет (презентует) выполнение заданий

#### Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки»

Критерий	не зачтено	зачтено
Навыки решения стандартных задач	Не обладает навыками выполнения заданий и решения стандартных задач	Не испытывает затруднений при выполнении заданий и решения стандартных задач. Испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения нестандартных задач
Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания с соблюдением установленного графика
Качество выполнения трудовых действий	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия качественно
Самостоятельность планирования трудовых действий	Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией наставника

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

**Знать:** перспективные направления и наилучшие доступные технологии промышленной переработки отходов, очистки сточных вод и отходящих газов с целью создания безопасной окружающей среды с помощью эковиотехнологий, теоретические основы экотехнологий утилизации промышленных и бытовых отходов, очистки сточных вод и отходящих газов с целью создания безопасной окружающей среды; принципы создания технических систем по защите атмосферы, гидросферы и литосферы с помощью биотехнологий; методы оценки воздействия хозяйствующего субъекта и методы переработки отходов, сбросов и выбросов, приводящие к предотвращению негативного воздействия на окружающую среду с помощью эковиотехнологий, иерархический порядок обращения с отходами.

**Уметь:** разрабатывать эффективные биотехнологии для охраны окружающей среды на предприятиях очистки сточных вод (переработка и утилизация ила, биодеградация твердых бытовых отходов и др.), ликвидации токсичных и опасных отходов; выбирать способы очистки выбросов и сбросов, утилизации промышленных и бытовых отходов с помощью эковиотехнологий, обосновывать конкретные технические решения при разработке эковиотехнологических процессов; планировать уменьшение загрязнения литосферы, атмосферы и гидросферы с помощью биотехнологий, выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

**Владеть:** навыками разработки предпроектной технической и технологической документации, необходимой для выполнения проектных работ и освоения производства; методами планирования мероприятий по снижению негативного воздействия предприятий, использующих биотехнологические методы, алгоритмами очистки сточных вод, отходящих газов, отходов с использованием биотехнологий.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Освоение методик, умение разрабатывать и предлагать (типовые) алгоритмы, выполнять (типовые) задания
	Умения использовать теоретические знания для выполнения заданий по проведению мероприятий при воздействии ядов и оценивать ситуацию
	Умение проверять решения и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) выполнение заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования трудовых действий

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

Оценка сформированности компетенций по показателю «Знания»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2 – неудовлетворительно	3 - удовлетвори-тельно	4 - хорошо	5 - отлично
Знание терминов, определений, понятий	Недостаточный уровень знаний терминов, определений, понятий Не ответил на дополнительные вопросы	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок. Ответил на некоторые дополнительные вопросы	Знает термины и определения. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно Аргументированно ответил на все дополнительные вопросы
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает перспективные направления и наилучшие доступные технологии промышленной переработки отходов с помощью биотехнологий с целью создания безопасной окружающей среды, теоретические основы биотехнологий утилизации промышленных и бытовых отходов; прин-	Знает перспективные направления и наилучшие доступные технологии промышленной переработки отходов с помощью биотехнологий с целью создания безопасной окружающей среды, теоретические основы биотехнологий утилизации промышленных и бытовых отходов; прин-	Знает, интерпретирует и использует сведения об основных перспективных направлениях и наилучших доступных технологиях промышленной переработки отходов с помощью биотехнологий с целью создания безопасной окружающей среды, теоретиче-	Знает, интерпретирует и может самостоятельно получить сведения об основных перспективных направлениях и наилучших доступных технологиях промышленной переработки отходов с помощью биотехнологий с целью создания безопасной окружающей среды, теоретических основах биотехнологий утилизации

	ципы создания технических систем по защите литосферы; методы оценки воздействия хозяйствующего субъекта и методы переработки отходов, приводящие к предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, иерархический порядок обращения с отходами.	ципы создания технических систем по защите литосферы; методы оценки воздействия хозяйствующего субъекта и методы переработки отходов, приводящие к предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, иерархический порядок обращения с отходами.	ских основах биотехнологий утилизации промышленных и бытовых отходов; принципах создания технических систем по защите литосферы; методы оценки воздействия хозяйствующего субъекта и методы переработки отходов, приводящие к предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, иерархический порядок обращения с отходами.	промышленных и бытовых отходов; принципах создания технических систем по защите литосферы; методы оценки воздействия хозяйствующего субъекта и методы переработки отходов, приводящие к предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, иерархический порядок обращения с отходами.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием 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 – неудовлетворительно	3 - удовлетворительно	4 - хорошо	5 - отлично
Освоение методик, умение решать (типичные) практические задачи, выполнять (типичные) задания	Не умеет выполнять типовые задания лабораторных работ, не способен решать типовые задачи с использованием известного алгоритма действий	Умеет выполнять типовые задания, способен решать типовые задачи с применением известного алгоритма действий	Умеет выполнять типовые задания, способен решать типовые задачи, предусмотренные рабочей программой	Умеет выполнять задания и решать задачи повышенной сложности
Умения использовать теоретические знания для выполнения заданий по разработке эффективных техноло-	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы, связанные с выполнением задания, не	Испытывает затруднения в применении теории при выполнении и защите лабораторных работ; решении задач;	Правильно применяет полученные знания при выполнении, обосновании решений и защите заданий. Грамотно применяет	Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении всех видов заданий,

гий охраны окружающей среды на предприятиях очистки сточных вод (переработке и утилизация ила, биодegradации твердых бытовых отходов и др.), ликвидации токсичных и опасных отходов; по выбору способов утилизации и захоронения отходов промышленных и бытовых, обоснованию конкретных технических решений при разработке технологических процессов; планировании уменьшения загрязнения литосферы с помощью переработки отходов, выбору технических средств и технологий, направленных на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.	может обосновать выбор метода при выполнении лабораторной работы; не может обосновать полученные результаты	обосновании полученных результатов	методики выполнения лабораторных работ и алгоритм решения задач	предлагает собственные методы решения; грамотно обосновывает полученные результаты
Умение проверять решения и анализировать результаты	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении задач. Не способен сформулировать и обосновать выводы по работе.	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, обосновывает и делает выводы по работам
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 – неудовлетворительно	3 - удовлетворительно	4 - хорошо	5 - отлично
Навыки решения стандартных задач	Не обладает навыками выполнения заданий и решения стандартных задач	Испытывает трудности при выполнении заданий и решения стандартных задач	Не испытывает затруднений при выполнении заданий и решения стандартных задач. Испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения нестандартных задач	Обладает навыками при выполнении заданий и решения стандартных задач. Не испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения сложных задач

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
Качество выполнения трудовых действий	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия с недостаточным качеством	Выполняет трудовые действия качественно	Выполняет трудовые действия качественно, в том числе при выполнении сложных заданий
Самостоятельность планирования трудовых действий	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

## 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 и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, самостоятельной работы УК №2, № 422	Специализированная мебель. Проектор, компьютер, автоматизированный экран, магнитно-меловая доска
2	Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля УК № 2, № 414, 411, 312	Специализированная аудитория для проведения лабораторных занятий, оснащенная специализированной мебелью, ламинарным микробиологическим боксом, аналитическими весами, климостатом Р2, микроскопом Levenhuk D870T, микроскопом МБС-10, микроскопом Р-15, микроскопом УМ-301, микроскопом Р-11, осветителем МОЛ-ОИ 18А, осветителем ОИ-32, шкафом сушильным LF-404. Весы лабораторные аналитические ВЛР-200, весы лабораторные технические ВЛКТ-500, иономер И-500, иономер И-150, нитратомер АНИОН 4101, стерилизатор воздушный ГП-20, баня водяная ЛВ-8, центрифуга лабораторная ОПн, центрифуга ЦЛС-31М, спектрофотометр СФ-46, рефрактометр УРЛ, ИРФ-454, титратор ТПР, хроматограф «Цвет-3006», анализатор «Экотест», мешалка МР-5, весы торсионные, аппарат для встряхивания, колориметр фотоэлектрический КФК-2МП, приспособление титровальное ТПР. Аппарат для встряхивания АВУ, весы SK-10000WP, весы лабораторные 4 класса, дробилка трехвалковая, нитратометр анион-4101, печь муфельная ПМ-14М, печь муфельная, рН-150М, стерилизатор ВК-30, термостат, УГ-2, фотоколориметр КФК-2, фотоэлектроколориметр АРЕL-101, хроматограф Цвет-3006М, центрифуга лабор. ОПН-3, шкаф вытяжной, шкаф сушильный СНОЛ-04, концентратомер КН-3.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной	Специализированная мебель; компьютерная

	работы	техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4	Методический кабинет УК № 2, № 416	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	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. Экобиотехнология: метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 100 с.
2. Экобиотехнология: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021. -47 с.
3. Экобиотехнология: учебное пособие для студентов. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021. - 71 с.
4. Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических коммунальных отходов: коллективная монография / сост.: А. Н. Ножевникова, А. Ю. Каллистова. Логос, Университетская книга, 2016. - 320 с.
5. Биотехнологии очистки сточных вод: учебно-методическое пособие / составители А. Ю. Копнина, Б. Ю. Смирнов. — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 52 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91757.html>
6. Гончарова, Е. Н. Основы микробиологии: Методические указания к выполнению лабораторных работ / Е. Н. Гончарова, Л. С. Гурова. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2003. – 71 с.
7. Сазыкин, Ю. О. Биотехнология: учеб. пособие / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева – М.: Академия, 2006. – 254 с.

8. Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов / А. И. Нетрусов. – М.: Академия, 2004. -266 с.
9. Ветошкин А. Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности: учебное пособие / А. Ветошкин. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – Часть 1. Системное обращение с отходами. – 441 с.: – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493897>
10. Ветошкин А. Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности: учебное пособие / А. Ветошкин. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – Часть 2. Переработка и утилизация промышленных отходов. – 381 с.: ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493898>
11. Власов О. А. Технологии переработки твердых бытовых отходов: учебное пособие / О. А. Власов. — Красноярск: СФУ, 2019. — 244 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157744>

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

1. <http://ecobiotech-journal.ru/>
2. <https://ecoportal.su>
3. <http://www.ecoteco.ru/library/magazine/4/technologies/innovacionnye-tehnologii-utilizacii-othodov/>
4. <http://www.business-equipment.ru/o-sayte.html>
5. <http://ztbo.ru/o-tbo/stati/obshie/metodi-i-sposobi-pererabotki-musora-tbo>
6. <http://www.waste.ru/>
7. <http://www.solidwaste.ru/publ.html>
8. <http://www.metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/tbo/928-tekhnologicheskij-kompleks-pererabotki-tbo.html>
9. <http://prowaste.ru/knigi/ekologicheski-bezopasnoe-obrascheni>
10. [http://www.ecotoc.ru/waste\\_processing](http://www.ecotoc.ru/waste_processing)
11. <http://www.norao.ru/waste/radioactivity/level/>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО